

Группа: М3212

К работе допущен _____

Студенты: [REDACTED]

Работа выполнена _____

Тимофеев ВячеславПреподаватель: Овчинников [REDACTED]

Отчёт принят _____

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе № 1.04

Исследование равноускоренного вращательного движения (маятник Обербека)

1. Цель работы:

- Проверка основного закона динамики вращения.
- Проверка зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

- Измерение времени падения груза при разной массе груза и разном положении утяжелителей на крестовине.
- Расчёт ускорения груза, углового ускорения крестовины и момента силы натяжения нити.
- Расчёт момента инерции крестовины с утяжелителями и момента силы трения.
- 4. Исследование зависимости момента силы натяжения нити от углового ускорения.
Проверка основного закона динамики вращения
- 5. Исследование зависимости момента инерции от положения масс относительно оси вращения. Проверка теоремы Штейнера.

3. Объект исследования:

маятник Обербека.

4. Метод экспериментально исследования.

- Измерение времени прохождения расстояния в 700 мм кареткой с различным количеством грузов при различном положении утяжелителей на крестовине с помощью цифрового секундомера.

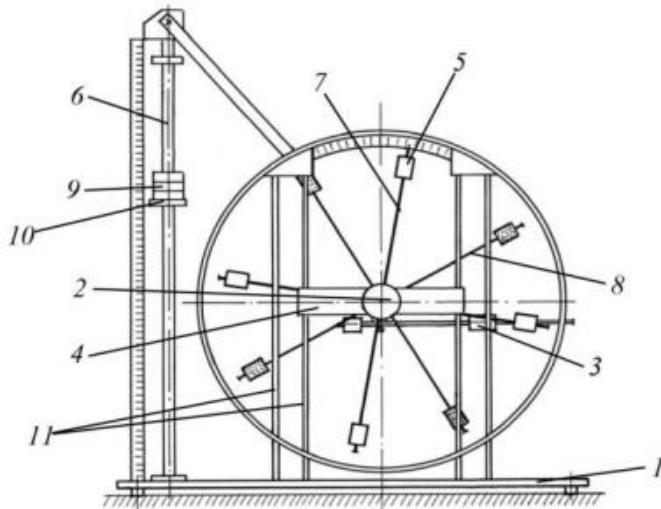
5. Рабочие формулы и исходные данные

- $I_\varepsilon = M - M_{\text{тр}}$
- $ma = mg - T$
- $h = \frac{at^2}{2}$
- $\varepsilon = \frac{2a}{d}$
- $M = \frac{md}{2} * (g - a)$
- $I = I_0 + 4m_{\text{ут}}R^2$
- $R = l_1 + (n - 1)l_0 + \frac{b}{2}$
- $a = \frac{2h}{t^2}$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Линейная шкала маятника Обербека	Аналоговый	до 700 мм	0,5мм
2	Секундомер	Цифровой	до 60 с	0,01с

7. Схема экспериментальной установки



1. Основание
2. Рукоятка сцепления крестовин
3. Устройства принудительного трения
4. Поперечина
5. Груз крестовины
6. Трубчатая направляющая
7. Передняя крестовина
8. Задняя крестовина
9. Шайбы каретки
10. Каретка
11. Система передних стоек

