

В.Ю. ШИГАЕВ

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫХ ЗОН ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Рассмотрены результаты геоэлектрохимических исследований по выявлению пространственных закономерностей размещения нефтегазовых залежей. В зависимости от соотношения поперечных размеров и глубины залегания залежи выявлены аномалии кольцевой, сплошной и комбинированной форм.

При поисках месторождений нефти и газа большое значение приобретают геофизические методы. Разведка нефтегазоперспективных зон, ведущаяся в различных геологических условиях, требует создания более совершенных методик. Важно при этом выявление пространственных закономерностей размещения скоплений углеводородов (УВ). Весьма перспективны в этом случае геоэлектрохимические методы исследований.

Геоэлектрохимия — область науки о естественных и искусственно вызванных электрохимических явлениях, происходящих в земных недрах [7]. Значимо здесь преобразование геологической среды при взаимодействии с электрическим током.

Нефтегазовую залежь можно рассматривать как локальную неоднородность, которая в течение длительного геологического времени воздействует на вмещающие породы. Результаты такого воздействия проявляются в возникновении аномалий геофизических полей, физико-химических параметров, а также в виде ореолов минеральных новообразований и концентраций микроэлементов [5, 6, 10]. Основоположники геохимии: В.И. Вернадский и А.Е. Ферсман указывали на различные формы нахождения элементов в геологических образованиях. По современным представлениям для каждого элемента выделяют несколько форм его нахождения [1], которые существуют в равновесном состоянии и подчиняются вертикальной и горизонтальной зональности. Наибольший практический интерес представляет верхняя приповерхностная зона в рыхлых подпочвенных отложениях, в которой над залежами нефти и газа образуются наложенные ореолы рассеяния ряда элементов, находящихся в водных растворах и «капиллярной» влаге [2, 4, 8, 11].

Концентрация элементов в подвижных формах в пределах залежей УВ обычно составляет доли процентов от их валового содержания. При этом их максимальные содержания отмечаются как над периферийными частями (контуром), так и над центром залежи.

Выявление аномальных участков распространения подвижных форм микроэлементов на изучаемых территориях лежит в основе геоэлектрохимического способа прогнозирования нефтегазонос-

ности локальных объектов, выявленных сейсморазведкой [12]. Методика геоэлектрохимических исследований базируется на знаниях закономерностей движения заряженных частиц в горных породах и возможности электрохимического извлечения из них микроэлементов, находящихся в различных формах. В основе методики лежат результаты ряда опытных работ по выбору оптимальной силы тока и времени его пропускания через образцы горных пород. Детально методика работ рассмотрена в [11, 12]. Здесь укажем, что сила тока составляла 30 мА, время пропускания 45 мин.

Рассмотрим результаты геоэлектрохимических работ по выявлению пространственных закономерностей размещения нефтегазоперспективных зон на примере Западно-Грязнушинской и Королевской площадей.

В тектоническом отношении Западно-Грязнушинская площадь расположена в юго-западной части Степновского сложного вала, входящего в состав Рязано-Саратовского прогиба. Степновский сложный вал — погребенный тектонический элемент, сформированный в среднем—позднем девоне, заложившийся на сложнорасчлененном рифейском основании и претерпевший несколько фаз складкообразования в предсреднепозднефранское-предфаменское, предюрское и преднеогеновое время. В результате образованы приподнятые блоки, ограниченные многочисленными сбросами и представленные небольшими сводовыми либо тектонически экранированными и комбинированными ловушками.

Месторождения нефти и газа в пределах Степновского сложного вала выявлены в девонских и каменноугольных отложениях. Если для каменноугольных характерны сводовые ловушки, то для девонских отложений — тектонически экранированные или комбинированные со сводовыми. Ближайшие к исследуемой территории месторождения — Южно-Грязнушинское, Пионерское. Кроме того, в скважине № 1 Западно-Грязнушинской, расположенной вблизи изучаемого объекта, в результате испытаний из интервала 2117—2125 м получены вода с пленкой нефти и слабый приток газа.

