

Разделение индукционной и поляризационной компонент сигнала в методе индукционной томографии при исследовании рудных залежей

М.В. Абрамов (АО «ЕМ-Разведка»), А.А. Белая (АО «ЕМ-Разведка»), А.В. Куклин (АО «ЕМ-Разведка»), Г.М. Тригубович (АО «ЕМ-Разведка»), А.В. Чернышев (АО «ЕМ-Разведка»)

Введение

Как известно, при пропускании электрического тока в среде проявляются эффекты, которые обусловлены несколькими электромагнитными явлениями. При этом выделяется электромагнитная индукция, определяемая теорией Максвелла, и эффекты вызванной поляризации (ВП), обусловленные электрокинетическими и электрохимическими процессами в среде под воздействием электромагнитного поля [1-3].

Проявление ВП в сигналах при зондировании становлением (ЗС) приводит к необходимости учитывать его для получения более качественного прогноза. В частности, в известном методе индукционной томографии (ИТ) [4], используемом в том числе для электромагнитного исследования и локализации рудных залежей, разделение индукционной и поляризационной компонент сигнала позволяет получать дополнительную информацию о электрофизических параметрах целевого объекта.

Теория метода

Ранее было показано, что томографический подход в классическом варианте может быть применим в электроразведке становлением поля [4]. При этом одной из основных целей геотомографии является кардинальное улучшение наглядности изображения целевых объектов.

В основе метода ИТ лежит так называемая мультиракурсная система наблюдений, с помощью которой объект исследования изучается с разных сторон при высокой плотности сети наблюдений.

В профильных системах наблюдений, часто используемых при решении рудных задач, мультиракурсность достигается путем увеличения частоты расстановки индукторов при сохранении количества пунктов наблюдения, регистрирующих вторичное поле от каждого индуктора.

На рисунке 1 показан пример увеличения плотности наблюдений на основе индуктора с одним центральным пунктом наблюдения (разнос 0м) и тремя выносными пунктами (± 50 м, ± 100 м, ± 150 м), с каждой стороны от индуктора по направлению профиля измерений:

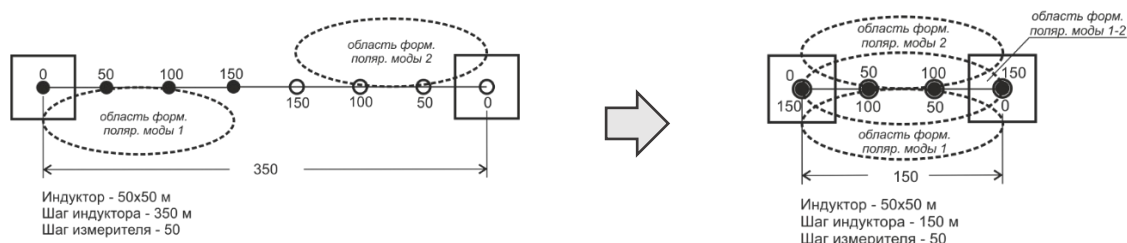


Рисунок 1. Стандартная система профильных измерений методом ЗС (слева) и система со 100% перекрытием пунктов наблюдения от соседних петель (справа)

Таким образом, на профиле в каждой точке измерения есть два сигнала, от двух соседних индукторов, если эта точка не совпадает с центром индуктора, и три сигнала (от трех соседних индукторов) если совпадает с центром индуктора. Т.е. возникает эффект «измерений с нескольких ракурсов», ассоциированных с одной точкой на профиле.

Более того, кроме эффекта «многорукурности», система наблюдений высокой плотности обеспечивает наличие нескольких сигналов в одной точке от пространственно разнесенных индукторов, что позволяет также разделять индукционную и поляризационную компоненты, аддитивно присутствующие в измеряемом сигнале [2].

Если рассматривать систему наблюдений, показанную на рисунке 1, то, как известно из теории, в ближней зоне поляризация больше проявляется при измерении в центре индуктора (разнос 0м) и менее всего влияет на сигнал на самом дальнем разноре ($\pm 150\text{м}$). Этим фактом можно воспользоваться при интерпретации практических данных.

Принципиально варианты разделения индукционной и поляризационной составляющей в случае использования системы с высокой плотностью наблюдений выглядят следующим образом.

Первый вариант – выполнить восстановление распределения сопротивления по глубине по самому дальнему разнору ($\pm 150\text{м}$), а затем ассоциируя полученную среду с центрами соседних индукторов и зафиксировав сопротивления восстановить параметры поляризации, контролируя отклонения теоретического сигнала от измеренного на меньших разносах ($\pm 50\text{м}$, $\pm 100\text{м}$).

Второй вариант – в каждой точке измерения взять сигналы от разных индукторов на временных интервалах, на которых ВП составляющая минимальна, и выполнить восстановление распределения сопротивления. Затем при зафиксированном распределении сопротивления восстановить параметры поляризации по всем временам сигнала.

Результаты

Методом индукционной томографии были выполнены электроразведочные работы с целью картирования зон возможного оруденения на глубинах до 300м. Обработка данных была проведена с разделением индукционной и поляризационной компонент сигнала (рисунок 2). Признаком перспективных зон является аномалия одновременно по параметру проводимости и параметру поляризации.

Пересечение областей повышенной суммарной продольной проводимости в интервале глубин 50-300м (рисунок 2, б) с областями повышенного параметра ВП (рисунок 2, а) указывает на вероятные зоны оруденения.

Выводы

Метод индукционной томографии в рудной электроразведке благодаря эффекту мультиракурсных наблюдений высокой плотности и возможности отдельного изучения протекающих в среде индукционных процессов и процессов вызванной поляризации позволяет кардинально повысить качество локализации целевого рудного объекта, обладающего как правило аномалией не только по проводимости, но и по параметрам поляризации.

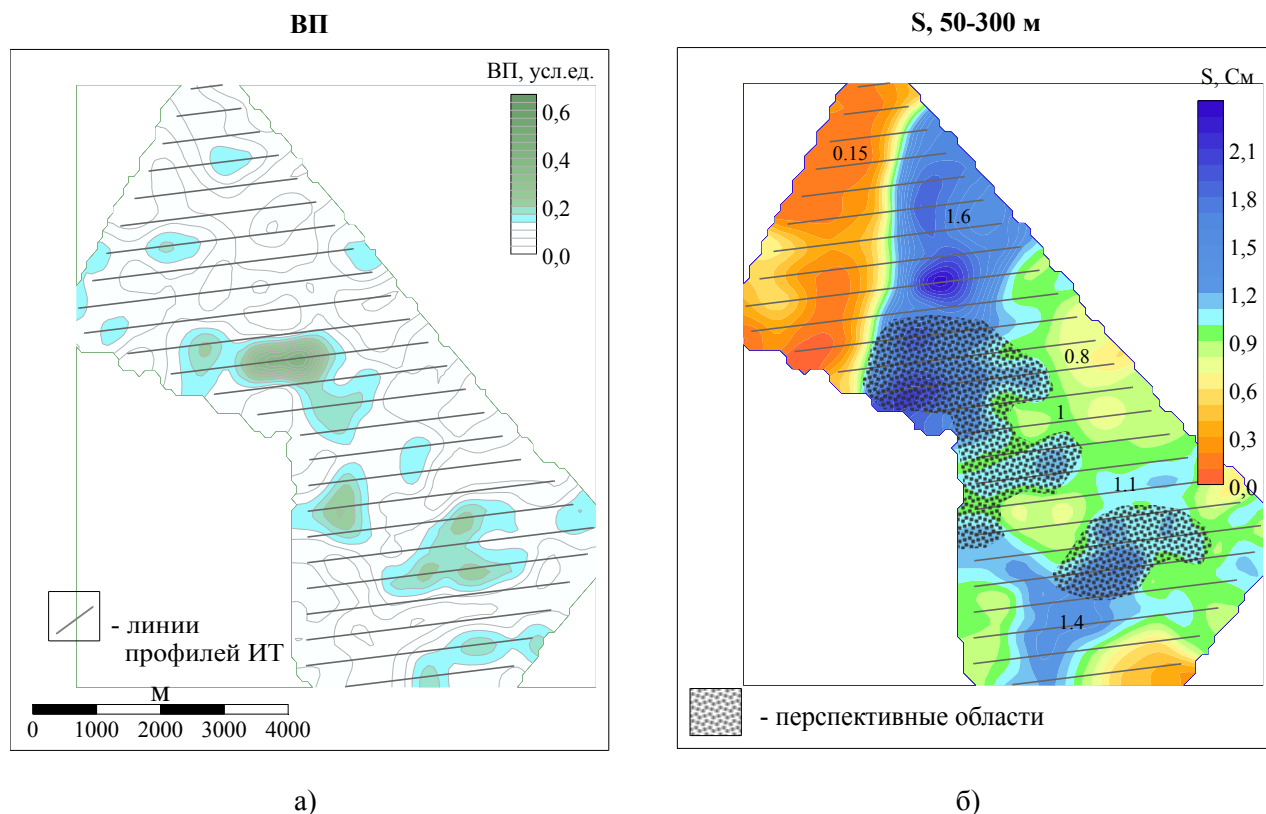


Рисунок 2. Сопоставление восстановленных параметров поляризации (а) и суммарной продольной проводимости (б) на площади работ, выделение областей, перспективных на возможное присутствие рудной залежи

Библиография / References

1. Светов, Б.С. Основы геоэлектрики. / Б.С. Светов.— М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 656 с.
 2. Каменецкий Ф.М. Три лекции о вызванной поляризации геологической среды/ Ф.М. Каменецкий, Г.М. Тригубович, А.В. Чернышев — Мюнхен: Вера Фарлаг, 2014. — 58 с.
 3. Тригубович, Г.М. Феноменология вызванной поляризации / Г.М. Тригубович, Ф.М. Каменецкий // Геофизика, 2013. — № 1. — С. 80—83.
 4. Тригубович, Г.М. Индукционная томография в электроразведке / Г.М. Тригубович, В.В. Филатов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2023. №4а, С.53-62,
1. Svetov, B.S. Osnovy geoelektriki. / B.S. Svetov.— M.: Izdatelstvo LKI, 2008. — 656 s.
 2. Kamenetsky F.M. Three lectures about induced polarization of geologic medium / F.M. Kamenetsky, G.M. Trigubovich, A.V. Chernyshev — Munich: Vera Farlag, 2014. — 58 p.
 3. Trigubovich, G.M. Phenomenology of induced polarization / G.M. Trigubovich, F.M. Kamenetsky // Geophysics, 2013. — № 1. — P. 80—83.
 4. Trigubovich G.M. Induction tomography in geoelectrical surveying / G.M. Trigubovich, V.V. Filatov // Geology and mineral resources of Siberia, 2023. №4a, P.53-62,