Известия НАН РА, Науки о Земле, 2006, LIX, №2, 27-32

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОРЕОЛЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ КАК ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

© 2005 г. С.В. Григорян*, А. Хушман-Заде**

**Институт геологических наук НАН РА*
375019, Ереван, пр Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: sergeygrig@yahoo com
***PARS KANI Mineral Industries Reserach Co*
28, Shahid Sarparast Ave. West Taleghani St. Tehran 14168, Iran
E-mail: parskan@apadana com
Поступила в редакцию 16 12 2005 г.

В результате изучения особенностей распределения более 30 химических элементов вокруг Иранского месторождения Тандже Биджар было установлено, что группы определенных микроэлементов в почвах над углеводородными залежами исследованного месторождения образуют слабоконтрастные литогеохимические ореолы как привноса, так и выноса. Выявлено, что контрастность, а следовательно, и надежность практического применения ореолов выноса и привноса существенно возрастают при построении мультипликативных ореолов. Благодаря тому, что мультипликативные ореолы существенно превосходят малоэлементные не только по контрастности, но и по размерам, они являются более надежными, и на этом основании рекомендуются в качестве критериев поисков и оценки месторождений углеводородного сырья.

Как известно, в основе методологии геохимических методов поисков как минеральных, так и угеводородных месторождений лежит принцип аналогии, когда интерпретация и оценка выявленных в результате поисковых работ различных типов геохимических аномалий производятся путем сравнения их с геохимическими особенностями известных в регионе поисковых работ месторождений. Для более надежной оценки геохимических аномалий в качестве геохимических критериев используются особенности известных (эталонных) месторождений, установленных специальным двух- или трехмерным (если имеются доступные для геохимического опробования буровые скважины, а для рудных месторождений – и подземные горные выработки) геохимическим моделированием.

В условиях Армении из-за отсутствия нефтегазовых месторождений поисковые работы на углеводородные месторождения существенно затруднены, особенно при геохимических поисках, когда выявленные геохимические аномалии не с чем сравнивать: отсутствуют надежные критерии отличия многочисленных рассеянных в пространстве аномалий от таковых, представляющих собой ореолы залежей промышленного значения. В подобных случаях (отсутствие в районе поисковых работ, эталонных для геохимического моделирования месторождений), как показывает опыт геохимических поисков последних лет, могут быть использованы результаты геохимического моделирования других месторождений мира. В этом случае, естественно, могут быть использованы только так называемые «универсальные» закономерности состава и строения геохимических ореолов, поскольку локальные особенности ореолов, определяемые конкретными геологическими условиями, в рассматриваемом случае не могут быть надежными.

Обобщение опыта последних лет в геохимическом моделировании месторождений полезных ископаемых и практическое использование выявленных критериев показывают, что к универсальным особенностям геохимических ореолов месторождений полезных ископаемых относятся элементный состав, а также горизонтальная и вертикальная геохимические зональности литогеохимических ореолов месторождений. Последние в качестве универсальной закономерности литогеохимических ореолов подтверждены научным открытием (Григорян, Овчинников, 1980).

Локальными являются морфологические особенности ореолов, а также их размеры. Литогеохимические ореолы нефтегазовых залежей в отличие от минеральных месторождений, менее изучены, и по существу не используются при поисках углеводородных месторождений. Успешный опыт использования универсальных особенностей литогеохимических ореолов, установления в результате моделирования ряда рудных месторождений среднеазиатских республик бывшего СССР при поисках слепых месторождений в ряде зарубежных стран (Швеция, Китай, Иран и др., Григорян, 1992) явился своеобразным стимулом для выполнения литогеохимического моделирования месторождений углеводородов.

Авторами при содействии со стороны Иранской "Парс Кани компании" было выполнено литогеохимическое моделирование Иранского углеводородного месторождения Тандже Биджар. Выбор этого месторождения не является случайным – оно является ближайшим к территории Армении углеводородным месторождением Ирана (расположено примерно в 800 *км* от южной границы Армении).

На описываемом месторождении газовая залежь находится в меловых отложениях Сарвакской формации на глубине 1,5 *км*.

Литогеохимическое моделирование заключалось в опробовании почвенного покрова на площади месторождения по сети 0,5 × 1,0 *км*.

На площади описываемого месторождения было отобрано 705 проб, в которых методом эмиссионного спектрального приближенно-коли-

чественного анализа определялись содержания более 30 микрокомпонентов. Из числа этих элементов наиболее надежные результаты были получены для элементов, чувствительность анализа на которые оказалась достаточной. Эти элементы: Cu, Pb, Zn, Ag, Mo, Ba, B, P, V, Mn, Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti, Ni, Co, Cr, Li, всего 20.

Литогеохимические ореолы микроэлементов. Известно, что над залежами углеводородов обычно наблюдаются минеральные новообразования. В терригенных надпродуктивных отложениях широко развиты хлоритизация, серпентинизация, каолинизация, монтмориллонитизация, а также локализация сульфидных новообразований пирита, халькопирита, сфалерита, киновари. При этом известно, что прямая генетическая связь процессов вторичного минералообразования с залежами углеводородов подтверждена практически по всем нефтегазоносным регионом (Зубайраев и др., 1984; Старобинец и др., 1986). Несмотря на это, литогеохимические ореолы микроэлементов до сих пор не получили широкого практического применения при поисках и разведке нефтегазовых месторождений. Причин этого три: 1 – слабая контрастность литогеохимических ореолов микрокомпонентов; 2 – недооценка специалистами нефтяного профиля индикаторных возможностей микроэлементов; 3 – недостаточное использование достижений в смежных областях, в частности, прикладной геохимии при поисках рудных месторождений (Кричек, Овсянников, 1983; Beus, Grigorian, 1977; Seheshen, 2005).

