

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПОЛЯРИЗУЮЩИХСЯ СРЕД**

### ***Антон Владимирович Чернышев***

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

### ***Георгий Михайлович Тригубович***

АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 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***

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

### ***Андрей Сергеевич Сверкунов***

АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, инженер, тел. (383)222-42-03, e-mail: sverkunov86@mail.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований при поиске объектов под поляризуемым экраном. Совместное использование технологии площадных зондирований от закрепленного источника и традиционной технологии с петлями малых размеров для выделения аномалий ВП 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.

## **THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES TO INCREASE THE RESOLUTION OF TEM IN POLARIZING MEDIUMS**

### ***Anton V. Chernyshev***

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

***Georgiy M. Trigubovich***

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

***Andrey S. Sverkunov***

«Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources» JSC, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, Engineer, tel. (383)222-42-03, e-mail: sverkunov86@mail.ru

The results of experimental studies for the search of objects under the polarizing layer are presented. Joint use of technology with fixed source areal soundings and traditional technologies with loops of small size for IP anomalies study allows us to recover the IP parameters of the upper part of the geological section with an accuracy sufficient for a reliable recovery of the induction part of the signal from the fixed source, and carry out a 3D interpretation 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 [1–4]. Однако неоднородная поляризующаяся верхняя часть разреза (ВЧР) может оказывать существенное влияние на результаты измерений, и его необходимо учесть. 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 [3–5].

В 2016 году на участке, где имеются повсеместные проявления ВП, для сравнения результатов, получаемых комбинированной технологией ПЗС-ЗИ с технологией ЗСБ (совмещенная и разнесенные установки), выполнены работы многоразностной модификацией М-ЗСБ и ПЗС-ЗИ (площадные исследования от закрепленного источника по плотной сети наблюдений). Площадь исследований составила 2,2 км<sup>2</sup>. При работе по методике ПЗС-ЗИ с источником 500×500 м измерения проводились по сети наблюдений 50×50 м.

Для определения наличия и последующего учета эффекта индукционной ВП в неоднородной по проводимости и поляризуемости ВЧР измерения с установкой  $500 \times 500$  м были дополнены измерениями с размером генераторной петли  $100 \times 100$  м. Исследования с установками  $100 \times 100$  м проводились по методике «петля к петле» многоразносной модификацией М-ЗСБ, при которой от каждой раскладки генераторного контура проводится по 5 зондирований (одно в центре ГП и четыре на расстоянии 50 м от середины каждой стороны, за его пределы).

По материалам измерений с петлями  $100 \times 100$  м по всем измерениям для каждого положения источника отдельно с использованием программного комплекса EM-DataProcessor проведена совместная 1D-инверсия [5], по результатам которой вычислены индукционная и поляризационная составляющие ЭМ поля. Результаты разделения полей приведены на рис. 1, 2. Контурами указаны проекции известных объектов (трубок). Как видно из рисунков, поисковые объекты приурочены к зонам пониженного сопротивления и повышенных значений поляризационной составляющей сигнала.

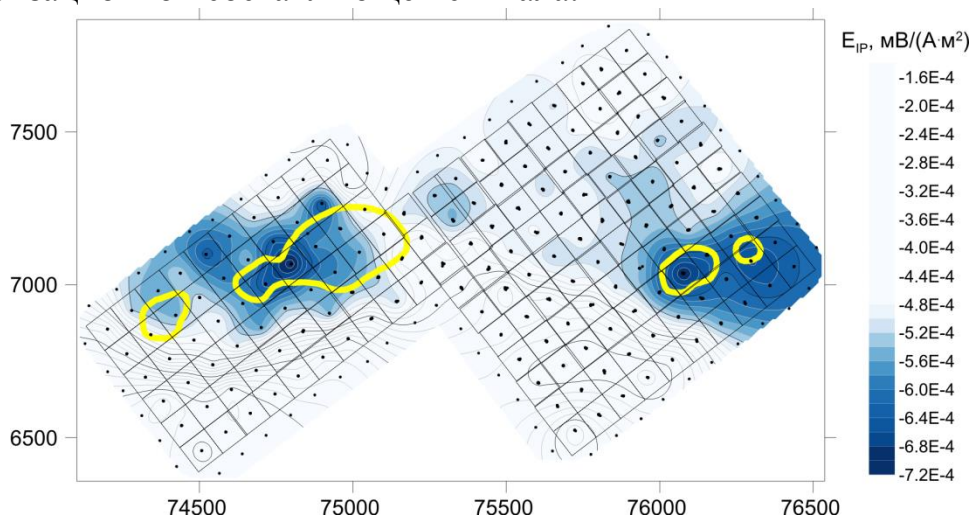


Рис. 1. ЭДС ВП на времени  $t=100$  мкс

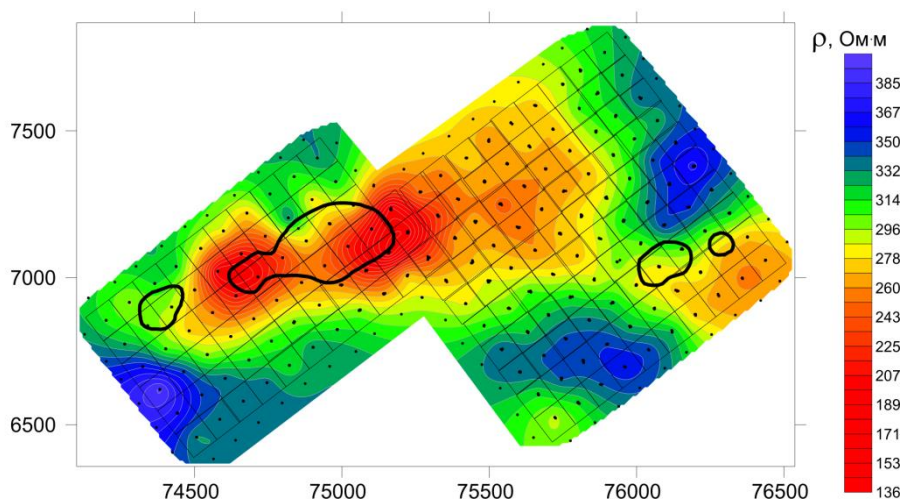


Рис. 2. Удельное сопротивление 1 слоя

Исследования с источником 100x100 м проводились с целью картирования параметров ВП в верхней части разреза, поэтому следующим этапом является учет их вклада в данные, полученные с источником 500x500 м.

Для этого в программном комплексе EM-DataProcessor вычисляется «сигнал ВП» для источника 500x500 м от восстановленной 3D-модели первого слоя с ВП как разница сигналов от модели с ВП и модели без ВП. Затем полученный «сигнал ВП» вычитается из исходного (экспериментального) сигнала с целью дальнейшей интерпретации уже без учета ВП.

На рис. 3 приведено распределение восстановленного удельного сопротивления на глубине 50 м, полученного в результате 3D-инверсии сигналов от источника 500x500 м после вычитания влияния ВП. Как видно из рисунка, основная аномалия повышенной проводимости связана с наиболее крупным поисковым объектом, при этом более мелкие объекты также проявляются как объекты повышенной проводимости.

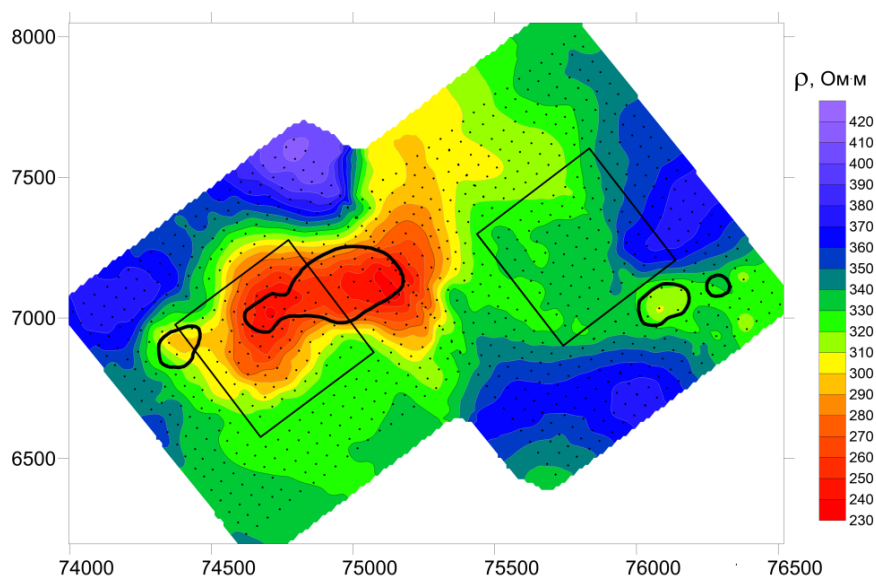


Рис. 3. Результат 3D-инверсии – удельное сопротивление на глубине 50 м

Таким образом, экспериментально подтверждена работоспособность способа учета параметров поляризации ВЧР на основе дополнительных измерений с источником малых размеров, с помощью которого проводится картирование параметров поляризации и корректируется сигнал от источника больших размеров, после чего проводится дальнейшая трехмерная интерпретация скорректированных сигналов 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. 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. – ISBN: 978-3-941352-65-0.

4. Повышение разрешающей способности импульсной индуктивной электроразведки при исследовании поляризующихся сред / А. В. Чернышев, Г. М. Тригубович, Я. Ф. Ковальский и др. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 18–22 апреля 2016 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. Т. 2. – С. 261–265.

5. EM-DataProcessor: оперативная 3D-инверсия данных импульсной индуктивной электроразведки / Г. М. Тригубович, А. В. Чернышев, А. В. Куклин и др. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 3. – С. 95–101.

© А. В. Чернышев, Г. М. Тригубович, Я. Ф. Ковальский,  
А. В. Куклин, А. С. Сверкунов, 2017