

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ НЕФТЕНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Неведрова Н.Н., Санчаа А.М.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск

Аннотация. Западно-Сибирская нефтегазовая провинция является одним из основным источников углеводородного сырья в России. 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. Геоэлектрический разрез Западной Сибири характеризуется низкими и малоконтрастными значениями удельного электрического сопротивления основных литологических комплексов. Осадочный чехол однообразен и в основном представлен песчано-алевролитовыми и глинистыми породами. Этот тип разреза сложен для всех электромагнитных методов, но, тем не менее, результаты полевых работ методом становлением электромагнитного поля свидетельствуют о возможности их применения и в Западной Сибири.

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

Интерпретация полевых данных ЗС и основные результаты.

Полевые работы методом ЗС были выполнены на двух нефтеносных участках Западной Сибири. При измерениях были использованы две модификации метода с соосными и разнесенными установками. Сторона незаземленной генераторной квадратной петли составляла 500 м, приемные петли были выбраны размером 75×75 (м²). В качестве источника использовался генератор переменного тока с напряжением до 400 В и мощностью 100 кВт. Максимальная величина тока в генераторной петле составляла 150 А.

Рассмотрим первый участок работ в Томской области. Схема измерений ЗС показана на рис. 2. 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 был осуществлен анализ качества 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, полностью соответствующие модели горизонтально-слоистой среды, по которым 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.

Рассмотрим для примера характерные полевые кривые ЗС и полученные после инверсии геоэлектрические модели. На рис.1 представлены синтетические и полевые кривые для двух зондирований, полученных в районе, имеющих скважины (ЗС 138, и ЗС 198), а также геоэлектрические модели. В результате инверсии полевых данных получена восьмислойная

геоэлектрическая 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 варьирует от 18 до 65 Ом·м. 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. По результатам интерпретации, и на основании априорных данных была построена структурная карта глубин до продуктивного горизонта - баженовской свиты.

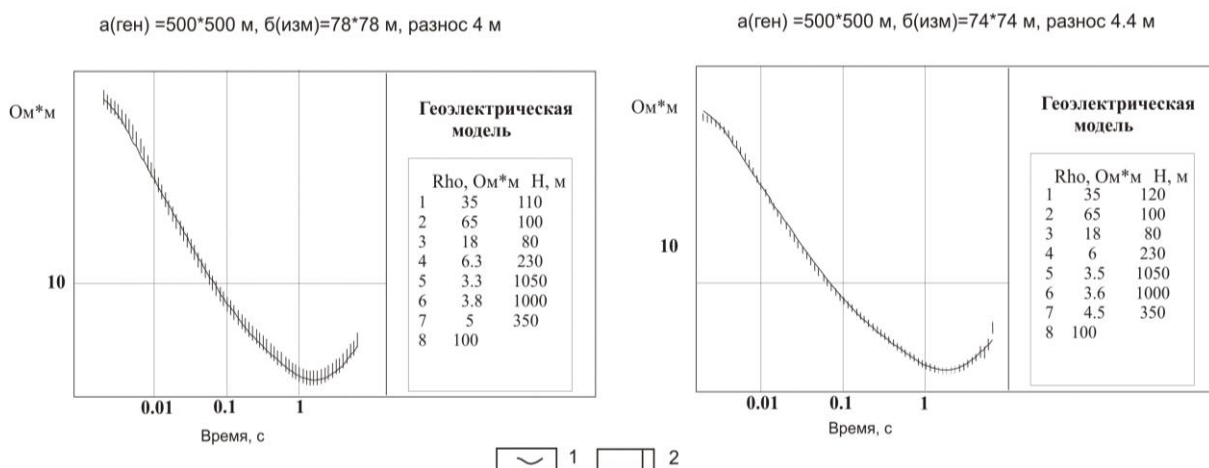
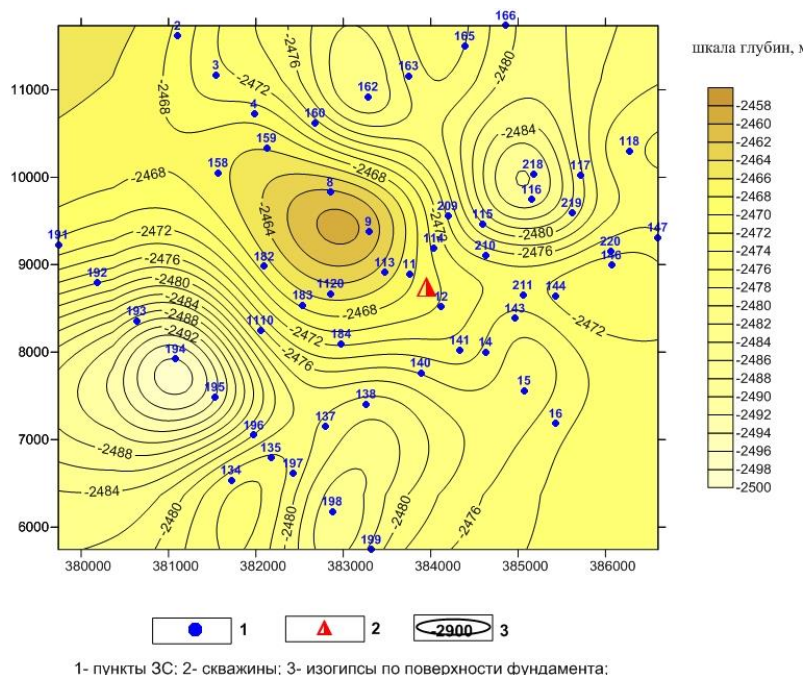


Рис. 1. Характерные кривые ЗС и основные геоэлектрические модели. Условные обозначения: 1 – синтетическая кривая, 2 – полевые данные.

Обратимся к рис.2, на котором представлена эта карта. На ней выделено несимметричное малоамплитудное поднятие, вытянутое с юго-востока на северо-запад. На этом рисунке поднятие отмечено штриховкой.



1- пункты ЗС; 2- скважины; 3- изогипсы по поверхности фундамента;

Рис. 3. Карта глубин до продуктивного горизонта.

На основе геолого-геофизической интерпретации, включающей анализ каротажных диаграмм, испытаний скважин, карт толщин отдельных горизонтов юры (баженовского, васюганского, тюменского), с учетом распределения УЭС этих горизонтов, сейсмических и геохимических данных, был сделан вывод перспективности на углеводороды выделенного антиклинального поднятия на уровне баженовской свиты.

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

Обратимся к данным, полученным на втором нефтеносном участке, расположенном в Среднем Приобье. Размещение пунктов ЗС показано на рис. 4. Интерпретация данных осуществлена по описанной выше схеме с использованием тех же программных средств. Рассмотрим характерную полевую кривую ЗС (рис. 3)

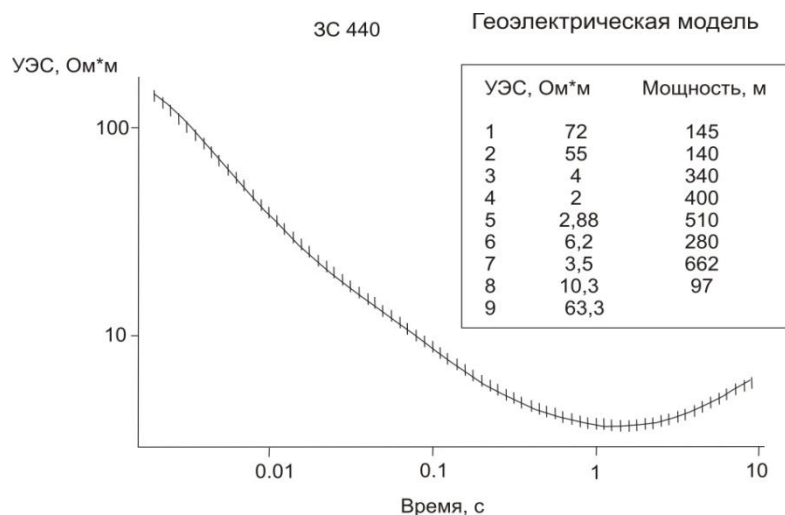


Рис. 3. Теоретическая и полевая кривая по данным для пункта ЗС № 440 (соосная установка); вертикальными штрихами показаны полевые данные, сплошной линией синтетическая кривая.

Пункт зондирования расположен в южной части участка. Погрешности измерений во всем временном интервале не превышают 5%. Получено очень хорошее совпадение полевой и теоретической кривых, погрешность подбора меньше 5%. Наблюдаются только незначительные искажения на самых ранних временах (< 0.01 сек), где погрешность подбора достигает 5%, это связано с приповерхностными неоднородностями разреза. На рис. 3 в его правой части показана полученная при предварительной интерпретации геоэлектрическая модель. Эта модель характеризуется в основном очень низкими значениями удельного электрического сопротивления. Самыми высокоомными являются два верхних слоя, их общая мощность достигает 300 м. Глубже по разрезу сопротивления понижаются в несколько раз (практически на порядок). УЭС опорного электрического горизонта составляет 63 Ом·м. В основном для всей исследуемой площади получены значения УЭС опорного горизонта менее 100 Ом·м.

Далее рассмотрим один из результатов интерпретации – схему распределения удельного сопротивления шестого геоэлектрического горизонта, отнесенного по скважинной привязке, к викуловской нефтеносной свите (рис. 4). На схеме прослеживается довольно четкая закономерность: обе скважины с признаками углеводородов расположены в пределах низкоомных аномалий викуловской свиты. Наиболее низкое сопротивление свиты наблюдается в районе пункта ЗС 230, размещенного недалеко от скважины 20, а также в районе пункта 340 – ближайшего к скважине 21. Анализ дополнительной информации показал, что границы низкоомных аномалий ($\rho < 6.5$ Ом м) оконтуривают перспективный на нефтеносность участок.

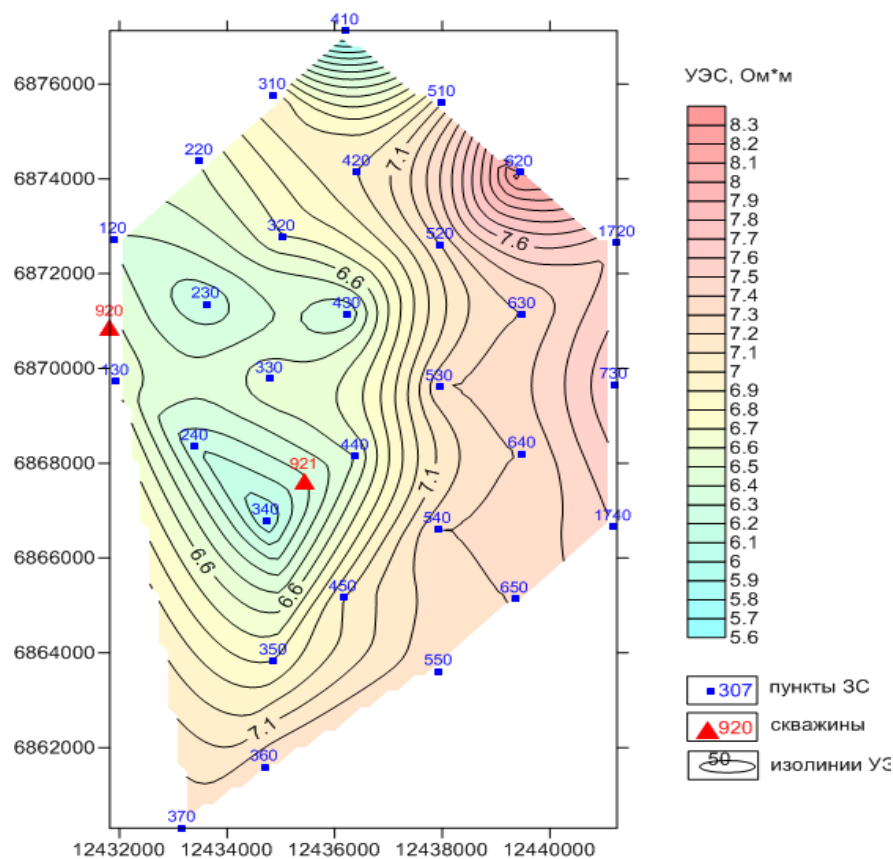


Рис. 3. Схема распределения удельного электрического сопротивления викуловской свиты на участке исследований по данным ЗС (центральные петли).

Для второго участка получены количественные геоэлектрические характеристики меловых, юрских, верхней части палеозойских отложений. В геоэлектрической модели выделены горизонты, соответствующие по геологической привязке основным нефтеносным свитам. Выявлены антиклинальные структуры в верхней части палеозоя в районе скважин 20, 21. эти структуры контролируются особым распределением удельных сопротивлений палеозоя, в зоне антиклинальных поднятий наблюдаются максимальные градиенты удельных электрических сопротивлений.

Заключение.

В геоэлектрических условиях Западной Сибири методом ЗС достигнута необходимая глубинность исследования, получена дополнительная к сейсмическим данным информация о геоэлектрических параметрах разреза. Сделан вывод о перспективности использования электромагнитных зондирований в комплексе с другими геофизическими методами для нефтегазопроисследовательских исследований.

Список литературы:

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