



Уральское отделение Российской академии наук
ИНСТИТУТ ГЕОФИЗИКИ
имени Ю.П. Булашевича
г. Екатеринбург

**Подтверждение методики интерпретации
боковых аномалий скважинной магнитометрии
при помощи моделирования в лабораторных
условиях**

м.н.с. Лаборатории скважинной геофизики:
Дорогань Ульяна Васильевна

Задачи скважинной магнитометрии

- Скважинная магнитометрия является одним из наиболее эффективных методов при поисках и разведке месторождений, связанных с магнитной минерализацией.
- Преимущество метода заключается в том, что горные породы изучаются в естественном залегании. По измерениям магнитного поля исследуется околоскважинное пространство в радиусе десятков и даже сотен метров.
- Скважинная магнитометрия используется для решения широкого круга геологических задач, к числу которых относятся поиски магнитных рудных тел в околоскважинном пространстве, определение элементов залегания, формы и размеров намагниченных рудных тел и их оконтуривание при подсчёте запасов, расшифровка природы магнитных аномалий.

Скважинная магнитометрия, как и наземная магниторазведка, является методом изучения аномалий земного магнитного поля и выявления их связей с локальными намагниченными объектами и базируется на тех же теоретических принципах.

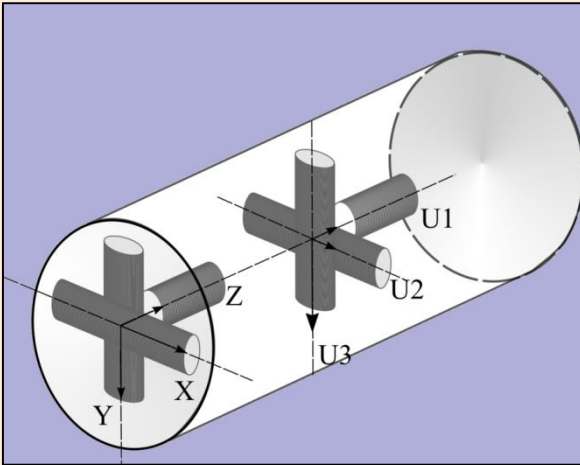
Однако существуют значительные различия, которые на практике усложняют решение данного вопроса:

- В скважинной магнитометрии аномальный объект относительно профиля расположен произвольно.
- В скважинной магнитометрии к услугам наблюдателя всего только один профиль наблюдения (одна скважина), причем часто он даже не дает выхода в нормальное магнитное поле, знание которого необходимо для большей части методов интерпретации в полевой магниторазведке.
- При скважинных наблюдениях возможны измерения внутри намагниченных тел.
- Аномалии Z-составляющей в скважинной магнитометрии имеют "обратный" вид по сравнению с наземными. При этом по одной лишь аномалии Z-составляющей невозможно установить, с какой стороны от скважины находится аномальный объект.

Из перечисленных различий и вытекает необходимость трёхкомпонентных измерений в скважинах и разработка специфических приемов их интерпретации.

Целью проведения данной работы послужило намерение убедиться в достоверности методики интерпретации скважинной магнитометрии, в случае аномалий, обусловленных телами, расположенными в стороне от скважины.

Аппаратура



Скважинная магнитометрия основана на изучении элементов геомагнитного поля, а также определении магнитной восприимчивости горных пород. Для проведения исследований использовался цифровой скважинный магнитометр-инклинометр МИ-3803М, разработанный в лаборатории скважинной геофизики Института геофизики УрО РАН на базе феррозондов с использованием акселерометров, жёстко закреплённых в корпусе скважинного снаряда. Прибор позволяет проводить непрерывные измерения трех составляющих вектора геомагнитного поля, величины магнитной восприимчивости горных пород, вскрытых скважиной, магнитного азимута и зенитного угла скважины.

Зенитный угол

$$\varphi = \arctg \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1};$$

Составляющие
геомагнитного поля

Магнитный
азимут

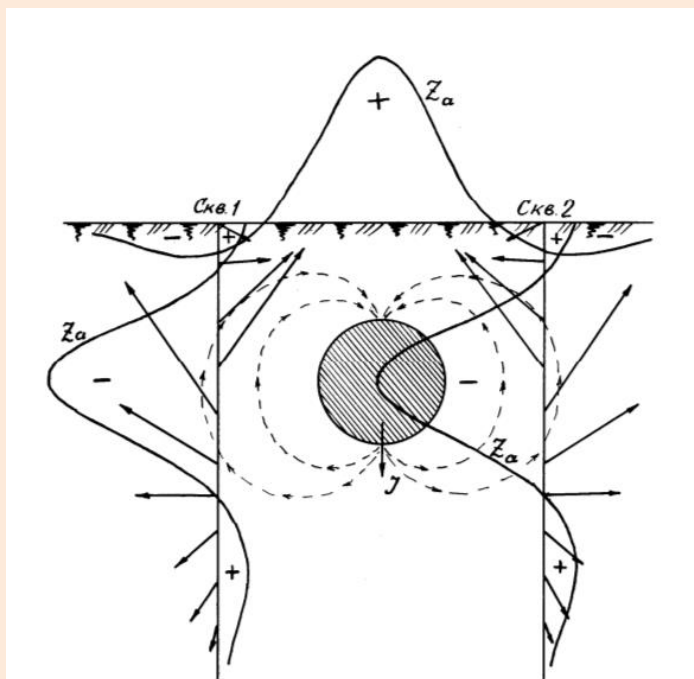
$$A = \arctg \frac{H_x}{H_y}.$$

Апсидальный
угол

$$\alpha = \arctg \frac{U_2}{U_3};$$

$$\begin{aligned} Z &= -X_{\text{и}} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \varphi - Y_{\text{и}} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi + Z_{\text{и}} \cdot \cos \varphi; \\ H_x &= X_{\text{и}} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \varphi + Y_{\text{и}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi + Z_{\text{и}} \cdot \sin \varphi; \\ H_y &= -X_{\text{и}} \cdot \sin \alpha + Y_{\text{и}} \cdot \cos \alpha. \end{aligned}$$

