

УДК 555.0004.9

**А.М. Мухаметшин, В.М. Анисимов**

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА НА ПРИМЕРЕ ПОДЗЕМНОЙ ВЕКТОРНОЙ МАГНИТОРАЗВЕДКИ**

*Представлен краткий анализ, преимущества непрерывных вдоль профиля измерений магнитной восприимчивости и составляющих вектора геомагнитного поля с целью решения геологоразведочных задач. Показано, что дискретные измерения не решают половину из комплекса задач и более чем вдвое проигрывают при решении пространственных определений.*

*Ключевые слова: геоинформационная система, векторная магниторастворка, магнитная восприимчивость, дискретные измерения, непрерывные измерения.*

**К**ак уже неоднократно представлялось автором, геоинформационная система (ГИС), построенная на основе применения метода подземной векторной магниторастворки (ПВМ), имеет, в отличие от общеизвестной ГИС, возможность измерять, обрабатывать и объяснять получаемую информацию о магнитных особенностях и свойствах контролируемого объекта [1—4].

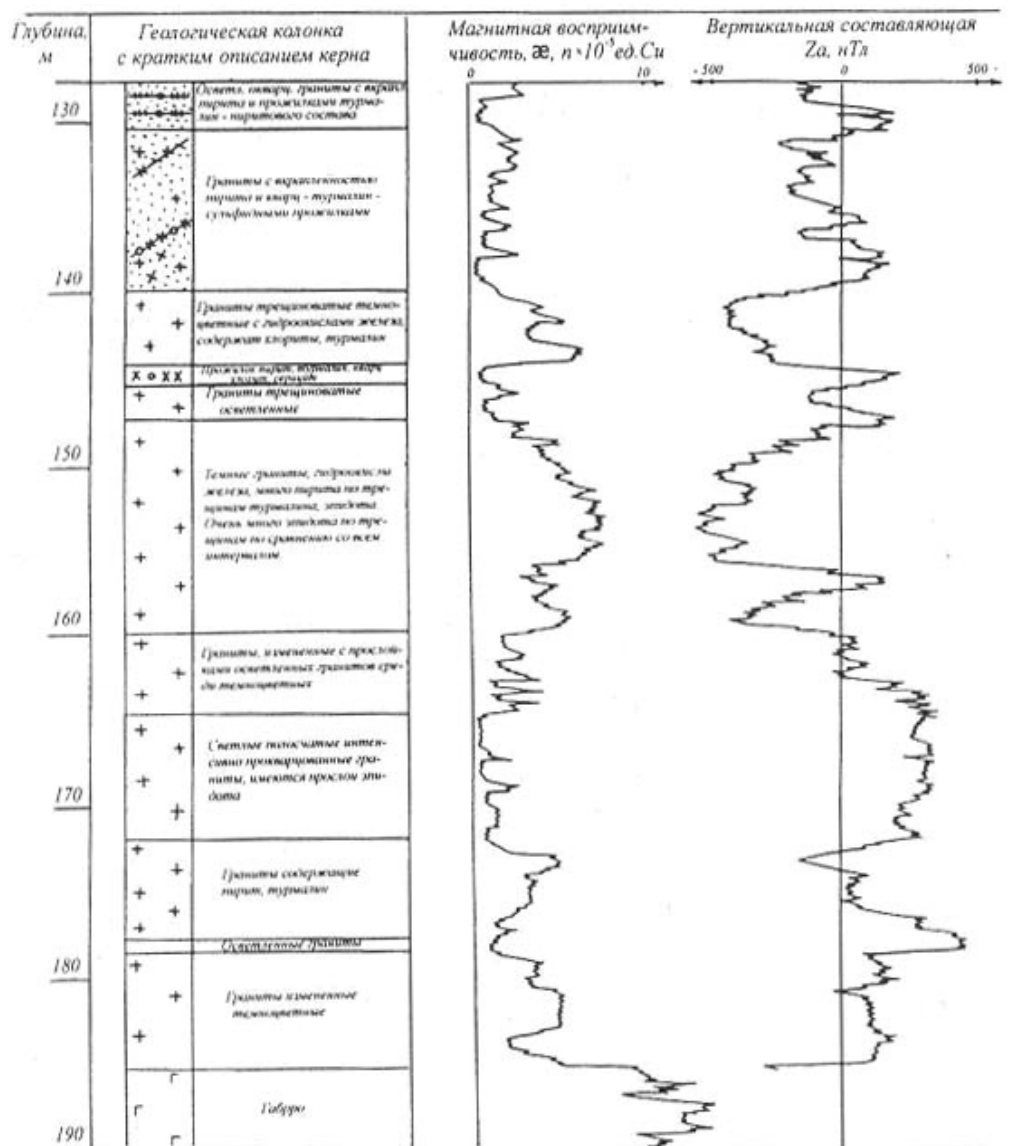
Известно, что в методе ПВМ используется специализированная магниторастворочная аппаратура — комплексный шахтно-скважинный магнитометр КШСМ-38. Этот прибор позволяет регистрировать магнитную восприимчивость и все три компонента вектора геомагнитного поля вдоль линии наблюдения в непрерывном режиме. Отметим при этом, что линия наблюдения может иметь любую ориентацию в пространстве от вертикально восходящего направления вверх до вертикально нисходящего вниз, а также и всех горизонтальных направлений, в том числе и на поверхности земли. В последнем случае можно значительно упростить разработанные методики выполнения измерений и способы интерпретации.

