

АППАРАТУРНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРИ ПОИСКАХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Сергей Михайлович Бабушкин

Сейсмологический филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (СЕФ ФИЦ ЕГС РАН), 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, заместитель директора филиала, тел. (383)333-32-28, e-mail: bab@gs.sbras.ru

Нина Николаевна Неведрова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, доцент, тел. (383)333-16-39, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

В работе представлены результаты опытно-методических исследований, направленных на поиски полиметаллов с применением технологии площадных электромагнитных зондирований с контролируемым источником [1]. Измерения методом зондирования становлением поля (ЗС) с использованием аппаратуры Байкал МЭРС-Т выполнены на участках Рудного Алтая, Иркутской области. По данным ЗС получено геоэлектрическое строение и выявлены перспективные в рудообразующем отношении зоны с аномально низкими значениями удельного электрического сопротивления.

Ключевые слова: полиметаллы, рудные зоны Алтая и Восточной Сибири, электромагнитное зондирование становлением поля.

APPLICATION OF THE AREAL EM SOUNDINGS TECHNOLOGY WITHIN LIMITS OF THE YERGOZHU ORE FIELD IN THE IRKUTSK REGION

Sergey M. Babushkin

Seismological Branch of Federal Research Center Geophysical of RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, Deputy Director, tel. (383)333-32-28, e-mail: bab@gs.sbras.ru

Nina N. Nevedrova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptuyug Prospect, D. Sc., Associate Professor, Leading Researcher. tel. (383)333-16-39, e-mail: NevedrovaNN@ipgg.sbras.ru

Results of experimental-methodical studies aimed at polymetals search with application of technology of the areal electromagnetic soundings with controlled source are presented in the paper [1]. TEM measurements using Baikal MERS-T equipment were conducted within the Irkutsk region, South-West of Altai region. Geoelectrical parameters are specified for host rocks and ore zones which are emphasized by abnormal minimal ER values.

Key words: polymetals, ore basins of Altai and east Siberia, transient electromagnetic soundings (TEM).

Развитие метода нестационарных зондирований определяется в первую очередь современными аппаратурными разработками, методикой измерений и интерпретации, программно-алгоритмическими средствами. Весь объем полевых данных при исследованиях в разных регионах получен с помощью новых аппаратурных разработок метода ЗС.

Участки исследования расположены в зонах полиметаллических месторождений Рудного Алтая, Восточной Сибири, где имеются промышленные залежи, по результатам предшествующих геологоразведочных работ. В частности,

в последние годы в районе Рудного Алтая выявлены рудные пересечения со значимыми содержаниями меди, свинца, цинка, а также золота, на которое ранее обращалось недостаточно внимания.

Аппаратурные разработки и методика измерений

Для проведения исследований методом ЗС была разработана новая электро-разведочная аппаратура «Байкал МЭРС-Т», в которую входят регистраторы и коммутатор тока ГТИ-200. Аппаратура предназначена для многокомпонентной регистрации переходных процессов в автономном и телеметрическом режимах. Телеметрическая система является наиболее удобной для организации как профильной, так и площадной систем съемки высокой плотности. Измерительная часть аппаратуры имеет модульную структуру, включающую несколько отдельных регистраторов с устройством управления, АЦП, усилителем и встроенным источником питания. Прибор герметичен, защищен от воздействия факторов окружающей среды. Каждый регистратор – это четырехканальный прибор для сбора данных, имеющий три низкочастотных канала (до 4кГц), в которых используется сигма-дельта АЦП с разрядностью 31 бита, и один высокочастотный канал (до 100 кГц), также на основе сигма-дельта АЦП с разрядностью 24 бита. В состав регистратора входят GPS-модуль, с помощью которого выполняется привязка измеряемых данных к всемирному времени (UTM) не хуже 1 мкс, и съемная флеш-карта. Регистратор имеет два интерфейса: Ethernet и RS-232. При выполнении полевых работ регистрирующие модули размещаются непосредственно у приемных конструкций, которых может быть несколько и любых типов: петли, линии, многовитковые датчики. Переносные многовитковые датчики (модульные рамки) являются наиболее перспективной разработкой метода ЗС в качестве приемной установки. Они заменяют приемную петлю больших размеров, что значительно повышает производительность работ.

