

ГУАП

КАФЕДРА № 3

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

ассистент
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

М. Д. Рассыхаева
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

КРУТИЛЬНЫЙ МАЯТНИК

по курсу:

ФИЗИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

4326

подпись, дата

Г. С. Томчук

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2023

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

Лабораторная работа №5 «Кругиальный маятник»

Студент группы №

Ч326
№ группыЖанчук Т.С.

Фамилия, инициалы

Преподаватель каф. №

3

№ кафедры

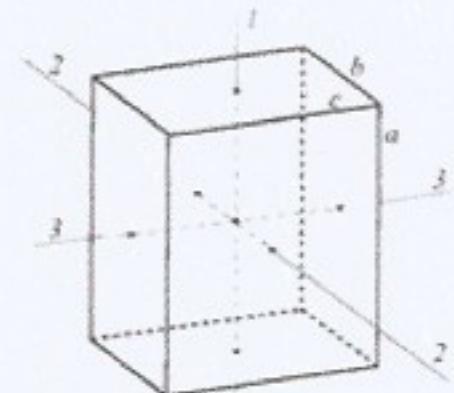
Рассказаева М.Р.

Фамилия, инициалы

Параметры приборов

Прибор	Тип	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Сист. погрешность
Счетчик числа колебаний	-	99	1	-	-
Секундомер	-	0,0,999 с	3 мс	-	0,0005 с

Результаты измерений

Размеры тела: $a = 100$ мм, $b = 40$ мм, $c = 60$ мм.Масса тела: $m = 1884$ г, кол-во колебаний $N=10$, кол-во замеров $k=5$ 

№ п/п	Положение тела	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	t_4 , с	t_5 , с	$\bar{t} = \frac{\sum t_i}{k}$, с	$T = \frac{\bar{t}}{N}$, с
0.	Пустая рамка	15,144	15,144	15,145	15,145	15,144	15,144	1,514
1. Зад. №1 п.т.1. ось 1		22,324	22,316	22,323	22,343	22,333	22,329	2,233
2. Зад. №1 п.т.2. ось 2		30,533	30,526	30,520	30,526	30,531	30,528	3,053
3. Зад. №1 п.т.3. ось 3		28,834	28,846	28,847	28,837	28,841	28,841	2,884
4. Зад. №2 п.т.1.		25,064	25,070	25,069	25,073	25,068	25,069	2,504

Дата «13» октября 2023 г.

Подпись студента

Подпись преподавателя

1. Чись работос: определение моментов инерции
мел сложной формы.