8. Результаты прямых измерений и их обработка

Масса груза, г	Положение утяжелителей						
		1 риска	2 риски	3 риски	4 риски	5 рисок	6 рисок
$m_1 = 220$	$t_1, \text{с}$	5,67	6,18	7,37	7,93	8,71	11,54
	$t_2, \text{с}$	5,13	6,48	7,46	7,67	8,77	9,28
	$t_3, \text{с}$	5,67	6,47	7,51	8,05	8,70	10,15
	$t_{\text{cp}}, \text{с}$	5,49	6,37	7,45	7,88	8,73	10,32
$m_2 = 440$	$t_1, \text{с}$	3,85	4,28	5,25	5,83	6,21	7,42
	$t_2, \text{с}$	3,62	4,40	4,78	5,78	6,27	7,57
	$t_3, \text{с}$	4,02	4,83	5,33	5,83	6,34	7,17
	$t_{\text{cp}}, \text{с}$	3,83	4,50	5,12	5,81	6,27	7,39
$m_3 = 660$	$t_1, \text{с}$	2,95	3,48	4,08	4,40	5,22	6,06
	$t_2, \text{с}$	3,10	3,65	4,23	4,31	5,31	5,96
	$t_3, \text{с}$	3,16	3,66	4,05	4,45	5,17	6,17
	$t_{\text{cp}}, \text{с}$	3,07	3,60	4,12	4,39	5,23	6,06
$m_4 = 880$	$t_1, \text{с}$	2,63	3,20	3,72	3,80	4,47	5,74
	$t_2, \text{с}$	2,53	3,06	3,60	3,95	4,38	5,74
	$t_3, \text{с}$	2,57	3,10	3,43	3,84	4,41	5,38
	$t_{\text{cp}}, \text{с}$	2,58	3,12	3,58	3,86	4,42	5,62

Масса груза, г	$a, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$					
	1 риска	2 риски	3 риски	4 риски	5 рисок	6 рисок

$m_1 = 220$	0,046	0,035	0,025	0,023	0,018	0,013
$m_2 = 440$	0,095	0,069	0,053	0,041	0,036	0,026
$m_3 = 660$	0,149	0,108	0,082	0,073	0,051	0,038
$m_4 = 880$	0,210	0,144	0,109	0,094	0,072	0,044

Масса груза, г	$\varepsilon, \text{рад}/\text{с}^2$					
	1 риска	2 риски	3 риски	4 риски	5 рисок	6 рисок
$m_1 = 220$	2,0	1,5	1,1	1,0	0,8	0,6
$m_2 = 440$	4,1	3,0	2,3	1,8	1,6	1,1
$m_3 = 660$	6,5	4,5	3,6	3,2	2,2	1,7
$m_4 = 880$	9,1	6,3	4,7	4,1	3,1	1,9

Масса груза, г	$M, \text{Н} \cdot \text{м}$					
	1 риска	2 риски	3 риски	4 риски	5 рисок	6 рисок
$m_1 = 220$	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
$m_2 = 440$	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
$m_3 = 660$	1,47	1,47	1,48	1,48	1,48	1,48
$m_4 = 880$	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94

	$M, \text{Н} \cdot \text{м}$	$\varepsilon, \text{рад}/\text{с}^2$	$I, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	$M_{\text{тр}}, \text{Н} \cdot \text{м}$	$R, \text{м}$	$R^2, \text{м}^2$
1 риска	0,49	2,0	0,022	0,115	0,079	0,006
	0,98	4,1				
	1,47	6,5				
	1,98	9,1				
2 риски	0,49	1,5	0,043	0,059	0,108	0,011
	0,98	3,0				
	1,47	4,5				
	1,98	6,3				
3 риски	0,49	1,1	0,075	0,051	0,132	0,017
	0,98	2,3				
	1,48	3,6				
	1,98	4,7				
4 риски	0,49	1,0	0,098	0,059	0,157	0,025
	0,98	1,8				
	1,48	3,2				
	1,98	4,1				
5 рисок	0,49	0,8	0,132	-0,014	0,181	0,033
	0,98	1,6				
	1,48	2,2				
	1,98	3,1				
6 рисок	0,49	0,6	0,157	-0,162	0,211	0,045
	0,98	1,1				
	1,48	1,7				
	1,98	1,9				

