

# МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.1.1

---

## Магнитометр

---

*Автор:*

Алексей ДОМРАЧЕВ

615 группа

*Преподаватель:*

Николай Владимирович

Дьячков



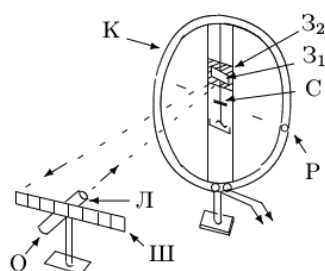
18 сентября 2017 г.

**Цель работы:** определить горизонтальную составляющую магнитного поля Земли и установить количественное соотношение между единицами электрического тока в системе СИ и абсолютной гауссовой системе.

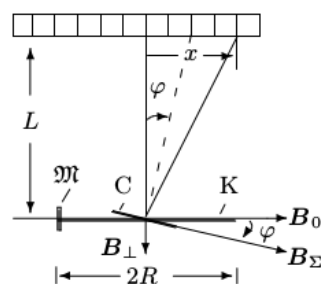
**В работе используются:** магнитометр, осветитель со шкалой, источник питания, вольтметр, электромагнитный переключатель, конденсатор, намагниченный стержень, прибор для определения периода крутильных колебаний, секундомер, рулетка, штангенциркуль

## Задание 1.

### Экспериментальная установка



а) Схема магнитометра



б) Схема измерения угла отклонения магнитной стрелки

Рис. 1: Устройство магнитометра

Магнитометр — прибор для магнитных измерений — это компас, теодолит, веберметр и пр. С помощью магнитометров измеряют намагниченность ферромагнетиков, напряжённость магнитных полей, исследуют магнитные аномалии.

**Постановка задачи.** Измерим угол отклонения магнитной стрелки в поле намагниченного стержня и период колебаний этого стержня в поле Земли. По результатам измерений рассчитываем горизонтальную составляющую магнитного поля Земли.

**Выполнение измерений.** В нашей установке магнитную стрелку заменяют сменяют смещения двух световых зайчиков относительно друг друга. Вставляя намагниченный стержень в отверстие Р (Рис. 1а) измерим смещение подвижного зайчика  $x_1 = 4.7 \pm 0.1$  см (Рис. 1б). Поменяв ориентацию стержня измерим  $x_2 = 4.8 \pm 0.1$  см. Измерим расстояние от шкалы до зеркала  $L = 99.0 \pm 1$  см.

Опустим стержень на длинной нити в стеклянный сосуд, и измерим период его колебаний.

Таблица 1: Зависимость времени от колебаний

$t$ , с	63.84	56.27	56.93	54.20
$N$ , колебаний	4	4	4	4
$T$ , с	15.96	14.07	14.23	13.55

Получаем средний период колебаний  $T_{\text{ср.}} = 14.45$  с.

Измерим линейные размеры стержня  $m = 4.35$  г,  $d = 4$  мм,  $l = 45$  мм. Также нам был дан

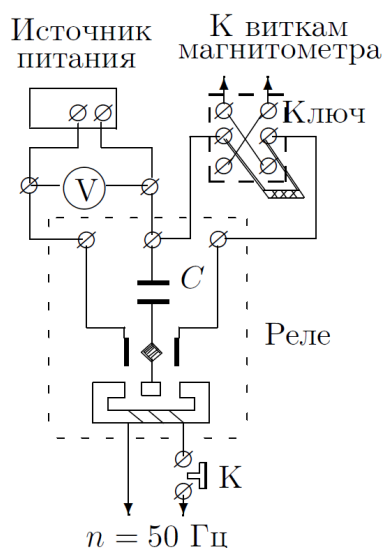
Произведем расчет момента инерции ферромагнитного стержня:

$$J = \frac{m l^2}{12} \left[ 1 + 3 \left( \frac{r}{l} \right)^2 \right] = 7.4 \cdot 10^{-7} \text{ kg/M}^2, \quad \Delta J = J \cdot \sqrt{4 \cdot \varepsilon_l^2 + 4 \cdot \varepsilon_r^2} = 0.7 \cdot 10^{-7} \text{ kg/M}^2$$

$$B_0 = \frac{2\pi}{TR} \sqrt{\frac{\mu_0 J L}{2\pi R x_1}} = 8.9 \cdot 10^{-6} \text{ T}_\text{Л},$$

$$\Delta B_0 = B_0 \cdot \sqrt{\varepsilon_T^2 + \varepsilon_R^2 + 0.25 \cdot (\varepsilon_J^2 + \varepsilon_L^2 + \varepsilon_R^2 + \varepsilon_{x_1}^2)} = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ T}_\text{J}$$

## Задание 2.



Нам известно, что  $N = 44$ , рассчитаем  $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{x}{2L} = 0.09$ .  
Получим:

$$I_{\text{CH}} = \frac{2B_0 R}{\mu_0 N} \operatorname{tg} \varphi_2 = 0.011 \text{ A}$$

$$\Delta I_{\text{CH}} = I_{\text{CH}} \cdot \sqrt{\varepsilon_{B_0}^2 + \varepsilon_R^2 + \varepsilon_{\text{tg}\varphi_2}^2} = 0,001 \text{ A}$$

Рис. 2: Схема питания катушки магнитометра

$$I_{\text{a6c}} = CU = 9 \cdot 10^5 \cdot 0.32 = 2.8 \cdot 10^5 \text{ } \Phi_{\text{p}} \cdot \text{c}^{-1} \quad \Delta I_{\text{a6c}} = I_{\text{a6c}} \cdot \sqrt{\varepsilon_U^2 + \varepsilon_C^2} = 0.2 \cdot 10^5$$

$$c = 10 \frac{I_{a\delta c}}{I_{\text{СИ}}} = 2.8 \cdot 10^8 \text{ М/с}, \quad \Delta c = c \cdot \sqrt{\varepsilon_{I_{\text{СИ}}}^2 + \varepsilon_{a\delta c}^2} = 0.3 \cdot 10^8 \text{ М/с}$$

В итоге  $c = (2.8 \pm 0.3) \cdot 10^8$  м/с

## Вывод

Мы определили горизонтальную составляющую магнитного поля Земли и установили количественное соотношение между единицами электрического тока в системе СИ и абсолютной гауссовой системе.