

ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ КОЛЛЕКТОРОВ В ПРЕДЕЛАХ ТРОИЦКО-МИХАЙЛОВСКОГО ВАЛА НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ РЕЗЕРВУАРОВ

Аркадий Сергеевич Ефимов

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, генеральный директор, тел. (383)217-11-43, e-mail: efas@sniggims.ru

Георгий Михайлович Тригубович

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

Анастасия Александровна Белая

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, заведующий лабораторией, тел. (383)222-42-03, e-mail: tal@sniggims.ru

Елена Николаевна Махнач

ООО ГП «Сибгеотех», 630099, Россия, г. Новосибирск, а/я 283, главный геофизик отделения нефти и газа, тел. (383)344-92-44, e-mail: machnach@sibgeotech.ru

Анна Васильевна Мамаева

ООО ГП «Сибгеотех», 630099, Россия, г. Новосибирск, а/я 283, ведущий геофизик отделения нефти и газа, тел. (383)344-92-44, e-mail: mamaeva@sibgeotech.ru

Рассмотрены результаты совместной 1D, 3D-интерпретации данных магнитотеллурических зондирований МТЗ и электромагнитных зондирований ЗСБ с целью выявления локальных ловушек УВ в подсоловых горизонтах зоны линейных дислокаций Троицко-Михайловского вала. Решение задачи реконструкции пространственно-временного/частотного распределения ЭМ-поля в объемное распределение проводимости геологической среды на основе точного трехмерного моделирования дает возможность прогнозирования флюидонасыщенных коллекторов в сложных поверхностных условиях. Использование объемных моделей геологической среды позволило существенно повысить достоверность и надежность геофизического прогноза. На основе полученных материалов изучено глубинное строение венд-кембрийских и рифейских отложений, выделены проводящие зоны в нижнем кембрии, терригенном венде и рифее, дана глубинная привязка и оценка коллекторских свойств.

Ключевые слова: Электроразведка МТЗ, ЗСБ, 1D, 3D-интерпретация, проводимость, коллектора, рифей, венд, нижний кембрий, ловушка УВ.

LOCAL PROGNOSIS OF RESERVOIRS WITHIN THE TROICKY-MIKHAILOVSKY SWELL BASED ON THE INTEGRATED MODEL OF RESERVOIRS

Arkadiy S. Efimov

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, Director, tel. (383)217-11-43, e-mail: efas@sniggims.ru

Georgiy M. Trigubovich

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

Anastasiya A. Belaya

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, Head of the Laboratory, tel. (383)222-42-03, e-mail: tal@sniggims.ru

Elena N. Makhnach

«Sibgeotech» Ltd, 630099, Russia, Novosibirsk, post office box 283, Chief Geophysicist, tel. (383)344-92-44, e-mail: machnach@sibgeotech.ru

Anna V. Mamaeva

«Sibgeotech» Ltd, 630099, Russia, Novosibirsk, post office box 283, Senior Geophysicist, tel. (383)344-92-44, e-mail: mamaeva@sibgeotech.ru

The results of combined 1D-, 3D-interpretation of magnetotelluric and near field-TEM data have been examined to locate local hydrocarbon traps in subsalt horizons of linear dislocation zones of TROICKY-MIKHAILOVSKY SWELL. Solving the task of reconstruction of space-time/frequency distribution of EM-field into volumetric distribution of conductivity of geological medium (based on the accurate 3D-modeling) allows to predict fluid-saturated reservoirs in difficult surface environment. The use of volumetric models of geological medium allowed to increase the reliability of geophysical prognosis substantially. Basing on the acquired material, deep structure of Vendian-Cambrian and Riphean sediments has been studied. Low-resistivity zones are located in lower Cambrian system, terrigenous Vendian and Riphean systems; Depth binding and estimation of collector qualities are given.

Key words: Magnetotelluric sounding, 1D, 3D-interpretation, conductivity, reservoirs, Riphean, Vendian, Lower-Cambrian, Hydrocarbon traps.

С целью выявления локальных ловушек углеводородов в подсолевых горизонтах зоны линейных дислокаций Троицко-Михайловского вала проведены магнитотеллурические зондирования МТЗ по сети ранее отработанных профилей МОГТ-80, детальной гравиметрии и электроразведочных работ ЗСБ. Полевые работы методом МТЗ проводились по профильной системе наблюдений с шагом между пунктами наблюдений 1 км. Использовались электроразведочные станции МТУ производства канадской фирмы «Phoenix Geophysics», предназначенные для регистрации электрических (E_x , E_y) и магнитных (H_x , H_y , H_z) компонент естественного магнитотеллурического поля. Система регистрации – синхронные наблюдения с перемещающейся базовой (опорной) точкой [1]. Длительность записи на пункте наблюдения в среднем составила 19 часов, что обеспечило полноценную кривую зондирования в заданном частотном диапазоне (400–0,0006 Гц).