Западно-Грязнушинская структура (рис. 1) расположена в субмеридиональном горсте, ограни-

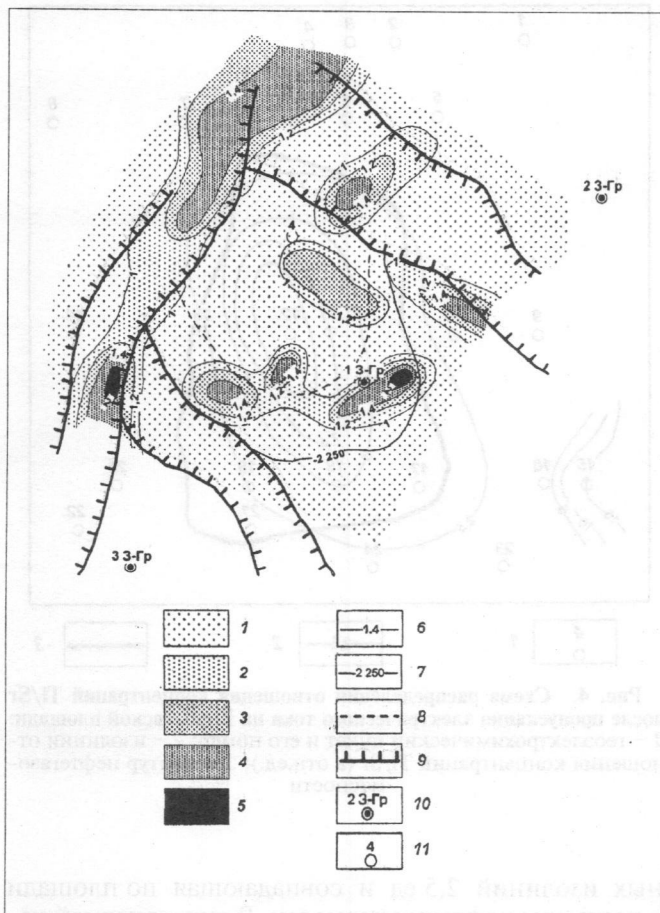


Рис. 1. Схема распределения относительного параметра M_n на катоде Западно-Грязнушинской площади: 1–5 – уровни относительного параметра (в усл. ед.): 1 – <1 , 2 – $1,0\div 1,2$; 3 – $1,2\div 1,4$; 4 – $1,4\div 2,0$; 5 – $>2,0$; 6 – изолинии относительного параметра; 7 – изогипсы по подошве воробьевских отложений (по данным ОАО «Саратовнефтегеофизика»); 8 – контур площадей подсчета запасов (по данным ОАО «Саратовнефтегеофизика»); 9 – тектонические нарушения; 10 – скважина и ее номер; 11 – скважина, рекомендуемая к бурению ОАО «Саратовнефтегеофизика», 2000 г.

ченном с запада, юга и севера сложно построенными грабенами, ширина которых $0,7\text{--}1,9$ км. Восточное ограничение горста находится за пределами участка работ. С юго-востока предполагаемая ловушка по подошве воробьевских отложений оконтуривается изогипсой – 2250 м.

Геоэлектрохимические исследования выполнены по системе профилей, пересекающих структуру в субширотном направлении. Расстояние между профилями составляло 250 м, шаг по профилю – 125 м. Всего отработаны 90 координатных точек.

В результате проведенных исследований построены карты распределения относительного параметра ΔU отдельных микроэлементов: Mn, V, Ni, Ti и др., а также их суммы. Относительный коэффициент рассчитывался по формуле: $\Delta U = \frac{C_{\text{ток.}}}{C_{\text{исх.}}}$,

где $C_{\text{исх.}}$ – концентрация микроэлементов до пропускания электрического тока через образцы горных пород; $C_{\text{ток.}}$ – концентрация тех же элементов в приэлектродных участках после пропускания тока. Относительный параметр отображает степень

