Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXIX, вып. 2, 1961 г.

ОБЩЕЕ АНАЛИТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ΔT

А. А. Логачев

Как известно *, напряженность поля ΔT может быть выражена через Z_a и H_a следующей приближенной формулой:

$$\Delta T = Z_a \sin i + H_a \cos i \cos A, \quad (1)$$

где i — угол магнитного наклонения;
A — магнитный азимут вектора H_a.

Допустим, что наблюдаемые при аэромагнитной съемке аномалии вызываются намагниченностью, совпадающей с направлением намагничивающего поля Земли. Это означает, что сильновытянутые тела с азимутом простирания $90° - A$ (так как через A обозначен азимут вектора H_a) в нормальном сечении имеют намагниченность, совпадающую с направлением проекции вектора T на плоскость нормального сечения. Исходя из этого предположения, заменим Z_a и H_a в выражении (1) через значения тех же составляющих при вертикальном намагничивании

$$\left.\begin{aligned} Z_a &= Z_в (\sin i \sin\alpha + \cos i' \cos\alpha) + H_в (\cos i' \sin\alpha - \sin i \cos\alpha) \\ H_a &= -Z_в (\cos i' \sin\alpha - \sin i \cos\alpha) + H_в (\sin i \sin\alpha + \cos i' \cos\alpha) \end{aligned}\right\}, \quad (2)$$

где $\cos i' = \cos i \cos A$;
α — угол падения.

Подставляя значения (2) в формулу (1) и заменяя

$$\frac{\cos i'}{\sin i} = \operatorname{ctg}\varphi,$$

после простых преобразований получим

$$\Delta T = [Z_в \sin(2\varphi - \alpha) + H_в \cos(2\varphi - \alpha)](\sin^2 i + \cos^2 i'). \quad (3)$$

Рассмотрим частные случаи, когда $A = 90°$, т. е. простирание тела меридиональное, и когда $A = 0$, т. е. простирание широтное. В первом случае $\cos i' = 0$, $\varphi = \frac{1}{2}\pi$. Следовательно,

$$\Delta T_м = (Z_в \sin\alpha - H_в \cos\alpha) \sin^2 i,$$

* Логачев А. А. Методическое руководство по аэромагнитной съемке. Госгеолтехиздат, 1935.

т. е. выражение ΔT отличается от выражения Z только постоянным множителем.

Во втором случае $\cos i' = \cos i$, $\varphi = i$. Следовательно,

$$\Delta T_{ш} = Z_{в} \sin(2i - \alpha) + H_{в} \cos(2i - \alpha).$$

Для сравнения укажем, что для рассматриваемого случая

$$Z_{а} = Z_{в} \cos(\alpha - i) + H_{в} \sin(\alpha - i).$$

При $\alpha = i$, т. е. в случае направления намагниченности по падению, выражения ΔT и Z будут тем более различны между собой, чем больше угол i отличается от 90°. При совпадении вектора намагниченности с направлением намагничивающего поля наибольшая разница будет для южных широт территории СССР. Действительно,

$$\Delta T_{\alpha = i} = Z_{в} \sin i + H_{в} \cos i;$$

$$Z_{\alpha = i} = Z_{в}.$$

Асимметрия кривой ΔT при широтном простирании и постоянном угле i будет возрастать при южном падении намагниченного тела. Положим, например, $i = 60°$, $2i - \alpha = 0$. Тогда $\alpha = 120°$. Следовательно, тело падает в южном направлении под углом 60°. Тогда

$$\Delta T = H_{в},$$

т. е. кривая ΔT имеет вид кривой H при вертикальном падении и вертикальном намагничивании. Отсюда следует, что при широтном простирании намагниченных тел в южных широтах аномалии ΔT могут иметь положительные и отрицательные значения, близкие между собой. Этот вывод полностью подтверждается результатами аэромагнитной съемки в Центральном Китае.

На территории СССР минимальный угол наклонения около 60°. Как показано выше, при южном падении тел широтного простирания аномалии ΔT также будут иметь положительные и отрицательные значения, близкие между собой. При этом осевой линии намагниченных тел будет соответствовать не зона наибольших значений ΔT, а зона перехода от положительных к отрицательным значениям. Границы же намагниченных тел будут находиться в интервале между максимальными и минимальными значениями кривой.

В этом случае для вычисления глубины залегания нельзя применять те способы, которые разработаны для симметричных или близких к ним кривых. Здесь могут быть использованы лишь способы, вытекающие из анализа общего выражения $Z_{а}$ при любом угле падения и любом направлении намагниченности.

Чтобы можно было полностью использовать приемы вычислений, разработанные для кривых $Z_{а}$ при любых значениях угла падения и намагниченности, введем в формулу (3) угол $90° - (2\varphi - \alpha) = \varepsilon$. Тогда

$$\Delta T = (Z_{в} \cos \varepsilon + H_{в} \sin \varepsilon)(\sin^2 i + \cos^2 i'). \qquad (4)$$

Общее выражение $Z_{а}$ имеет вид:

$$Z_{а} = (Z_{в} \cos \beta + H_{в} \sin \beta) \sqrt{\sin^2 i + \cos^2 i'}.$$

Сравнивая эти выражения, устанавливаем, что по форме они отличаются только постоянными множителями. Так как постоянный множитель не имеет значения при вычислении геометрических параметров, а оказывает влияние только при вычислении намагниченности, то при сравнении формул писать его не будем.

В качестве примера приведем формулы для пласта малой мощности:

$$\Delta T = 2\dot{I}2b\,(h\cos\varepsilon - x\sin\varepsilon)\,(h^2 + x^2)^{-1};$$

$$Z = 2\dot{I}2b\,(h\cos\beta - x\sin\beta)\,(h^2 + x^2)^{-1}.$$

Формулы получились одинаковые, только в первом случае $\varepsilon = 90° - 2\varphi + \alpha$, а во втором $\beta = \alpha - \varphi$. Вычислив по кривой угол ε или β и определив φ по углу наклонения и азимуту вектора H_a, найдем угол падения α.

Точно так же можно написать аналитические выражения ΔT для любой другой формы, если известно аналитическое выражение напряженности поля Z_a.