Система возбуждения токовых импульсов (ГТИ 200) позволяет получить максимальный рабочий ток до 200 А, что способствует увеличению глубинности исследования. Для возбуждения импульсного тока в генераторном контуре используется коммутатор тока, собранный на IGBT транзисторах. Источниками напряжения на входе генератора являются аккумуляторная батарея необходимой емкости с напряжением от 12 до 600 В или генератор переменного тока мощностью до 100 кВт. В генераторе реализована цифровая запись формы токовых им-

пульсов. Синхронизация генератора и приемника осуществлялась по каналу GPS. Минимальная амплитуда измеряемого сигнала составляет 0,2–0,5 мкВ. Уверенное выделение сигналов, обусловленных глубинными объектами, при интерпретации данных ЗС позволяет существенно уточнить параметры этих объектов.

Для поисков рудных месторождений на участках исследования выполнялись площадные работы методом ЗС. При этом была выбрана следующая методика измерений. Измерения производились по параллельным профилям с детальным шагом в первые десятки метров, расстояние между профилями в среднем составляло около 100 м. Зондирования от закрепленного источника ЭМ поля выполнялись как внутри генераторного контура (внутриконтурные наблюдения), так и вне этого контура (законтурные наблюдения). В качестве генераторной конструкции использовался незаземленный контур квадратной формы, размер стороны контура выбирался в соответствие с необходимой глубиной. Измерения проводились с использованием переносного компактного многовиткового датчика.

Для примера рассмотрим перспективное на полиметаллы рудное поле Ергожу в Иркутской области. Площадь участка составляет 5.6 км². (рис. 1).