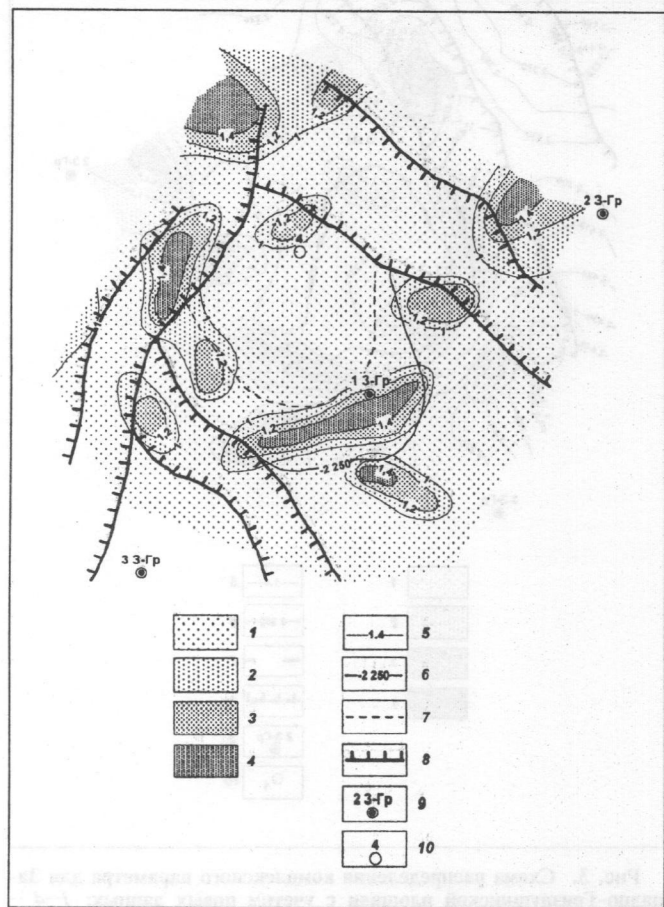


Рис. 2. Схема распределения комплексного параметра для Западно-Грязнушинской площади: 1–4 – уровни комплексного параметра (в усл. ед.): 1 – $<1,0$; 2 – $1,0\text{--}1,2$; 3 – $1,2\div 1,4$; 4 – $1,4\div 2,0$; 5 – изолинии комплексного параметра; остальные усл. обознач. см. рис. 1

активизации геохимических процессов в образцах горных пород электрическим током.

Общей закономерностью в распределении ΔU для Mn, Ni, V и Ti является мозаичность – наличие многочисленных аномалий повышенных значений ΔU , большинство из которых тяготеет к субмеридиональным разломам, например, для марганца (рис. 1), или группируется вдоль контура структуры, образуя кольцевую аномалию. Последнее характерно практически для всех рассматриваемых микроэлементов, например, для комплексного параметра (K_n), рассчитанного по формуле: $K_n = \Delta U_a \times \Delta U_k$ и учитывающего степень активизации геохимических процессов на аноде (ΔU_a) и катоде (ΔU_k) (рис. 2). Наиболее отчетливо это проявляется на южном и западном участках изучаемой территории. Обращает на себя внимание отсутствие отражения широтных разломов в поле геоэлектрохимических параметров. В связи с этим получается, что кольцевая аномалия превышает представленную на рис. 1, 2 площадь подсчета запасов. Этот вывод подтверждается новыми данными сейсморазведки МОГТ-ЗД, полученными в ОАО «Саратовнефтегеофизика» (рис. 3) в 2002 г.

