



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Калужский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ "МК"  
КАФЕДРА МК10 "Высшая математика и физика"

### ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ДИСЦИПЛИНА: "Физика"

Выполнил студент Зудин Д.В. группы ИУК 4-32Б

Проверил преподаватель Горбунов А.К., Шмаева Н.А.

Номер и наименование лаб. работы	Рейтинг. баллы	Дата защиты	Подпись
<b>Модуль 4. Электростатика. Постоянный ток</b>			
Лабораторная работа № 12	4	05.10.22	
Лабораторная работа № 1	25	28.12.22	
<b>Модуль 5. Магнитостатика. Уравнения Максвелла</b>			
Лабораторная работа № 2	4	30.11.22	
Лабораторная работа № 3	25	28.12.22	
<b>Модуль 6. Электромагнитные волны. Оптика</b>			
Лабораторная работа № 4	25	21.12.22	
Лабораторная работа № 5	25	21.12.22	

Калуга 20 22 / 23



## Лабораторная работа № 5

"Определение горизонтальной составляющей напряжённости магнитного поля Земли"

Цель работы: ознакомление с принципом действия татченс-гальванометра и методов измерения одного из важнейших параметров Земли - её магнитного поля.

Приборы и оборудование: татченс-гальванометр, амперметр, резистор, переключатель, источник постоянного тока, соединительные провода.

### Теоретическая часть

Магнитное поле Земли обнаруживается с помощью магнитной стрелки, которая может свободно вращаться вокруг своего центра тяжести. Такая стрелка располагается по направлению касательной к силовой линии магнитного поля в данной точке земной поверхности.

Плоскость, проходящая через магнитные полюса Земли и данную точку земной поверхности, называется плоскостью магнитного меридиана. В этой плоскости лежит вектор напряжённости магнитного поля.



Если поворачивать магнитную стрелку  $S/N$  на  $L$  град, стрелка покажет направление с угловым отклонением  $\alpha$  и при этом не изменит направления стрелки, но магнитная стрелка отклонится в плоскости магнитного меридиана по направлению восточного поворота магнитного поля.

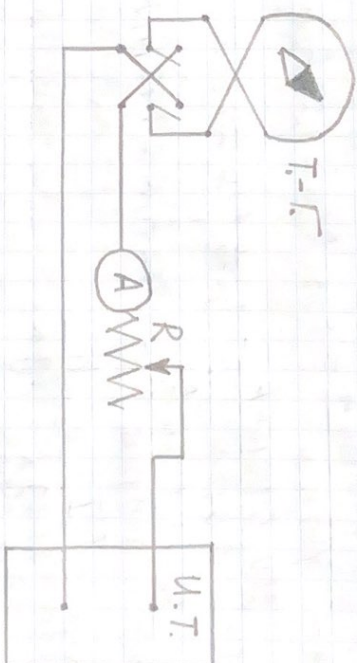
Рассмотрим напряженность магнитного поля  $\vec{H}$  создаваемую в комнате после земной поверхности угла  $\theta$  с вертикальной. Показывая, в северном полушарии северный конец магнитной стрелки всегда наклонен к земле. Угол  $\theta$  называется углом наклона. Этот угол равен нулю на экваторе и возрастает до  $90^\circ$  при приближении к магнитным полюсам.

Рассмотрим напряженность магнитного поля  $\vec{H}$  можно разложить на две составляющие: горизонтальную  $H_0$  и вертикальную  $H_z$ .

Горизонтальная составляющая магнитного поля Земли  $H_0$ , магнитное склонение  $\varphi$  и наклонение  $\theta$  называются элементами геомагнитного. Знак для элементов геомагнитного, можно определять величину и направление.

Земле, восточного направления магнитного поля в геомагнитном поле Земли северности.

Исходная лабораторная установка



Зависимость магнитной силы

$\alpha^\circ$	10	20	30	40	50	60
$I, \text{mA}$	0,22	0,58	0,82	1,54	1,66	2,10
$H, \text{A/m}$	0,18	0,46	0,66	1,26	1,38	1,75

