

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ ДЛЯ 3D-ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Михаил Владимирович Абрамов

АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья», 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)222-79-32, e-mail: mike_abramov@inbox.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

На основе распределения вторичного электромагнитного поля реализован способ построения системы наблюдений, позволяющий получать необходимое и достаточное количество данных для последующей трехмерной реконструкции геоэлектрической среды, что позволит повысить достоверность геофизического прогноза и снизить затраты на проведение полевых работ.

Ключевые слова: электроразведка становлением поля, системы измерений, 3D-реконструкция среды.

THE ADAPTIVE SURVEYING SYSTEM FOR 3D ELECTRICAL SURVEY

Mikhail V. Abramov

«Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources» JSC, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, Ph. D., Senior Scientist, tel. (383)222-79-32, e-mail: mike_abramov@inbox.ru

Georgiy M. Trigubovich

«Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources» JSC, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, D. Sc., Professor, Geophysics Research Supervisor, tel. (383)222-53-24, e-mail: tgm@sniiggims.ru

On the base of secondary field distribution the method of surveying system constructing is developed. This method makes it possible to obtain the necessary and sufficient data for the further 3D medium reconstruction which will increase the reliability of the geophysical forecast and reduce the cost of the fieldwork.

Key words: transient electrical survey, surveying systems, 3D medium reconstruction.

В геоэлектроразведке методом становления поля [1, 2] был предложен способ построения системы наблюдений, основанный на данных базовой системы наблюдений и на построении дополнительных систем наблюдений с учетом неоднородностей вмещающей геологической среды: целевых объектов и «объектов-помех», расположенных под профилем и в стороне от профиля исследований [3]. Согласно этому способу возбуждение электромагнитного поля в исследуемой среде осуществляется с помощью системы наблюдений, позволяющей получать необходимое и достаточное количество данных для последующей трехмерной реконструкции геоэлектрической среды, что позволит повысить достоверность геофизического прогноза и снизить затраты на проведение полевых работ.

дуемой геологической среде и регистрация компонент электромагнитного поля происходит сначала на базовом профиле системы наблюдений, как показано на рис. 1 (базовый профиль отмечен пунктирной линией). Сопоставление измеренных и расчетных значений компонент вторичного электромагнитного поля осуществляют через составление 3D-модели и выполнение 3D-расчета с вычислением невязки относительно измеренных данных, подбирая 3D-объекты с эпичесентрами под точками базовой системы наблюдений. 3D-расчеты и другая обработка измеренных данных выполняются в программном комплексе EM-DataProcessor [4].

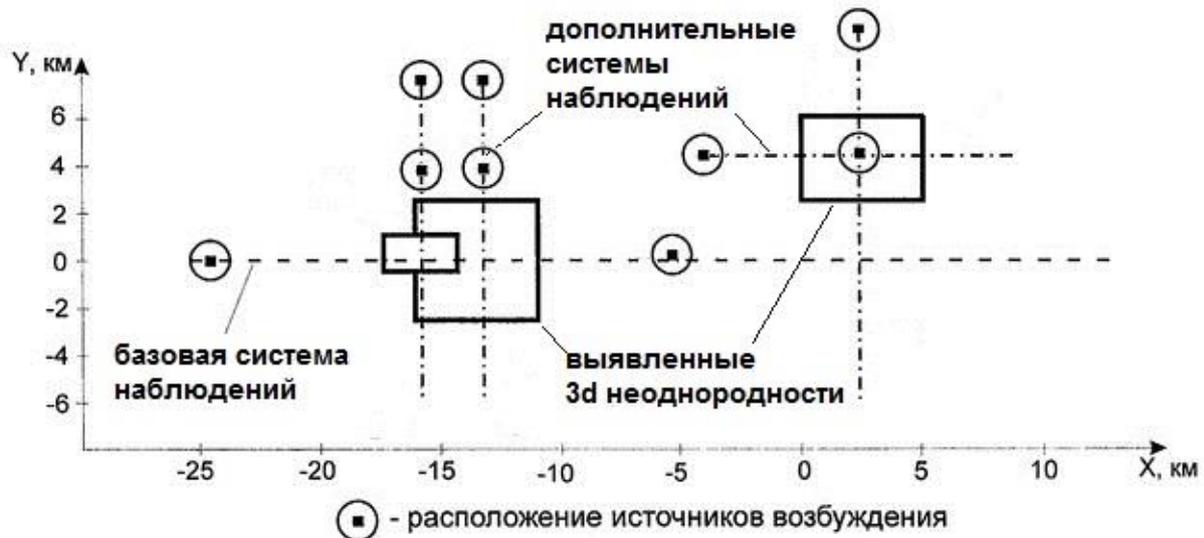


Рис. 1. Система измерений и восстановленная 3D-модель среды (вид сверху)

По полученной таким образом 3D-модели устанавливается расположение аномалий проводимости в целевых горизонтах, после чего по дополнительным профилям (на рис. 1 отмечены штрихпунктирными линиями), проходящим через центры указанных аномалий проводимости, выполняют дополнительные измерения. По результатам дополнительных измерений корректируют выявленные аномалии проводимости.

В итоге с использованием измерений базовой системы наблюдений и дополнительных измерений определяют параметры всех выявленных аномалий проводимости, получая таким образом окончательную геоэлектрическую 3D-модель исследуемой среды.

Недостатком такого способа геоэлектроразведки является достаточно высокая трудоемкость сопоставления измеренных и расчетных значений, связанного с построением объемной геоэлектрической модели исследуемой среды, что в свою очередь связано с 3D-моделированием, вычислением невязки сопоставления и подбором 3D-объектов. При этом указанные вычисления и построения

дополнительной системы наблюдений для трехмерной реконструкции среды нужно выполнять в полевых условиях.

В работе предлагается способ организации системы наблюдений с использованием предварительных данных о геоэлектрических условиях, в которых проводятся электроразведочные работы, что позволит упростить технологию исследований, получать необходимое и достаточное количество данных для последующей трехмерной реконструкции геоэлектрической среды, повысить в результате достоверность геофизического прогноза и снизить затраты на проведение полевых работ и промежуточных интерпретационных расчетов.

Реализация предлагаемого способа показана на примере картирования флюидонасыщенного нефтегазового коллектора в условиях Восточной Сибири.

Геоэлектрические условия, характерные для Восточной Сибири, можно представить в виде модели с двумя геоэлектрическими маркерами, как показано на рис. 2: в относительно непроводящей среде в верхней части разреза присутствует слой с суммарной электрической проводимостью S_1 и слой (целевой горизонт) на глубине H с суммарной электрической проводимостью S_2 , R – длина луча измерений.

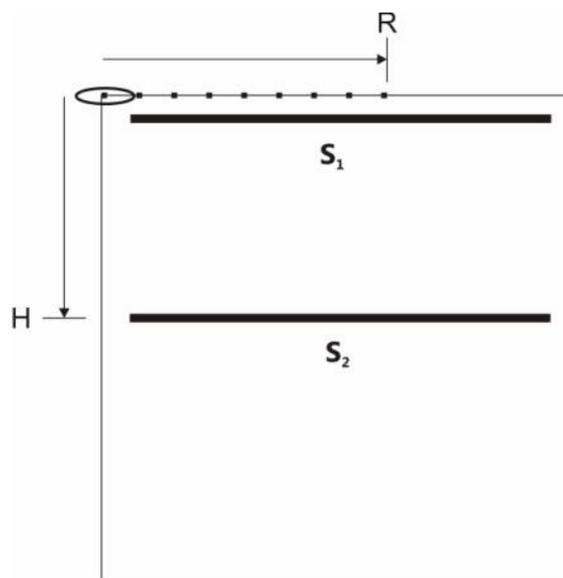


Рис. 2. Модель разреза с двумя геоэлектрическими маркерами

На основе изучения вторичного электромагнитного поля можно установить оптимальную величину длины луча измерений R при определенных значениях глубины целевого горизонта H и проводимостей S_2 и S_1 . В данном способе предлагается использовать информацию о пространственном положении максимума плотности тока при достижении им заданной глубины исследований для выбранной модели геоэлектрических условий.

Полученная в результате зависимость соотношения S_2/S_1 от соотношения R/H для модели с двумя геоэлектрическими маркерами (рис. 2), установленная

с помощью численных экспериментов при различных изменениях значений S_2 и S_1 , представлена на рис. 3.

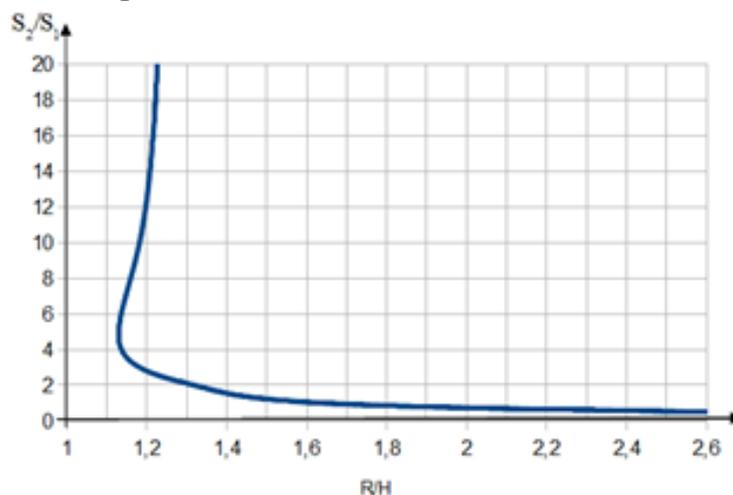


Рис. 3. Зависимость соотношения S_2/S_1 от соотношения R/H для модели с двумя геоэлектрическими маркерами

Распределение плотности тока для одной из моделей, соответствующей выбранным геоэлектрическим условиям (рис. 2), показано на рис. 4, при этом $S_2=5$ См, $S_1=4$ См, глубина целевого горизонта $H=1100$ м, достижение максимумом плотности тока целевого горизонта было зафиксировано при $t=14$ мс, в данный момент времени по дневной поверхности положение максимума плотности тока было зафиксировано на удалении $R = 1650$ м = $1.5H$.

Схема работ с использованием информации (диаграмма на рис. 3), полученной при изучении распределения вторичного электромагнитного поля для модельного геоэлектрического разреза, будет выглядеть следующим образом (рис. 5).

Для первого положения генераторной петли на базовом профиле определяется соотношение S_2/S_1 суммарной продольной электрической проводимости целевого объекта S_2 и суммарной электрической проводимости верхней части разреза S_1 . По соотношению S_2/S_1 определяется соответствующее значение R/H , из которого находят значение длины R луча дополнительных измерений для проведения интерпретационных расчетов и реконструкции 3D-среды. На каждой последующей точке профиля базовой системы наблюдений проводят контроль проводимости верхней части разреза S'_1 и сопоставляют с проводимостью S_1 , полученной на предыдущей точке базового профиля. При получении значения S'_1 , отличного от S_1 , корректируют по диаграмме зависимости соотношения S_2/S_1 от соотношения R/H значение R для очередного положения по базовому профилю.

Таким образом, удалось восстановить неоднородности среды, связанные с наличием боковых объектов, изменением мощности верхней части разреза и изменением глубины залегания целевого объекта.

Применение данной технологии на практике позволит снизить трудоемкость 3D-реконструкции среды при определении направлений и пределов до-

полнительных измерений за счет сокращения числа необходимых на этом этапе 3D-расчетов.

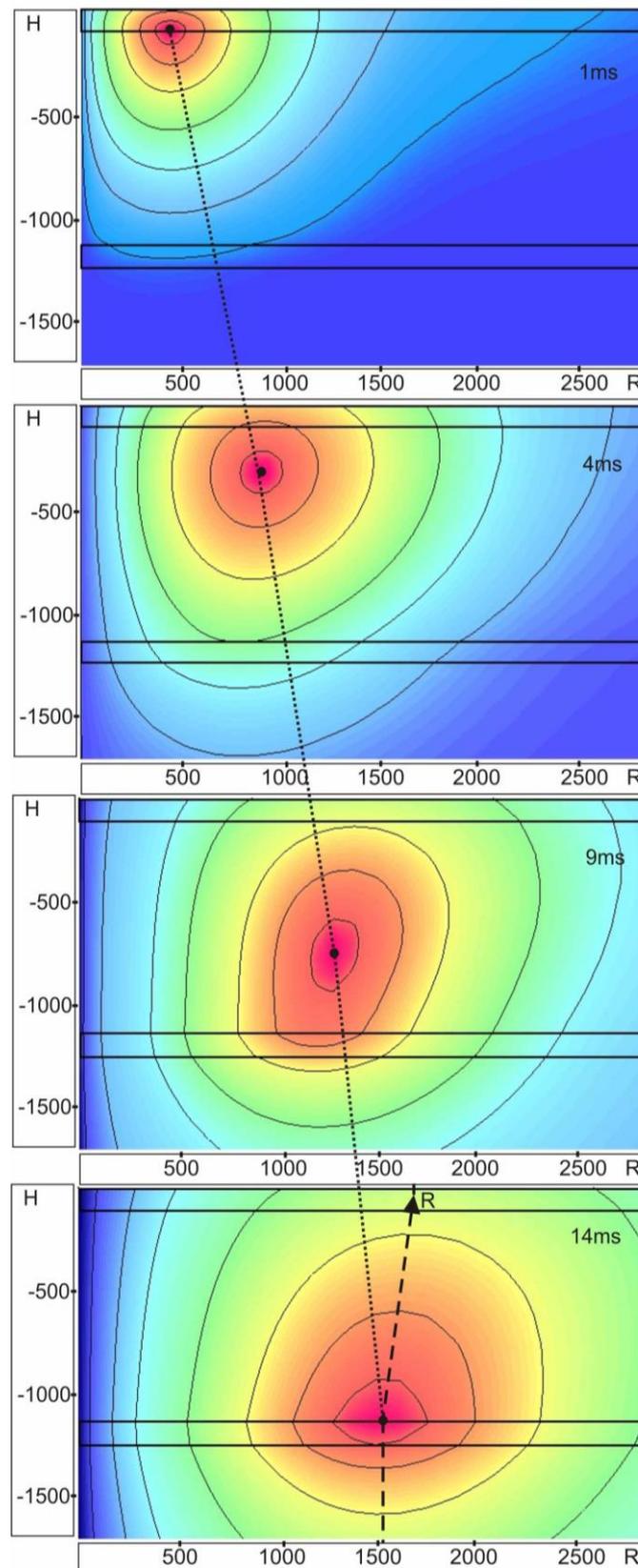


Рис. 4. Распределение плотности тока для разреза с двумя геоэлектрическими маркерами