Рассмотрим преимущества непрерывного способа регистрации измеряемых величин.

а) Измерения магнитной восприимчивости горных пород, вскрытых скважинами наземного или подземного бурения. Непрерывно регистрируемая вдоль линии наблюдения и метрологически обеспеченная величина магнитной восприимчивости вскрытых горных пород и руд позволяет решать целый ряд основных задач геологической разведки:

- литологическое расчленение пород;
- корреляция и коррекция разрезов по разным линиям наблюдения и скважинам;
- выделение рудных интервалов и зон в разрезах по скважинам;
- получение исходных данных об истинной величине магнитной восприимчивости пород и руд для интерпретации аномалий по векторным характеристикам геомагнитного поля.

Из многолетнего (более 40) опыта известно, что горные породы и руды весьма резко (более чем на 3-4 порядка) дифференцированы по величине магнитной восприимчивости. На этой основе в разрезе скважин можно автоматически выделять среди



**Рис. 1. Дифференциация гранитной интрузии по данным подземной векторной магниторазведки (Теремкинское месторождение, скв. 823, по А. М. Мухаметшину, 1980)**

вмещающих пород слабо-, сильно- или совсем немагнитные включения. На рис. 1 приведены результаты дифференциации гранитной интрузии по данным ПВМ на одном из золоторудных месторождений. Здесь приведен геологический разрез, уточненный по

данным на кривых магнитной восприимчивости и вертикальной составляющей вектора геомагнитного поля. Уточнение состояло в том, что на всем интервале глубин от 128 до 185 м, отмеченном геологами как интрузия светлых и темноцветных гранитов

по данным ПВМ были выделены несколько интервалов перспективных на промышленное оруденение:

- 128 ÷ 140 м — несколько прожилков турмалин-пиритового состава, окварцованных гранитов с вкрапленностью пиритов и кварц-турмалин-сульфидного состава. Мощность прожилков составляла от первых сантиметров до 0,5 метра;

- 144,2 ÷ 145,4 м — прожилки пирит-турмалин-кварц-серицитового состава;