При обработке электроразведочных данных использовались имеющиеся на всю площадь работ материалы электроразведки ЗСБ. Это позволило по данным ЗСБ детально изучить верхнюю, наиболее неоднородную часть разреза, а по МТЗ – глубокие горизонты осадочного чехла и фундамента. Интерпретация

выполнялась в одно- и трехмерном варианте, по ее итогам построены геоэлектрические разрезы в м-бе 1: 100 000 и создана объемная геоэлектрическая модель площади Троицко-Михайловского вала.

Детальная модель ВЧР была построена по результатам интерпретации данных ЗСБ [2, 3]. Для начального приближения в качестве стартовой модели использовалась горизонтально-слоистая среда. Путем к решению проблемы восстановления глубинной геоэлектрической структуры среды в условиях неоднородной ВЧР является 3D-интерпретации данных ЗСБ и МТЗ. Технология 3D-интерпретации основана на разделении ЭМ-поля на нормальную составляющую – влияния среды и аномальную составляющую влияния трехмерных неоднородностей. Одновременный подбор объектов и сигналов по всей пространственно-временной области влияния источника позволяет учитывать неоднородность вмещающей среды, устраняет искажения реконструкции глубинных частей разреза, резко снижает область эквивалентности решения обратной задачи и повышает достоверность прогноза проводимости и глубины залегания коллектора. В большинстве случаев интервальная электрическая проводимость является известной функцией рассольного флюидонасыщения, а флюидонасыщение – характеристикой проницаемости коллектора.

На рис. 1 приведены геоэлектрические разрезы вдоль профилей 57 и 67 с подобранными глубинными объектами и стратиграфической привязкой комплексов пород.

По данным электроразведки на разрезах и картах контрастно выделяется протяженная высокоамплитудная структура – Троицко-Михайловский вал по раздуву мощности высокоомного комплекса, приуроченного к соленосно-карбонатным нижнекембрийским отложениям. Судя по конфигурации аномалий МТ-поля, это структура представляет собой соляной диапир с максимальным нагнетанием солей в купольной части, в южном направлении структура выполаживается. На подсоловом уровне залегает два проводящих комплекса отложений. На большей части площади они хорошо расчленяются – более проводящий верхний, приуроченный к карбонатным венд-нижнекембрийским и терригенным вендским отложениям (редколесная-мошаконская свиты), и нижний, соотносимый с осадками тасеевской серии верхнего рифея – венда. Его проводимость обусловлена наличием коллекторов в тэтэрской, ванаварской (редколесной) свите венда и в кровле рифейских отложений.

Для качественной оценки характера флюидонасыщения был определен граничный уровень вероятного типа флюидонасыщенного коллектора в отложениях нижнего кембрия-венда-рифея. Водонасыщенный коллектор принят на отметке до 5–7 Ом.м, углеводородонасыщенный – на отметке 10–30 Ом.м., алевролиты обладают сопротивлением 50–100 Ом.м., аргиллиты обладают сопротивлением 10–20 Ом.м., плтносцементированные песчаники обладают сопротивлением до сотни Ом.м., карбонаты – сотни Ом.м. При оценке типа флюидонасыщения использовались результаты бокового каротажа (БК) по скв. Чуньская-1, пробуренной вблизи площади работ.