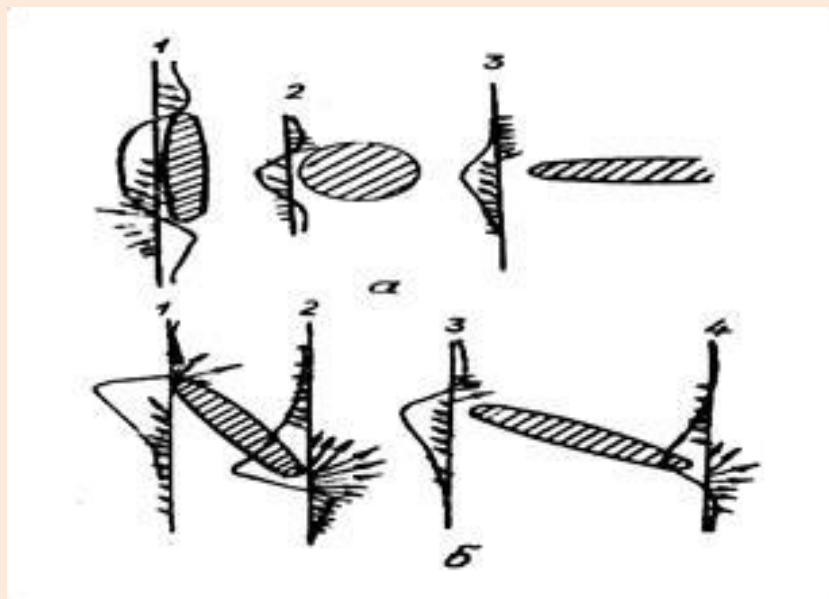
Методика интерпретации боковых аномалий



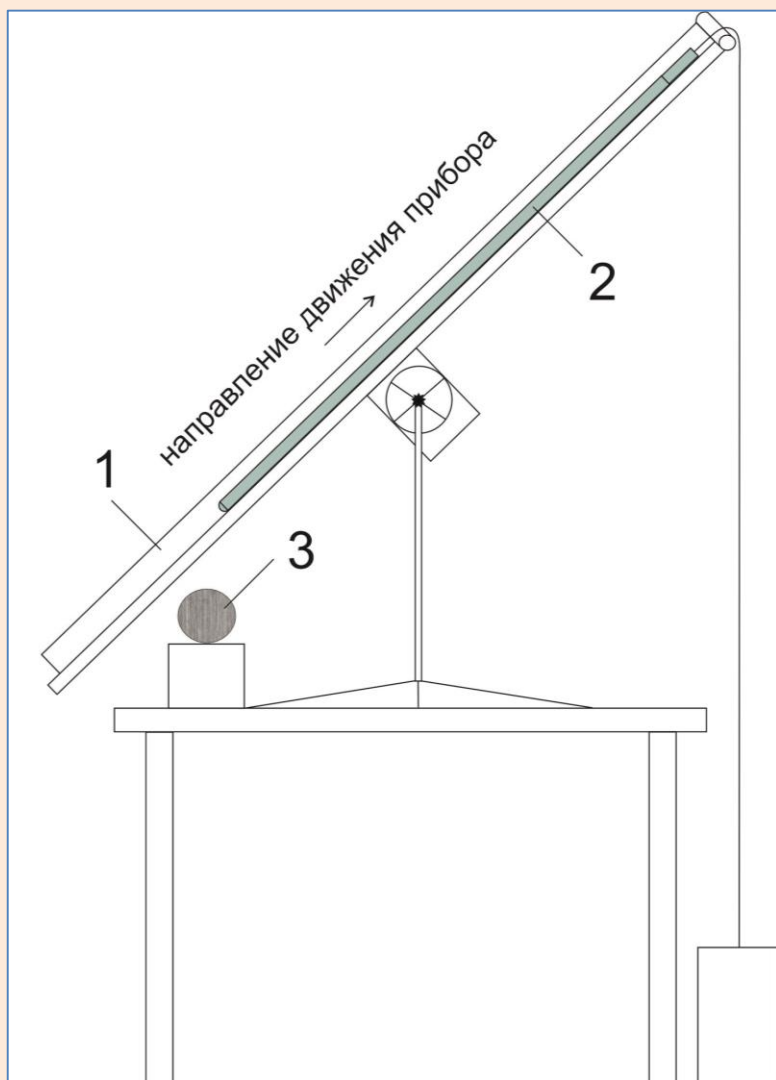
Если за основу классификации принять положение намагниченного тела относительно буровой скважины, то аномалии поля могут быть разделены на: боковые, призабойные, аномалии полного или частичного пересечения и сложные.