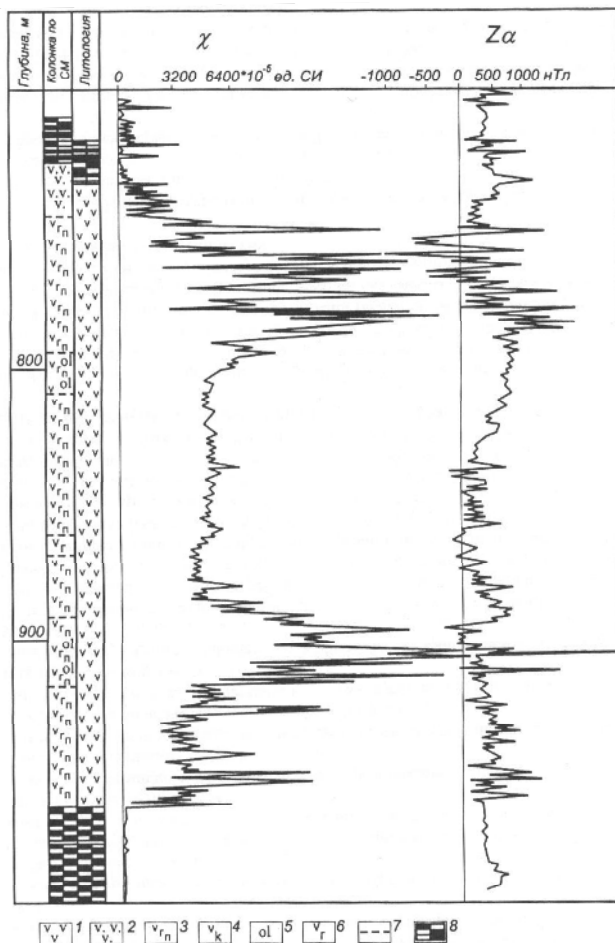
- 164,6 ÷ 171,8 м — среди светлых полосчатых гранитов выделены кварцевые прослойки с включениями эпидота.

Приведенный пример является убедительным доказательством преимущества непрерывной вдоль скважины регистрации измеряемого параметра для решения задачи литологической дифференциации пород и выделения рудных интервалов. Очевидно даже при визуальном анализе данного рисунка, что при шаге измерений в 1 м (именно такой шаг обычно практикуется с цифровыми и иными магнитометрами) решение указанных выше геологических задач не гарантируется. Более того, при ныне разрабатываемом программном обеспечении геоинформационных систем на основе шахтно-скважинных магнитометров, указанные выше интервалы, либо вообще не выделяются, либо выделяются с большими искажениями.

Наиболее высокой эффективностью (из-за стоимости бурения) отличаются непрерывные вдоль оси скважины магнитные измерения при исследовании сверхглубоких и глубоких скважин [3]. На рис. 2 приведены результаты расчленения мощной трапповой интрузии с учетом данных скважинной магнитометрии в скв. ВН-6, Сибирская платформа. На ри-

сунке хорошо выделяется расслоенность данной трапповой интрузии, т. е. сильно выраженная неоднородность по магнитным параметрам.

Отмечается сходство и различие в поведении кривых  $\chi$  (магнитная восприимчивость) и  $Z_a$  (вертикальная компонента). В приконтактных зонах наблюдается увеличение магнитной восприимчивости и вертикальной составляющей поля по абсолютной величине. В этих зонах, особенно в верхней,  $\chi$  достигает  $14000 \cdot 10^{-5}$  ед. Си,  $Z_a$  до  $-5000$  нТл. Такое поведение кривых  $\chi$  и  $Z_a$  свойственно для гломеро-порфировых долеритов. Средняя часть, представленная долеритами офито-коккитовой структуры, по магнитным свойствам однородна. Магнитная восприимчивость имеет величину около  $5000 \cdot 10^{-5}$  ед. Си, величина внутреннего магнитного поля не превышает 500 нТл, кривая  $Z_a$  менее изрезана. Долериты оливиносо-держащие и оливиновые гломеро-порфировые имеют величину магнитной восприимчивости, ненамного превышающую величину  $\chi$  для долеритов офито-коккитовых, и являются как бы переходным звеном от гломеро-порфировых долеритов к долеритам офито-коккитовым. Гломеро-порфировые долериты обладают меньшим значением фактора  $Q_z$ , несколько большими значениями  $\chi$ , чем долериты офито-коккитовой структуры и оливиновые долериты, т. е. породы, составляющие центральные части интрузий, более раскристаллизованные. Как показали исследования Т. Нагаты (Нагата, 1965), Л. Е. Шолпо (Шолпо, 1977), по распределению значений  $Q$  можно устанавливать изменения в составе и структуре пород, связанные с зонами окисления, или иные вторичные изменения, и показано, что чем более крупнозернистым является ферромагнитный материал,



