

ОТЧЁТ
по лабораторной работе №55

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 55

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
ИНДУКЦИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Цель работы – определить горизонтальную составляющую магнитного поля Земли с помощью тангенс-гальванометра.

Приборы и принадлежности: тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, источник постоянного тока, выключатель.

Общие положения

Вокруг Земного шара существует магнитное поле, линии индукции которого изображены на рис. 1. Вектор индукции (а также и вектор напряжённости) магнитного поля Земли в средних широтах направлен под некоторым углом к поверхности Земли и может быть разложен на две составляющие: горизонтальную \vec{B}_0 и вертикальную \vec{B}_\perp .

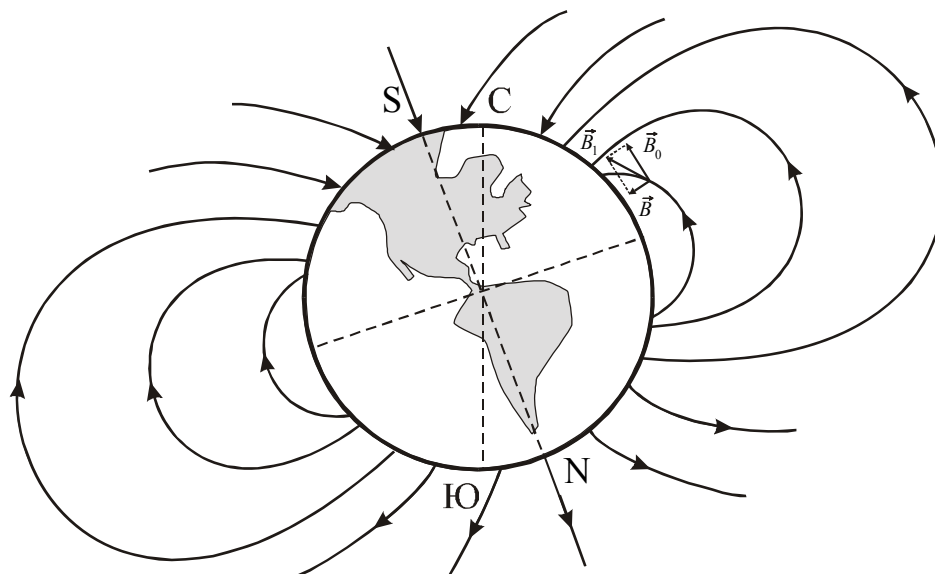


Рисунок 1

В данной работе горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли определяется с помощью тангенс-гальванометра. Он представляет собой плоскую вертикальную катушку, у которой радиус витков R больше длины этой катушки. Число витков, намотанное на катушке, N . В центре катушки в горизонтальной плоскости располагается короткая магнитная стрелка, которая вращается вокруг вертикальной оси.

Для определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли необходимо рассмотреть суперпозицию какого-нибудь пробного магнитного поля, индукция которого в данной точке направлена горизонтально, и горизонтальной составляющей магнитного поля Земли. В качестве такого поля используется магнитное поле, создаваемое током, протекающим по виткам тангенс-гальванометра.

Тангенс-гальванометр расположим так, чтобы плоскость катушки по магнитной стрелке была установлена в плоскости магнитного меридиана. При пропускании тока по виткам катушки тангенс-гальванометра возникает магнитное поле индукцией \vec{B} . Вектор \vec{B} в центре лежит в горизонтальной плоскости перпендикулярно горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.

Вектор индукции результирующего поля по принципу суперпозиции равен векторной сумме полей. Стрелка компаса установится по диагонали параллелограмма, сторонами которого будут вектор магнитной индукции магнитного поля кругового тока \vec{B} и горизонтальная составляющая вектора магнитного поля Земли – \vec{B}_0 .

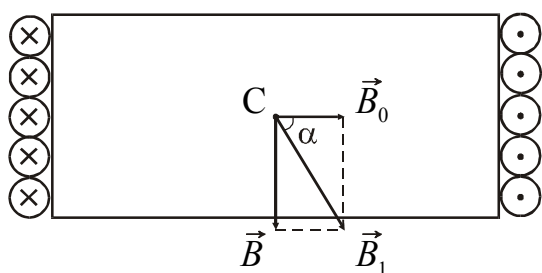


Рисунок 2

На рис. 2 изображено сечение катушки прибора горизонтальной плоскостью и указано направление векторов индукции \vec{B} и \vec{B}_0 .