Присутствие магнитного объекта в стороне от скважины может быть установлено по наличию в скважине характерной боковой аномалии магнитного поля при условии, что эта аномалия не объясняется магнитной восприимчивостью подсеченных скважиной руд и пород. Существует два основных типа боковых аномалий: симметричные и асимметричные.

При интерпретации боковых аномалий, прежде всего, определяется: с какой стороны от скважины находится рудное тело, вызывающее аномалию. В разрезе тело расположено с той стороны от скважины, откуда расходится нижний веер и куда сходится верхний веер векторов T_a . Симметричные боковые аномалии могут быть вызваны вертикальными или горизонтальными телами; на это указывает характер аномалий. Асимметричные аномалии вызываются наклонными или косо намагниченными телами. По характеру аномалии Z_a можно определить: верхней или нижней кромкой тело подходит к скважине. Если крутая ветвь аномалии Z_a с глубокой положительной областью находится сверху, то тело подходит к скважине кромкой. Если же крутая ветвь Z_a с глубокой положительной областью находится снизу, то тело подходит к скважине нижней кромкой



Задачи и методика проведения исследований



В лаборатории скважинной геофизики Института геофизики УрО РАН была сконструирована установка, представленная на слайде, с помощью которой были воссозданы перемещения трёхкомпонентного скважинного магнитометра-инклинометра МИ-3803М по линии наблюдения, в стороне от которой был локализован магнитовозмущающий объект. В ходе опытов пространственное положение данного объекта изменялось, для того чтобы проследить как изменяется форма и знак компонент магнитного поля в зависимости от направления намагниченности J объекта.

Азимут сконструированной установки составил 314° , угол наклона 44° , объект изометричной формы располагался на северо-востоке от модели скважины.

Установка для моделирования магнитных аномалий

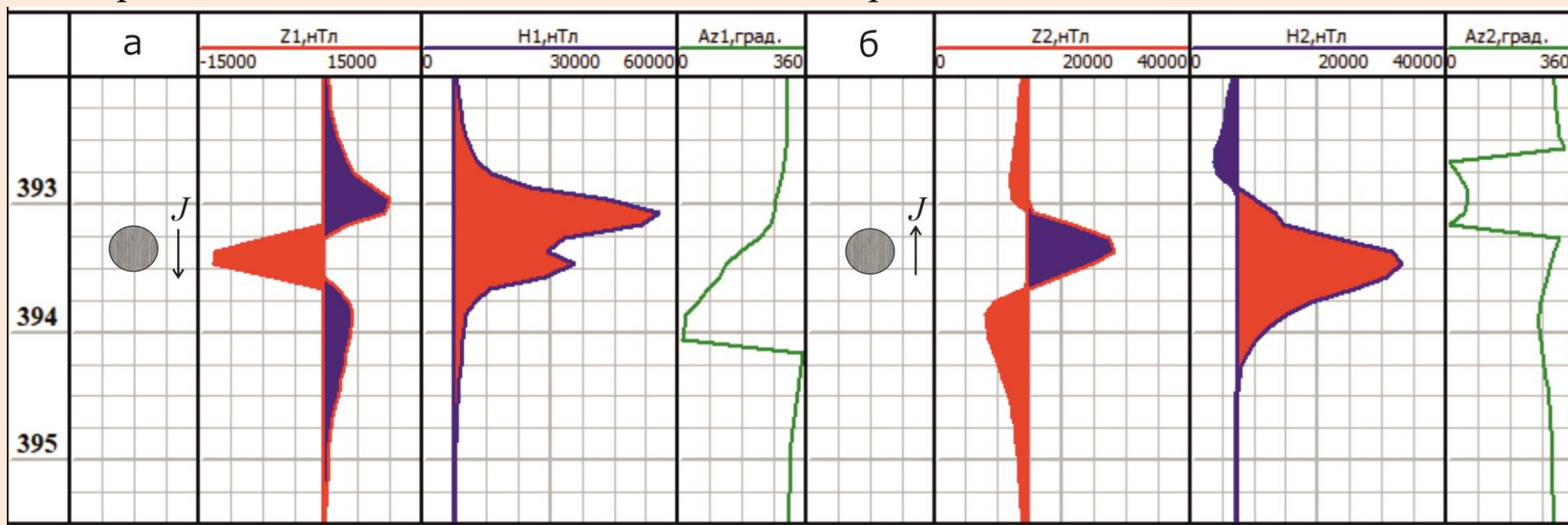
1 – жёлоб, по которому двигался прибор; 2 – магнитометр МИ-3803М; 3 – магнитовозмущающий объект

Результаты исследований

Боковые аномалии, полученные путем моделирования в лабораторных условиях, намагниченность вертикальная

