

РАБОЧИЙ ПРОТОКОЛ И ОТЧЁТ
по лабораторной работе №1.13
«Изучение прецессии гироскопа»

Выполнил:

Хороших Дмитрий - Р3217

Преподаватель:

Хуснутдинова Наира

Рустемовна

Содержание

1	Введение	3
2	Результаты измерений и их обработка	4
3	Вывод	6
4	Приложение	6

1. Введение

1. Цель работы:

Пронаблюдать прецессии гироскопа. Экспериментально подтвердить линейную зависимость периода прецессии гироскопа от частоты вращения гироскопа вокруг оси симметрии. Экспериментально определить момент инерции гироскопа.

2. Задачи:

1. Измерить период прецессии гироскопа.
2. Измерить частоту вращения гироскопа вокруг своей оси.
3. Рассчитать момент инерции гироскопа относительно оси вращения, используя данные полученные в ходе эксперимента. Сравнить полученный результат с моментом инерции гироскопа, рассчитанным теоретически.

3. Объект исследования:

Установка с гироскопом.

4. Схема установки:



Рис. 1.1: Гироскоп

Параметры гироскопа: масса маховика (m): 1.5 кг; радиус маховика (R): 12.5 см; расстояние от точки опоры оси вращения до места крепления дополнительных грузов (l): 22.5 см.

5. Метод экспериментального исследования:

Многократный прямой замер периодов прецессии и частоты вращения маховика.

6. Рабочие формулы:

Связь периода прецессии с частотой вращения маховика:

$$T_{\text{пр}} = \frac{2\pi I}{mgl} \omega_{\text{ср}} \quad (1)$$

Теоретический момент инерции гироскопа:

$$I_{\text{теор}} = \frac{mR^2}{2} \quad (2)$$

7. Измерительные приборы:

№ п/п	Наименование	Тип	Используемый диапазон	Погрешность приб.
1	Тахометр	Электронный	0 - 9999 RPM	1 RPM
2	Секундомер	Электронный	0 - 9999 с	0.01 с
3	Весы	Электронный	0 - 999 г.	0.01 г.

2. Результаты измерений и их обработка

Несколько раз измерим периоды прецессии и частоты вращения маховика для каждого набора грузов (от 1-го до 3-х). Рассчитаем среднюю частоту в ходе прецессии для каждого замера.

m , г	ω_1 , об./мин	ω_2 , об./мин	$\omega_{\text{ср}}$, об./мин	$T_{\text{пр}}$, с
$m_0 + 1 \cdot m_1$	525.70	472.00	498.85	29.23
	401.80	375.40	388.60	23.43
	552.50	506.10	529.30	31.68
	402.30	374.20	388.25	23.42
	354.60	327.80	341.20	21.60
$m_0 + 2 \cdot m_1$	565.40	523.70	544.55	17.78
	599.10	562.90	581.00	18.45
	413.10	393.80	403.45	12.98
	360.30	349.00	354.65	11.80
	513.60	492.80	503.20	16.28
$m_0 + 3 \cdot m_1$	499.10	477.30	488.20	9.38
	589.00	562.40	575.70	12.30
	450.30	430.60	440.45	9.51
	469.60	450.00	459.80	10.33
	561.60	531.80	546.70	11.58

Таблица 1: Результаты прямых измерений частот маховика и периода прецессии.

Построим графики экспериментальной зависимости периода прецессии гироскопа от частоты вращения его маховика для каждого набора грузов.