На основе найденных значений I и R^2 с помощью метода наименьших квадратов определим значение I_0 и $m_{\text{ут}}$, а так же их погрешности ΔI_0 и $\Delta m_{\text{ут}}$, получим:

$$I_0 = 0,049$$

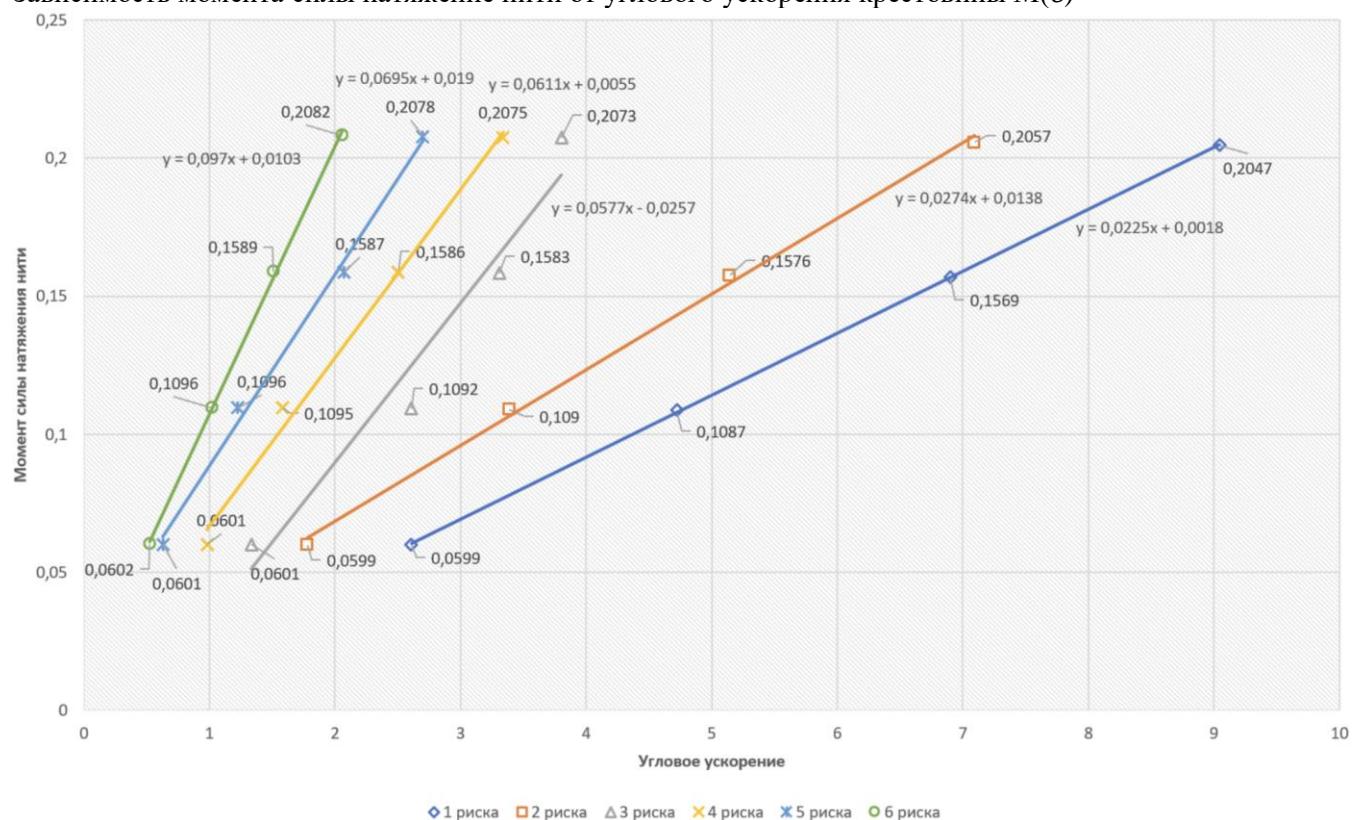
$$\Delta I_0 = 0,00147$$

$$m_{yt} = 0,205 \text{ кг}$$

