

УДК [55083+55084]:553.98 (571.16)

Напреев Д.В.ЗАО НПП ГА «Луч», Новосибирск, Россия, ndv@looch.ru**Оленченко В.В.**Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия, OlenchenkoVV@ipgg.nsc.ru

КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКЕ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В УСТЬ-ТЫМСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ РАЙОНЕ

На примере опытно-методических работ в Усть-Тымском нефтегазоносном районе предложен комплекс методов, направленный на выявление аномалий физических и геохимических полей над залежами углеводородов.

***Ключевые слова:** Усть-Тымский нефтегазоносный район, нефть, газ, прямые геохимические методы поиска, электромагнитное зондирование.*

Согласно «Временному положению об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ» типовой комплекс геологоразведочных работ на стадии выявления структур должен включать дешифрирование материалов аэрофото- и космических съемок, структурно-геоморфологическую и геологическую съемки, гравиразведку, магниторазведку, электроразведку, сейсморазведку, бурение структурных скважин, специальные работы и исследования по прогнозу геологического разреза и прямым поискам [Временное положение..., 2001].

На территории Западной Сибири из геофизических методов упомянутого комплекса наиболее часто применяются сейсмические методы. Однако эффективность сейсморазведки при поисках залежей относительно небольших размеров и/или неантиклинального типа значительно снижается. Кроме того, присутствие в нижних горизонтах акустически жестких границ не всегда позволяет оценить строение палеозойского основания. В связи с этим, назревает необходимость комплексирования сейсморазведки с глубинными электроразведочными методами и данными геохимических исследований.

Дело в том, что углеводороды, просачивающиеся в верхние слои разреза из залежи даже через достаточно плотные покровы, формируют в вышележащих породах вторичные ареалы рассеяния, тем самым, вызывая эпигенетические преобразования, нарушают поля стабильности некоторых минералов, изменяют подвижность отдельных микроэлементов и др. В результате возникают аномалии, которые грубо можно разделить на аномалии физических полей и геохимические.

Предложено достаточно много оригинальных моделей процессов становления физических полей над залежами УВ. Особо следует выделить работы Пирсона [Pirson, 1981], рассматривавшего модель «залежь-поверхность» с собственной системой токов, приводящих к формированию аномалий в электрических и магнитных полях, которые могут быть зафиксированы как на поверхности, так и в скважинах.

Именно вследствие «дыхания залежей» в вышележащих породах, в почве, воде и воздухе фиксируются повышенные концентрации как самих углеводородов, так и высокие концентрации не углеводородных газов (гелия, радона, йода и др.), изменения водородного показателя и окислительно-восстановительного потенциала среды, минералогические изменения в виде образования вторичного кальцита, пирита, магнетита, грейгита, солей урана; изменение глинистых минералов; изменение концентраций рассеянных элементов [Schumacher, 1996; Saunders, Burson, Thompson, 1999].

Первые упоминания об эпигенетических преобразованиях минералогического состава пород над месторождениями углеводородов относятся к началу 20-го века, когда в Луизиане в осадочных отложениях над нефтяным месторождением были обнаружены пирит и другие сульфиды [Schumacher, 1996]. С тех пор поисковые методы, направленные на выявление аномалий, вызванных эпигенетическим изменением пород, активно развивались в СССР, США и Германии. В СССР с помощью газовой и микробиологической наземных съемок (прямые поиски) было открыто несколько небольших месторождений. После войны развитие этих методов практически прекратилось и возобновилось лишь в последние два-три десятилетия.

Тем не менее практикой работ на нефть и газ было доказано, что над нефтяными залежами в процессе их эволюции формируются аномалии физических и геохимических полей, обусловленные изменениями минералогического состава пород под влиянием углеводородов. При геохимических преобразованиях пород над залежами углеводородов возникает система теллурических токов, порождаемая электрохимическими процессами. Вторичные изменения, как в минеральном составе, так и в физических свойствах пород достаточно контрастируют с их фоновыми значениями. Это дает основание применять экспрессные методы для выявления нефтегазонасыщенных объектов.

