



$$A = \frac{2\pi I}{mgl}$$

$$A = \frac{\sum_1^n \omega_{sr} T_{pri}}{\sum_1^n \omega_{sri}^2}$$

### 6. Измерительные приборы.

| № п/п | Наименование        | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
|-------|---------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| 1     | Гироскоп            |             |                       |                     |
| 2     | Грузы               |             |                       |                     |
| 3     | Цифровой тахометр   |             |                       |                     |
| 4     | Стартерная нить     |             |                       |                     |
| 5     | Весы                |             |                       |                     |
| 6     | Цифровой секундомер |             |                       |                     |

### 7. Схема установки.

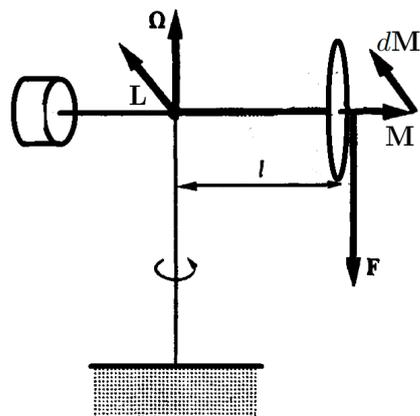


Рисунок 1. Гироскоп

8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчётов).

| m, г | $\omega_1, rpm$ | $\omega_2, rpm$ | $\omega_{sr}, rpm$ | $T_{pr}, s$ |
|------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|
| 54   | 307,4           | 289,7           | 298,6              | 17,26       |
|      | 290,3           | 273,2           | 281,8              | 14,91       |
|      | 291,8           | 275,5           | 283,6              | 15,57       |
|      | 292,3           | 274,3           | 283,4              | 15,88       |
|      | 301,4           | 284,1           | 292,8              | 16,05       |
| 104  | 320,6           | 303,4           | 312,0              | 10,67       |
|      | 309,2           | 295,5           | 302,4              | 9,48        |
|      | 306,2           | 292,2           | 299,2              | 9,21        |
|      | 327,8           | 314,5           | 321,2              | 10,68       |
|      | 315,2           | 302,2           | 308,8              | 10,03       |
| 154  | 306,1           | 293,3           | 299,8              | 6,84        |
|      | 380,0           | 366,1           | 373,0              | 8,10        |
|      | 388,6           | 370,9           | 379,8              | 8,26        |
|      | 436,2           | 417,2           | 426,8              | 8,91        |
|      | 432,3           | 413,2           | 422,8              | 8,76        |

Таблица 1. Измерение зависимости периода процессии от частоты вращения маховика гироскопа.

$$\omega_{sr} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$$

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

$$A = \frac{\sum_1^n \omega_{sr} T_{pri}}{\sum_1^n \omega_{sri}^2}$$

$$A_1 \approx 0.055$$

$$A_2 \approx 0.03$$

$$A_3 \approx 0.021$$

```

w_sr_1 = [298.6, 281.8, 283.6, 283.4, 292.8]
t_1 = [17.26, 14.91, 15.57, 15.88, 16.05]

w_sr_2 = [312, 302.4, 299.2, 321.2, 308.8]
t_2 = [10.67, 9.48, 9.21, 10.68, 10.03]

w_sr_3 = [299.8, 373, 379.8, 426.8, 422.8]
t_3 = [6.84, 8.10, 8.26, 8.91, 8.76]
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(5):
    summ_1+=(w_sr_1[i]*t_1[i])
    summ_2+=(w_sr_1[i]**2)
a_1 = summ_1/summ_2
print(a_1)
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(5):
    summ_1+=(w_sr_2[i]*t_2[i])
    summ_2+=(w_sr_2[i]**2)
a_2 = summ_1/summ_2
print(a_2)
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(5):
    summ_1+=(w_sr_3[i]*t_3[i])
    summ_2+=(w_sr_3[i]**2)
a_3 = summ_1/summ_2

