

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ В ЗОЛОТОРУДНЫХ РАЙОНАХ БУРЯТИИ

Г.И. Татьков, А.М. Бадерин, И.Г. Татьков, Ц.А. Тубанов, А.Д. Базаров
Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, tatkov@gin.bsnet.ru

Оценка перспектив глубоких горизонтов и флангов месторождений рудного золота представляет собой сложную геологическую задачу, решение которой возможно комплексом геофизических методов, включающим электроразведку на постоянном и переменном токе. Повышение геологической информативности электроразведки в осложненных условиях рудных узлов и полей Прибайкалья (альпинотипный рельеф, малая мощность и субвертикальные углы падения рудных тел, криолитозона, курумы, высокие переходные сопротивления) во многом связано с совершенствованием современной аппаратурно-технической базы, развитием методик 2D, 3D-моделирования и инверсии, учета основных искажающих факторов [1].

Примером современной эффективной геофизической технологии поисков и оценки рудоконтролирующих структур является многоканальное комбинированное профилирование (МКП-ВП, ранее известное в рудной геофизике как точечное зондирование способом центрального электрода), дополненное комплексом программ автоматической инверсии. Тестирование одной из таких программ - Res2DInv на конечно-элементных геоэлектрических моделях золоторудных месторождений Прибайкалья позволило оценить влияние различного рода помех, показать корректность процедуры инверсии, оптимизировать параметры обработки и снизить степень неоднозначности геологической интерпретации данных МКП-ВП.

После тестирования программа Res2DInv была применена для обработки полевых данных зондирования методом центрального электрода, полученных в разные годы и с различными измерителями в Муйском, Восточно-Саянском рудных районах и Озернинском рудном узле.

Для картирования залежей типа минерализованных зон на площади Кедровско-Ирокиндинского рудного узла (Муйский рудный район) помимо традиционных методов срединного градиента (СГ) и естественного поля (ЕП) применялись зондирования на постоянном (МКП-ВП) и переменном токе (ЗМПП).

В условиях альпинотипного рельефа применение зондирования на переменном токе осложняется такими факторами, как горизонтально-неоднородное полупространство, высокое удельное сопротивление многолетнемерзлых пород, слабоконтрастность рудных зон в поле электросопротивлений, проблемы с точкой записи. Метод переходных процессов (МПП) и его модификация (ЗМПП) имеют ряд преимуществ перед зондированиями на постоянном токе (отсутствие

проблем с заземлением, возможность выполнения работ в зимний период) и недостатков, обусловленных применением горизонтально-слоистых моделей при стандартной 2D- и 3D-интерпретации (в пакетах EmitMaxwell, IX1D и EMDP).

Сравнение данных ЗМПП, МКП-ВП и результатов буровых работ по опорному профилю подтвердили возможность выделения верхней кромки проводящих объектов обоими методами без предварительного определения параметров их залегания (рис. 1). Электротомография МКП-ВП с использованием современной цифровой многоэлектродной аппаратуры ЭИН-2000 и одноканальных измерителей ЭИН-209 позволила более детально оконтурить перспективные рудные залежи, выявить «слепые» рудные тела на глубинах до 200 метров, уточнить элементы залегания рудных объектов, оценить их геологическую природу. Полученные интерпретационные геоэлектрические разрезы хорошо под-

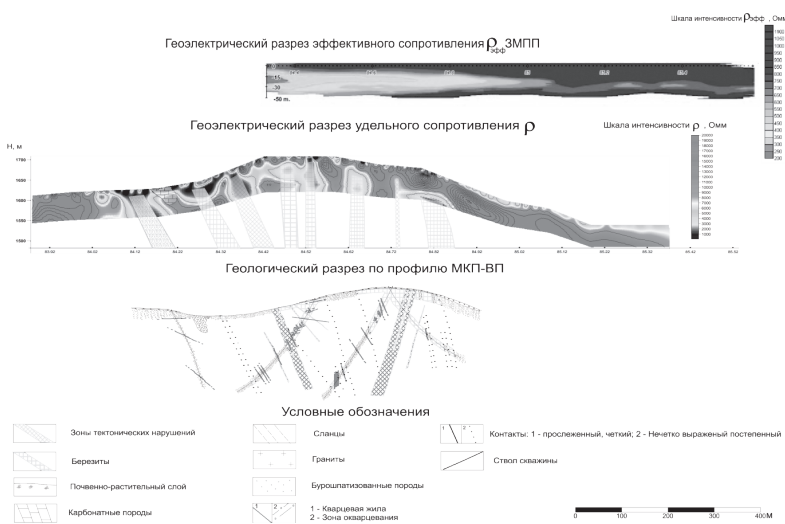


Рис. 1. Сопоставление разреза эффективного сопротивления ЗМПП (петля 50×50 м, ток 3А, аппаратура Импульс-Д), автоматической 2D-инверсии данных МКП-ВП и бурения на флангах Кедровско-Ирокиндинского рудного узла.

тверждаются результатами проведенных горно-буровых работ.

Озернинский рудный узел, несмотря на сложное геологическое строение, хорошо изучен комплексом разведочных методов и бурением. Малая мощность золоторудных тел с углами залегания от 30° до 75° в значительной мере понижает информативность большинства геофизических методов при картировании вмещающих рудоконтролирующих структур. Измерения по способу центрального электрода на территории рудного узла и Назаровского месторождения выполнялись в 1980-1983 гг. Полученные данные интерпретировались качественно без использования методик математического моделирования и инверсии [2].

В 2011 г. полученные ранее разрезы кажущегося сопротивления по профилям 7.4, 7.9 в центральной части Назаровского месторождения были оцифрованы и переведены в формат программы Res2DInv. Переинтерпретация материалов зондирования подтвердила недостаточное разрешение ТЗ-ВП(ЦЭ) с 20-метровым шагом измерений при поисках возмущающих

структур с наклонным залеганием (40° - 70°) и мощностью 5-8 метров, расположенных ниже экранирующих проводящих сред (таликов в верхней части разреза, обводненных зон окисления). Применение инверсии позволило уточнить положение и контуры известных и предполагаемых рудных объектов: залежей массивных колчеданных полиметаллических руд, тел с прожилково-вкрапленной золотополиметаллической минерализацией, а также оценить геологическую природу аномалий на флангах и глубоких горизонтах. На основе конечно-элементных моделей установлено, что уменьшение шага измерений до 5-10 метров существенно повысит разрешающую способность метода и позволит оценивать параметры залегания рудных объектов малой мощности.

В Восточно-Саянском рудном районе инверсия была применена к геоэлектрическим разрезам ТЗ-ВП(ЦЭ) по южному и западному флангам месторождения Зун-Холба, полученным в 1992 г. Саянской геофизической партией ПГО «Бурятгеология». Площадные работы на детальных участках проводились с использованием аппаратуры ВПФ. Шаг измерений по профилю, равный 20 и 50 м, позволил добиться глубины исследования порядка 250 м, но в значительной мере ухудшил дифференциацию разреза, что привело к искажению контуров предполагаемых рудных тел. Использование электроразведочной аппаратуры с низким входным сопротивлением в комбинации с разносами до 800 м проявилось в низком соотношении сигнал/шум. Не соблюдение технологии зондирования: изменение шага по профилю, множество отбракованных операторами значений, неоднородности в верхней части разреза негативно сказались на результатах инверсии.

Инверсионный геоэлектрический разрез по профилю 43.3 наиболее точно отражает современные представления о геологическом строении месторождения и зоны Верхняя [2]. Полученные результаты позволяют предположить присутствие высокоомной мощной зоны окварцевания, перспективной на поиски золотого оруденения (рис. 2). На рудопоявлении Смежное в верхней части разреза прогнозируется несколько субвертикальных относительно проводящих тел, не выделяющихся при качественной интерпретации 90-х годов. Относительно повышенными сопротивлениями отличаются зоны милонитизации малой мощности, перспективные на поиски золотого оруденения.

Проведенные работы методом многоканального комбинированного профилирования (МКП-ВП) на Кедровско-Ирокиндинском рудном узле и инверсия фондовых материалов ТЗ-ВП (ЦЭ) на флангах месторождений Зун-Холба и Назаровское подтвердили высокую информативность современных количественных методов интерпретации геоэлектрических данных: на всех тестовых объектах инверсией выделены новые возмущающие объекты, требующие заверки горно-буровыми работами.

В дальнейшем рекомендуется переход от 2D- к 3D- методикам регистрации и интерпретации материалов зондирования, проведение опытно-методических работ в подземных горных выработках. Ключевым направлением также является развитие методик измерения, количественной интерпретации параметра вызванной поляризации (ВП) и его производных (металл-фактор) для разбраковки геологической природы аномальных объектов.

Для повышения достоверности предлагается перейти к комплексным физико-геологическим моделям, построенным с учетом инверсии не только электрических, но и потенциальных полей (магнитного, гравитационного), а также провести доизучение петрофизических свойств горных пород и руд.

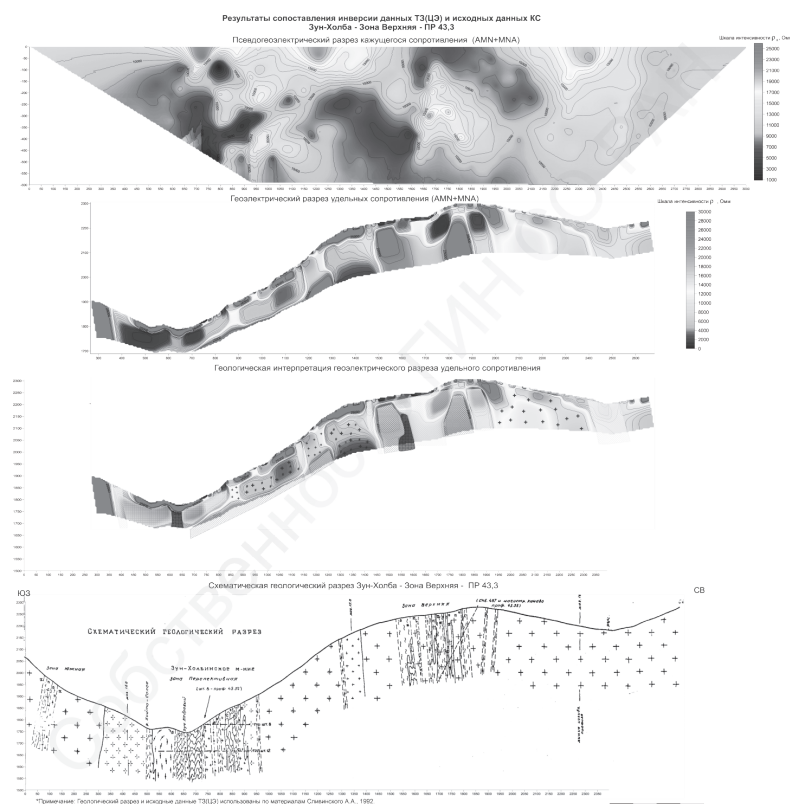


Рис. 2. Результаты 2D инверсии данных ТЗ-ВП(ЦЭ) по профилю 43,3 (профиль пересекает месторождение Зун-Холба и рудную зону Верхняя).

1. Loke M.H. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys 2011. <http://www.geoelectrical.com>
2. Нефедьев М.А. Объемная модель и оценка перспектив Озернинского рудного узла по геофизическим данным (Западное Забайкалье). Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. 184 с.
3. Рошкетав П.А., Орлов И.Б. и др. Золото Бурятии. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. 515с.