Характеристика участка работ и методы исследований

В 2009 г. на одном из нефтеперспективных участков на севере Томской области в *Усть-Тымском нефтегазаносном районе* специалистами ЗАО НПП ГА «Луч» и ИННГ СО РАН проводились полномасштабные комплексные исследования на основе многочисленных

опытно-методических работ, выполненных в предыдущие годы на известных объектах в ХМАО, Тюменской, Томской и Новосибирской областях.

В региональном плане исследуемый участок относится к юго-восточной части Западно-Сибирской плиты (мегасинеклизы). Его основные тектонические особенности – наличие рифейско-палеозойского фундамента, осложненного процессами триасового рифтогенеза и юрско-палеогенового осадочного чехла, с которым связаны основные объемы разведанных углеводородов.

Основной целью работ являлось выявление нефтеперспективных структур. Для этого последовательно решались задачи расчленения осадочного чехла по геоэлектрическим свойствам, картирования поверхности палеозойского основания, поиска прямых признаков наличия углеводородов на глубине.

В пределах участка исследований по сетке старых сейсмических профилей были выполнена электроразведка методами зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ) и магнитотеллурическое зондирование (МТЗ), проведен отбор проб для исследования в лабораторных условиях методами хроматографии, определения водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), капаметрии, гамма-спектрометрии. В лабораторных условиях впервые выполнена оценка поляризационных свойств образцов методом быстрых процессов вызванной поляризации (БВП).

При комплексных исследованиях электроразведочные методы решали структурно-картировочные задачи, а геохимические методы обеспечивали поиск прямых признаков углеводородов в пределах выделенных структур.

Магнитотеллурические зондирования осуществлялись станциями MTU-5, которые регистрировали пять компонент магнитотеллурического поля (E_x , E_y , H_x , H_y , H_z). Работы методом ЗСБ проводились при помощи телеметрической системы регистрации нового поколения «Пикет», позволяющей выполнять сложные площадные и профильные наблюдения с высокой пространственно-временной плотностью наблюдения.

Пробы для геохимического анализа отбирались методом шнекового бурения с глубины 3,5-4 м и представляли собой преимущественно образцы четвертичных глин и тяжелых суглинков, в редких случаях - лёгких суглинков и торфяно-глинистой смеси. Измерения концентрации углеводородов в пробах осуществлялись при помощи хроматографа ФГХ-1, электрохимический анализ проводился иономером «мультигест ИПЛ-103». Для измерения быстрых процессов вызванной поляризации применялся аппаратно-программный комплекс, разработанный в ЗАО НПП ГА «Луч».

Результаты исследований

На первом этапе комплексной интерпретации геофизических и геохимических данных проводился анализ результатов структурно-картировочных методов, в т.ч. геоморфологических построений и данных электроразведка (методов ЗСБ и МТЗ). Первоочередная задача этих методов – картирование геологических структур, перспективных на углеводороды. В условиях Западно-Сибирской плиты антиклинальные поднятия в доюрском основании хорошо картируются по положительным формам остаточного рельефа, выделяемого в результате геоморфологического анализа. В дополнение к этому, отложения палеозоя контрастируют мезозойским породам повышенным сопротивлением, что дает возможность уверенно выделять их кровлю при электромагнитных зондированиях. Так же, опорным геоэлектрическим горизонтом являются отложения баженовской свиты.

Сопоставление карты остаточного рельефа с изолиниями глубины поверхности палеозойского основания, выделенного по данным ЗСБ и МТЗ, показало удовлетворительную сходимость результатов (рис. 1). Как по результатам дешифрирования, так и по данным электроразведки, севернее скв. 1 было выделено структурное поднятие.