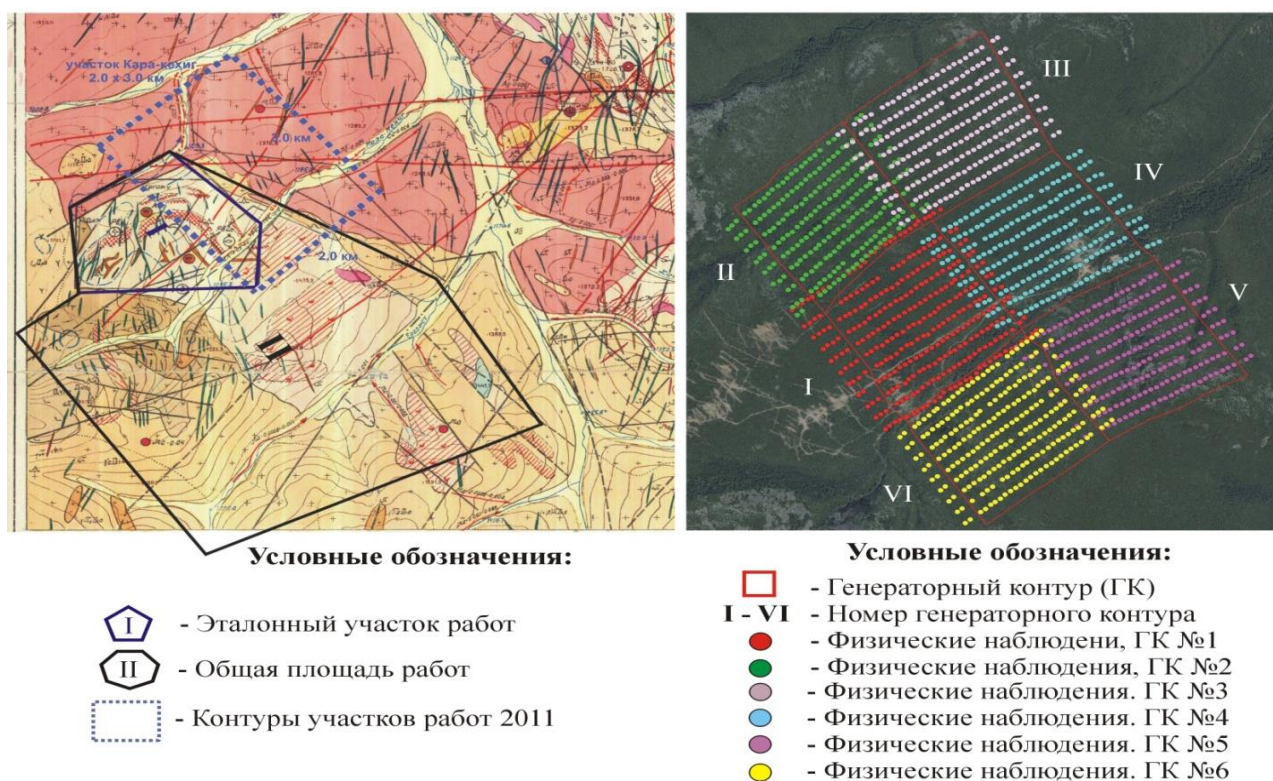


Рис. 1. Сеть наблюдений методом ЗС на участке Ергожу Иркутской области

Была выбрана следующая система наблюдений. Шаг по профилю выдерживался в 40 м, расстояние между профилями составляло 100 м. Было разложе-

но шесть генераторных контуров со стороной 1000 м, ток достигал 15 А. При измерениях аппаратурой «Байкал МЭРС-Т» была обеспечена необходимая глубинность исследования в 800–1000 м. В целом сеть наблюдений – это система профилей субширотного простирания, включающая пикеты всех генераторных контуров, увязанные между собой (рис. 1). В результате интерпретации с помощью программных комплексов ERA, EMS (ИНГГ СО РАН) были выявлены перспективные рудные зоны, которые картируются низкоомными объектами со значениями удельного электрического сопротивления (УЭС) от 10 Ом·м в центре аномалии и до 100–150 Ом·м в периферийной области. Вне аномальной зоны разрез полностью высокоомный. В построенной трехмерной модели месторождения (по вертикальной шкале от дневной поверхности до абсолютной отметки в 450 м) хорошо прослеживаются все аномальные объекты (рис. 2). Трехмерные модели характеризуют сложное строение аномалеобразующих тел. Выделение аномальных рудных зон в плане проведено с большой детальностью. Расчленение самой аномальной зоны на собственно рудные тела и их конкретные линейные размеры по латерали и мощности возможно только при постановке специальных детализационных работ по методике 3D в пределах каждой выделенной аномальной рудной зоны.