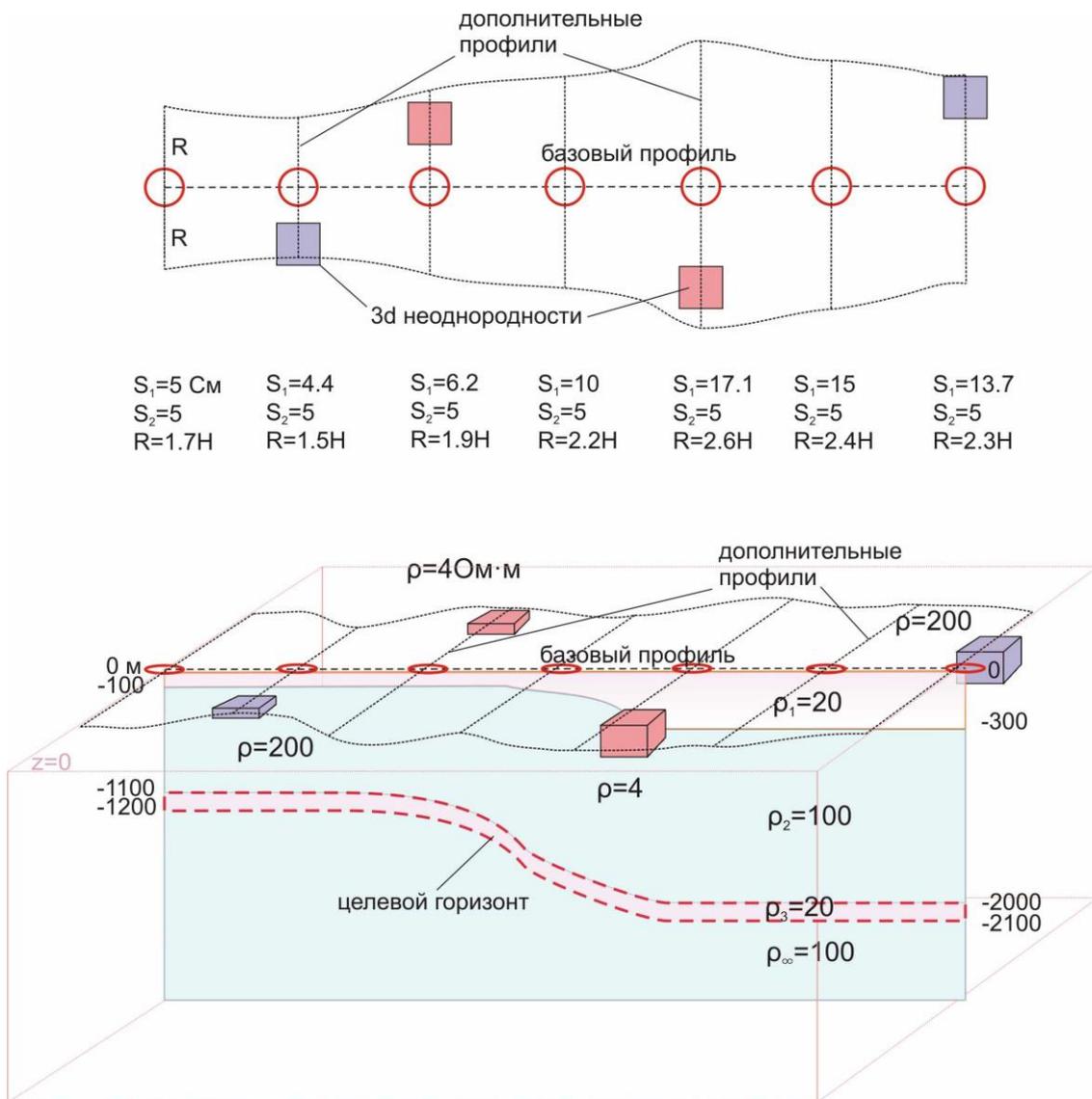


Рис. 5. Схема электроразведочных работ с формированием оптимальной системы наблюдений на основе распределения вторичного электромагнитного поля для модельного геоэлектрического разреза

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сидоров В.А., Тикшаев В.В. Электроразведка зондированиями становлением поля в ближней зоне. – Саратов: Изд-во Нижневолжского НИИГиГ, 1969. – 68 с.
2. Kamenetsky F.M., Stettler E.H., Trigubovich G.M.. Transient geo-electromagnetics. – Munich: Ludwig-Maximilian University of Munich, 2010. – 306 p.
3. Способ геоэлектроразведки: пат. РФ № 2411549 / Г.М. Тригубович, М.Г. Персова, Ю.Г. Соловейчик (Россия). Приоритет – 06.10.2009, выдан – 10.02.2011.
4. EM-DataProcessor: оперативная 3D-инверсия данных импульсной индуктивной электроразведки / Г. М. Тригубович, А. В. Чернышев, А. В. Куклин 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.

© М. В. Абрамов, Г. М. Тригубович, 2017