Следующим этапом был выбор интерпретационных критериев для группы геохимических методов. Для этого были построены профильные графики по всем измеряемым параметрам и оценен информационный вклад каждого из них. Было установлено, что аномалиям по содержанию ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы) пространственно соответствуют пониженные значения окислительно-восстановительного потенциала и повышенная поляризуемость четвертичных глин (рис. 2). Этот набор признаков был принят за интерпретационный критерий при выделении нефтегазоперспективных областей.

Далее были проанализированы распределения геохимических полей по площади с точки зрения приуроченности геохимических аномалий к выделенным ранее структурным элементам. Сопоставления геохимических аномалий со структурной картой приведены на рис. 3. По данным измерений вызванной поляризации (ВП) на образцах глин на площади исследований были оконтурены аномалии поляризуемости. Анализ показал, что аномалии ВП имеет квазикольцеобразную форму и тяготеют к склонам положительных структур, являющихся проекциями на дневную поверхность крыльев антиклинальных поднятий.

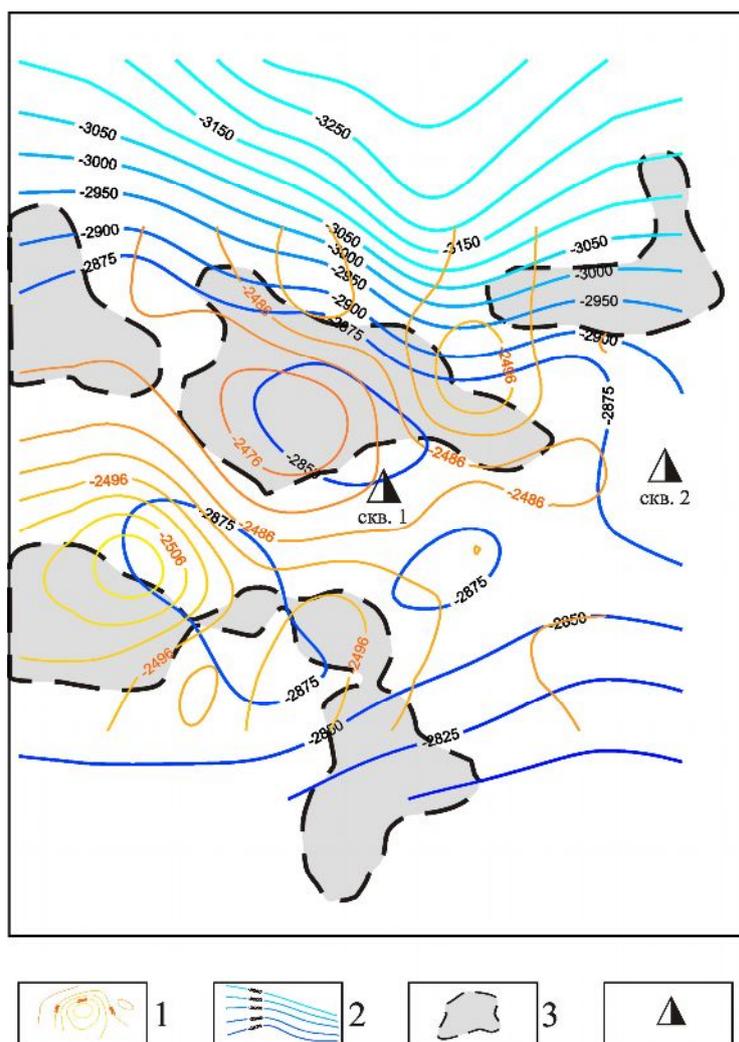


Рис. 1. Результаты комплексной интерпретации электроразведочных и геоморфологических данных

1 - изогипсы подошвы баженовской свиты по данным ЗСБ; 2 - изогипсы кровли палеозойских отложений по данным ЗСБ и МТЗ; 3 - контуры положительных структур остаточного рельефа; 4 - поисковые скважины существующие.

Аномалии по содержанию бензола и толуола были оконтурены по значению $0,04 \text{ мг/м}^3$, что в 20 раз превышает фоновые значения. На карте хорошо заметна связь аномальных содержаний ароматических углеводородов со склонами положительных форм остаточного рельефа. При этом северо-западная структура практически полностью окаймляется контуром аномальных содержаний углеводородов, вероятно, являясь частью незамкнутой кольцевой структуры.

