

Некоторые результаты полевых испытаний метода вызванной поляризации на основе выделения информации из естественного электромагнитного поля Земли

Потылицын В. С., Кудинов Д. С., Шайдунов Г. Я.,
Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск

В электроразведке полиметаллических руд широкое распространение получил метод вызванной поляризации (ВП), заключающийся в возбуждении геологического разреза импульсным током с помощью заземленной линии и регистрации переходной характеристики электрического поля с перемещающейся вдоль профиля наблюдений приемной линией.

Физической основой метода ВП является заряд границы раздела рудного тела с ионно-проводящей средой. Проходящий через среду поляризующий ток заряжает границу раздела, а на поверхности Земли помощью заземленных электрических диполей регистрируется потенциал разряда.

Однако применение метода ВП в горно-таежной местности осложняется необходимостью использования достаточно мощных источников поляризующего тока порядка 100 - 10000 Вт, раскладки по профилю наблюдений длинной питающей линии (1-3 км), что обуславливает большие трудозатраты и стоимость работ. В [1] описан дифференциальный алгоритм извлечения информации ВП из поля ЕЭМПЗ (естественного электромагнитного поля Земли)

В [2, 3] изложены основы корреляционного метода извлечения информации ВП из естественного электромагнитного поля земли (ВП ЕЭМПЗ), которые позволяют также исключить из работы питающую линию и возбуждающий генератор импульсов тока,

При этом потенциал ВП выделяется путем обработки сигналов теллурического тока Земли в диапазоне частот 0-20 Гц.

Одной из основных проблем выделения потенциала ВП из поля ЕЭМПЗ является нестационарность этого поля по времени, спектру, амплитуды и т. п.

В дифференциальной установке указанная нестационарность нестационарность минимизируется поскольку размер приемных диполей МО, NO существенно меньше длины используемой волны и первичное поляризующее поле теллурического тока на приемных линиях может отличаться только по амплитуде

за счет разброса кажущегося сопротивления георазреза.

Появление в георазрезе рудного тела изменяет спектральный состав ЕЭМПЗ, вносит дополнительный фазовый наблюдаемый сигнал, что в итоге приведет к изменению разности амплитуд шумовых сигналов, снимаемых с приемных электродов.

Остаточная разность амплитуд несет информацию о совместном фазовом сдвиге всех гармоник между сигналами, снимаемыми со смежных диполей МО и ON (Рис. 1).

Ниже приводятся результаты полевых поисковых работ при помощи прибора Шум 6 (Рис. 2) проведенных на железорудном месторождении месторождении "Самсон" в Ширинском районе, респ. Хакассия. Измерения производились с 27 июня по 6 июля и с 23

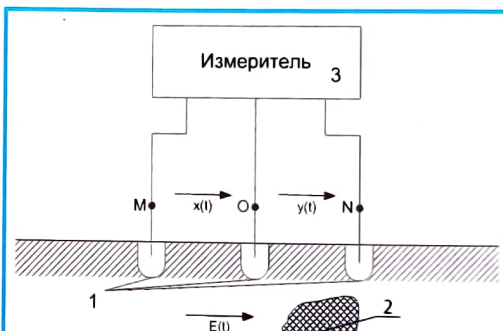


Рис. 1 – Схема поисковой установки (1 – неполяризующиеся электроды, 2 – рудное тело, 3 – измерительный прибор Шум 6, $E(t)$ – поляризующее поле)

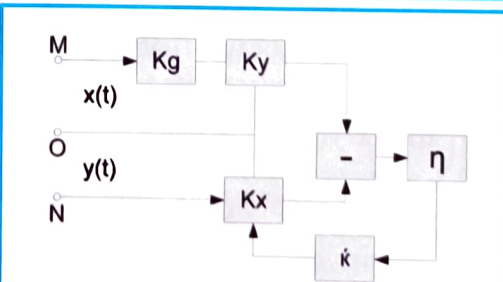


Рис. 2 – Функциональная схема прибора Шум-6; K_y и K_x передаточные характеристики тракта МО и ON, K_g – передаточная характеристика имитатора рудного тела, k – построечный коэффициент. G_p – генератор шумового поля и помех

ЗАЧЕМ НЕФТЯНИКАМ ГЕОФИЗИКА
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

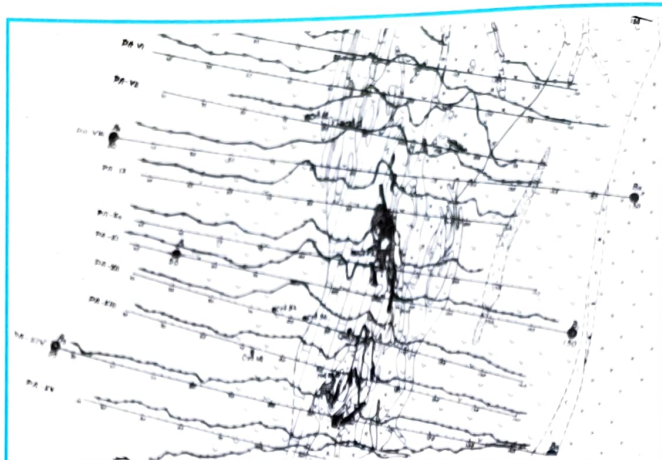


Рис. 3 Общий план разведочных работ, произведенных при помощи аппаратуры КЭП-Енисей

по 26 июля 2012 г.

