

В.А.КУЗИН, главный геофизик, kuzin1@mail.ru
А.А.КОРЮХОВА, ведущий геофизик, solovyova_aa@mail.ru
Саратовская геофизическая экспедиция, ФГУП НВНИИГГ

V.A.KUZIN, Chief Geophysicist, kuzin1@mail.ru
A.A.KORUKHOVA, Leading Geophysicist, solovyova_aa@mail.ru
Saratov Geophysical Expedition, State Enterprise «NVNIIGG»

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ В КОМПЛЕКСЕ С СЕЙСМОРАЗВЕДКОЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА И ПОИСКА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Рассмотрена возможность применения электроразведочного метода ЗСБ в комплексе с сейсморазведкой МОГТ для изучения осадочного разреза и поиска залежей углеводородов. Физической предпосылкой применения метода ЗСБ для поисков нефти и газа послужило увеличение сопротивления пластов, насыщенных углеводородами, что отражается на кривой становления электромагнитного поля $\varepsilon(t)$. Представлены методики полевых работ, обработки и интерпретации электроразведочных материалов.

Ключевые слова: электроразведочный метод ЗСБ, залежи углеводородов, сопротивление, интерпретация, электромагнитное поле.

APPLICATION OF ELECTRICAL PROSPECTING IN COMBINATION WITH SEISMIC PROSPECTING FOR THE GEOLOGICAL SECTION PREDICTION AND SEARCH OF HYDROCARBON DEPOSITS

The possibility of application of electrical prospecting method SGN (sounding by field growing in the near-field zone) in combination with CDP seismic prospecting for sedimentary section investigations and hydrocarbon deposits prospecting is considered. The physical basis of the method application for hydrocarbon prospecting is the effect of higher resistance of seams, saturated by hydrocarbons. The effect is reflected in the curve of electromagnetic field growth $\varepsilon(t)$. The procedures of field works, processing and interpretation of electrical prospecting data are presented.

Key words: electrical method SGN, hydrocarbon deposits, resistance, interpretation, electromagnetic field.

Саратовская геофизическая экспедиция (СГЭ) уже более 40 лет занимается электроразведочными работами методами ЗСБ, МТЗ и ВП. В настоящее время в составе СГЭ работают три сейсморазведочные и две электроразведочные партии. Первая партия, работающая методом МТЗ, выполняет региональные исследования по заказу Министерства природных ресурсов России. Партия оснащена приборами MTU-5A фирмы «Феникс Дже-

офизикс». С сентября 2007 г. по настоящее время на 800 км выполнены электроразведочные работы в комплексе с сейсморазведкой, гравиразведкой и другими геофизическими методами. Вторая партия, выполняющая электроразведочные работы методами ЗСБ и ВП с задачей выявления нефтегазоносности перспективных объектов, выделенных по данным сейсморазведки, отрабатывает в год в среднем 600 км профилей.

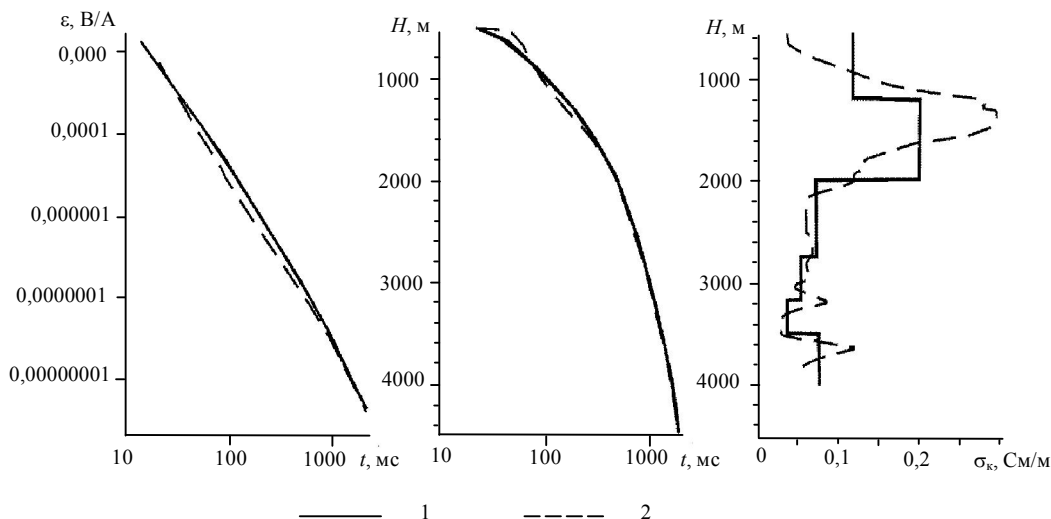


Рис. 1. Графики $\varepsilon(t)$, $H(t)$ и $\sigma_k(H)$ для модельного (1) и наблюдаемого (2) сигналов

Одним из преимуществ СГЭ является возможность комплексирования данных сейсморазведки МОГТ и электроразведки ЗСБ на начальных этапах обработки и интерпретации геофизических материалов. Глубинность исследований методом ЗСБ составляет 0,5-5 км.

Методика полевых электроразведочных работ методом ЗСБ. Для регистрации электромагнитного сигнала используется телеметрическая электроразведочная станция ТЭС-24, которая выпущена малой серией Саратовским СКБ сейсмического приборостроения в 1993 г.

Для создания тока в генераторном контуре используются две генераторные группы – УГЭ-50 и ЭРС-67 с компьютерным управлением, которые подают в генераторный контур прямоугольные импульсы разной полярности с силой тока 20-100 А.

Размеры генераторного контура для решения поставленных задач варьируют, как правило, от 500×1500 до 1000×4000 м и подбираются в зависимости от глубины залегания исследуемых объектов и суммарной продольной проводимости разреза, рассчитанной в результате моделирования сигнала $\varepsilon(t)$ по данным ГИС. Генераторная рамка изготовлена из шестижильного провода ГПМП. Используемые приемные петли имеют размер 25×25 и 37×37 м, 40-100 витков и эффективную площадь 25000-100000 м². Время

подачи тока в линию и регистрации зависит от поставленной задачи и составляет от 3 до 16 с. Регистрирующая аппаратура записывает сигнал с шагом дискретизации 1 мс. Шаг по профилю изменяется от 50 м для поискового и детального этапа работ до 200 м для региональных исследований. На одной точке записывается 100 импульсов.

Программный комплекс, установленный на бортовом компьютере станции, позволяет отслеживать на мониторе записываемый сигнал в режиме реального времени. Это дает возможность оператору станции непосредственно при проведении полевых работ оценивать качество записи, соотношение сигнала и помехи и принимать решение по отбраковке искаженных импульсов и приостановке работ с целью поиска неисправностей.

Обработка и интерпретация полевого материала. Обработка полевого материала проводится в программном комплексе «Электра», разработанном сотрудниками филиала СГЭ и в обрабатывающем комплексе «Tem-Processing», разработанном в г.Иркутске и адаптированном под используемую в экспедиции методику полевых работ.

Программный комплекс «Электра» позволяет моделировать сигнал становления поля по данным ГИС. На рис.1 представлены графики зависимости сигнала становления поля ε от времени t , глубины H от времени t и кажущейся удельной электропроводности

σ_k от глубины H для одного пикета наблюдений. На графиках видно неплохое совпадение модельных и наблюдаемых кривых.

Обработка материала состоит из демультиплексации; визуализации и оценки качества материала; отбраковки импульсов, искаженных случайными помехами; фильтрации помех с частотой 50 ГЦ и ее гармоник; суммирования 100 записанных импульсов с применением математических методов; медианной фильтрации и сплайн-аппроксимации. В результате выделяется полезный сигнал $\varepsilon(t)$, очищенный от помех различного характера. Затем выполняется трансформация сигнала становления поля в кривые кажущейся суммарной продольной проводимости (S_k) методом эквивалентной плоскости по алгоритму Сидорова – Тикшаева*. По полученным значениям S_k рассчитывается кажущаяся удельная электропроводность (σ_k) и строятся закодированные разрезы, которые являются наиболее важным промежуточным результатом работ. Именно по ним в основном происходит дальнейшая интерпретация данных. По ним коррелируются геоэлектрические границы и с учетом этой корреляции в дальнейшем корректируется корреляция сейсмических отражающих границ на временных разрезах. На них выделяются аномальные участки, связанные с органогенными объектами и залежами углеводородов (УВ), проявляющиеся понижением значений σ_k , тектонические нарушения, палеорусла, проявляющиеся повышением значений σ_k , и прочие объекты**. Кроме того, для интерпретации используются разрезы остаточных аномалий σ_k , полученные путем вычитания наблюдаемых значений σ_k из модельных, построенных по данным ГИС с учетом сейсмической глубинной модели.

На следующем этапе, после окончательной увязки корреляции сейсмических и

геоэлектрических горизонтов и построения согласованной модели, оценивается изменение значений σ_k в пределах литолого-фациальных комплексов пород. Также рассматриваются изменения кажущейся суммарной продольной проводимости ΔS_k в пределах изучаемых интервалов, перспективных на исследуемой территории, строятся графики ΔS_k по профилям и схемы распределения ΔS_k для интересующих интервалов по исследуемой площади. Затем с помощью программного комплекса «Kingdom Suit» строятся сейсмоэлектрические глубинные разрезы (СЭГРы). Построение производится путем наложения в едином координатном пространстве разрезов $\sigma_k(H)$ и сейсмических глубинно-динамических разрезов. По этим разрезам и проводится дальнейшая комплексная интерпретация сейсмических и электроразведочных данных.

Результатом интерпретации СЭГРов является выявление в потенциально продуктивных литолого-стратиграфических интервалах зон уменьшенных значений кажущейся удельной электропроводности, которые соответствуют структурам, выделенным по результатам интерпретации данных сейсморазведки. Данные зоны указывают на участки вероятной продуктивности анализируемых интервалов.

По результатам комплексной интерпретации СЭГРов строятся схемы распределения аномальных значений σ_k в соответствии со структурными картами.

На следующем этапе интерпретации производится построение прогнозной геолого-геоэлектрической модели разреза. Подбор интервальных сопротивлений и мощностей геоэлектрических слоев по наблюдаемым кривым интегрального сопротивления от времени и суммарной продольной проводимости от времени осуществляется с помощью программы «MODEL». Программа создана на основе алгоритмов расчета прямых и обратных задач, разработанных в Институте геофизики СО РАН (М.И.Эпов, Е.Ю.Антонов, В.С.Могилатов). Программа «MODEL» представляет возможности для решения задач по двум направлениям: 1) количественная интерпретация результатов нестационарных электромагнитных зондирования; 2) математическое моделирование электромагнитных откликов.

* Тикшаев В.В. Электромагнитная разведка повышенной разрешенности методом становления поля с пространственным накоплением. М.: Недра, 1989.

Tikshaev V.V. Electromagnetic prospecting of heightened resolution by method of electromagnetic field growing with spatial accumulation. M.: Nedra, 1989.

** Хмелевской В.К. Электроразведка. М.: Изд-во МГУ, 1984.

Hmelevskoy V.K. M.: Electrical prospecting. Publishing house of MGU, 1984.

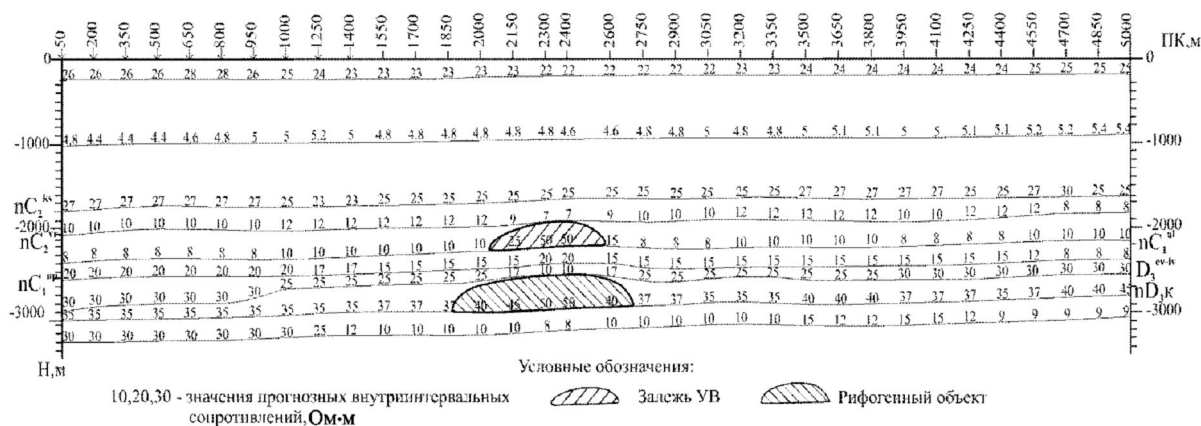


Рис.2. Прогнозная геолого-геоэлектрическая модель

Для создания модели в качестве априорной информации используется сейсмическая глубинная корреляция, в рамках которой проводится подбор внутриинтервальных прогнозных сопротивлений (с учетом данных ГИС) и коррекция глубины геоэлектрических горизонтов. Рассмотрим разрез прогнозных внутриинтервальных сопротивлений по профилю, расположенному на территории Ближнего Саратовского Заволжья (рис.2). На разрезе выделены два участка пониженных значений, которые были интерпретированы как органоген-

ный объект позднедевонского возраста и залежь углеводородов в толще его облекания. В дальнейшем этот прогноз подтвердился при бурении скважины.

Заключение. Выполненные исследования показали, что следует внимательнее относиться к результатам электроразведки использовать ее в качестве второго основного метода для решения геолого-геофизических задач. Необходимо также комплексно подходить к интерпретации результатов геофизических съемок, особенно в сложных геолого-геофизических условиях.