Отдельно стоит выделить аномалию на юго-востоке участка, которая характеризуется высокими значениями концентрации ароматических углеводородов. Из-за недостатка данных, по площади невозможно сделать однозначные выводы о структуре аномалии.

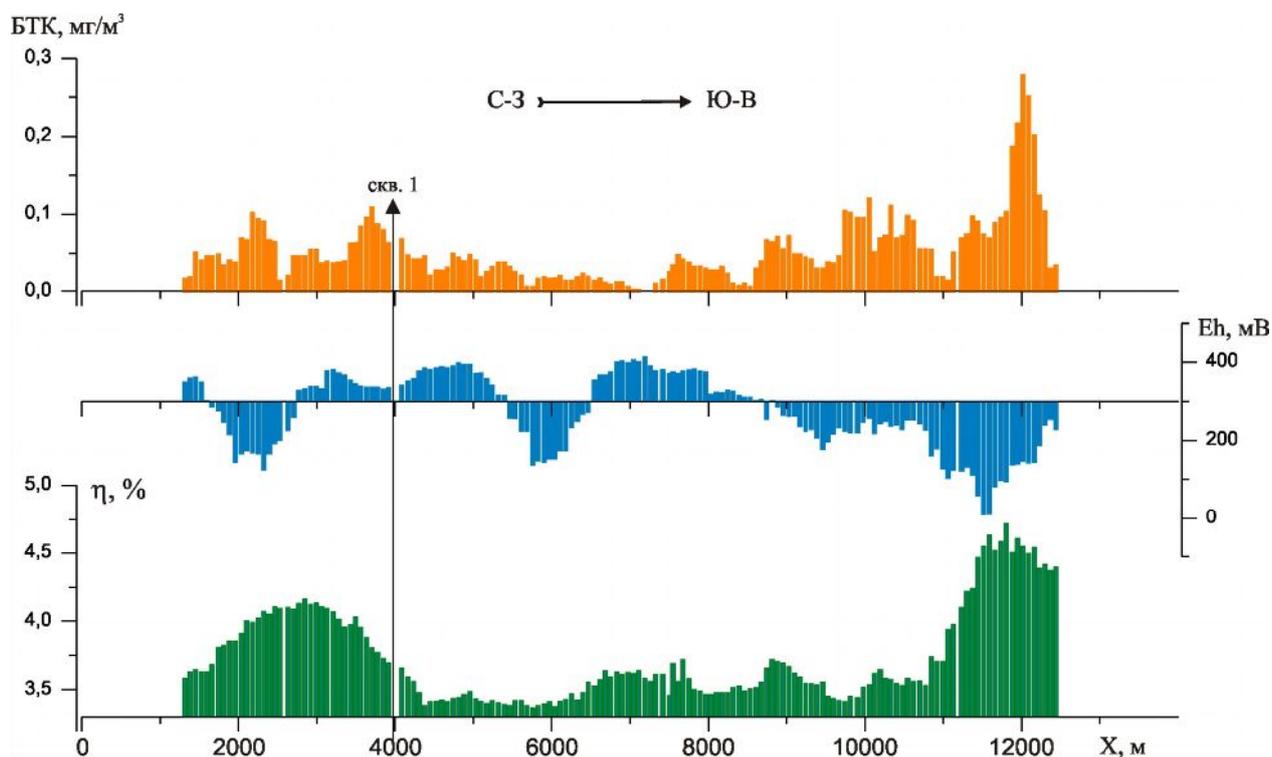


Рис. 2. Графики содержания ароматических углеводородов (бензол, толуол, ксилолы), окислительно-восстановительного потенциала и поляризуемости четвертичных глин по одному из профилей участка

На карту комплексной интерпретации геохимических и геоморфологических данных (см. рис. 3) вынесены также аномалии окислительно-восстановительного потенциала со значениями < 350 мВ и контуры аномалий магнитной восприимчивости с $\alpha < 240 \cdot 10^{-5}$ ед.СИ.

На основе интерпретационных критериев, полученных в процессе проведенного анализа, на площади исследований было выделено четыре области, перспективные на наличие углеводородных залежей на глубине. Их контуры обозначены на рис. 3. Выделенные комплексные аномалии можно рекомендовать для заверки 3-D сейсморазведочными работами.

Выводы

1. На изученной территории антиклинальные поднятия в палеозойском фундаменте выделяются по положительным структурам в остаточном рельефе и подтверждаются данными методов МТЗ и ЗСБ. К склоновым участкам положительных морфоструктур приурочены аномалии содержания углеводородов в четвертичных глинах, сопровождающиеся пониженными значениями окислительно-восстановительного потенциала глин, их повышенной поляризуемостью и пониженной магнитной восприимчивостью. Указанный набор признаков принят за интерпретационный критерий для выявления участков, перспективных на углеводородное сырьё.

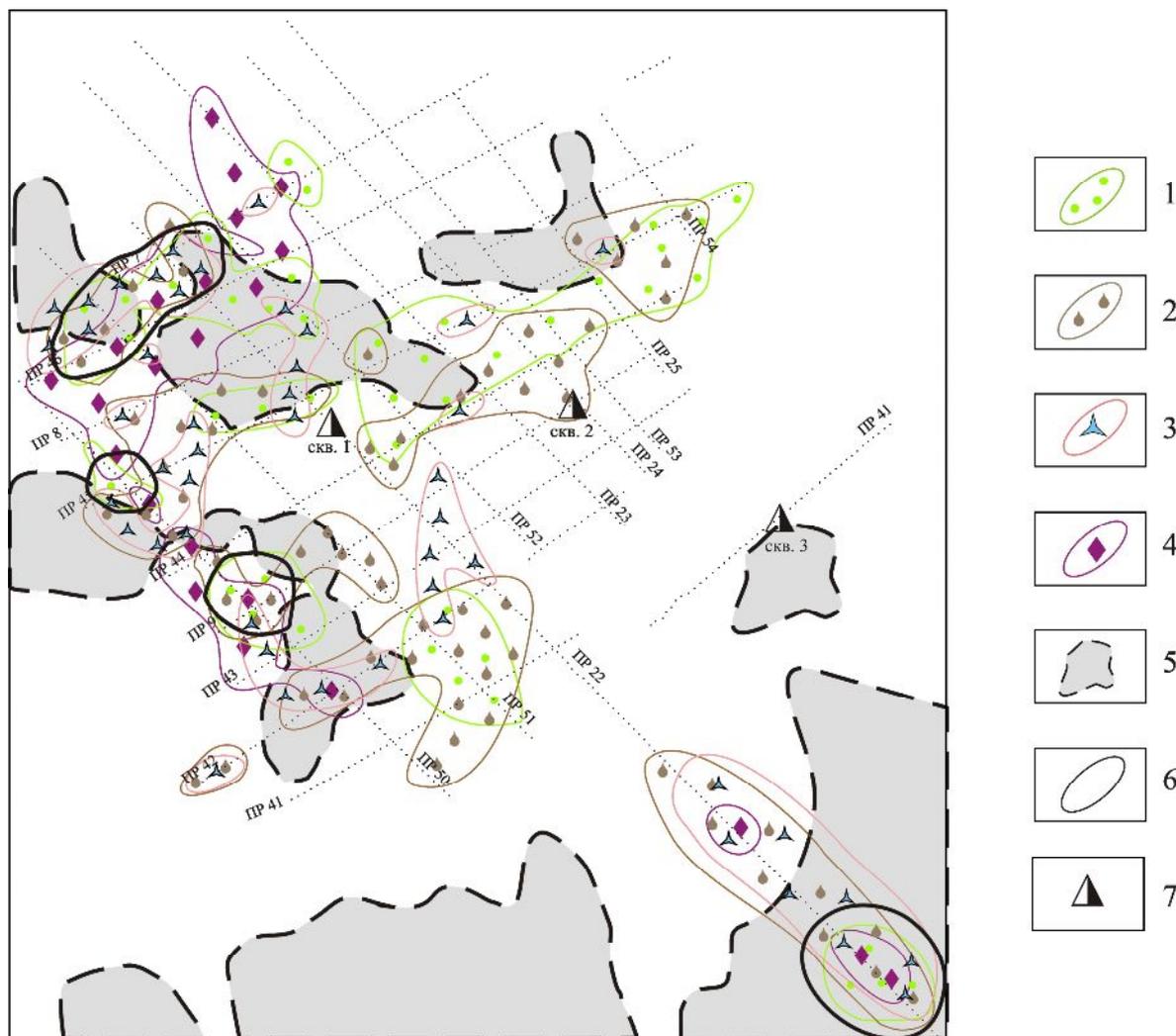


Рис. 3. Результаты комплексной интерпретации геохимических и геоморфологических данных
1 - аномалии поляризуемости четвертичных глин $>4\%$; 2 - аномалии концентрации бензола и толуола $> 0,04 \text{ мг/м}^3$; 3 - аномалии ОВП $Eh < 350 \text{ мВ}$; 4 - аномалии магнитной восприимчивости $< 240 \cdot 10^{-5} \text{ ед. СИ}$; 5 - положительные структуры остаточного рельефа; 6 - комплексные аномалии; 7 - поисковые скважины существующие.

2. Рассмотренный комплекс методов при поиске залежей углеводородного сырья хорошо проявил себя на территории Усть-Тымского нефтегазаносного района: в пределах площади исследования выделены перспективные на углеводороды зоны и определено возможное место для заложения поисковой скважины, либо для проведения детальных 3-D сейсморазведочных работ.

3. Проведенные исследования показали, что в условиях Западной Сибири для выявления перспективных объектов, можно рекомендовать рассмотренный выше комплекс работ, состоящий из группы глубинных электроразведочных и малоглубинных геохимических методов. При этом электроразведочные методы совместно с

