

---

Группа	M3106	К работе допущен	
Студент	Шеин Максим Андреевич	Работа выполнена	
Преподаватель	Качин Валерий Александрович	Отчет принят	

---

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОУСКОРЕННОГО ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ (МАЯТНИК ОБЕРБЕКА)

---

### 1)Цель работы:

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

### 2)Задачи, решаемые при выполнении работы:

Изучение виртуальной лабораторной установки.  
Проведение измерений на разных рисках.  
Вычисление соответствующих значений по формулам.  
Построение графиков зависимости

### 3)Объект исследования: Маятник Обербека

### 4)Метод экспериментального исследования:

Изучение виртуальной лабораторной установки, наблюдение, проведение измерений с помощью неё.

### 5)Рабочие формулы и исходные данные:

$$M = M_{\text{тр}} + I\varepsilon \text{ (кг)}$$

,где  $I$  – момент инерции крестовины с утяжелителями,  $M_{\text{тр}}$ - момент силы трения, а  $\varepsilon$  – угловое ускорение крестовины.

$$R = l_1 + (n - 1)l_0 + \frac{1}{2}b \cdot (м)$$

,где  $l_1$  – расстояние от оси вращения до первой риски,  $n$  – номер риски, на которой установлены утяжелители,  $l_0$  – расстояние между соседними рисками, а  $b$  – размер утяжелителя вдоль спицы.

$$I = I_0 + 4m_{\text{ут}}R^2 \text{ (кг * м}^2\text{)}$$

, где  $I_0$  – сумма моментов инерции стержней крестовины, момента инерции ступицы и собственных центральных моментов инерции утяжелителей,  $m_{\text{ут}}$  –масса утяжелителя, а  $R$  – радиус.

6)Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Секундомер	Хронометр	-	0.005 с

7)Схема установки:

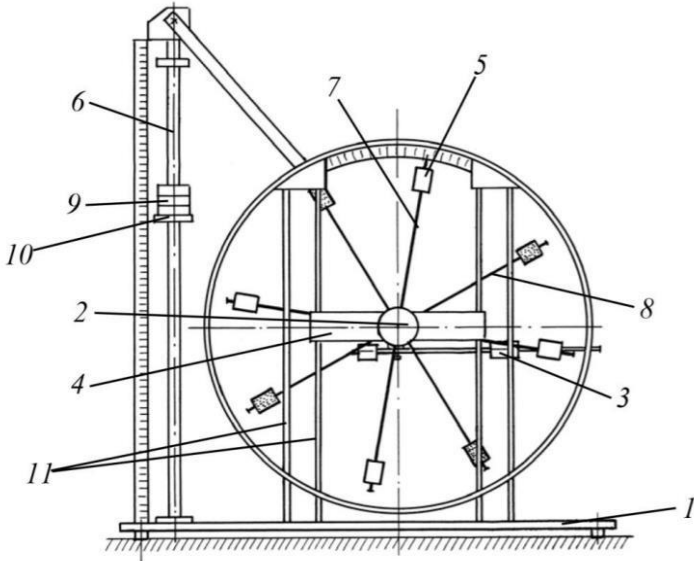


Рис. 2. Стенд лаборатории механики (общий вид):

1 – основание; 2 – рукоятка сцепления крестовин; 3 – устройство 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 обработки (таблицы, примеры расчетов).

Масса груза, кг	Положение утяжелителей, м					
	0,03	0,07	0,11	0,15	0,19	0,23
0,25	3,72	4,72	6,12	7,69	9,37	11,09
	3,72	4,73	6,12	7,70	9,37	11,09
	3,73	4,71	6,11	77,69	9,36	11,08
t(ср)	3,723	4,720	6,117	31,027	9,367	11,087
0,5	2,53	3,18	4,12	5,18	6,30	7,45
	2,53	3,18	4,11	5,17	6,31	7,45
	2,52	3,19	4,12	5,18	6,29	7,46
t(ср)	2,527	3,183	4,117	5,177	6,300	7,453
0,75	2,03	2,57	3,31	4,17	5,07	5,99
	2,04	2,57	3,32	4,16	5,08	6,00
	2,04	2,58	3,32	4,16	5,07	6,01
t(ср)	2,037	2,573	3,317	4,163	5,073	6,000
1	1,76	2,22	2,85	3,59	4,36	5,15
	1,76	2,21	2,86	3,58	4,36	5,15
	1,76	2,21	2,86	3,59	4,35	5,16
t(ср)	1,760	2,213	2,857	3,587	4,357	5,153
Погрешность измерения для первого t(ср), с						
Погрешность			0,005			

## 9) Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов):

Масса, кг	Ускорение груза, м/с <sup>2</sup>					
0,25	0,101	0,063	0,037	0,001	0,016	0,011
0,5	0,219	0,138	0,083	0,052	0,035	0,025
0,75	0,338	0,211	0,127	0,081	0,054	0,039
1	0,452	0,286	0,172	0,109	0,074	0,053

$$a = \frac{2h}{t^2}, \text{ погрешность } \delta a = 0,001; \delta h = 0,67\%$$

Масса, кг	Угловое ускорение крестовины, рад/с <sup>2</sup>					
0,25	4,391	2,732	1,627	0,063	0,694	0,495
0,5	9,535	6,007	3,592	2,271	1,534	1,096
0,75	14,674	9,192	5,533	3,512	2,365	1,691
1	19,651	12,425	7,459	4,732	3,207	2,292