2. Описание изобретенной установки

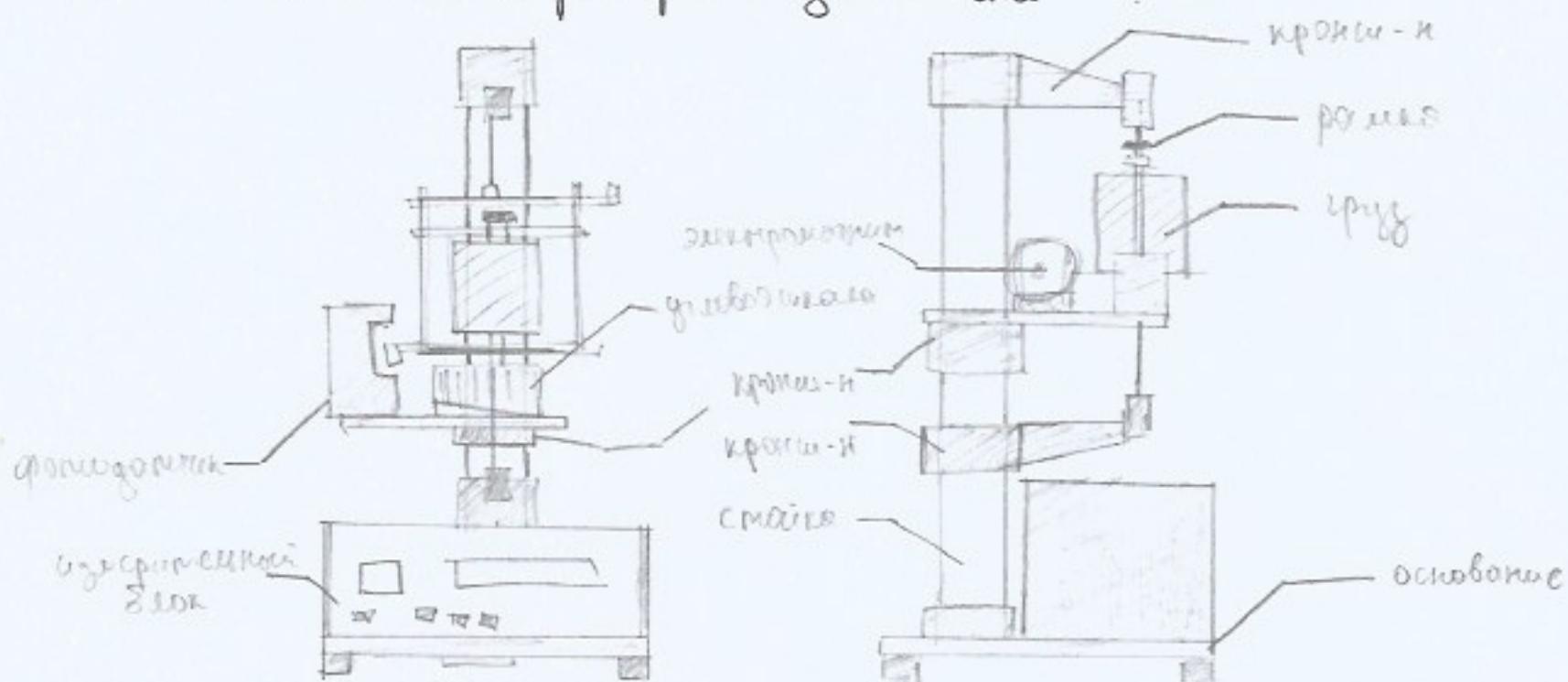


Рис. 1

Размеры тела: $a = 100 \text{ мм}$, $b = 40 \text{ мм}$, $c = 60 \text{ мм}$

Масса тела: $M = 188 \text{ кг}$,

Кол-во измерений $N = 10$, кол-во замеров $k = 5$.

Матрица 3 - Параметры приборов

Прибор	Извл.	Предел изм.	Число замеров	Класс точности	Сист. погрешность
Стенаж для измерений	-	39	1	-	—
Секундомер	-	0,0005 с	1 мс	-	0,0005 с

3. Рабочие формулы

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^k t_i}{k}, \quad (1)$$

где \bar{t} - сред. знач. измеренного времени, t_i - время изме-
рений для измерения i , k - кол-во измерений.

$$T = \frac{\bar{t}}{N}, \quad (2)$$

где T - период колебаний, N - кол-во измерений.

$$I_i = \frac{1}{32} M_i (a^2 + b^2), \quad (3)$$

где I_i - момент инерции измерения, M_i - масса
тузга, a и b - длина спирок.

$$C = 4 \pi^2 \operatorname{tg} \alpha, \quad (4)$$

где C — модуль кручения приводки, α — угол между осями T и T' на предварительном графике.

$$I = \frac{C}{4\pi^2} \cdot T^2 - I_0, \quad (5)$$

где I — момент инерции тела, I_0 — момент инерции подвески.

$$I = I_1 \cos^2 \delta_1 + I_2 \cos^2 \delta_2 + I_3 \cos^2 \delta_3, \quad (6)$$

где I — момент инерции косо подвешенного тела, $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ — угол между осью вращения и осями 1, 2, 3.

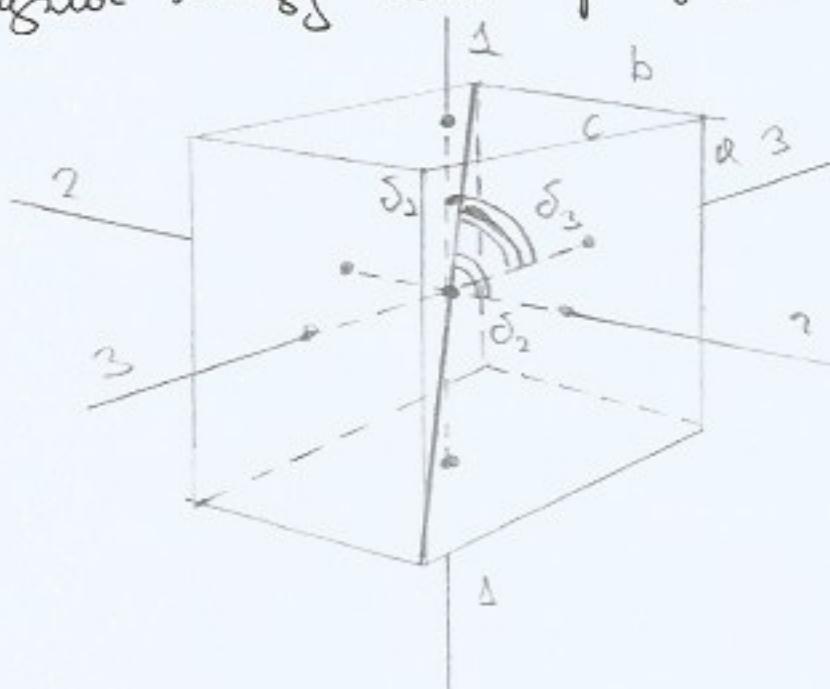


Рис. 2 — Моменты инерции параллельного

4. Редукция измерений и вычисления

Задание 1

Приложение 2

Позиция тела	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$t_5, \text{с}$	$\bar{t}, \text{с}$	$T, \text{с}$
Пусковая рабочая	15,144	15,144	15,145	15,145	15,144	15,144	1,514
$b \cdot c$ (ось 5)	22,324	22,326	22,323	22,323	22,323	22,323	2,233
$a \cdot c$ (ось 2)	30,533	30,526	30,520	30,526	30,531	30,527	3,053
$a \cdot b$ (ось 3)	28,834	28,845	28,847	28,837	28,841	28,841	2,884