геоморфологическим картированием решают структурно-картировочные задачи, а группа геохимических методов направлена на поиски прямые признаков залежей углеводородов.

Литература

Временное положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ. Приложение № 3 к журналу «Минеральные ресурсы России», 2001.

Pirson S.J. Significant advances in magneto-electric exploration: Unconventional Methods in Exploration for Petroleum and Natural Gas, Symp. II-1979, B.M. Gottlieb (ed.), Southern Methodist University Press, Dallas, Texas, pp. 169-196., 1981

Saunders D.F., Burson K.R., Thompson C.K. Model for hydrocarbon microseepage and related near-surface alteration //AAPG Bulletin vol.83, p.170-185, 1999.

Schumacher D. Hydrocarbon-induced alteration of soils and sediments, in D. Schumacher and M. A. Abrams, eds., Hydrocarbon migration and its near surface expression: AAPG Memoir 66, p. 71–89, 1996.

Napreev D.V.

Scientific Production Enterprise of Geophysical Equipment «Looch», Novosibirsk, Russia, ndv@looch.ru

Olenchenko V.V.

Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia, OlenchenkoVV@ipgg.nsc.ru

COMPLEX APPLICATION OF GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL METHODS IN SEARCHING HYDROCARBON POOLS IN THE UST-TYM PETROLEUM DISTRICT

The complex of geophysical and geochemical methods for detecting the anomalies caused by the epigenetic change of rocks is considered. It was applied in conducting exploration for oil and gas in the Tomsk oblast.

Key words: *Ust-Tym petroleum district, oil, gas, direct geochemical methods, electromagnetic sounding.*

References

Vremennoe polozhenie ob jetapah i stadijah geologorazvedochnyh rabot na nef't' i gaz. Prilozhenie # 3 k zhurnalu «Mineral'nye resursy Rossii», 2001.