



### ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение угла поворота стрелки компаса, которая изначально занимает положение, параллельное горизонтальной составляющей магнитного поля Земли, когда налагается второе горизонтальное магнитное поле, создаваемое с помощью пары катушек Гельмгольца.
- Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.
- Измерение наклона и вертикальной составляющей и расчет общей величины магнитного поля Земли.

### ЦЕЛЬ ОПЫТА

Определение горизонтальной и вертикальной составляющих магнитного поля Земли

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В этом опыте определяется наклонение и величина магнитного поля Земли, а также его горизонтальная и вертикальная составляющие в точке проведения измерений. Горизонтальную составляющую магнитного поля Земли можно найти по повороту стрелки компаса, если на нее воздействует дополнительное магнитное поле, создаваемое парой катушек Гельмгольца. Измеряя угол наклона, можно также определить вертикальную составляющую и рассчитать общую величину магнитного поля Земли.

### НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Катушки Гельмгольца размером 300 мм	U8481500
1	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (230 В, 50/60 Гц)	U33020-230 или
	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (115 В, 50/60 Гц)	U33020-115
1	Цифровой универсальный измерительный прибор P1035	U11806
1	Прибор для измерения магнитного наклона и склонения	U8495258
1	Реостат 100 Ом	U17354
1	Набор из 15 безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U138021

2

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Вокруг Земли существует магнитное поле, создаваемое так называемым геодинамическим эффектом. Вблизи поверхности Земли это поле напоминает поле магнитного диполя, при этом силовые линии поля выходят из южного полюса планеты и входят в северный полюс. Угол между фактическим магнитным полем Земли и горизонтальной плоскостью в данной точке на поверхности Земли называется наклонением. Горизонтальная составляющая поля Земли примерно соответствует линии, проходящей между северным и южным географическими полюсами. Поскольку земная кора сама по себе обладает магнетизмом, имеется некоторая локальная разница между ними, которая называется «склонением».

В этом опыте проводится измерение наклона и абсолютной величины магнитного поля Земли, а также его горизонтальной и вертикальной составляющих в точке проведения измерений.

Справедливы следующие соотношения:

$$(1) \quad B_v = B_h \cdot \tan \alpha$$

$\alpha$ : наклонение  
 $B_h$ : горизонтальная составляющая  
 $B_v$ : вертикальная составляющая

и

$$(2) \quad B = \sqrt{B_h^2 + B_v^2}$$

Поэтому достаточно определить значения  $B_h$  и  $\alpha$ , так как другие величины можно просто рассчитать.

Наклонение определяется с помощью магнитной стрелки. Чтобы получить горизонтальную составляющую  $B_h$ , магнитная стрелка выравняется в горизонтальной плоскости таким образом, что ее конец указывает на  $0^\circ$ , когда она параллельна горизонтальной составляющей  $0^\circ$ . Дополнительное горизонтальное магнитное поле  $B_{\text{НН}}$ , которое перпендикулярно  $B_h$ , создается парой катушек Гельмгольца, и это поле заставляет стрелку компаса поворачиваться на угол  $\beta$ . Согласно Рис. 1, справедливо следующее:

$$(3) \quad \frac{B_{\text{НН}}}{B_h} = \tan \beta$$

Чтобы повысить точность, это измерение проводится для нескольких углов  $\beta$ .

### ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Из выражения (3) можно получить следующее:

$$B_{\text{НН}} = B_h \cdot \tan \beta$$

Тогда горизонтальная составляющая  $B_h$  равна наклону линии, проходящей через точки зависимости  $B_{\text{НН}}$  от  $\tan \alpha$ .

Магнитное поле катушек Гельмгольца  $B_{\text{НН}}$  можно легко определить. Внутри пары катушек оно в значительной степени однородно и пропорционально току  $I$ , протекающему через любую из катушек:

$$B_{\text{НН}} = k \cdot I \text{ где}$$

$$k = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R}$$

$N = 124$ : количество витков,  $R = 147,5$  мм: радиус

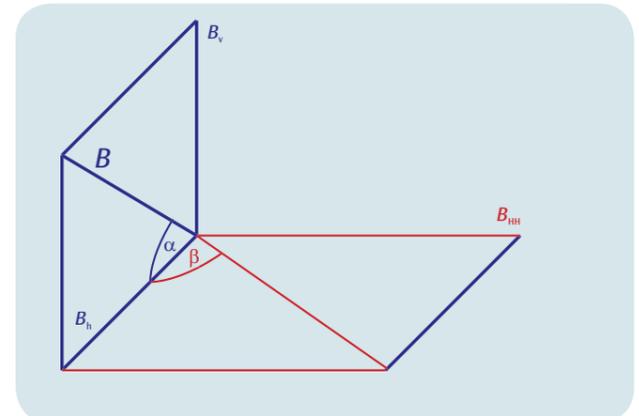


Рис. 1: Схема составляющих магнитного поля, наблюдаемых в опыте, и определение соответствующих углов.

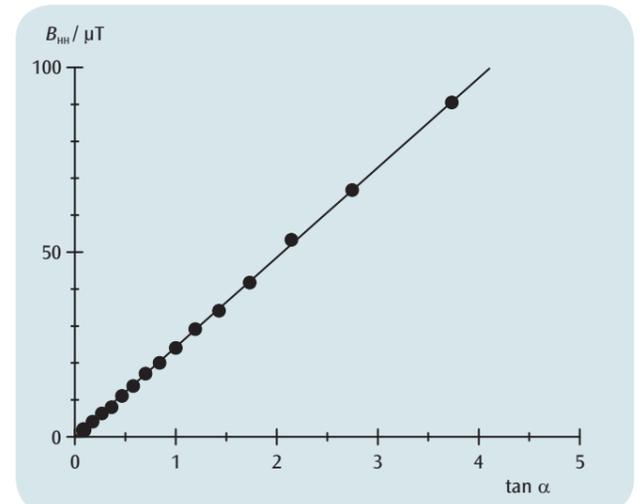


Рис. 2:  $B_{\text{НН}} - \tan \alpha$  – График для определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли