

ПОВЫШЕНИЕ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ ИНДУКТИВНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОЛЯРИЗУЮЩИХСЯ СРЕД

Антон Владимирович Чернышев

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, тел. (383)222-42-03, e-mail: chernshv@sniiggims.ru

Георгий Михайлович Тригубович

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, доктор технических наук, профессор, научный руководитель геофизических исследований, тел. (383)222-53-24, e-mail: tgm@sniiggims.ru

Яков Фридрихович Ковальский

НИГП АК «АЛРОСА» (ПАО), 678174, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Мирный, Чернышевское шоссе, 16, старший научный сотрудник, тел. (411-36)9-09-33, e-mail: KovalskiyYaF@alrosa.ru

Александр Владимирович Куклин

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 67, ведущий инженер, тел. (383)222-42-03, e-mail: kuklin@sniiggims.ru

Евгений Валерьевич Крупнов

ООО ГП «Сибгеотех», 630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 30/1, заместитель директора по геофизике, тел. (383)222-82-32, e-mail: krupnov@sibgeotech.ru

При поиске объектов под поляризуемым экраном с использованием петель малого размера часто не удается зафиксировать проявление целевого объекта вследствие влияния ВП. Технология площадных зондирований от закрепленного источника в сочетании с выделением аномалий ВП с использованием петель малых размеров позволяет восстанавливать параметры ВП экрана с точностью, достаточной для достоверного восстановления индукционного сигнала от закрепленного источника, и проводить 3D-интерпретацию без учета ВП.

Ключевые слова: электроразведка становлением поля, индукционно-вызванная поляризация, 3D-инверсия, EM-DataProcessor.

TEM RESOLUTION IMPROVING IN THE STUDY OF POLARIZING MEDIUMS

Anton V. Chernyshev

Siberian Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, Krasny Prospect 67, Ph. D., Leading Research Associate, tel. (383)222-42-03, e-mail: chernshv@sniiggims.ru

Georgiy M. Trigubovich

Siberian Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, Krasny Prospect 67, Doctor of Science, Professor, Academic adviser of geophysical research, tel. (383)222-53-24, e-mail: tgm@sniiggims.ru

Yakov F. Kovalskiy

ALROSA Co. Ltd, 678174, Russia, Mirny, Chernyshevskoe Shosse 16, Senior Research Associate, tel. (411-36)9-09-33, e-mail: KovalskiyYaF@alrosa.ru

Aleksandr V. Kuklin

Siberian Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, Krasny Prospect 67, Lead Engineer, tel. (383)222-42-03, e-mail: kuklin@sniiggims.ru

Evgeniy V. Krupnov

LTD «Sibgeotech», 630087, Russia, Novosibirsk, K. Marks Prospect 30/1, room 905, Deputy Director for Geophysics, tel. (383)222-82-32, e-mail: krupnov@sibgeotech.ru

When searching for objects under polarized screen using small loops it is often fail to find the target due to the IP effect. Technology of areal soundings with fixed transmitter in conjunction with IP anomalies extraction using small size loops allow to recover the IP parameters of the screen that are precise enough for reliable recovery of the induction component from fixed source. It allows to conduct the 3D inversion of the data obtained without IP account.

Key words: TEM soundings, induction induced polarization, 3D-inversion, EM-DataProcessor.

При исследованиях поляризующихся сред с малыми размерами установок часто поляризационная часть сигнала превосходит индукционный аномальный сигнал от целевых объектов, снижая тем самым эффективность ЭМ- исследований. Уменьшения влияния ВП можно добиться путем увеличения размеров генераторного контура [1, 2, 4]. При этом для поиска небольших по размерам объектов необходимо проведение площадных измерений по плотной сети наблюдений. При такой системе наблюдений неоднородная поляризующаяся верхняя часть разреза (ВЧР) может оказывать существенное влияние и должна быть учтена. Выходом в данной ситуации является использование комбинированной технологии проведения измерений с двумя размерами источника: источник с малым размером служит для восстановления параметров ВП в верхней части разреза, а источник с большим размером отвечает за индукционную составляющую сигнала, по которой уже проводят 3D-инверсию без учета ВП [3, 4].

Рассмотрим модель проводящего объекта на глубине 20 м с размерами в плане 200×150 м и сопротивлением 100 Ом·м, расположенного в горизонтально-слоистой среде с параметрами, приведенными в таблице. При этом будем считать, что верхняя часть разреза, представленная первым слоем, имеет изменяющиеся сопротивление и поляризуемость.

Таблица

Мощность (м)	Сопротивление, Ом·м
20	80
150	300
100	500
60	50
200	10
10000	1500

На рис. 1. представлены распределения проводимости (σ) и поляризуемости (η) первого слоя в плане. Постоянная времени τ и степенной фактор s были заданы постоянными: $\tau=0,1$ мс и $s=1$. Расчеты проведены в программном комплексе EM-DataProcessor [3].

Рассмотрим комбинацию измерений с источниками двух размеров: 500×500 м и 100×100 м. При этом исследования от закрепленного источника 500×500 м проводятся по площадной технологии с шагом между точками измерений в 50 м.

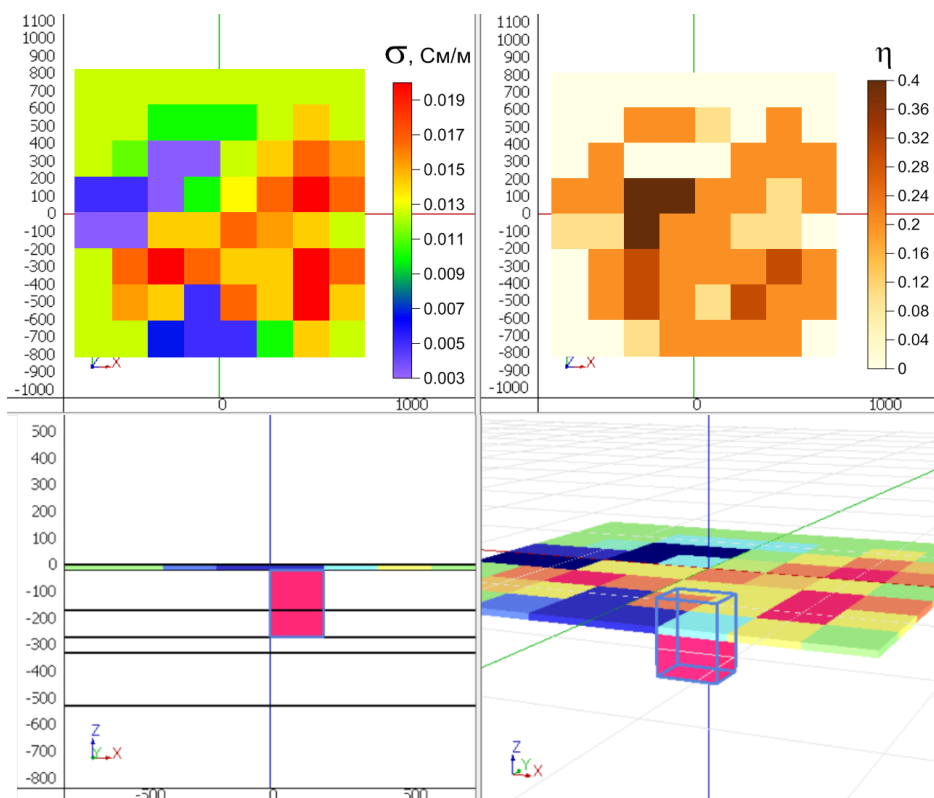


Рис. 1. Модель с неоднородной по проводимости и поляризуемости ВЧР

Для параметризации неоднородной поляризующейся ВЧР рассмотрим систему измерений с источником 100×100 м по всей исследуемой площади. От каждого положения источника измеряется 5 точек: 1 в центре и 4 на выносе для определения наличия ВП в исследуемой области.

Поскольку вне генераторного контура сигнал ВП затухает гораздо быстрее, чем в центре, это позволяет идентифицировать наличие ВП в среде путем сравнения сигналов в центре петли и вне петли. Если же ограничиться только центральными точками, наличие ВП можно будет определить только в случае явного уменьшения сигнала вплоть до смены знака, что отвечает большим значениям поляризуемости среды. При малых же значениях поляризуемости вполне вероятна ситуация, когда по сигналу определить наличие ВП невозможно.

В результате восстановления параметров горизонтально-слоистой модели среды по данным от петель 100×100 м было получено распределение параметров первого слоя, приведенное на рис. 2.

Отметим, что система наблюдений с петлями 100×100 м была выбрана искусственно смещенной относительно эпицентров поляризующихся объектов, что, очевидно, ухудшает качество восстановления параметров ВЧР, однако этого оказывается достаточно при восстановлении индукционной составляющей сигналов от источника с большими размерами.

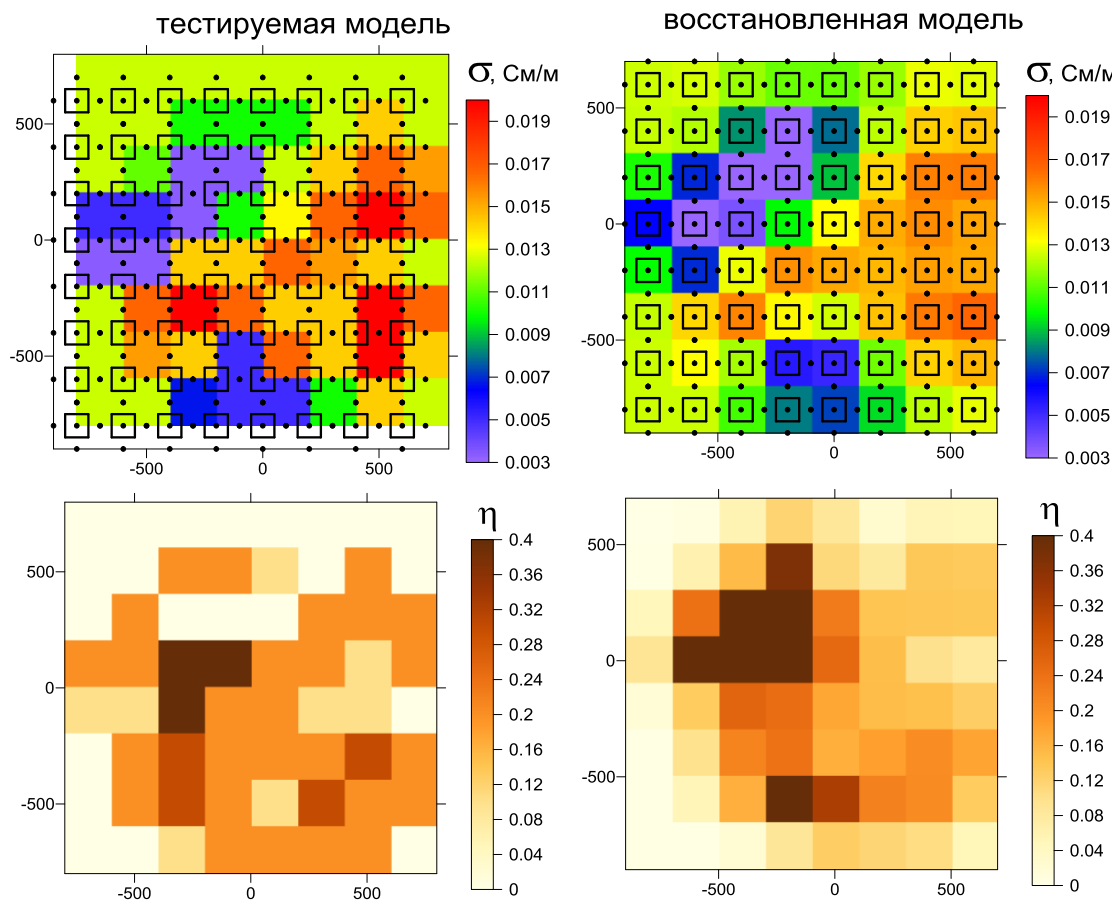


Рис. 2. Тестируемая и восстановленная модель первого слоя, а также схема измерений с петлями 100×100 м

Следующим этапом является учет ВП полученной модели ВЧР в данных, полученных с источником 500×500 м.

Обозначим сигнал, вычисленный для источника 500×500 м от восстановленной 3D-модели первого слоя с ВП, как E_{IP} , а для той же модели без учета ВП – как E . Разница этих сигналов $\Delta E_{IP} = E_{IP} - E$ и будет «сигналом ВП», который требуется вычесть из исходного («экспериментального») сигнала с целью дальнейшей интерпретации без учета ВП.

На рис. 3 приведено распределение нормированного аномального сигнала для исходной модели с ВП, нормированного аномального сигнала после вычитания сигнала ВП и нормированного аномального сигнала для исходной модели без ВП. Нормировка аномального сигнала проводится на сигнал от вмещающей среды в центре источника. Аномальный сигнал получен путем вычитания из суммарного сигнала поля от вмещающей горизонтально-слоистой среды (таблица). Как видно из рисунка, влияние ВП практически полностью убрано.

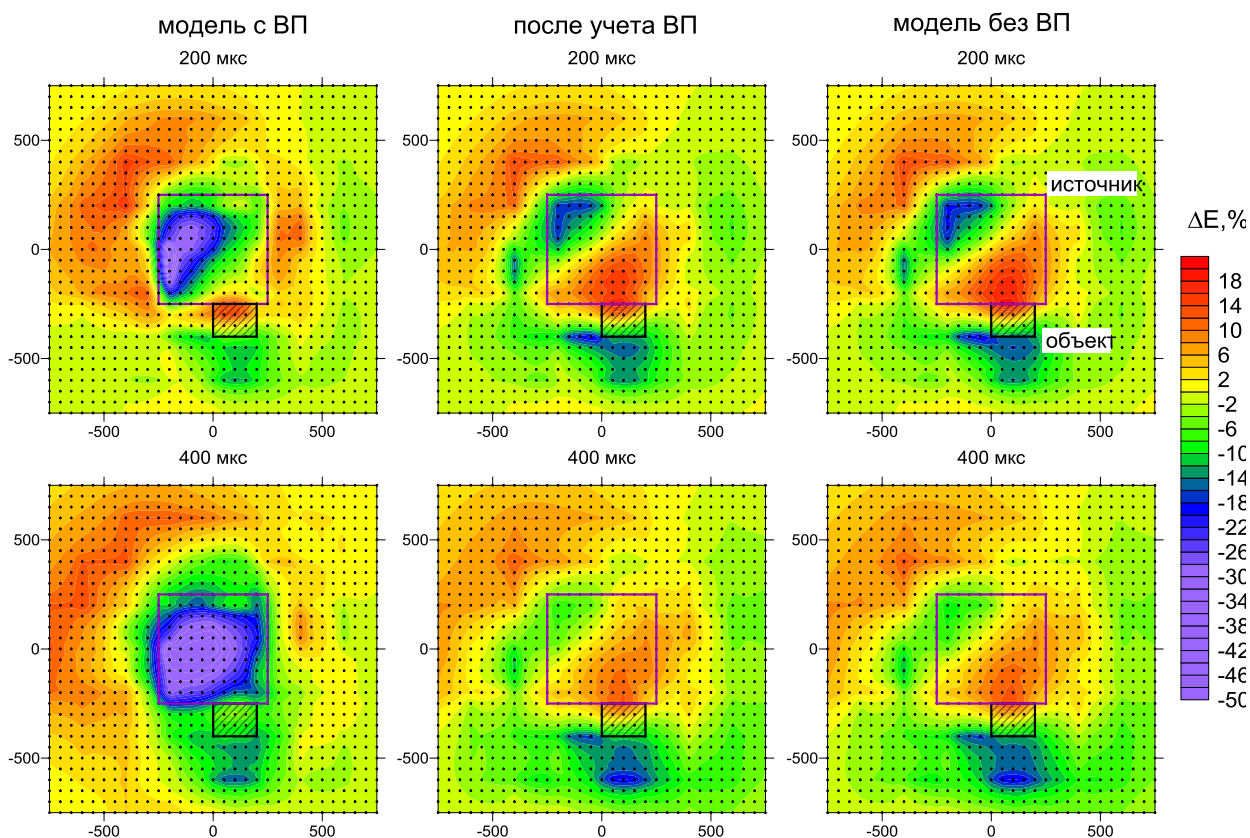


Рис. 3. Результат выделения индукционной составляющей сигнала от двухпараметрической модели (σ , η) в сравнении с сигналом от исходной однопараметрической модели (σ)

Таким образом, способ учета параметров поляризации ВЧР на основе дополнительных измерений с источником малых размеров позволяет проводить картирование параметров поляризации и корректировать сигнал от источника больших размеров с целью дальнейшей трехмерной интерпретации без учета ВП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каменецкий Ф.М., Тригубович Г.М., Чернышев А.В. Что главное в геофизике: гео или физика? // Геофизика. - 2015. - № 2. - С. 69-78.
2. Кожевников Н.О., Антонов Е.Ю. Совместная инверсия данных МПП с учетом индукционно-вызванной поляризации // Геология и геофизика. - 2009. - Т. 50. - № 2. - С. 181-190.
3. Тригубович Г.М., Чернышев А.В., Куклин А.В., Ковальский Я.Ф., Сверкунов А.С. EM-DataProcessor: оперативная 3D-инверсия данных импульсной индуктивной электроразведки // "Гео-Сибирь – 2014". Междунар. научн. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: сб. материалов. - Новосибирск: СГГА, 2014. - Т. 2. - № 3. - С. 95-101.
4. Kamenetsky F.M., Trigubovich G.M., Chernyshev A.V. Three lectures on geological medium induced polarization. - L-M University of Munich, Vela Verlag, 2014. - 56 p.

© А. В. Чернышев, Г. М. Тригубович, Я. Ф. Ковальский,
А. В. Куклин, Е. В. Крупнов, 2016