Прямая намагниченность

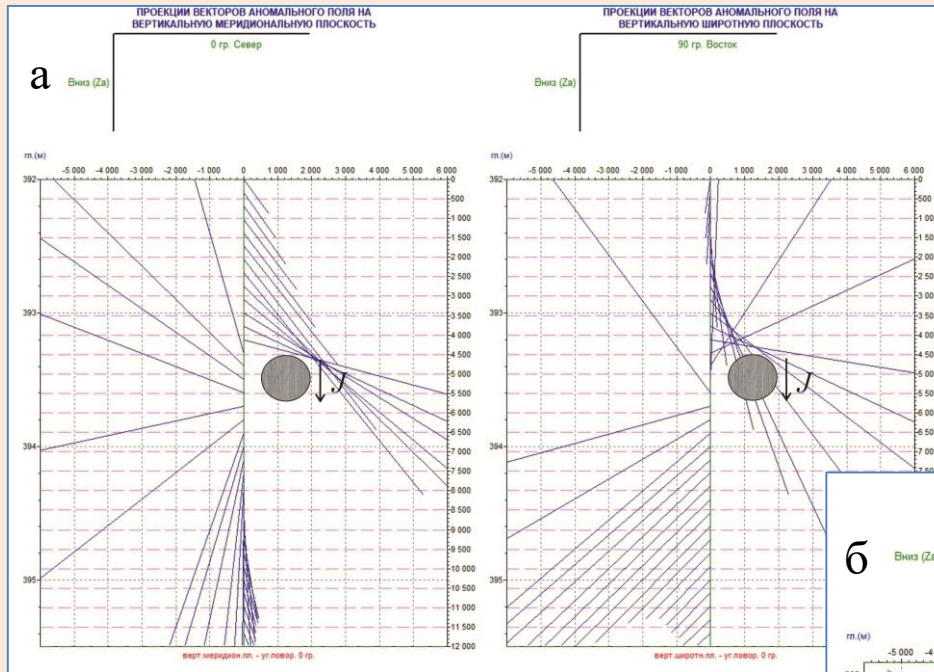
Обратная намагниченность



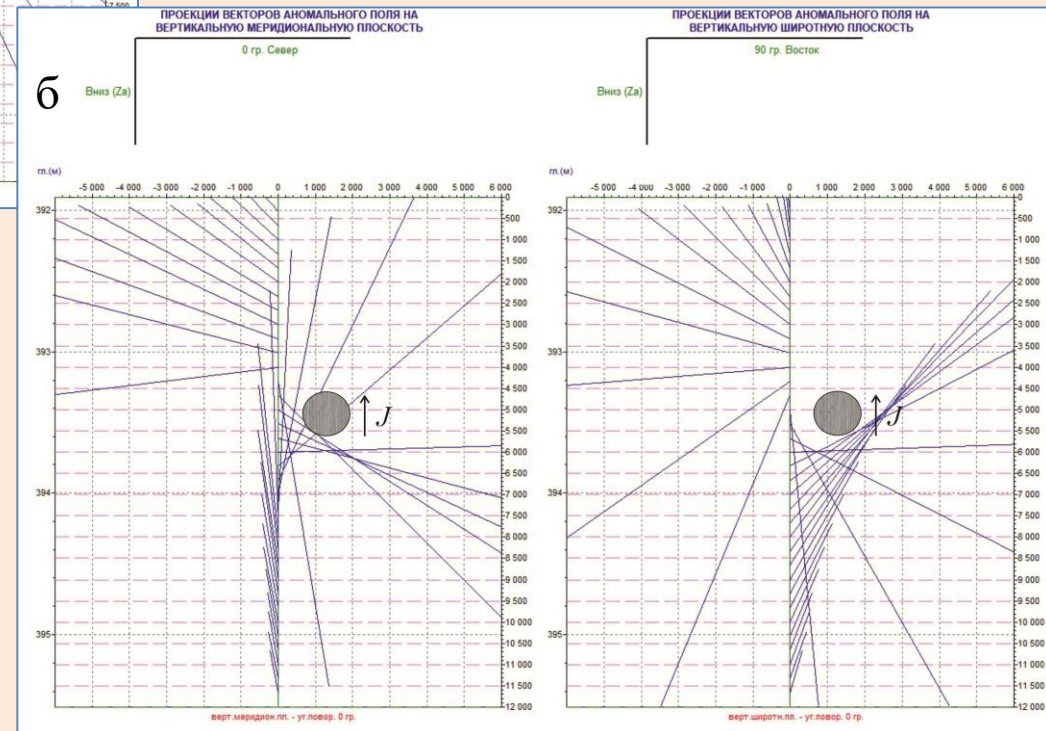
$Z_a \approx -26000$ нТл
 $H_a \approx 48000$ нТл
 $Az_a \approx 314^\circ$

