

ЭЛЕМЕНТЫ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА.

Введение

В пространстве, окружающем Землю, существует магнитное поле **-магнитосфера**. На расстоянии от поверхности Земли до 6500 км магнитное поле имеет дипольный характер и подобно полю намагниченного шара. На

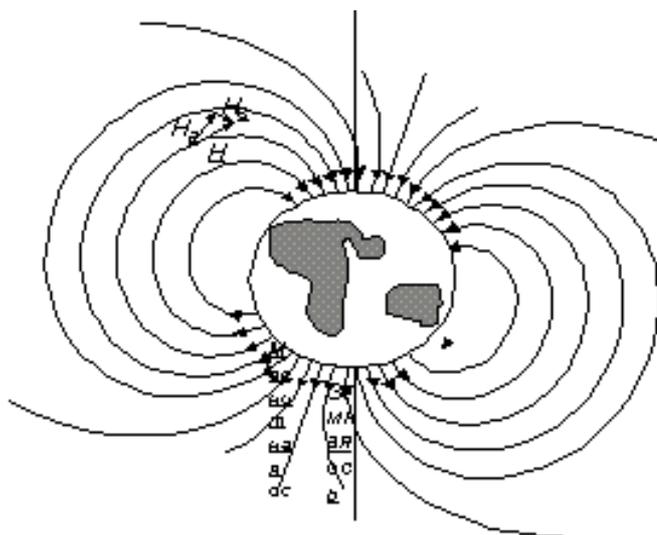


Рис. 1. Магнитные силовые линии Земли.

больших расстояниях геомагнитное поле искажено Солнечным ветром и имеет сложную конфигурацию и простирается на расстояние до 80 тысяч километров в направлении на Солнце и на миллионы километров в противоположном направлении. Магнитные полюса Земли не совпадают с географическими. Так Северный

геомагнитный полюс имеет географические координаты $76,6^{\circ}\text{С}$, 101°З , Южный геомагнитный полюс имеет координаты $6,3^{\circ}\text{Ю}$, 141°В (1965г.). Через магнитные полюса Земли можно провести линии больших кругов – **магнитные меридианы**, перпендикулярно к ним —линию большого круга – **магнитный экватор**.

Параллельно экватору линии малых кругов **магнитные параллели**. Следовательно, магнитным меридианом называется линия пересечения Земной поверхности с вертикальной плоскостью, проходящей через магнитные полюса и центр Земли

(см. рис.1). Таким образом, каждой точке на поверхности Земли будут соответствовать не только географические, но и **магнитные координаты**.

Существование у Земли магнитного поля объясняется конвективными процессами, протекающими в жидком проводящем ядре Земли (динамо-эффект). Первые письменные свидетельства о геомагнитных явлениях, найденные в Китае, имеют более чем двухтысячелетнюю давность. В них упоминается о применении естественных постоянных магнитов в качестве компасов.

Первым научным трудом в этой области можно считать работу 1600 года английского физика У. Гильберта "О магните, магнитных телах и о большом магните-Земле".

Магнитное наклонение и магнитное склонение

В каждой точке пространства геомагнитное поле характеризуется вектором напряженности **H**, величина и направление которого зависят от координат точки на поверхности Земли. Напряженность геомагнитного поля убывает от магнитных полюсов к магнитному экватору от $\sim 53 \text{ А}\cdot\text{м}^{-1}$ до $\sim 28 \text{ А}\cdot\text{м}^{-1}$, среднее значение **H** у поверхности составляет $\sim 45 \text{ А}\cdot\text{м}^{-1}$, а на границе магнитосферы $\sim 10^{-3} \text{ А м}^{-1}$. Дипольный магнитный момент Земли образует с осью вращения Земли угол $\theta = 11,5^\circ$. Величина геомагнитного поля **H** складывается из постоянной и переменной составляющей. Постоянная составляющая обусловлена внутренним строением Земли и подвержена медленным изменениям, ее вклад в полное значение **H** составляет 99 %. В различные геологические эпохи геомагнитное поле имело различную полярность, то есть с периодом до 10 миллионов лет происходила реполюсовка основного магнитного поля Земли. Палеомагнитные исследования показали, что последнее такое изменение имело место около 700 тысяч лет назад. Переменная составляющая геомагнитного поля (ее вклад в **H** составляет 1%) обусловлена электрическими токами в магнитосфере, связанными с обтеканием и прорывом солнечного ветра, который обладает различной плотностью и скоростями заряженных частиц. Наблюдаются периодические солнечно-суточные и лунно-суточные магнитные вариации **H**, а также сильные возмущения магнитосферы- магнитные бури, сопровождающиеся полярными сияниями, ионосферными изменениями, появлением рентгеновского и низкочастотного излучений.

Величина и направление вектора напряженности **H** зависят от координат точки магнитосферы, в которой эта величина определяется. В любой точке вектор напряженности магнитного поля Земли **H** может быть разложен на составляющие (см. рис.2). Направление вектора напряженности **H** совпадает с касательной к силовой линии магнитного поля Земли и на магнитном экваторе горизонтально к поверхности, а на магнитном полюсе - вертикально. В точках, где горизонтальная компонента **H_г** исчезает, магнитная стрелка устанавливается вертикально. Эти точки называются **полюсами магнитного наклонения** (магнитными полюсами). В любых других

точках магнитосферы вектор напряженности \mathbf{H} направлен под углом β к вертикали в данной точке Земли (см. рис.2).

Угол β между направлением вектора \mathbf{H} в данной точке магнитосферы и горизонтальной плоскостью называется **магнитным наклонением** (рис.2). Вследствие несовпадения магнитных и географических полюсов не совпадают и плоскости магнитных и географических меридианов.

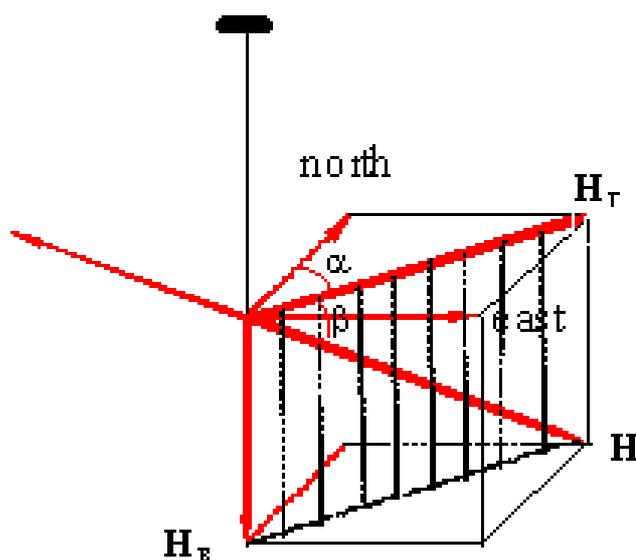


Рис.2. Напряженность геомагнитного поля \mathbf{H} и его ортогональные компоненты.

Угол β между направлениями магнитного и географического меридианов в данной точке магнитосферы называется **магнитным склонением** (рис.2). Для наблюдения временных изменений направлений магнитного и географического меридианов в данной точке магнитосферы называется магнитным склонением (и для проведения маршейдерских и геофизических измерений) используется прибор деклинатор (declino(лат.), deklinativ(англ.) - отклонение).

Полный вектор напряженности \mathbf{H} геомагнитного поля в любой точке магнитосферы можно разложить на две составляющие: горизонтальную \mathbf{H}_r и вертикальную \mathbf{H}_v (см.рис.2). Детальное изучение магнитного поля Земли имеет важное научное и практическое значение сводится к систематическому определению изменений элементов магнитосферы (a , b , H_r) в различных географических пунктах. Элементы Земного магнетизма для Гринвича в 1955 г. имели следующие значения:

$\alpha = 8^{\circ}, 44' \text{ З}$, $\beta = 66^{\circ}, 33'$, $H_r = 0,187$, $H_v = 0,434$. Ближайшая к г. Иркутску геофизическая станция, расположенная в с. Патроны, имеет географические координаты: $52,47^{\circ}\text{С}, 104,03^{\circ}\text{В}$, геомагнитные координаты: $41,6^{\circ}, 174,75^{\circ}$. Элементы Земного магнетизма по данным этой станции для Иркутска на 1980 г. имели значения

$$\alpha = -2,36^{\circ}, H_r = 19,65 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}, H_v = 59,9 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}.$$

На ряд последовательных эпох, обычно через каждые пять лет, распределение магнитного поля на поверхности Земли представляется **магнитными картами** трех или более магнитных элементов. На таких картах проводятся **изолинии**, вдоль которых данный элемент имеет постоянную величину. Линии равного склонения α называются **изогонами**, наклона β - **изоклинами**, величины полного вектора напряженности **H** - **изодинамическими линиями** (изодинамами). На картах **H** с изодинамами фокусы, где $H=0$, и есть **магнитные полюса** (полюса наклона). Эти полюса (как и географические полюсы) являются точками схождения изогон на картах равного склонения α .

ЛИТЕРАТУРА.

1. Акасофу С.И. Солнечно-земная физика. М., 1974.
2. Белов К.П., Бочкарев Н.Г. Магнетизм на земле и в космосе. М., 1983.
3. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М., 1983.
4. Сивухин Н.В. Электричество. М., 1977.
5. Савельев И.В. "Курс общей физики", т. 2, 1966, § 6, с. 16, § 48, с. 122.
6. Фриш С.Э., Тиморева А.В. "Курс общей физики", т. 2, 1953, с. 498.