

Член-корреспондент АН СССР Ю. П. БУЛАШЕВИЧ

## ВЕКОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МАГНИТНЫХ АНОМАЛИЙ

1. Вековой ход, т. е. изменение среднегодовых значений элементов геомагнитного поля, может быть использован для выделения магнитных аномалий, связанных с магнетитовыми рудами. На территории СССР вековой ход обусловлен так называемым Ирано-Каспийским центром векового хода вертикальной составляющей  $Z$  и характеризуется монотонным изменением этой компоненты на значительной площади.

Для эпохи 1942 г. нулевая изопора  $Z$  охватывала всю Евразию (<sup>1, 2</sup>).

На магнитной обсерватории «Свердловск» с 1887 г. по 1918 г. вековой ход вертикальной составляющей был знакопеременным, и приращение  $Z$  составило за это время 273  $\gamma$ , т. е. около 8,5  $\gamma/\text{год}$  (<sup>3</sup>); постепенно возрастало только склонение (<sup>4</sup>). Затем начался резкий, почти линейный, подъем вертикальной компоненты (рис. 1), вызванный смещением Ирано-Каспийского центра к северу. За интервал 1918—1965 гг. эта компонента возросла на 2435  $\gamma$ , т. е. средний вековой ход составил примерно 45  $\gamma/\text{год}$ .

Изменение векового хода геомагнитных элементов для нескольких обсерваторий проанализировано в (<sup>5</sup>). В табл. 1 приводятся максимальное значение векового хода  $\dot{Z}_{\max}$  (за 1930—1966 гг.), приращение вертикальной компоненты  $\Delta Z$ , горизонтальной  $\Delta H$  и модуля полного вектора поля  $\Delta T$  за указанные интервалы времени.

Таблица 1

Обсерватория	$\dot{Z}_{\max}$ , $\gamma/\text{год}$	Год	$\Delta Z$ , $\gamma$	$\Delta H$ , $\gamma$	$\Delta T$ , $\gamma$	Интервал времени
Иркутск	100	1943	1373	-125	1343	1960—1930
Свердловск	79	1941	1751	-360	1513	1965—1930
Казань	100	1934	1581	-417	1340	1964—1930
Тбилиси	108	1940	2278	26	2029	1964—1930

Из табл. 1 видно, что для громадных районов приращение  $\Delta Z$  и  $\Delta T$  было весьма существенным, при этом на всех указанных обсерваториях значения  $\dot{Z}_{\max}$  — одинакового порядка, но достигались в закономерно разное время (<sup>5</sup>).

2. Принцип классификации магнитных аномалий на основе векового хода такой же, как при искусственном подмагничивании пород (<sup>6</sup>) или в методе вариаций (<sup>7</sup>). Малые концентрации рассеянного магнетита с большой остаточной намагниченностью создают магнитные аномалии, слабо зависящие от подмагничивающего поля. Наоборот, аномалии от рудных объектов с большой магнитной восприимчивостью подмагничиваются сильно и аномалия возрастает.

Если за какое-то время в результате векового хода полный вектор поля изменится на  $\Delta T$ , то приращение аномального поля при однородной намагниченности составит (<sup>8</sup>)

$$\Delta T_{\text{ан}} = -\kappa (N \Delta T \cdot \nabla) \nabla V, \quad (1)$$

где  $\chi$  — магнитная восприимчивость,  $N$  — тензор размагничивания,  $V = \int dv/r$  по объему источника аномалии.

Рассмотрим случай вертикального намагничивания. Тогда для приращения вертикальной компоненты аномального поля из (1) получим (для тензора в главных осях или пренебрегая размагничиванием)

$$\Delta Z_{ан} = \frac{Z_{ан}}{Z_n} \Delta Z = \frac{Z_{ан}}{Z_n} Z \Delta t, \quad (2)$$

где  $Z_{ан}$  — аномалия, индуцированная в начальном нормальном поле  $Z_n$ ,  $Z$  — средний вековой ход за время  $\Delta t$ . Полученное соотношение (2) позволяет оценить прирост аномалии за время между двумя магнитными съемками. Например, для  $Z_{ан} = 4 \cdot 10^3 \gamma$ ,  $Z_n = 5 \cdot 10^4 \gamma$ ,  $Z = 50 \gamma/\text{год}$  и  $\Delta t = 20$  лет находим  $\Delta Z_{ан} = 80 \gamma$ . Это не слишком большая величина. Поэтому можно сравнивать лишь съемки, проведенные с достаточно высокой точностью. Для снижения влияния знакопеременных ошибок отдельных изменений следует сравнивать усредненные значения аномальных полей. Нормальное поле должно быть взято на одном и том же участке немагнитных пород.