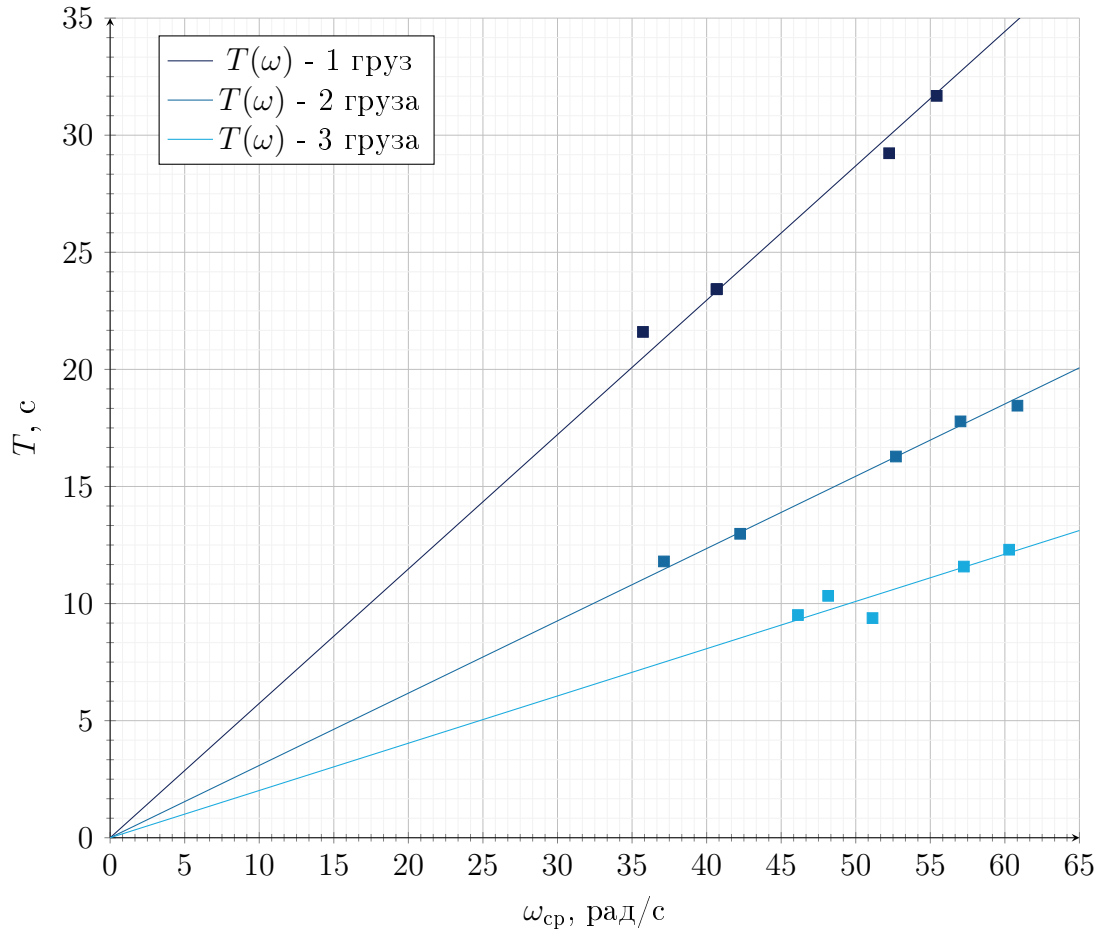


Рис. 2.1: Графики зависимости периодов прецессии от средней частоты вращения маховика для различных наборов грузов.

Воспользовавшись методом наименьших квадратов найдём угловые коэффициенты $A = \frac{2\pi I}{mgl}$ с учётом погрешности:

$$A_{1 \text{ груз}} \approx 0.574 \pm 0.013 (\varepsilon = 2.3\%)$$

$$A_{2 \text{ груза}} \approx 0.309 \pm 0.004 (\varepsilon = 1.4\%)$$

$$A_{3 \text{ груза}} \approx 0.202 \pm 0.010 (\varepsilon = 4.8\%)$$

По полученным коэффициентам рассчитаем экспериментальные значения момента инерции ($I_{\text{эксп}}$):

$$I_{\text{эксп } 1} \approx 0.01089 \pm 0.00025 (\varepsilon = 2.3\%), \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{\text{эксп } 2} \approx 0.01129 \pm 0.00016 (\varepsilon = 1.4\%), \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_{\text{эксп } 3} \approx 0.01093 \pm 0.00053 (\varepsilon = 4.8\%), \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Таким образом, среднее экспериментальное значение момента инерции:

$$I_{\text{эксп}} \approx 0.01104 \pm 0.00031 (\varepsilon = 2.8\%), \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Рассчитаем также теоретическое значение момента инерции:

$$I_{\text{теор}} = \frac{mR^2}{2} = 0.01172, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Абсолютное отклонение экспериментального значения от теоретического в таком случае составляет:

$$|I_{\text{эксп}} - I_{\text{теор}}| = 0.00068, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

3. Вывод

Таким образом, в ходе выполнения лабораторной работы удалось, измерив угловые скорости маховика и периоды прецессии для различных моментов силы:

1. Вычислить теоретическое и экспериментальное значения момента инерции гироскопа:

$$I_{\text{эксп}} \approx 0.01104 \pm 0.00031, \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$$I_{\text{теор}} = \frac{mR^2}{2} = 0.01172, \text{ кг} \cdot \text{м}$$

При этом полученные значения оказались весьма близки, отличаясь друг от друга по абсолютному значению $|I_{\text{эксп}} - I_{\text{теор}}|$ на 0.00068, то есть менее чем на 6% (от теоретического).

2. Экспериментально подтвердить линейную зависимость периода прецессии гироскопа от частоты вращения гироскопа вокруг оси симметрии.
3. Проверить, что при увеличении момента силы, оказываемое на гироскоп, происходит уменьшение периода прецессии, а при увеличении частоты вращения маховика - период увеличивается.

4. Приложение

Проект этой лабораторной работы, содержащий файлы с Python-кодом, использованным для вычислений и исходные TeX-файлы доступен по - ссылке.