$Z_a \approx 13300$ нТл
 $H_a \approx 26000$ нТл
 $Az_a \approx 254^\circ$

Проекции векторов аномального поля



намагниченность J - вертикальная
прямая



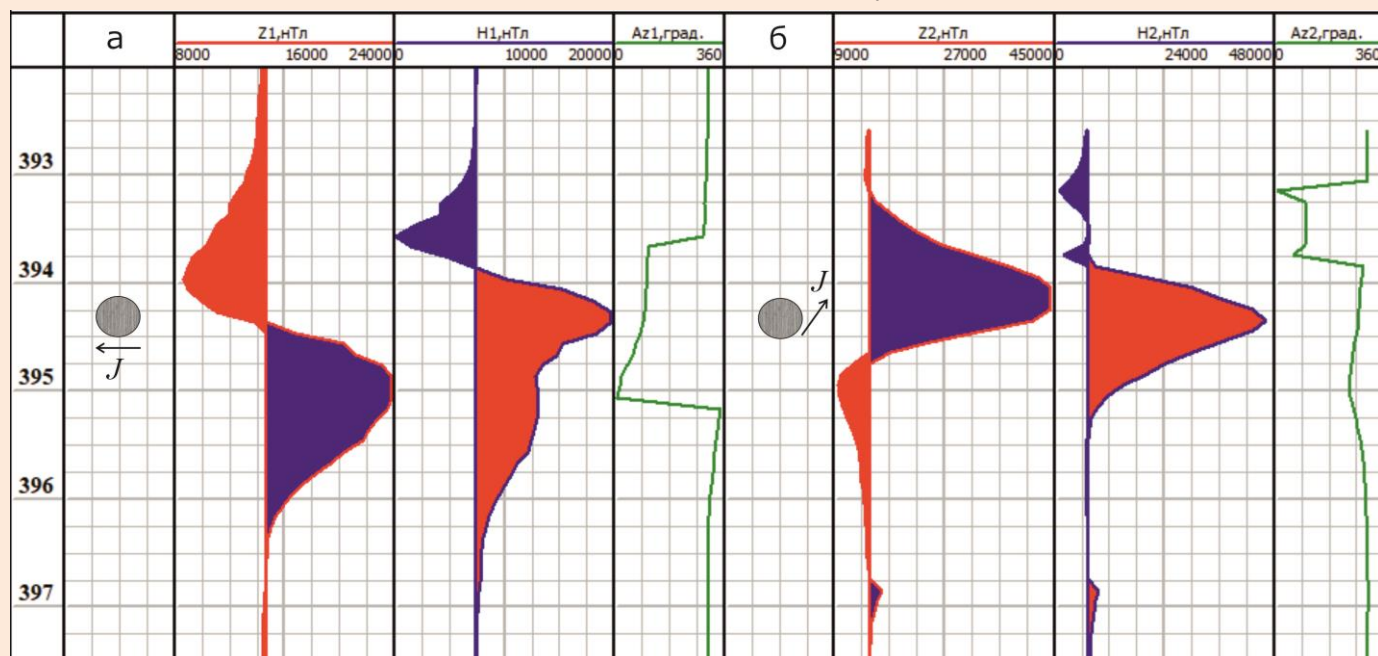
намагниченность J - вертикальная обратная

Результаты исследований

Боковые аномалии, полученные путем моделирования в лабораторных условиях, намагниченность