**Рис. 2. Результаты расчленения мощной трапповой интрузии с учетом данных скважинной магнитометрии. Сква. ВН-6 (интервал глубин 743-964 м), Сибирская платформа (по Г. В. Иголкиной, 2002):** 1 — афанитовые долериты и микродолериты; 2 — пойкилитовые и пойкилофитовые долериты; 3 — гломеропорфиновые долериты; 4 — офито-коккитовые троктолитовые долериты до пикритовых; 5 — оливковые разности; 6 — габбро-долериты, ферро-габбродолериты; 7 — границы структурной неоднородности долеритового тела по керну с учетом магнитных характеристик; 8 — роговики

тем ниже его магнитная жесткость и, следовательно, ниже стабильность и меньше сохранность первичной остаточности намагниченности. Возможно, что причина изменения намагниченности долеритов связана не только

с увеличением степени раскристаллизованности пород, но и с внешними условиями существования породы [3].

Установленные для данной интрузии особенности строения, состава и магнитные свойства служили основой для идентификации подобных интрузий, вскрытых скважинами глубокого бурения на площадях, расположенных на расстоянии до 700 км. Как известно, трапповые интрузии залегают субгоризонтально и распространены на больших площадях [3]. При этом очевидна важность непрерывных вдоль скважины магнитных измерений.

б) Измерения составляющих (компонент) вектора геомагнитного поля. Если при измерениях магнитной восприимчивости изучаются непосредственно стенки скважины в слое толщиной порядка нескольких сантиметров, то по измерениям напряженности магнитного поля изучается околоскважинное пространство в радиусе десятков и сотен метров. Расстояния, на которых можно практически зафиксировать аномалии от намагниченных тел, зависят от многих факторов, в том числе и детальности измерений.

Как уже было отмечено выше авторами, в свое время была выполнена разработка аппаратуры КШСМ-38, предназначенной для непрерывных измерений в скважинах и горных выработках с самой различной ориента-

цией в пространстве [4]. При этом была выполнена оценка погрешности определений аномального поля и дальности обнаружения новых, ранее неизвестных магнетитовых рудных тел ([4], стр. 113-116). Было доказано, что такие сильно намагниченные объекты с запасами до 2 млн тонн при непрерывной регистрации всех трех компонент вектора геомагнитного поля могут быть обнаружены не далее 100 м по измерениям вертикальной составляющей, а определить азимут на этот объект и его пространственное положение по измерениям двух горизонтальных составляющих можно только на расстояниях до 70 м. Если же запасы магнетитов достигают 5 млн тонн, то такой объект может быть обнаружен на рас-

стоянии около 200 м, а его пространственное положение и азимут на него определится уже на 150 м.

Что же касается дискретных, то есть измерений через определенный интервал (обычно через 1 м и более), то совершенно очевидно, что все показатели ухудшаются в разы. Следовательно, эффективность таких исследований снижается не менее чем на порядок. Отсюда следует сделать следующий вывод — для геоинформационной системы необходима аппаратура позволяющая выполнять непрерывные вдоль профиля измерения и только в этом случае можно применить соответствующее программное обеспечение в соответствующих геоинформационных системах.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Muhametshin A.M.* Geoinformation system in method of miner geology — underground vector magnetometric / Internat. Conf. «GIS in Geology», 13-15 November, 2002, M., 85-86.
2. *Мухаметшин А.М.* Горная геофизика — эффективная геологоразведочная технология на действующих горнодобывающих предприятиях / Ж. Геофизика. — 2003. — № 2, С. 59—63.
3. *Иголкина Г.В.* Скважинная магнитометрия при исследовании сверхглубоких и глубоких скважин. — Екатеринбург: УрО РАН, 2002. — 215 с.
4. *Мухаметшин А.М.* Подземная векторная магнитометрия в рудничной геологии. — Екатеринбург: УрО РАН, 1997. — 214 с. **ИЛАС**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Мухаметшин А.М.* — доктор геолого-минеральных наук, главный научный сотрудник, Горный институт УрО РАН;  
*Анисимов В.М.* — кандидат технических наук, начальник отдела ООО «СТК».



---

#### ПРОГРАММНЫЕ ДОЗУНГИ, СПОСОБНЫЕ ОБЪЕДИНИТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ИНТЕЛЛИГЕНЦИЮ

Инженерное сообщество — последняя реальная сила, способная решить многовековую проблему комфортного жилья для всех слоев россиян.