

Группа М3215 К работе допущен _____
Студент Васильков Д.А, Лавренов Д.А. Работа выполнена _____
Преподаватель Тимофеева Э.О. Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.13 “Магнитное поле Земли”

1) Цель работы

1. Выполнить измерительные работы для определения направления общего магнитного поля, которое генерируется Землей и системой Гельмгольцевых катушек.
2. Выявить горизонтальный элемент магнитного поля Земли.

2) Задачи, решаемые при выполнении работы

1. Производство измерительных работ
2. Определение среднего уровня тока в катушках
3. Вычисление магнитного поля в катушках
4. Создание графика зависимости
5. Вычисление углового коэффициента графика и анализ ошибок
6. Сопоставление результата, полученного в ходе данного эксперимента, с табличным значением

3) Объект исследования

1. Измерение магнитного поля Земли с использованием компаса и кольца Гельмгольца.

4) Метод экспериментального исследования

1. Прямые и косвенные многократные измерения

5) Рабочие формулы и исходные данные

$$\gamma = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\varphi - \alpha)}$$
$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{I * n}{R};$$
$$n = 100 \text{ витков,}$$
$$R = 0,15\text{м}$$

6) Измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Амперметр	Цифровой	0-300мА	0,1мА
2	Компас	Аналоговый	0-360°	5°

7) Схема установки.



Рис. 7. Параметры установки: $R = 0,15 \text{ м}$ — радиус катушек;
 $n = 100$ — число витков в каждой из катушек

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

α_i	$I_1, \text{ А}$	$I_2, \text{ А}$	$I_3, \text{ А}$	$\langle I \rangle, \text{ А}$	$\frac{\sin(\alpha_i)}{\sin(\varphi - \alpha_i)}$	$B_c, \text{ мкТл}$
10^0	14,3	13,2	13,2	13,567	0,347	8,154
20^0	19,5	18,1	17,9	18,500	0,532	11,120
30^0	23,5	24,6	24,4	24,167	0,653	14,525
40^0	26,1	26,7	28,1	26,967	0,742	16,208
50^0	29,2	29,1	30,7	29,667	0,815	17,831
60^0	33,3	31,1	31,4	31,933	0,879	19,194
70^0	34,0	33,1	35,5	34,200	0,940	20,556
80^0	36,3	33,6	36,1	35,333	1,000	21,237
90^0	39,5	40,0	38,0	39,167	1,064	23,541
100^0	40,0	39,6	39,4	39,667	1,137	23,842
110^0	41,0	41,1	43,7	41,933	1,227	25,204
120^0	47,2	46,0	47,3	46,833	1,347	28,149
130^0	53,1	54,3	53,9	53,767	1,532	32,317
140^0	66,3	65,1	65,7	65,700	1,879	39,489

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

$$\gamma = \frac{\sin(10)}{\sin(160 - 10)} = 0,347 \text{ рад}$$

$$B = 0.00000126 * 0.715 * \frac{0.014 * 100}{0.715} * 10^6 = 8.154 \text{ мкТл}$$

Вспользуемся МНК:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{14} ((\gamma_i - \gamma)(B_{ci} - B_c))}{\sum_{i=1}^{14} (\gamma_i - \gamma)^2} = 20.39$$

$$a = B_c - b\gamma = 0.994$$

$$y = 20.39x - 0.994$$

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

Для МНК:

$$S_b = \frac{1}{D} * \frac{\sum di^2}{n - 2} = 0.011$$

$$D = \sum (\gamma_i - \gamma)^2 = 2.135$$

$$di = Bi - (a + b\gamma_i)$$

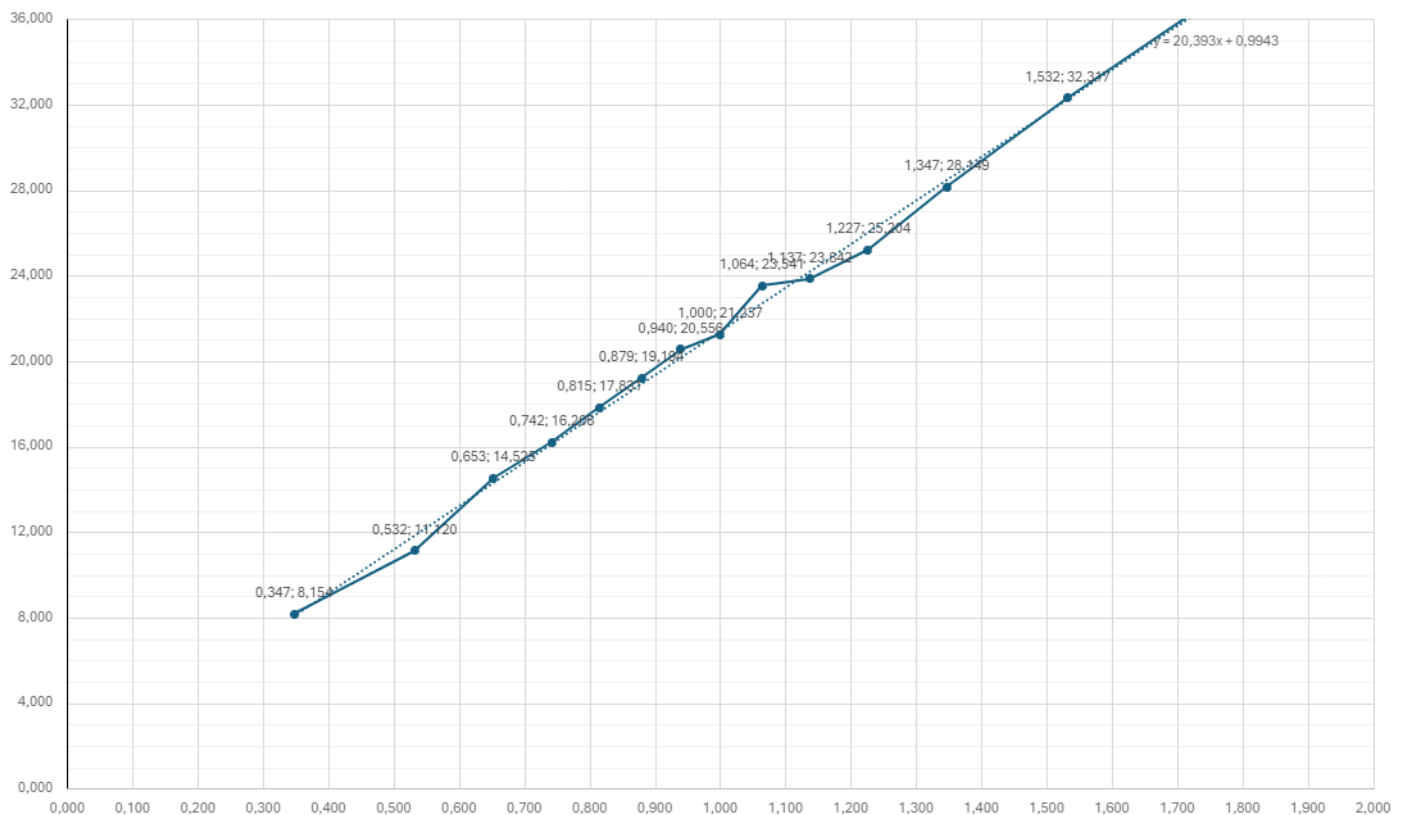
$$d_1 = 0.078$$

$$S_a = \left(\frac{1}{n} + \frac{\gamma^2}{D} \right) * \frac{\sum di^2}{n - 2} = 0.012$$

$$\Delta b = 2S_b = 0.0239$$

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

$B_c = B_c(y_i)$, где y_i - отношение синусов[рад], B_c - значения мп катушек Гельмгольца [мкТл]



12) Окончательные результаты.

$$B_{\text{земли}} = (20.39 \pm 0.0239) \text{ мкТл} ; \varepsilon = 0.117 \%$$

13) Выводы и анализ результатов работы.

В ходе лабораторного эксперимента мы определили значение магнитного поля Земли, которое составило $B_c = 20.39$ мкТл. Была построена диаграмма, отображающая зависимость $B_c(\gamma)$, и было обнаружено, что эта зависимость является линейной. Отметим, что квадратное отклонение оказалось незначительным.