Для измерения использовалась симметричная трёхэлектродная электрическая линия MON длиной $MO=NO=25$ м, перемещаемая вдоль профиля наблюдений Рис. 1. Информация о ВП содержится в величине относительной дисперсии разности сигналов, полученных с двух смежных приемных линий.

В качестве параметра ВП использовалось соотношение:

$$\eta = \frac{\int_0^T \left(x(t) - k \cdot y(t) \right)^2 dt}{\delta_x^2} = \frac{\delta_{x-y}^2}{\delta_x^2} \quad (1)$$

Где δ_{x-y}^2 - дисперсия разностного сигнала, δ_x^2 - дисперсия сигнала $x(t)$, k - подстраиваемый от микроконтроллера коэффициент компенсации

Заметим, что физической основой алгоритма (1) является появление разности амплитуд сигналов $x(t)$ и $y(t)$ в случае добавления к одному из них фазового сдвига за счет влияния рудного тела на один из каналов. В отсутствии этого фазового сдвига, появляющегося за счет эффекта ВП, разность этих сигналов стремиться к некоторой минимальной величине определяемой фазовой неоднородностью наблюдаемых сигналов [4].

$$\int_0^T \left(x(t) - k \cdot y(t) \right)^2 dt \rightarrow \min \quad (3)$$

Поскольку сигналы поступающие на входа прибора Шум-6 могут иметь разную амплитуду за счет кажущегося сопротивления, то необходимо, что бы выполнялась процедура (3), которая реализуется микроконтроллером прибора автоматически. Для его достижения был реализован алгоритм автоматической оптимизации коэффициента k

на основе метода Пауэлла [5].

На Рис. 3 изображен общий план разведочных профилей и данные наблюдений коэффициента поляризуемости, полученного импульсным методом в режиме однополярных импульсов длительностью 100 мс с паузами 100 мс и временем наблюдения на точке 180 с. Длина питающей линии составляла $AB=1500$ м и измерения снимались прибором КЭП-Енисей. Сплошными линиями

показаны огибающие параметра для различных профилей.

Огибающие параметра зарегистрированные на V, VI, VII, IX разведочных профилей приведены на Рис.4, сверху вниз соответственно. Время измерения на точках наблюдения составляло 60 с.

На Рис. 5 показан геологический разрез по X разведочной линии с данными профилирования импульсным методом ВП и ВПЭМПЗ.

Как видно из графиков метод ВП ЭМПЗ отмечает аномальную зону месторождения повышенным уровнем 65% с уровнем флуктуации 20%, т.е. отношение сигнал/шум равно 3.5 в то время как для импульсного метода это отношение составляло порядка 2. Повышение уровня наблюдаемого параметра для метода ВП ЭМПЗ и более широкая величина аномальной зоны может быть объяснена большей глубиной этого метода, как за счет большей эквивалентной электрической антенны (длины зоны Френеля), формируемой ионосферной волной, так и за счет вклада глубинных теллурических токов, формируемых магнитным динамо Земли [6].

Уровень повышенного фона параметра можно объяснить влиянием некоррелированных шумов неполяризуемых электродов, используемых для приема сигналов.

Заметным преимуществом метода ВП ЭМПЗ, кроме как отсутствие питающей линии АВ, является в три раза меньшее время наблюдения сигнала на точке - 60 с, вместо 180 с, что может указывать на лучшее эквивалентное отношение сигнал шум.

В целом эти результаты показывают на практическую целесообразность совершенствования метода ВП ЭМПЗ, как в части алгоритмов обработки сиг-

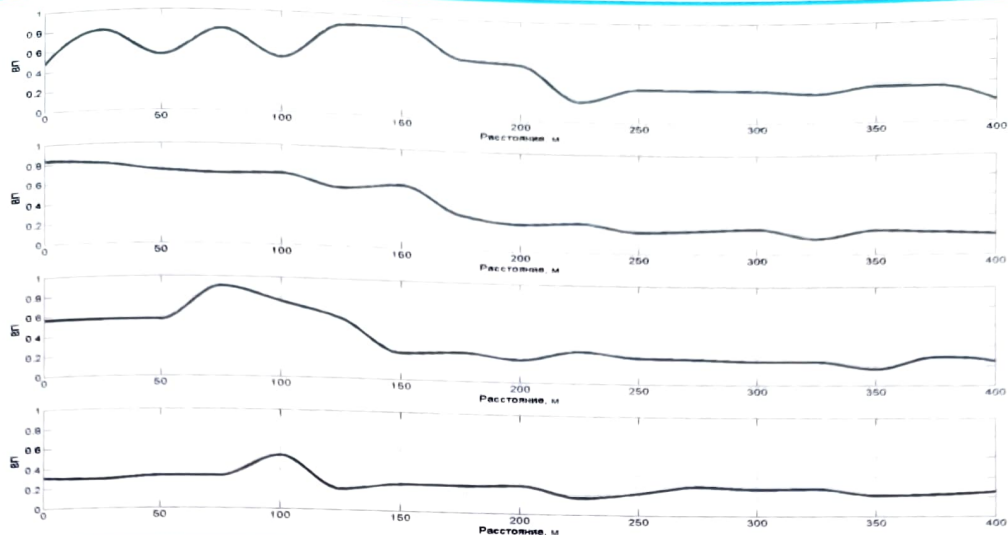
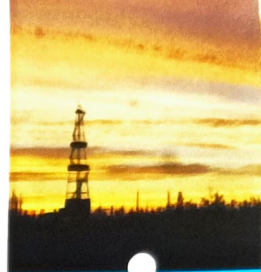


Рис. 4 Огибающие параметра η зарегистрированные на V, VI, VII, IX разведочных профилях

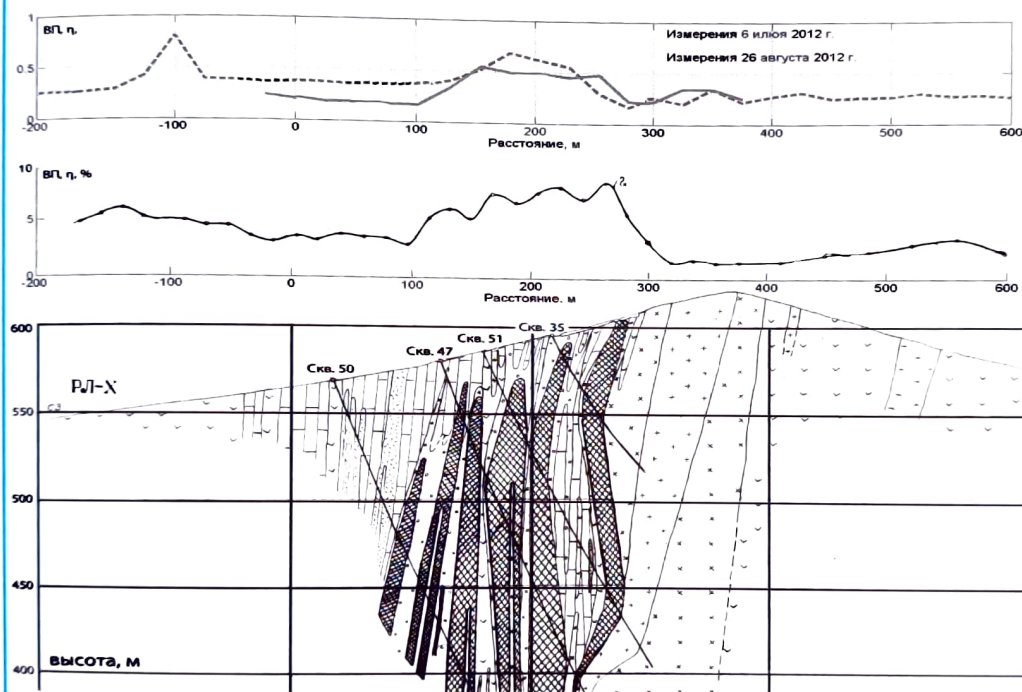


Рис. 5 Общий план разведочных работ, произведенных при помощи аппаратуры КЭП-Енисей

налов, так и по направлению аппаратурной их реализации.

Литература

- [1] Г. Я. Шайдуров, Ю. Н. Козлов, Я. В. Маркушин, Дифференциальный метод извлечения информации о потенциалах ВП из ЕЭМПЗ, Геофизическая аппаратура, Л. Недра 1991, с. 35-42.
- [2] Н. А. Борисов, Г. Я. Шайдуров об использовании электромагнитных естественных полей для выделения потенциалов вызванной поляризации. Сб. трудов ВИТР, 1972, №81, с. 50-55.

- [3] А. Н. Борисов, Н. П. Воробьев, Г. Я. Шайдуров. Корреляционное электроразведочное устройство, Авторское свидетельство 84682 от 14.04 1979.
- [4] Потилицын В. С., Шайдуров Г. Я., Приборы и системы разведочной геофизики №3(42)/2012, с. 44-46.
- [5] Моисеев Н.Н., Иванюков Ю.П., Столярова Е.М. Методы оптимизации М.: Наука, 1978.
- [6] Т. Рикитакки Электромагнетизм и внутреннее строение Земли. Л.: Недра, 1968. 331 с.

Рецензент к.г.-м.н, М.В. Калининкова