Приложение 3

	$b \cdot c$ (ось 5)	$a \cdot c$ (ось 2)	$a \cdot b$ (ось 3)	Пусковая рабочая
$T^2, \text{с}^2$	4,986	3,329	8,328	2,293
$I, \text{кн} \cdot \text{м}^2$	$8,2 \cdot 10^{-4}$	$21,4 \cdot 10^{-4}$	$18,2 \cdot 10^{-4}$	—

U_3 графика:

$$I_0 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ кн} \cdot \mu^2$$

$$t_{\text{гл}} = \frac{21,4 \cdot 10^{-4}}{3,006 - 2,2} \approx 3,006 \cdot 10^{-4}$$

$$C = 1,187 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кн} \cdot \mu^2}{C^2}$$

Задание 2

Методика 4

Показания меха	$t_1, \text{с}$	$t_2, \text{с}$	$t_3, \text{с}$	$t_4, \text{с}$	$t_5, \text{с}$	$\bar{t}, \text{с}$	$T, \text{с}$
Синхрон одрона	25,064	25,070	25,069	25,073	25,068	25,069	2,507

$$T^2 = 6,285 \text{ с}^2$$

$$T = 12,3 \cdot 10^{-4} \text{ кн} \cdot \mu^2 \text{ (по оп-ке (5))}$$

$$\underline{T}_{\text{сп.}} = 21,4 \cdot 10^{-4} \text{ кн} \cdot \mu^2 \text{ (по изображ.)}$$

Задание 3

По рис. 2:

$$D = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} \approx 123,288 \text{ мк}$$

$$\cos \delta_1 = \frac{a}{D} \approx 0,811$$

$$\cos \delta_2 = \frac{b}{D} \approx 0,324$$

$$\cos \delta_3 = \frac{c}{D} \approx 0,487$$

$$T = 12 \cdot 10^{-4} \text{ кн} \cdot \mu^2 \text{ (по оп-ке (6))}$$

5. Примеры вычислений

$$\text{По оп-ке (1)}: \bar{t}_0 = \frac{\sum_{i=1}^5 t_i}{5} = \frac{15,144 + \dots + 15,144}{5} \approx 15,144 \text{ с}$$

$$\text{По оп-ке (2)}: T_0 = \frac{15,144}{10} \approx 1,514 \text{ с.}$$

$$\text{По оп-ке (3)}: I_1 = \frac{1}{52} \cdot 1,884 (0,04^2 + 0,06^2) \approx 8,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кн} \cdot \mu^2}{C^2}$$

$$\text{По оп-ке (4)}: C = 4 \pi \bar{t}^2 \cdot 3,006 \cdot 10^{-4} \approx 1,187 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{По оп-ке (5)}: I = \frac{1,187 \cdot 10^{-2}}{4 \pi^2} \cdot 6,285 - 6,6 \cdot 10^{-4} \approx 52,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кн} \cdot \mu^2}{C^2}$$

$$\text{По ф-е (6): } I = 8,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,855^2 + 21,4 \cdot 10^{-4} \cdot 0,324^2 + \\ + 18,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,487^2 \approx 12 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

6. Влияние погрешностей

1) Сум. погрешность измерения квадрата периода

$$\theta_{T^2} = 2T\theta_T$$

$$\theta_{T_1^2} = 2 \cdot 2,233 \cdot 0,0005 \approx 0,0022 \text{ с}^2$$

$$\theta_{T_2^2} = 2 \cdot 3,053 \cdot 0,0005 \approx 0,0032 \text{ с}^2$$

$$\theta_{T_3^2} = 2 \cdot 2,884 \cdot 0,0005 \approx 0,0029 \text{ с}^2$$

$$\theta_{T_{\text{св}}}^2 = 2 \cdot 2,507 \cdot 0,0005 \approx 0,0025 \text{ с}^2$$

2) Сум. погрешность косв. измерения момента инерции меса

$$\theta_I = I_T' \cdot \theta_T = \frac{\cancel{\pi T \cdot C}}{2 \cancel{\pi} \cancel{T^2}} \cdot \theta_T =$$

$$= \frac{2,507 \cdot 3,587 \cdot 10^{-2}}{2 \pi^2} \cdot 0,0005 \approx 4,5378 \cdot 10^{-4}$$

$\approx 0,008 \cdot 10^{-4}$
 $\text{кг} \cdot \text{м}^2$

Погрешность равна систематич., т.к. предложенное значение вспомогательных не имеет смысла (надо учитывать зависимость периода от амплитуды).

7. Выводы:

- Построен градуировочный график, влияние массы кручения правого момента инерции пустой подвески.
- Модуль кручения правого $C = 1,184 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$
- Момент инерции пустой подвески $I_0 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$
- Момент инерции косо подвешенного меса:

$$I = (12,3 \pm 0,008) \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ (по ф-е)}$$

$$I = (15,4 \pm 0,008) \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ (по графику)}$$
- Убедился, что теоретические и практические значения достаточно близки, что доказывает, что при проведении измерений не были допущены грубые ошибки.