Под углом 90° к оси скважины

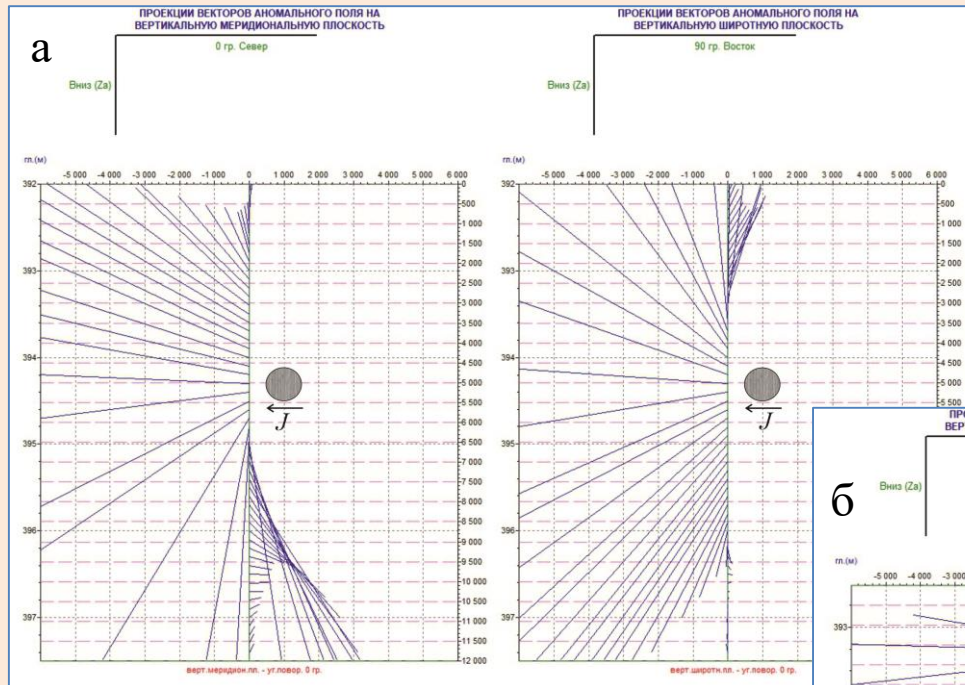
Под углом 46° к оси скважины



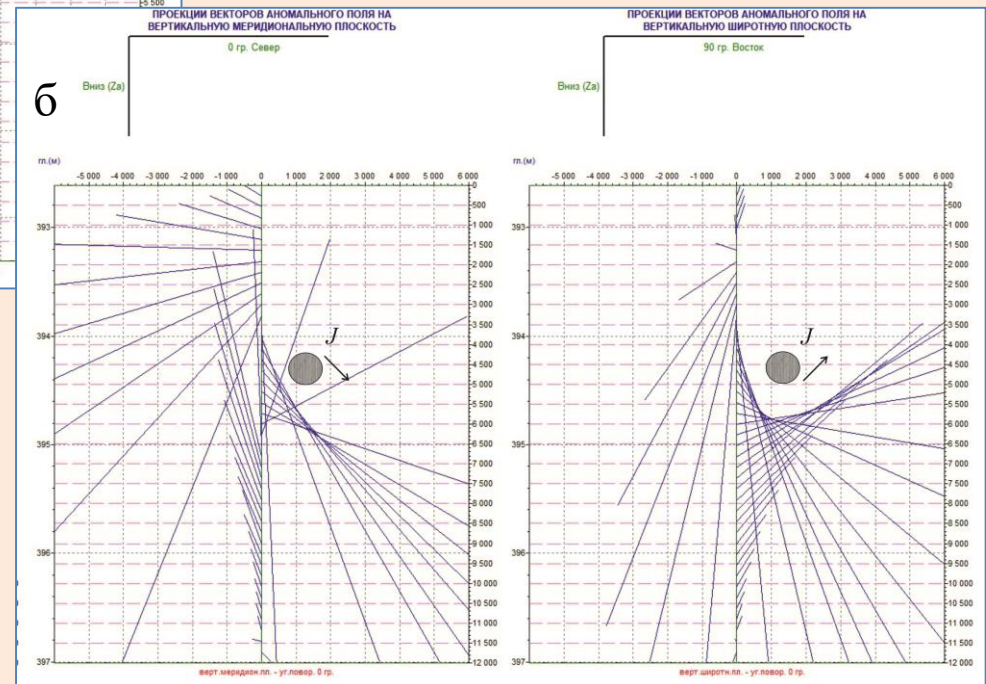
$Z_a \approx$ от -6700 до 9300 нТл
 $H_a \approx$ от -7400 до 12600 нТл
 $Az_a \approx 224^\circ$

$Z_a \approx 30000$ нТл
 $H_a \approx 35000$ нТл
 $Az_a \approx 224^\circ$

Проекции векторов аномального поля

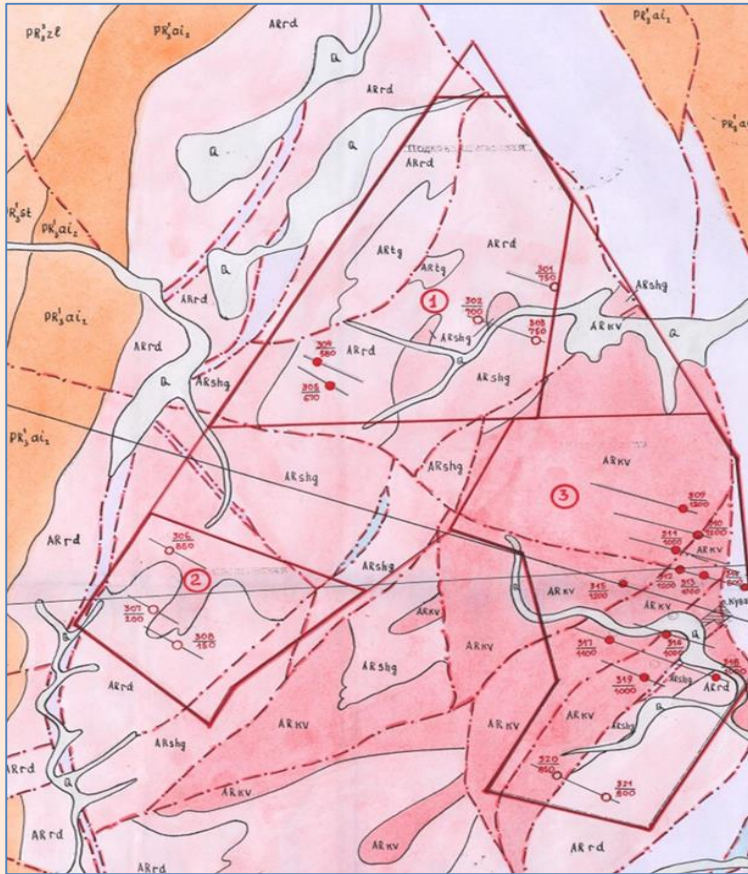


намагниченность J - под углом 90° к оси скважины



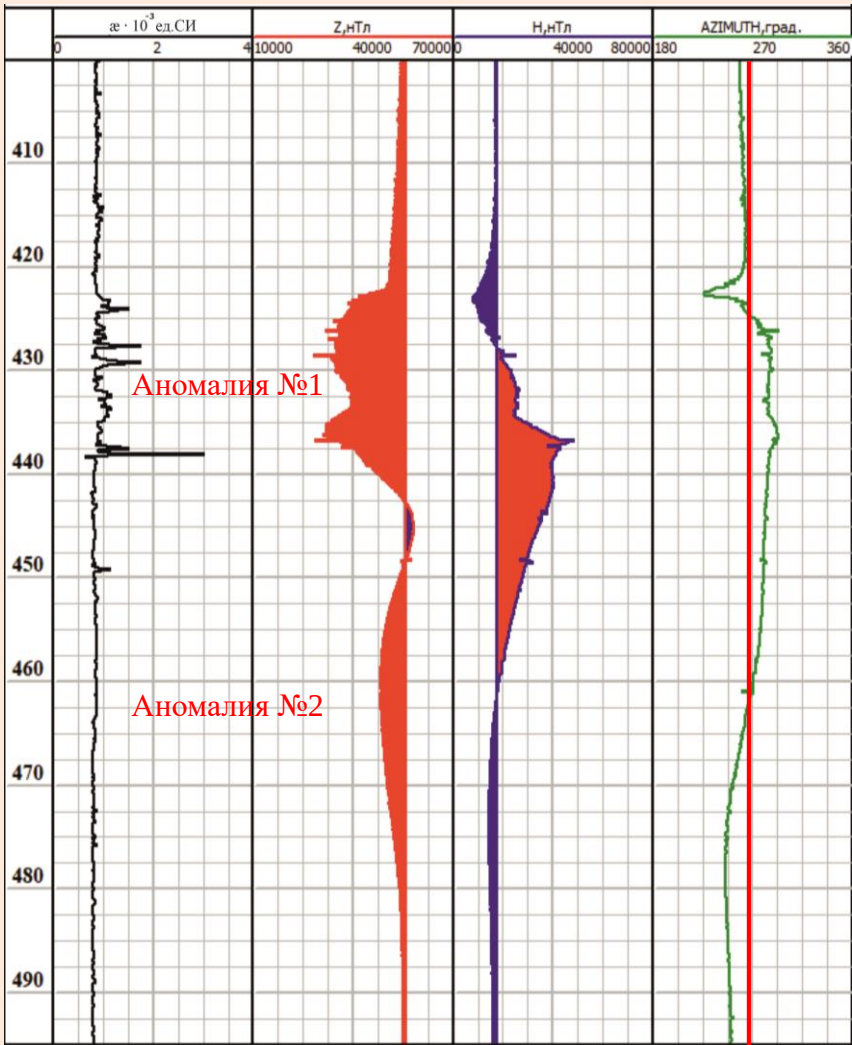
намагниченность J - под углом 46° к оси скважины

Применимость методики интерпретации на примере реальных скважин

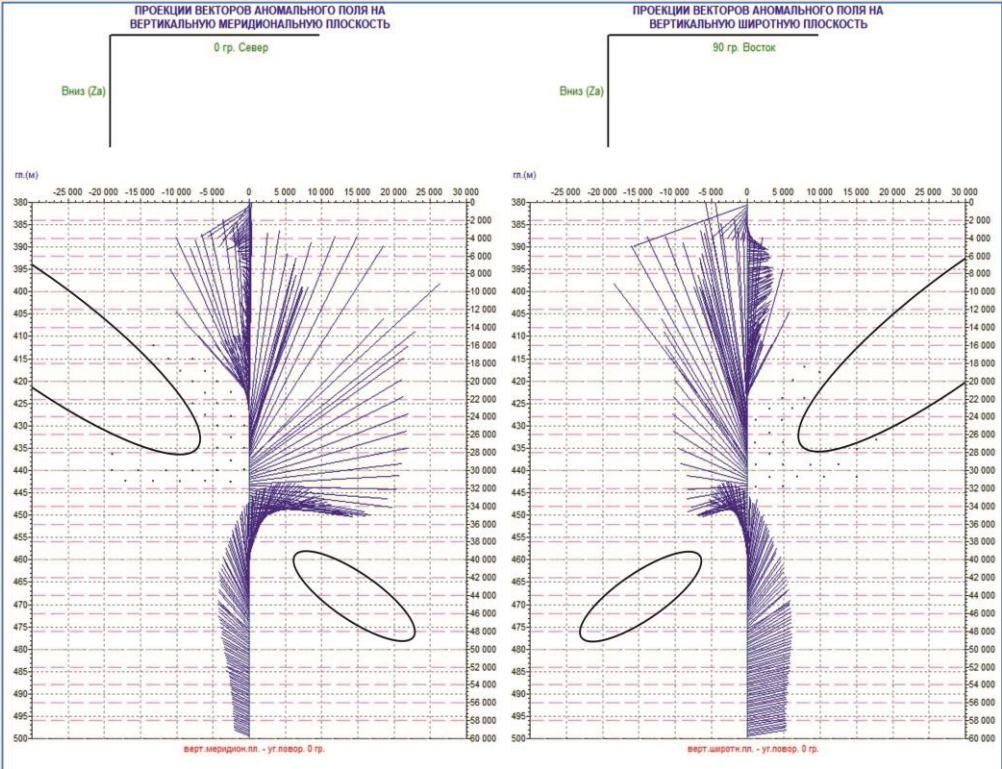


Проявления Куватал Северо-Тараташского участка расположено в Челябинской области, локализовано в породах, представленных комплексом глубоко метаморфизованных пород: гнейсов и мигматитов, пироксен-плагиоклазовых кристаллических сланцев, магнетитовых кварцитов. Магнитные свойства пород изменяются в соответствии с увеличением в них среднего содержания магнетита, обусловленного увеличением степени метаморфизма и увеличением основности магматических пород.