Из рисунка видно, что

$$B = B_0 \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где α – угол между векторами \vec{B}_0 и \vec{B}_1 .

Индукция магнитного поля, создаваемая в точке С витками катушки:

$$B = \mu_0 \mu \frac{IN}{2R}, \quad (2)$$

где μ_0 – магнитная постоянная ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м);

μ – относительная магнитная проницаемость, для воздуха $\mu \approx 1$;

N – число витков катушки; I – сила тока; R – радиус витков.

Приравняем выражения (1) и (2) и получим формулу для расчёта горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли:

$$B_0 = \frac{\mu_0 IN}{2R \operatorname{tg} \alpha}. \quad (3)$$

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. В чём состоит цель работы?
2. Какие физические величины измеряются непосредственно?
3. По какой формуле Вы будете рассчитывать горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли? Поясните смысл обозначений.
4. Что называется магнитной индукцией? В каких единицах она измеряется?
5. Что называется линиями магнитной индукции? Как определить их направление?

Выполнение работы

1. Измерить радиус R витков и сосчитать их количество N .
2. Собрать электрическую цепь по схеме, указанной на рис. 3.

3. Определить цену деления амперметра.
4. Установить плоскость катушки тангенс-гальванометра в плоскости магнитного меридиана.
5. Замкнуть цепь переключателем. С помощью реостата установить в цепи такой ток, чтобы магнитная стрелка отклонилась на угол не более 30° . Измерить угол α_1 отклонения стрелки.

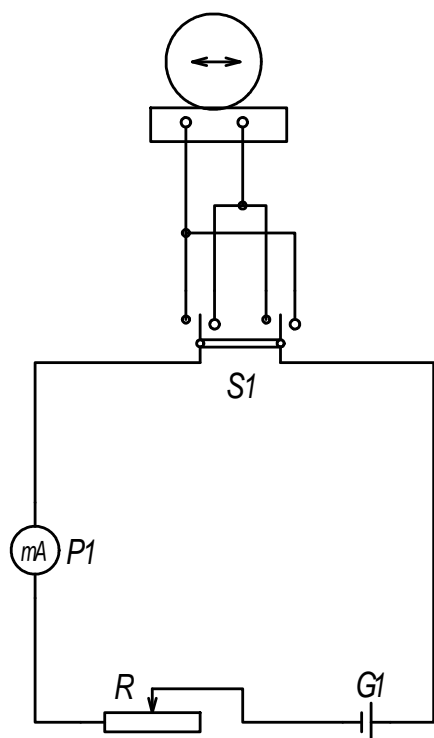


Рисунок 3

6. Изменить переключателем направление тока. Измерить угол α_2 отклонения магнитной стрелки при той же силе тока.
7. Повторить измерения согласно п.п. 5 и 6 еще два раза, изменяя значение силы тока.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Найти среднее значение угла отклонения стрелки для каждого значения силы тока.
2. Рассчитать значение B_0 по результатам каждого опыта по формуле (3).
3. Рассчитать среднее значение $\langle B_0 \rangle$.
4. Рассчитать абсолютную погрешность ΔB_0 как для прямых измерений.
5. Найти относительную погрешность измерений. Результат записать в стандартном виде:

$$B = \langle B_0 \rangle \pm \Delta B_0$$

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Запишите формулу, связывающую индукцию и напряжённость магнитного поля. Используя рассчитанное среднее значение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли, вычислите соответствующее значение напряжённости для нашей широты.
2. Какое положение в пространстве примет магнитная стрелка тангенс-гальванометра при наличии: а) только магнитного поля Земли; б) только магнитного поля кругового тока; в) магнитных полей Земли и кругового тока (виток находится в плоскости магнитного меридиана)?
3. Приведите расчётную формулу индукции магнитного поля в центре кругового тока. Как изменится индукция магнитного поля в центре кругового тока, если: а) ток в витке увеличить в 2 раза?
б) радиус витка увеличить в 2 раза?
4. На какой географической широте горизонтальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли равна нулю?

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе №55

Выполнил(а) _____

Группа _____

Радиус витков $R =$ _____Число витков $N =$ _____

Определение цены деления приборов

№ п/п	Прибор	Предел подключения с указанием единицы измерения	Число делений на шкале	Цена деления с указанием единицы измерения
1	Амперметр			

№ п/п	I, A	$\alpha_1, ^\circ$	$\alpha_2, ^\circ$	$\alpha_{cp}, ^\circ$	$B_0, Tл$
1					
2					
3					
среднее					

Дата _____

Подпись преподавателя _____