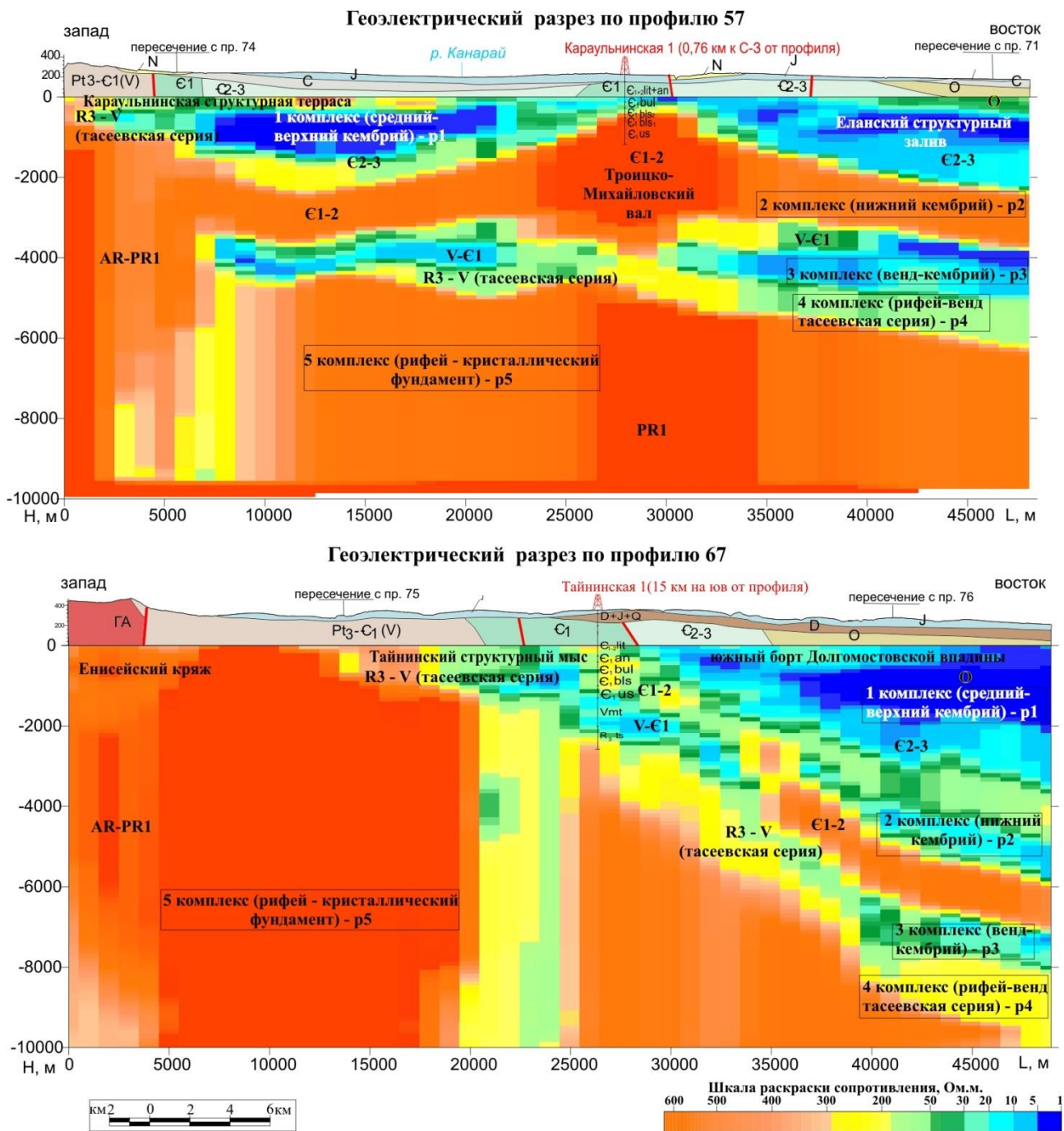


Рис.1. Геоэлектрические разрезы по профилям

По данным электроразведки оконтурены зоны высокопроницаемых коллекторов, в пределах которых выделены ловушки УВ различного типа. Эти данные в совокупности с результатами бурения и волновой картиной на сейсмопрофилях позволили дать оценку ресурсов по двум газоносным горизонтам – в нижнебельских карбонатах в кембрийском НГК и в песчаниках редколесной свиты в вендском НГК. В пределах двух ловушек рекомендовано заложение параметрических скважин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бердичевский М. Н. Дмитриев В. И. Модели и методы магнитотеллурики. – М.: Научный мир, 2009. – 680 с.
2. Соловейчик Ю. Г., Рояк М. Э., Моисеев В. С., Тригубович Г. М. Моделирование нестационарных электромагнитных полей в трехмерных средах методом конечных элементов // Физика Земли. – 1998. – № 10. – С. 78–84.
3. Тригубович Г. М., Персова М. Г., Соловейчик Ю. Г. 3D – Электроразведка становлением поля. – Новосибирск: Наука, 2009. – 211 с.

© А. С. Ефимов, Г. М. Тригубович, А. А. Белая,
Е. Н. Махнач, А. В. Мамаева, 2015