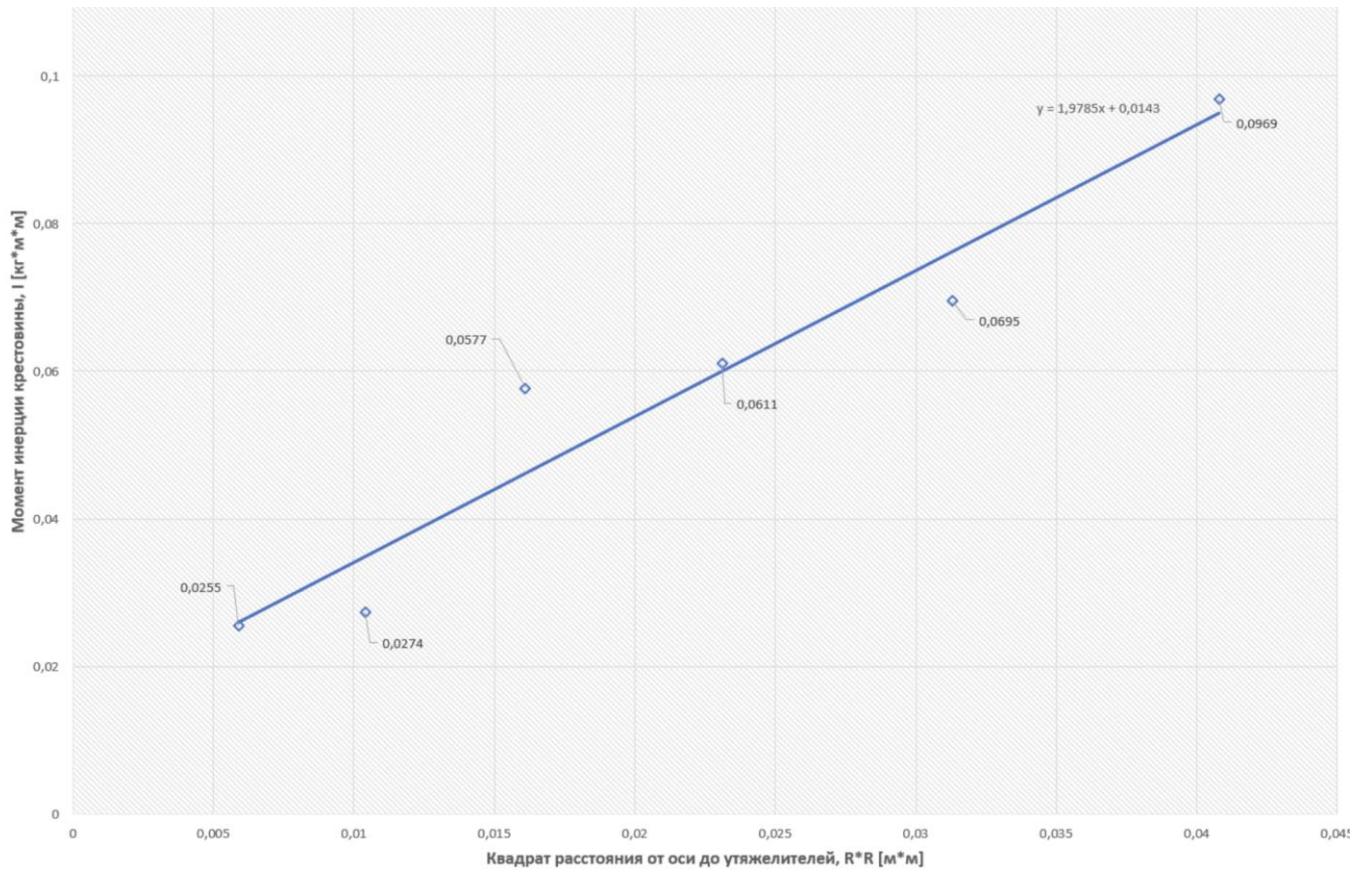
$$\Delta m_{yt} = 0,014$$

9. Графики

Зависимость момента силы натяжение нити от углового ускорения крестовины $M(\varepsilon)$



Зависимость момента инерции крестовины от квадрата расстояния между осью вращения и центром утяжелителя $I(R^2)$



10. Вывод: