



Группа Р3110 К работе допущен _____
Студент Данилов Павел Юрьевич Работа выполнена _____
Преподаватель Котобков Максим Петрович Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.13

Магнитное поле Земли

1. Цель работы.
Получить измерение нормальной составляющей магнитного поля, создаваемого Землей и системы магнетометра.
Определить геомагнитную склонение магнитного поля Земли.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

Измерение силы тока I
Вычисление B и B_n для каждого измерения
Построение графика $B_n = B \sin(\delta)$
Определение величины магнитного поля Земли

3. Объект исследования.

Магнитное поле Земли

4. Метод экспериментального исследования.

многократное прямое измерение силы тока I

5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\delta = \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta)} \quad B = \mu_0 \left(\frac{n}{l} \right)^2 \frac{I n}{R} ; \quad n = 100 \text{ поворотов витков} \\ R = 0,15 \text{ м} \\ \varphi = 250^\circ$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Компас	аналоговый	$0^\circ - 360^\circ$	5°
2	Амперметр	цифровой	$0 - 60 \text{ мА}$	$0,1 \text{ мА}$
3				
4				

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).



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

См. Приложение Таблица 1.

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

См. Приложение Таблица 1

$$\delta_1 = \frac{\sin(10^\circ)}{\sin(160^\circ - 10^\circ)} \approx 0,35$$

$$B_{c1} = \mu_0 \left(\frac{4}{\pi} \right)^2 \cdot \frac{8,17 - 100}{0,15} \approx 4,90 \text{ мкТл}$$

По МНК:

$$a = -1,4283$$

$$b = 17,46404 \text{ мкТл}$$

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

Погрешности находим по МКК:

$$S_a^2 = 0,032508$$

$$S_b^2 = 0,027876$$

$$\Delta b = 2 \cdot S_b^2 = \cancel{0,055752} \cdot 2 \cdot \sqrt{0,027876} = 0,3319 \text{ мкТл}$$

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

График зависимости $B_z = B_c(\delta)$ и приложения

12. Окончательные результаты.

$$B_z = (17,46 \pm 0,33) \text{ мкТл}$$

$$\varepsilon_{B_z} = 1,9\%$$

$$\alpha = 0,95$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В результате выполнения работы было получено значение ^{измеренного} магнитного поля Земли $B_c = 17,46 \text{ мкТл}$. На интернет ресурсе "геомаг. пгскап. ге. са/са/с" был найден калькулятор величин магнитного поля по долготе и широте. Значение магнитного поля, рассчитанное калькулятором для СПЗ $B_c = 14,53 \text{ мкТл}$. Значение мы внесли в ~~таблицу~~ расчетный интервал погрешности. Вероятно, это произошло из-за того, что ~~магнитное~~ в объектом корпусе был также другой источник магнитного поля и из-за большого расстояния между делением и компаса.

Полученный график $B_c = B_c(\delta)$ представляет собой линейную зависимость и его квадратичное отклонение достаточно мало.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

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

Примечание:

1. Пункты 1-13 Протокола-отчета обязательны для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. Для построения графиков используют только миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.

Данилов Павел
РЭИО

Приложение

Таблица 1: Результаты прямых измерений

$\varphi = 110^\circ$	Ток в катушках, мА					
α_i	I_1	I_2	I_3	$\langle I \rangle$	$\frac{\sin(\alpha_i)}{\sin(\varphi - \alpha_i)}$	$B_c, \text{мкТл}$
10°	7,7	8,0	8,8	8,17	0,55	4,50
20°	12,6	14,5	14,3	13,80	0,53	1,22
30°	16,1	16,2	17,0	16,43	0,65	6,45
40°	18,8	19,7	19,3	19,30	0,74	11,52
50°	19,5	21,3	22,1	20,97	0,82	12,52
60°	20,3	23,4	22,7	22,10	0,89	13,67
70°	24,7	25,3	25,0	25,00	0,94	14,39
80°	26,2	26,5	26,5	26,40	1,00	15,83
90°	28,9	27,4	29,0	28,43	1,06	17,04
100°	31,1	31,7	30,8	31,20	1,14	18,70
110°	33,4	32,9	33,2	33,17	1,23	19,11
120°	37,7	35,8	36,2	36,57	1,35	21,92
130°	42,6	42,2	41,6	42,13	1,53	25,24
140°	53,4	52,7	53,0	53,03	1,81	31,79

18.05.21
Данилов

График зависимости $V_c = V_c(\gamma)$

