

Н.Н.НЕВЕДРОВА, канд. геол.-минерал. наук, доцент, *NevedrovaNN@ipgg.nsc.ru*
А.М.САНЧАА, канд. геол.-минерал. наук, научный сотрудник, *SanchaaAA@ipgg.nsc.ru*
Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск

N.N.NEVEDROVA, PhD in geol. & min. sc., associate professor, *NevedrovaNN@ipgg.nsc.ru*
A.M.SANCHAA, PhD in geol. & min. sc., research assistant, *SanchaaAA@ipgg.nsc.ru*
Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB of the RAS, Novosibirsk

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЗОНДИРОВАНИЙ СТАНОВЛЕНИЕМ ПОЛЯ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Электромагнитные зондирования становлением поля (ЗС) были опробованы при выполнении разведочных работ на углеводороды в Западной Сибири. В ходе исследований была выявлена высокая разрешающая способность, глубинность и локальность метода ЗС при относительно небольших размерах установки (меньше глубины залегания исследуемого объекта). В результате интерпретации полевых данных ЗС построена карта глубин до продуктивного горизонта (баженовская свита), на которой выделено малоамплитудное антиклинальное поднятие. На основании геолого-геофизической интерпретации это поднятие признано перспективным на углеводороды.

Ключевые слова: электромагнитные зондирования становлением поля, Западная Сибирь, нефтегазопроисковые исследования, геоэлектрическое строение, баженовская свита.

TRANSIENT ELECTROMAGNETIC SOUNDINGS APPLICATION FOR OIL AND GAS INVESTIGATION IN WESTERN SIBERIA

Transient electromagnetic soundings with a controllable source (TEM) have been tested at performance of prospecting works for hydrocarbons in Western Siberia. During researches high resolution, depth of investigation, locality of research of TEM has been revealed at rather small sizes of installation (it is less than depth of investigated object). As a result of interpretation of TEM field data the map of depths to productive horizon (bajenov formation) on which it is allocated low-amplitude an anticlinal raising is constructed. On the basis of geological interpretation this raising is recognised by perspective on hydrocarbons.

Key words: transient electromagnetic soundings, Western Siberia, oil and gas investigations, geoelectrical structure, bajenov formation.

Введение. Западно-Сибирская нефтегазовая провинция по-прежнему является основным источником углеводородного сырья в России [1]. В настоящее время для поисков новых месторождений приходится исследовать все более глубокие горизонты, так как на углеводороды перспективны баженовская, васюганская свиты мезозойского осадочного чехла, выступы палеозойского основания.

Основной объем геофизических исследований выполняется сейсмическими методами. Для повышения эффективности геологоразведочных работ актуально привлечение несейсмических методов, в частности электроразведочных, которые широко используются в Восточной Сибири, где геоэлектрические условия благоприятны для их применения [2].

Геоэлектрический разрез Западной Сибири характеризуется низкими и мало-контрастными значениями удельного электрического сопротивления основных литологических комплексов. Осадочный чехол однообразен и в основном представлен песчано-алевролитовыми и глинистыми породами. Этот тип разреза сложен для изучения любыми электромагнитными методами, однако результаты, представленные в статье, свидетельствуют о возможности их применения и в Западной Сибири.

Комплекс электромагнитных зондирований с контролируемым и естественным источниками был опробован при выполнении разведочных работ на углеводороды в Томской области. Целый ряд нефтяных и газовых месторождений успешно эксплуатируется в ее западной части. Северная и восточная территории области как глубоким бурением, так и геофизическими методами изучены недостаточно. Основной целью этой работы являлось уточнение геологического строения участка исследований на уровне продуктивных горизонтов и выявление новых структур, перспективных на углеводороды в отложениях юры, мела. Приведены результаты, полученные методом зондирования становлением электромагнитного поля (ЗС), так как именно интерпретация этих данных позволила выделить перспективную структуру.

Методика измерений и интерпретация полевых данных. Опытно-методические работы электромагнитными методами были проведены в пределах небольшого участка на севере Томской области. Измерения методом ЗС были выполнены по сейсмическим профилям прошлых лет в 52 пунктах. Применены две модификации метода с соосными и разнесенными установками. Сторона незаземленной генераторной квадратной петли составляла 500 м, приемные петли были выбраны размером 75×75 м. В качестве источника использовался генератор переменного тока с напряжением до 400 В и мощностью 100 кВт. Максимальное значение тока в генераторной петле 150 А. Размещение пунктов электромагнитных зондирований ЗСБ на участке исследований показано на рис.1.

Изучение априорных данных, характер соотношения кривых, полученных на соосных и разнесенных установках ЗС, позволил установить, что исследуемый разрез в целом аппроксимируется горизонтально-слоистой моделью. Интерпретация всего объема полевых данных ЗС была выполнена в интерактивных программных комплексах моделирования и инверсии с использованием этой модели. Программные системы «Эра» и EMS разработаны в лаборатории электромагнитных полей ИНГГ СО РАН [3, 4]. В процессе интерпретации была оценена точность определения геоэлектрических параметров и исследованы области эквивалентности.

На первом этапе интерпретации было проанализировано качество всех полученных данных ЗС. При этом оценивались погрешности измерений, возможные искажения экспериментальных кривых, рассматривался характер изменения кривых по профилю, их корреляция между собой. В результате были выделены пункты, в которых получены наиболее полные неискаженные полевые кривые с хорошо выраженным минимумом и правой восходящей ветвью. Они полностью соответствуют модели горизонтально-слоистой среды, по ним можно уверенно определить глубину до опорного электрического горизонта и его удельное электрическое сопротивление. С использованием этих кривых была построена начальная геоэлектрическая модель разреза, которая затем дорабатывалась и уточнялась на втором этапе интерпретации.

Таким образом, в результате первого этапа обработки было установлено, что получены дифференцированные кривые, характеризующие многослойный разрез. Все кривые отражают присутствие в разрезе горизонтов с низкими значениями электросопротивлений. У большинства кривых ЗС имеется восходящая правая ветвь, наличие которой позволяет определить глубины до палеозойского основания и судить об его удельном электрическом сопротивлении (УЭС). Значения УЭС опорного электрического горизонта (основания) значительно выше сопротивления осадочных горизонтов разреза.

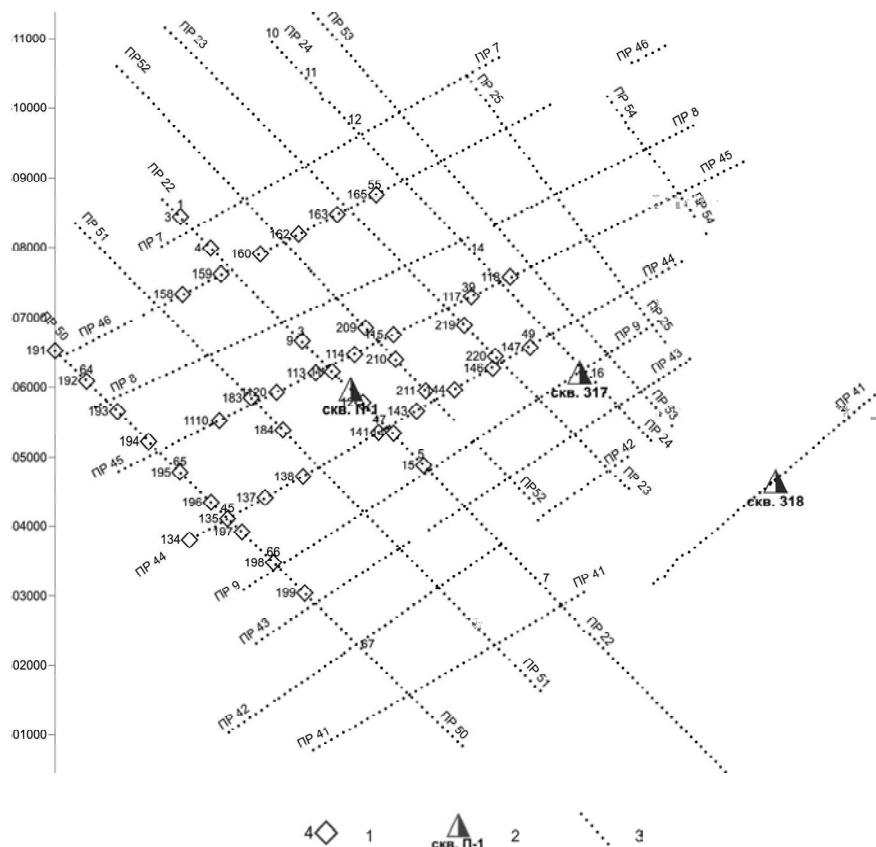


Рис. 1. Схема электроразведочных измерений
1 – пункты ЗС; 2 – скважины; 3 – сейсмические профили

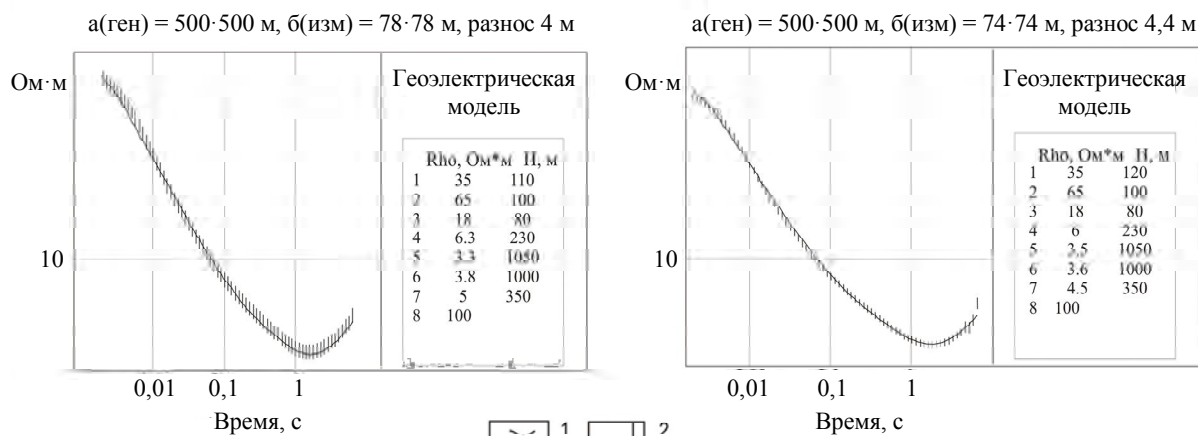


Рис. 2. Характерные кривые ЗС и основные геoeлектрические модели
1 – синтетическая кривая; 2 – полевые данные

Рассмотрим для примера характерные синтетические и полевые кривые ЗС 138 и 198, а также полученные после интерпретации геoeлектрические модели (рис.2).

В результате инверсии полевых данных получена восьмислойная геoeлектриче-

ская модель, характеризующаяся низкими значениями УЭС всех имеющихся слоев. Относительно высокоомной является верхняя часть разреза до глубин в 300 м, включающая три горизонта. Сопротивления этих горизонтов варьируют от 18 до 65 Ом·м.

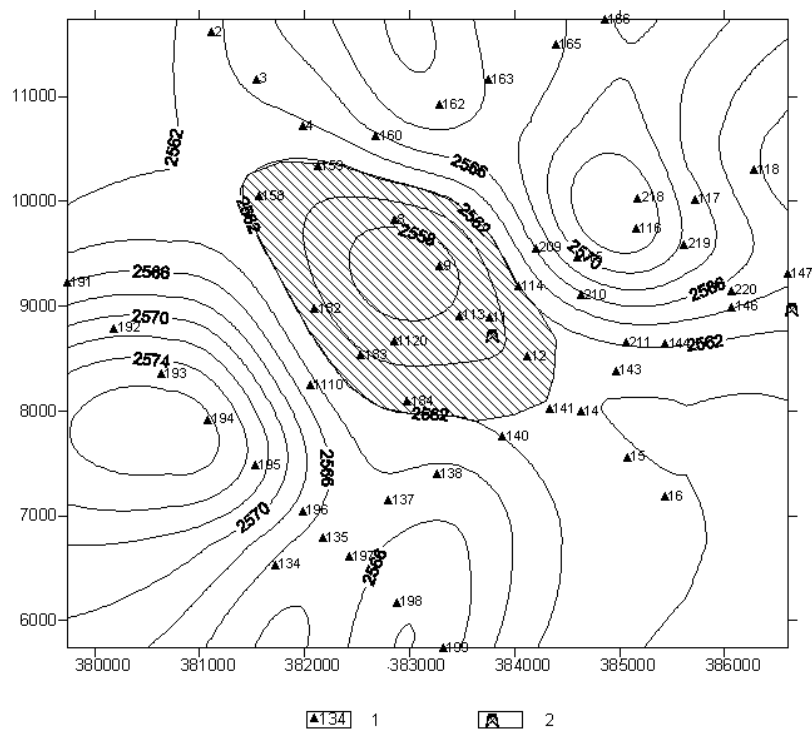


Рис.3. Схема глубин до продуктивного горизонта
1 – пункты ЗС; 2 – скважины

Глубже по разрезу сопротивления слоев понижаются в несколько раз и находятся в интервале, примерно, от 3 до 5 Ом·м. УЭС опорного электрического горизонта составляет в основном 80-100 Ом·м.

На втором этапе интерпретации были определены наиболее точные послойные геоэлектрические параметры (продольное сопротивление, мощность горизонтов осадочного чехла) для каждого зондирования. Эти данные были использованы для построения геоэлектрических разрезов и структурных карт. Стратиграфическая привязка полученных геоэлектрических моделей осуществлялась с учетом данных скважин глубокого бурения. Были рассмотрены материалы для нескольких скважин, пробуренных ранее на участке исследования. С учетом результатов интерпретации, априорных данных была построена структурная карта глубин до продуктивного горизонта – баженовской свиты (рис.3). На ней выделено несимметричное малоамплитудное поднятие (отмечено штриховкой), вытянутое с юго-востока на северо-запад.

На основе геолого-геофизической интерпретации, включающей анализ каро-

тажных диаграмм, испытаний скважин, карт толщин отдельных горизонтов юры (баженовского, васюганского, тюменского), с учетом распределения УЭС этих горизонтов, сейсмических и геохимических данных, был сделан вывод о перспективности на углеводороды выделенного антиклинального поднятия на уровне баженовской свиты.

Таким образом, основная цель исследования достигнута: по результатам интерпретации данных электромагнитных зондирований составлено детальное представление о геоэлектрическом разрезе осадочного чехла участка исследований и выделена перспективная на углеводороды структура.

Заключение. Опытнo-методические работы методами электромагнитных зондирований были выполнены в нефтегазоносном районе Западной Сибири. В геоэлектрических условиях этого региона методом ЗС достигнута необходимая глубинность исследования, получена дополнительная к сейсмическим данным информация о геоэлектрических параметрах разреза. По электромагнитным данным построен рельеф опорного горизонта и выявлена дифферен-

циация фундамента по удельному сопротивлению, что является важным для определения перспективности отложений палеозоя на углеводороды. Для решения поставленной задачи наиболее существенно, что по данным ЗС удалось выделить малоконтрастную границу в осадочных отложениях, которая по скважинной привязке соответствует продуктивному горизонту. Был сделан вывод о перспективности использования электромагнитных зондирований в комплексе с другими геофизическими методами для нефтегазопроисловых исследований.

Следует отметить, что при выполнении работ была использована современная аппаратура – электроразведочная станция FastSnap научно-производственной компании «Сибгеосистемы», позволившая получить полевые данные высокого качества, а также развитые программные средства для их интерпретации.

Авторы благодарны коллективу фирмы «Луч» и сотруднику лаборатории геоэлектрики ИНГГ СО РАН В.В.Потапову, которые получили полевые данные ЗС в сложных зимних условиях Западной Сибири, а также д-ру геол.-минерал. наук Ю.Н.Карагодину, д-ру геол.-минерал. наук Г.Г.Шемину, выполнившим геологическую интерпретацию материалов.

Исследования поддержаны междисциплинарной интеграционной программой СО РАН, проект № 127.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные проблемы нефтегазоносных бассейнов. Новосибирск: Изд-во НГУ. 2003. С. 8-43.
2. *Неведрова Н.Н.* Геоэлектрические исследования перспективных участков нефтегазоносности юга Сибирской платформы / Н.Н.Неведрова, А.М.Санчаа, С.М.Бабушкин // Записки Горного института. 2009. Т.183. С. 260-263.
3. Система интерпретации данных зондирования методом переходных процессов EMS / О.Г.Хабинов, И.А.Чалов, А.А.Власов, Е.Ю.Антонов // ГЕО-Сибирь-2009 / СГГА. Новосибирск, 2009. С.108-113.
4. *Эпов М.И.* Автоматизированная система интерпретации электромагнитных зондирований / М.И.Эпов, Ю.А.Дашевский, И.Н.Ельцов. Новосибирск: Изд-во Института геологии и геофизики СО АН, 1990. 29 с.

REFERENCES

1. Actual problems of oilfield basins. Novosibirsk: Publishing house of the NSU. 2003. P.8-43.
2. *Nevedrova N.N., Sanchaa A.M., Babushkin S.M.* Geoelectric researches of oilfield perspective sites of the south of the Siberian platform // Proceedings of the Mining Institute. 2009. V.183. P.260-263.
3. *Khabinov O.G., Chalov I.A., Vlasov A.A., Antonov E.Yu.* System of interpretation of transient electromagnetic sounding data EMS // Geo-Siberia-2009 / SGGA. Novosibirsk, 2009. P.108-113.
4. *Epov M.I., Dashevsky Yu.A., Yeltsov I.N.* The automated system of electromagnetic sounding interpretation. Novosibirsk: Publishing house of the Institute of geology and geophysics SB AN. 1990. 29 p.