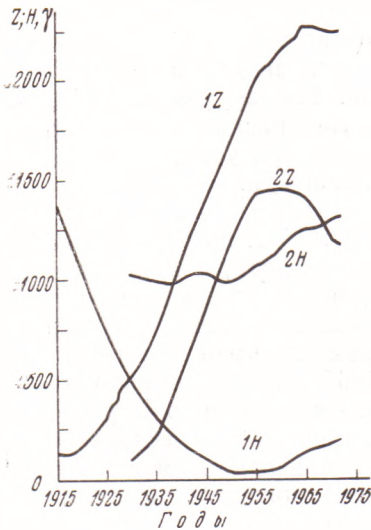


Рис. 1. Графики вертикальной ( $Z$ ) и горизонтальной ( $H$ ) составляющих геомагнитного поля для обсерватории «Свердловск» (1) и «Иркутск» (2). Все кривые построены в одном масштабе при отсчете от условного уровня

В качестве примера приведем сравнение съемок 1955 г. и 1969 г., проведенных на Среднем Урале по густой сети наблюдений  $20 \times 10 \text{ м}^2$  соответственно магнитометрами М-2 и М-23. Величина аномалии создаваемой залежью магнетита,  $Z_{ан} = 3 \cdot 10^3 \gamma$ . Пренебрежем остаточной намагниченностью, т. е. будем считать аномалию обусловленной только индуцированной намагниченностью. Взяв по графику (рис. 1) приращение поля  $\Delta Z = 295 \gamma$ , принимая  $Z_n = 52 \cdot 10^3 \gamma$ , находим по (2)

$\Delta Z_{ан} = 17 \gamma$ . Практически сравнивались значения полей в точках пересечения изодинам съемки 1955 г. с профилями съемки 1969 г.

Полученные значения (табл. 2), несмотря на незначительность эффекта и предварительность интерпретации, указывают на рост вертикальной составляющей аномального поля, т. е. определяет рудную природу аномалии.

3. В настоящее время Ирано-Каспийский центр векового хода разрушается. На рис. 1 это отражается достижением максимумов  $Z$ , сперва — на востоке, затем — на западе. Однако, как это видно по данным обсерватории «Иркутск», начался спад вертикальной компоненты. В перспективе это явление тоже, по-видимому, может быть использовано для классификации магнито-разведочных аномалий, что потребует повторных съемок высокой точности.

Области максимумов  $Z$  и  $T$  благоприятны для изучения аномалий векового хода, вызванных изменением тектонических напряжений и физико-химическими процессами в земной коре. При значительном вековом ходе неизбежно наложение нерегулярных вариаций, вызванных перемен-

Таблица 2

Изодинамы съемки 1955 г., γ	Количество пересечений	Приращение аномального поля, γ
1500	16	$85 \pm 58$
2500	10	$73 \pm 60$
3000	6	$43 \pm 33$

ными магнитными свойствами пород. Местные аномалии векового хода могут достигать единиц гамм.

Институт геофизики  
Уральского научного центра Академии наук СССР  
Свердловск

Поступило  
5 X 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Б. М. Яновский, Земной магнетизм, Л., 1964. <sup>2</sup> Ф. Стейси, Физика Земли, М., 1972. <sup>3</sup> Г. Ф. Абельс, В сборн. Свердловская магнитная и метеорологическая обсерватория, 1836—1936, Свердл. упр. гидрометслужбы, Свердловск, 1936. <sup>4</sup> Р. Г. Абельс, Сборн. Теория и практика магнитометрии, Геофизич. сборн., № 7, Свердловск, 1968. <sup>5</sup> Т. Н. Писов, Геомagnetизм и аэрономия, № 4 (1967). <sup>6</sup> В. Д. Стадулин, Тр. Инст. геофизики Уральск. фил. АН СССР, в. 2, Геофизич. сборн., № 3, Свердловск, 1962. <sup>7</sup> В. В. Копеев, М. И. Лапина, О. М. Распопов, Изв. АН СССР, сер. геофизич., № 9 (1961). <sup>8</sup> Ю. П. Булашевич, Тр. Горно-геологич. инст. Уральск. фил. АН СССР, в. 19, Геофизич. сборн. № 1, Свердловск, 1950.