Выводы

$$N=200, r=12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$$

$$1) H = \frac{NI}{2r}$$



$$H_1 = \frac{200 \cdot 0,00022 A}{2 \cdot 0,12 m} = 0,183 A/m \approx 0,18 A/m$$

$$H_2 = \frac{200 \cdot 0,00058 A}{2 \cdot 0,12 m} = 0,483 A/m \approx 0,48 A/m$$

$$H_3 = \frac{200 \cdot 0,00082 A}{2 \cdot 0,12 m} = 0,683 A/m \approx 0,68 A/m$$

$$H_4 = \frac{200 \cdot 0,00154 A}{2 \cdot 0,12 m} = 1,281 A/m \approx 1,28 A/m$$

$$H_5 = \frac{200 \cdot 0,00166 A}{2 \cdot 0,12 m} = 1,375 A/m \approx 1,38 A/m$$

$$H_6 = \frac{200 \cdot 0,00210 A}{2 \cdot 0,12 m} = 1,752 A/m \approx 1,75 A/m$$

$$2) H_0 = \frac{NI}{2r} = \frac{H}{2r} = \frac{H}{2 \cdot 0,12 m}$$

$$H_{01} = \frac{0,18 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,039 A/m \approx 1,04 A/m$$

$$H_{02} = \frac{0,48 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,327 A/m \approx 1,33 A/m$$

$$H_{03} = \frac{0,68 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,183 A/m \approx 1,18 A/m$$

$$H_{04} = \frac{1,28 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,529 A/m \approx 1,53 A/m$$

$$H_{05} = \frac{1,38 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,61 A/m \approx 1,6 A/m$$

$$H_{06} = \frac{1,75 A/m}{2 \cdot 0,12 m} = 1,011 A/m \approx 1,01 A/m$$

$$3) \bar{H}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{0i}$$

$$\bar{H}_0 = \frac{1,04 A/m + 1,33 A/m + 1,18 A/m + 1,53 A/m + 1,6 A/m + 1,01 A/m}{6} = \frac{7,25 A/m}{6} = 1,208 A/m \approx 1,21 A/m$$

$$4) \Delta H_{0i} = H_{0i} - \bar{H}_0$$

$$\Delta H_{01} = 1,04 A/m - 1,21 A/m = -0,17 A/m$$

$$\Delta H_{02} = 1,33 A/m - 1,21 A/m = 0,12 A/m$$

$$\Delta H_{03} = 1,18 A/m - 1,21 A/m = -0,03 A/m$$

$$\Delta H_{04} = 1,53 A/m - 1,21 A/m = 0,32 A/m$$

$$\Delta H_{05} = 1,6 A/m - 1,21 A/m = -0,05 A/m$$

$$\Delta H_{06} = 1,01 A/m - 1,21 A/m = -0,20 A/m$$

$$5) \Delta H_0 = t_k(n) \sqrt{\frac{\sum (\Delta H_{0i})^2}{n(n-1)}}, \quad t_k(n) = 2,57$$

$$\Delta H_0 = 2,57 \cdot \sqrt{\frac{0,1891}{6 \cdot 5}} = 0,204 \approx 0,20 A/m$$

$$6) H_0 = \bar{H}_0 \pm \Delta H_0$$

$$H_0 = (1,21 \pm 0,20) A/m$$

$$7) \varepsilon = \frac{\Delta H_0}{\bar{H}_0} \cdot 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{0,20 A/m}{1,21 A/m} \cdot 100\% = 16,53\%$$



Вывод: в ходе выполненной лабораторной работы ознакомившись с принципом действия палеомагнетометра и методом измерения магнитного поля Земли, были найдены величины индукционной составляющей намагниченности магнитного поля Земли, а также постоянный параметр  $H_0 = (1,21 \pm 0,20) \text{ A/m}$  и  $\varepsilon = 16,53\%$

### Обсуждение полученных данных

② После проведенных измерений индукционной составляющей магнитного поля Земли составил  $\vec{H}$  поле, что соответствует намагниченности магнитного поля  $\vec{H}_0$ , намагниченности которого должна быть удельная. Таким образом среднее значение на угол  $\delta$ , для которого будет выполняться соотношение  $\frac{H}{H_0} \approx \tan \delta$ . Так как намагниченность  $H$  удельная, то из этого соотношения можно найти величину удельной намагниченности составляющей магнитного поля Земли:  $H_0 = \frac{H}{\tan \delta}$

① Магнитное поле Земли характеризуется модулем величины, как намагниченность, а также углом отклонения - углом между векторами намагниченности и

модуль индукции.

③ Намагниченность магнитного поля в центре Земли с точки наблюдения по закону Бюссоль-Лаврентиса, который выведен в формуле:

$H = \frac{NI}{r}$ , где  $N$  - количество витков,  $I$  - сила тока в витках,  $r$  - радиус расстояния витков