Результаты скважинной магнитометрии в скважине №1 на месторождении Куватал



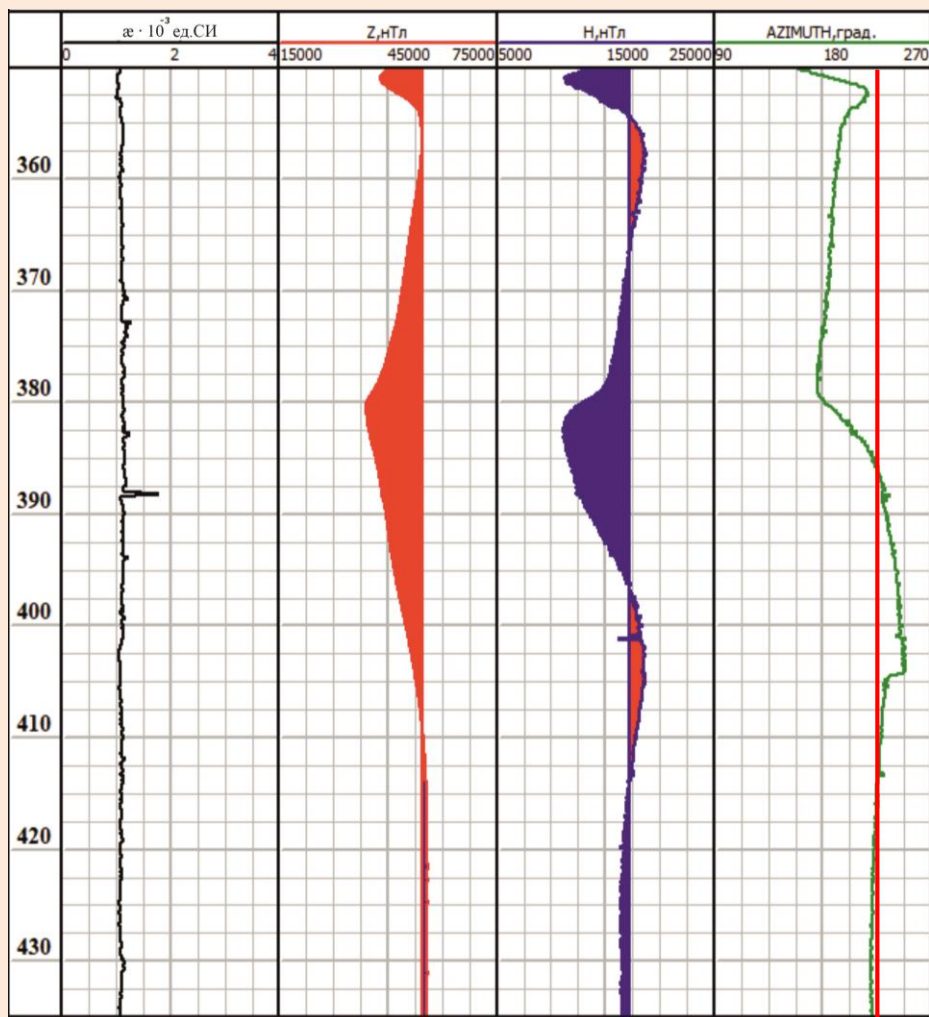
Проекция векторов аномального поля по скважине №1 на месторождении Куватал



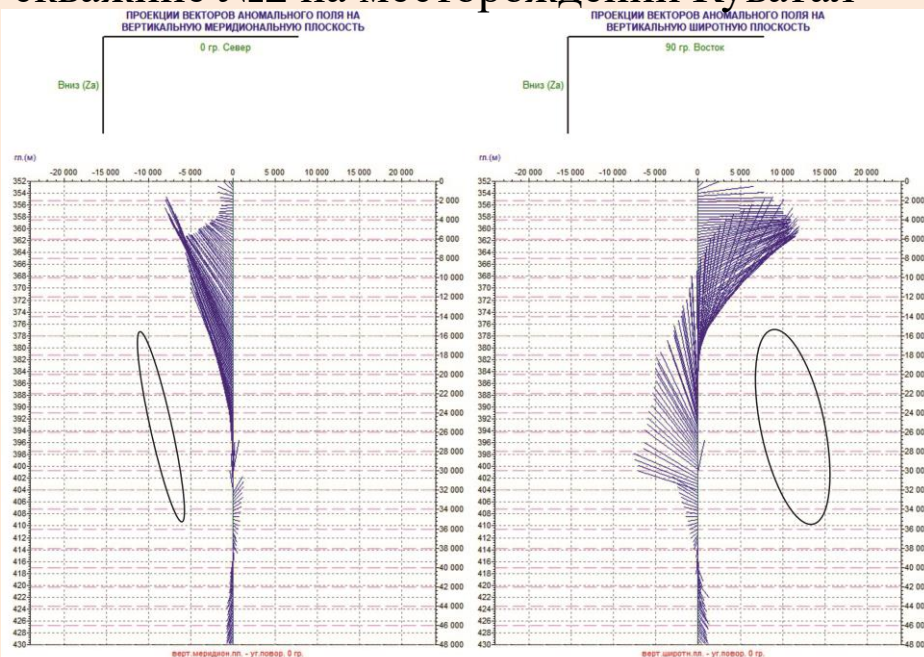
$Z_{a1} \approx -23000 \text{ нТл}$
 $H_{a1} \approx \text{от } -7000 \text{ до } 22\,000 \text{ нТл}$
 $Az_{a1} \approx \text{от } -45^\circ \text{ до } 15^\circ$

$Z_{a2} \approx -9000 \text{ нТл}$
 $H_{a2} \approx \text{от } -2200 \text{ до } 7700 \text{ нТл}$
 $Az_{a2} \approx \text{от } 10^\circ \text{ до } -20^\circ$

Результаты скважинной магнитометрии в скважине №2 на месторождении Куватал



Проекция векторов аномального поля по скважине №2 на месторождении Куватал



$Z_a \approx -14800 \text{ нТл}$
 $H_a \approx \text{от } -6000 \text{ до } 1500 \text{ нТл}$
 $Az_a \approx \text{от } -46^\circ \text{ до } 22^\circ$

Заключение

Вне зависимости от того, какую конфигурацию и какое направление намагниченности имеет тело, можно достоверно определить его местоположение относительно скважины при помощи интерпретации кривых компонент скважинной магнитометрии и построенных по этим данным векторов магнитного поля.

Спасибо за внимание!

Контакты:

Эл.почта: viryasova.u@mail.ru