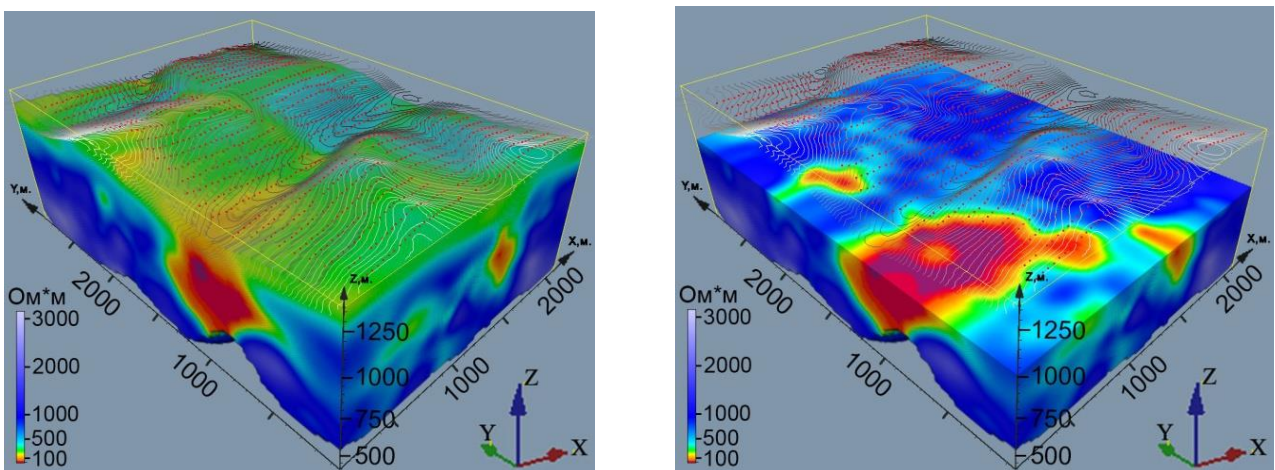


Рис. 2. Объемная геоэлектрическая модель участка Ергожу

Для Убинского участка Рудного Алтая было разложено 11 генераторных контуров – 10 равномерно по площади, а 11-й – для уточнения строения возможной перспективной зоны. Сеть наблюдений – система профилей субмеридианального простирания, включающая 2224 пикета, шаг по профилю – 40 м, расстояние между профилями – 100 м (рис 3). Основные результаты интерпретации представлены в виде геоэлектрических разрезов, карт, трехмерных моделей. В трехмерной модели, построенной для всей площади

участка до абсолютной отметки по глубине в 350 м, хорошо выделяются аномальные объекты (рис. 4).

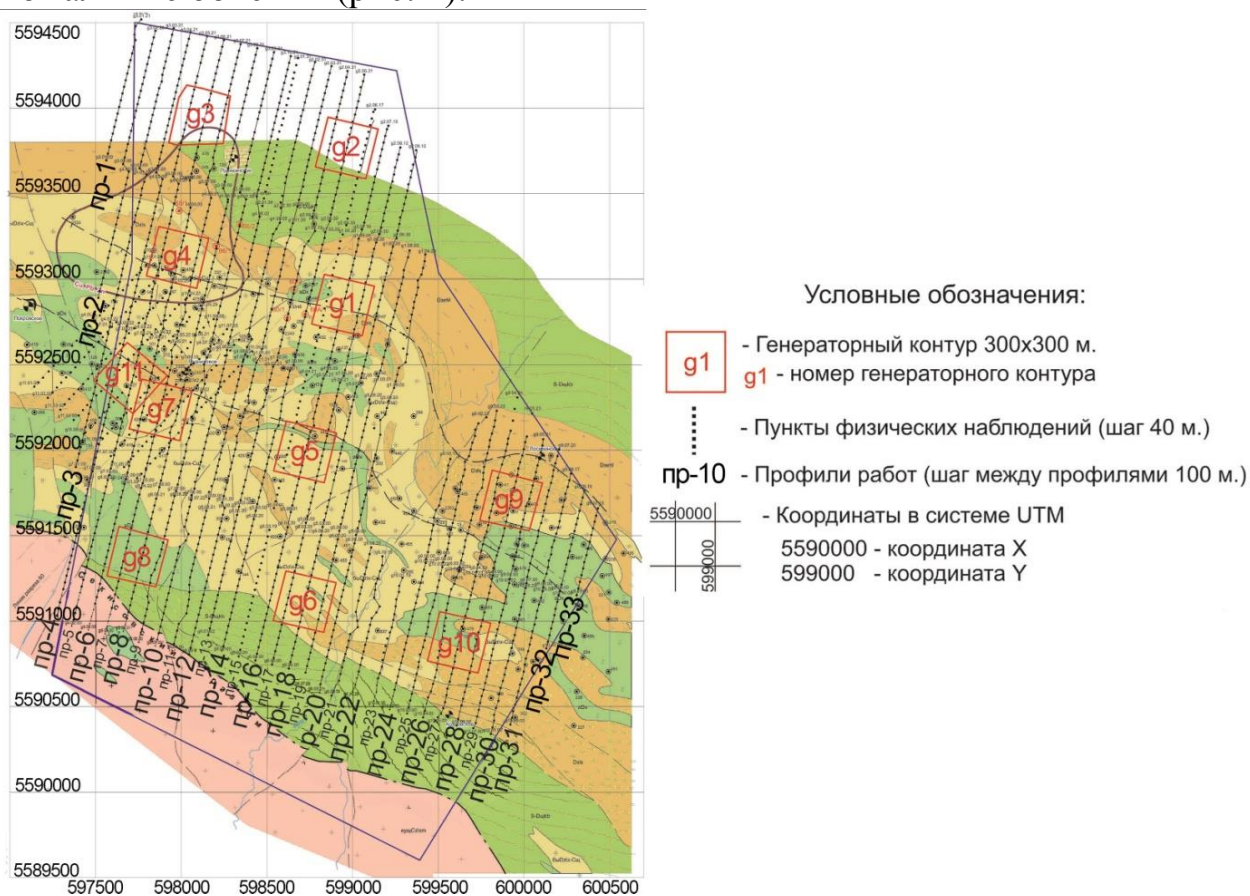


Рис. 3. Сеть наблюдений на участке Убинский Рудного Алтая

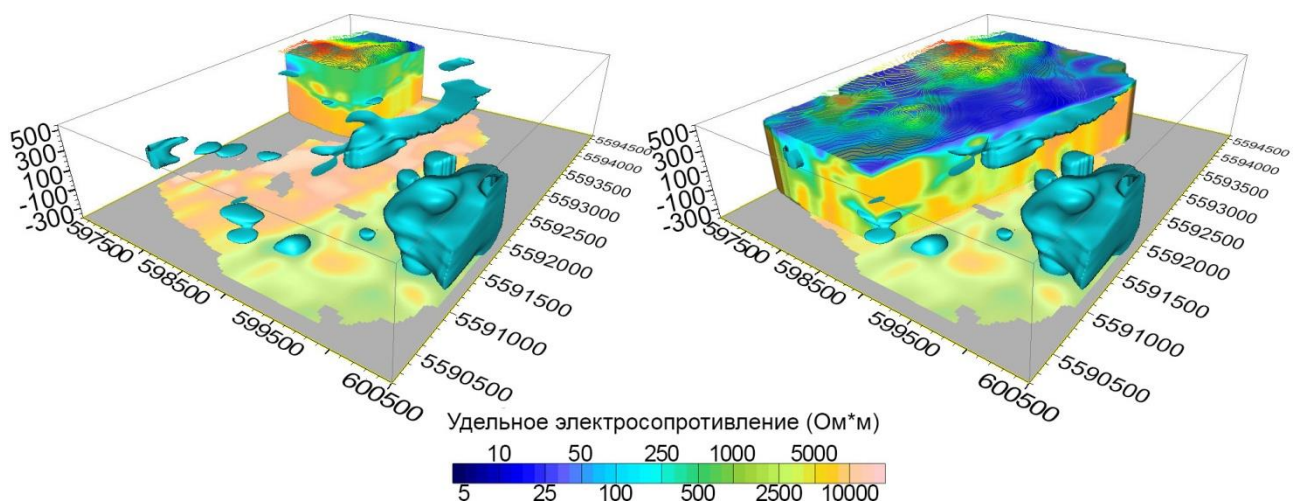


Рис. 4. Рудные объекты участка Убинский

Выводы

1. Новые аппаратные разработки и методика измерений обеспечили необходимую глубинность и разрешающую способность метода ЗС при поисках рудных месторождений.

2. По данным ЗС получено геоэлектрическое строение участков исследования и выявлены перспективные в рудообразующем отношении зоны. Установлено, что вмещающие породы являются достаточно однородными и высокоомными, а зоны оруденения имеют аномально низкие значения УЭС.

3. В первом приближении определена форма и размеры рудных тел.

4. В результате исследования получены данные для обоснованной прогнозной оценки, выявленных перспективных объектов. Определено направление и целесообразность детальных геологоразведочных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации по электромагнитной разведке повышенной разрешенности методом становления поля с использованием многократных перекрытий / В.В. Тикшаев, В.А. Глечиков и др. – Саратов: НВНИИГГ, 1989. – 102 с.

© С. М. Бабушкин, Н. Н. Неведрова, 2017