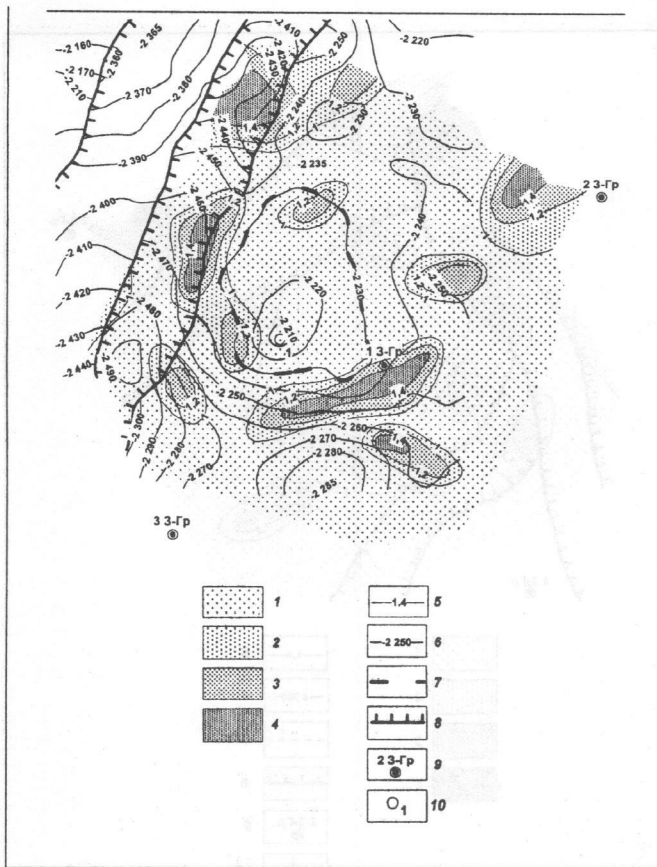


Рис. 3. Схема распределения комплексного параметра для Западно-Грязнушинской площади с учетом новых данных: 1–4 – уровни комплексного параметра (в усл.ед.): 1 – <1,0; 2 – 1,0+1,2; 3 – 1,2+1,4; 4 – 1,4+2,0; 5 – изолинии комплексного параметра; 6 – изогипсы по подошве воробьевских отложений (по данным 2002 г.); 7 – контур площадей подсчета запасов (по данным ОАО «Саратовнефтегеофизика», 2002 г.); 8 – тектонические нарушения; 9 – скважина и ее номер; 10 – скважина, рекомендуемая к бурению ОАО «Саратовнефтегеофизика», 2002 г.

Распределения геоэлектрохимических параметров над месторождениями УВ исследовано на Королёвской площади.

Королёвское месторождение приурочено к юго-восточной части Прикаспийской впадины в пределах Каратон-Тенгизской приподнятой зоны и приурочено к рифогенному поднятию девонско-ранне-среднекаменноугольного возраста. По кровле подсолевых отложений рифогенное тело оконтуривается изогипсой -4700 м. Амплитуда в критическом северном направлении составляет 800 м.

Геоэлектрохимические исследования выполнены по шести профилям, пересекающим структуру в широтном направлении. Непосредственно над месторождением располагали семь геоэлектрохимических пикетов, остальные (семнадцать) – за контуром нефтегазоносности. По результатам этих работ были построены схемы распределения концентраций Ni, Cr, Pb, Ti, Sr, суммарной концентрации всех элементов и отношения Ti/Sr. Рассмотрим более подробно последнюю схему (рис. 4). Центральной части структуры соответствует зона повышенных значений Ti/Sr, оконтурен-

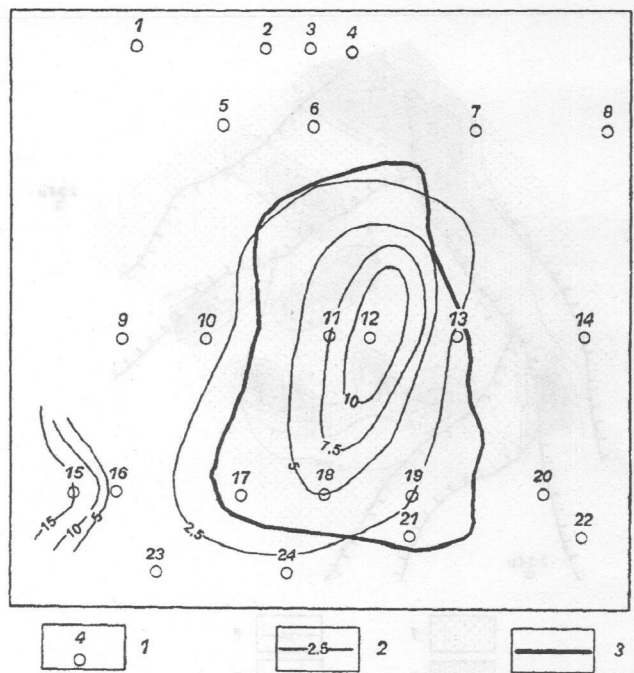


Рис. 4. Схема распределения отношения концентраций Ti/Sr после пропускания электрического тока на Королёвской площади: 1 – геоэлектрохимический пикет и его номер; 2 – изолинии отношения концентраций Ti/Sr (в отн.ед.); 3 – контур нефтегазоносности

ных изолиний 2,5 ед и совпадающая по площади с контуром нефтегазоносности. В юго-западной части площади (ПК 15; 16) по изолинии 2,5 ед. раскрывается аномалия больших значений Ti/Sr (15 ед.). Данный участок в связи с этим следует считать высокоперспективным в нефтегазоносном отношении.