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot a}{d}, \text{ погрешность } \delta a = 0,031; \delta d = 0,69\%$$

Масса, кг	Момент силы натяжения нити, Нм					
0,25	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
0,5	0,110	0,111	0,112	0,112	0,112	0,113
0,75	0,163	0,166	0,167	0,168	0,168	0,169
1	0,215	0,219	0,222	0,223	0,224	0,224

$$M = 0.5 \cdot dm(g - a),$$

погрешность  $\delta a = 0,001; \delta d = 0,44\%$

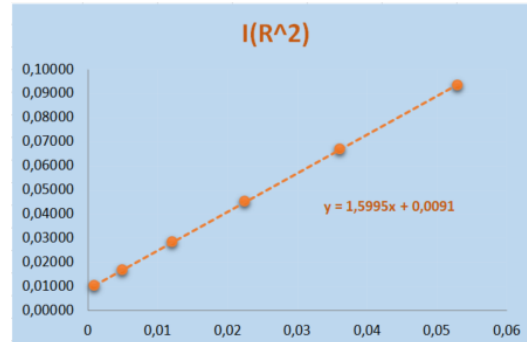
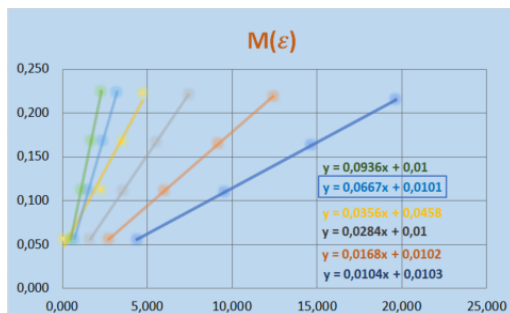
Полож., м	I, кг * м <sup>2</sup>	M(тр), Нм
1	0,01041	0,0101
2	0,01686	0,0098
3	0,02845	0,0097
4	0,04523	0,0095
5	0,06691	0,0102
6	0,09355	0,0097

I(0)	m(yr), кг
0,0091	0,399875

R, м; R <sup>2</sup> , м <sup>2</sup> ; I, кг * м <sup>2</sup>						
R	0,03	0,07	0,11	0,15	0,19	0,23
R <sup>2</sup>	0,0009	0,0049	0,0121	0,0225	0,0361	0,0529
I	0,01041	0,01686	0,02845	0,04523	0,06691	0,09355

## 10) Графики

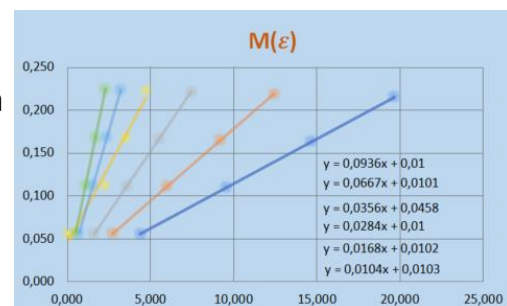
Полож., м	ε, рад/с <sup>2</sup>	M(ε), Нм	Средн. ε	Средн. M
1	4,391	0,056	12,063	0,136
	9,535	0,110		
	14,674	0,163		
	19,651	0,215		
2	2,732	0,056	7,589	0,138
	6,007	0,111		
	9,192	0,166		
	12,425	0,219		
3	1,627	0,056	4,553	0,139
	3,592	0,112		
	5,533	0,167		
	7,459	0,222		
4	0,063	0,056	2,645	0,140
	2,271	0,112		
	3,512	0,168		
	4,732	0,223		
5	0,694	0,056	1,950	0,140
	1,534	0,112		
	2,365	0,168		
	3,207	0,224		
6	0,495	0,056	1,393	0,140
	1,096	0,113		
	1,691	0,169		
	2,292	0,224		



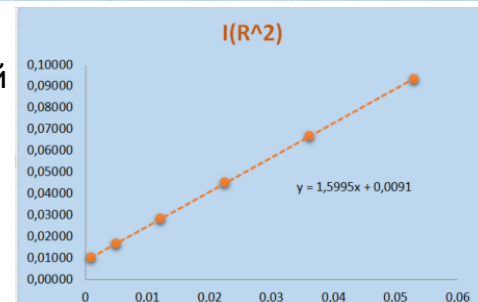
R, м; R <sup>2</sup> , м <sup>2</sup> ; I, кг * м <sup>2</sup>						
R	0,03	0,07	0,11	0,15	0,19	0,23
R <sup>2</sup>	0,0009	0,0049	0,0121	0,0225	0,0361	0,0529
I	0,01041	0,01686	0,02845	0,04523	0,06691	0,09355

## 11) Выводы и анализ результатов работы:

В ходе лабораторной работы и с помощью маятника Обербека Мы убедились, что между моментом вращения и угловым ускорением линейная зависимость:



С помощью второго графика мы подтвердили, что линейная зависимость момента инерции тела от расстояния утяжелителей до оси вращения, где угловой коэффициент данного графика – это масса данного тела:



Причиной погрешности может послужить человеческий фактор, а также погрешность секундомера.