```

Рисунок 2. Программа для вычисления коэффициентов А

$$\sigma_A = \frac{\sqrt{\sum_1^n (T_{pr} - A\omega_{sr})^2}}{\sqrt{\sum_1^n (n-1)\omega_{sr}^2}}$$

$$\sigma_{A_1} \approx 0.002$$

$$\sigma_{A_2} \approx 0.002$$

$$\sigma_{A_3} \approx 0.001$$

```

a_1 = 0.055
a_2 = 0.032
a_3 = 0.021
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(1,5):
    summ_1 += (t_1[i-1] - a_1 * w_sr_1[i])**2
    summ_2 += (i-1) * (w_sr_1[i]**2)
sigmaA_1 = sqrt(summ_1/summ_2)
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(1,5):
    summ_1 += (t_2[i-1] - a_2 * w_sr_2[i])**2
    summ_2 += (i-1) * (w_sr_2[i]**2)
sigmaA_2 = sqrt(summ_1/summ_2)
summ_1 = 0
summ_2 = 0
for i in range(1,5):
    summ_1 += (t_3[i-1] - a_3 * w_sr_3[i])**2
    summ_2 += (i-1) * (w_sr_3[i]**2)
sigmaA_3 = sqrt(summ_1/summ_2)
print(sigmaA_1)
print(sigmaA_2)
print(sigmaA_3)

```

Рисунок 3. Программа расчёта стандартного отклонения для A

$$\Delta A = 2\sigma_A$$

$$\Delta A_1 = 2 * 0.002 \approx 0.004$$

$$\Delta A_2 = 2 * 0.002 \approx 0.004$$

$$\Delta A_3 = 2 * 0.001 \approx 0.002$$

$$\epsilon_A = \frac{\Delta A}{A} 100\%$$

$$\epsilon A_1 = \frac{0.004}{0.055} * 100 = 7.27\%$$

$$\epsilon A_2 = \frac{0.004}{0.032} * 100 = 12.50\%$$

$$\epsilon A_3 = \frac{0.002}{0.021} * 100 = 9.52\%$$

$$I_{theory} = \frac{mR^2}{2}$$

$$I_{t1} = \frac{0.054 * 0.125^2}{2} \approx 0.0004kg * m^2$$

$$I_{t2} = \frac{0.104 * 0.125^2}{2} \approx 0.0008kg * m^2$$

$$I_{t3} = \frac{0.154 * 0.125^2}{2} \approx 0.0012kg * m^2$$

$$I_{exp} = \frac{Amgl}{2\pi}$$

$$I_{e1} = \frac{0.055 * 0.054 * 9.81 * 0.225}{2\pi} \approx 0.002kg * m^2$$

$$I_{e2} = \frac{0.032 * 0.104 * 9.81 * 0.225}{2\pi} \approx 0.002kg * m^2$$

$$I_{e3} = \frac{0.021 * 0.154 * 9.81 * 0.225}{2\pi} \approx 0.002kg * m^2$$

$$|I_{e1} - I_{t1}| = 0.002 - 0.0004 \approx 0.0016kg * m^2$$

$$|I_{e2} - I_{t2}| = 0.002 - 0.0008 \approx 0.0012kg * m^2$$

$$|I_{e3} - I_{t3}| = 0.002 - 0.0012 \approx 0.0008kg * m^2$$

10. Расчёт погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

Абсолютная погрешность момента инерции для доверительной вероятности 0.95

$$\Delta I = \sqrt{\left(\frac{mgl}{3\pi}\right)^2 + \left(\frac{Agl}{3\pi}\right)^2} =$$

$$\Delta I_1 = \sqrt{\left(\frac{0.054 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2 + \left(\frac{0.055 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2} \approx 0.018 \text{kg} * \text{m}^2$$

$$\Delta I_2 = \sqrt{\left(\frac{0.104 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2 + \left(\frac{0.032 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2} \approx 0.026 \text{kg} * \text{m}^2$$

$$\Delta I_3 = \sqrt{\left(\frac{0.154 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2 + \left(\frac{0.021 * 9.81 * 0.225}{3\pi}\right)^2} \approx 0.036 \text{kg} * \text{m}^2$$

11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

## 12. Выводы и анализ результатов работы.

В проведённой лабораторной работе мы наблюдали за процессией гироскопа. В ходе работы удалось установить, что период процессии и частота вращения маятника линейной зависимости. График зависимости  $T(W_{\text{ср}})$  подтверждает теорию. Также в ходе эксперимента были выведены коэффициенты линейной зависимости.  $A_1 = 0.055$ ,  $A_2 = 0.03$ ,  $A_3 = 0.021$ .

В результате вычислений была установлена экспериментальная моменты инерции для гироскопа для разного веса. Для  $m = 54\text{г}$  момент инерции составил  $0.002\text{ кг/м}^2$ . Для  $m = 104\text{ г}$   $I = 0.002$ , для  $m = 154\text{ г}$   $I = 0.002$ . Разница между экспериментальным значением момента инерции и теоретическим не превышает погрешность.  $|I_{\text{exp}} - I_{\text{th}}| = 0.0016 < 0.0018\text{ кг/м}^2$ .

13. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).