Аномалии над месторождениями объясняются тем, что в пределах структур наблюдаются зоны повышенных и пониженных механических напряжений, вызывающих возникновение различных видов энергии, интенсивные притоки тепла, жидких и парообразных флюидов, а также интенсификацию окислительно-восстановительных процессов [9]. Все это способствует перераспределению химических элементов и образованию новых минералов. Подобные эпигенетические изменения пород могут наблюдаться как внутри контура нефтегазоносности, так и по периферии месторождения с образованием кольцевой аномалии.

Вид рассмотренных аномалий зависит от соотношения размеров структур и мощности перекрывающих отложений. Так, по данным В.В. Белоусова и М.В. Гзовского [3], распределение напряжений в упругих моделях антиклиналей поперечного изгиба при мощности деформируемой толщи, меньшей ширины структуры, соответствует кольцевой форме, при мощности деформируемой толщи, соизмеримой или большей ширины антиклиналя, – сплошной или комбинированной, когда внутри кольцевой аномалии выделяются обособленные участки повышенных значений геоэлектрохимических параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антропова Л.В. Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений. Л.: Недра, 1975. 144 с.
2. Архипов Л.Я., Кучерук Е.В., Петухов А.В. Геологические и геохимические методы поисков полезных ископаемых // Итоги науки и техники. Т. 5. М.: Изд-во ВИНТИ, 1980.
3. Белоусов В.В., Гзовский М.В. Экспериментальная тектоника. М.: Недра, 1964. 119 с.
4. Бенсман В.О. Применение подвижных форм металлов для поисков месторождений нефти и газа. Нетрадиционные методы геохимических исследований на нефть и газ // Сб. научн. тр. М.: ВНИИ геоинформсистем, 1982. С. 41–45.
5. Зорькин Л.И., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. и др. Закономерности формирования и распределения геофизических и геохимических полей // Советская геолог. 1978. № 11. С. 94–104.
6. Зорькин Л.И., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. и др. О природе «кольцевых» физико-химических аномалий в осадочной чехле // Докл. АН СССР. 1978. Т. 243. № 2. С. 477–479.
7. Рысс Ю.С. Геоэлектрoхимические методы разведки (Введение в геоэлектрoхимию). Л.: Недра, 1983. 255 с.
8. Рысс Ю.С., Гольдберг И.С., Васильева В.И., Воршило Н.А. Возможность применения геоэлектрoхимических методов для поисков нефтегазовых месторождений // Советская геолог. 1990. № 6. С. 28–33.
9. Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа / Под. ред. Е.В. Каруса. М.: Недра, 1986. 336 с.
10. Фурсов В.З. Наложенные ореолы рассеяния химических элементов при поисках нефтегазовых месторождений // Геофизика. 1995. № 5. С. 34–41.
11. Шигаев В.Ю., Шигаев Ю.Г. Геоэлектрoхимические исследования при поисках нефтегазoперспективных объектов. Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2002. 147 с.
12. Шигаев В.Ю. Геоэлектрoхимический метод поисков месторождений углеводородов // Изв. вузов Геология и разведка. 2003. № 6. С. 64–68.

Саратовский государственный университет
Рецензент — Д.С. Даев

Журнал «Известия вузов. Геология и разведка» публикует рекламные объявления. В качестве рекламодателей могут выступать предприятия, организации, фирмы, акционерные общества и отдельные граждане, рекламирующие печатные издания, различные изделия, разработки, технологии, имеющие отношение к геологии, разведке и горному делу.

Публикация рекламных объявлений платная. Стоимость рекламы устанавливается по договоренности. По желанию заказчика реклама может публиковаться несколько раз.

Контактные телефоны

Б.М. Ребрик 433-62-66 доб. 1149
О.С. Брюховецкий 433-64-55 т/ф