Для преодоления указанных причин, используя новейшие методические достижения в области геохимических поисков рудных месторождений, авторами были исследованы литогеохимические ореолы перечисленных выше элементов на выбранном в качестве эталона месторождении Тандже-Биджар. При этом, имея в виду упомянутую выше низкую контрастность литогеохимических ореолов микроэлементов нефтегазовых месторождений, при обработке результатов литогеохимического опробования применялась мультипликативная методика усиления слабоконтрастных геохимических аномалий (Григорян, 1974).

В результате обработки данных почвенного опробования над месторождением были выявлены литогеохимические аномалии всех перечисленных выше двадцати химических элементов.

По особенностям аномалий отчетливо выделяются три группы элементов.

В первую группу входят химические элементы, которые над месторождением образуют поля отчетливо повышенных концентраций – так называемые аномалии привноса химических элементов, когда содержания элементов-индикаторов в аномалиях существенно превосходят фоновые концентрации.

На рис.1 в качестве примера ореолов привноса приведена карта молибдена. Как видно на этом рисунке, в распределении молибдена отчетливо проявлено его избирательное накопление над месторождением. В целом, избирательное накопление этого и ряда других элементов-индикаторов над месторождением не является достаточно контрастным. Для усиления ореолов привноса над залежью углеводородов был использован метод построения мультипликативных аномалий.

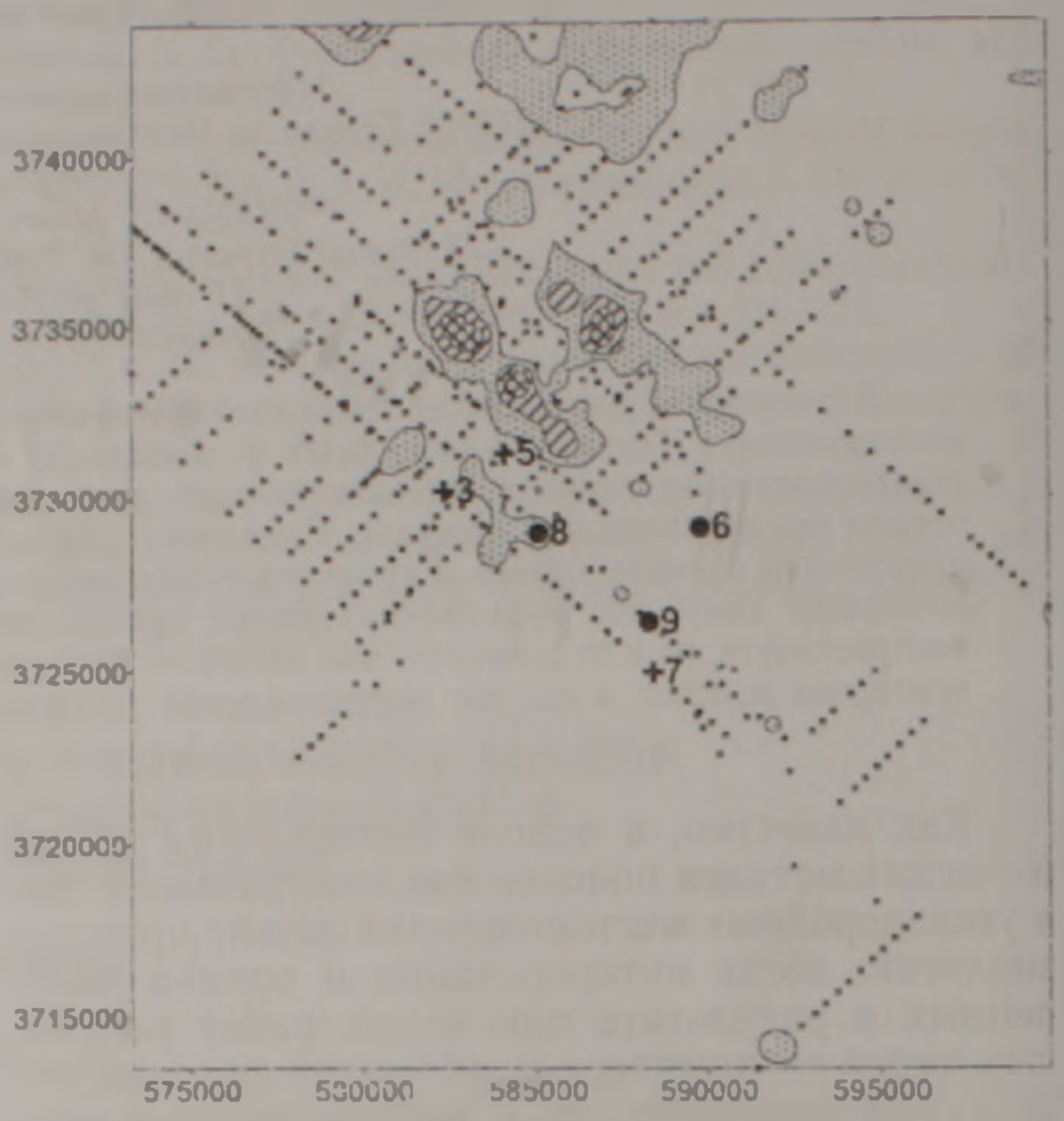

Рис.1. Литогеохимические ореолы молибдена. Содержания: 2,2-5 *г/т*; 5-10*г/т*; 10-50*г/т*. • Точки опробования. Скважины: + – результативные, ● – пустые

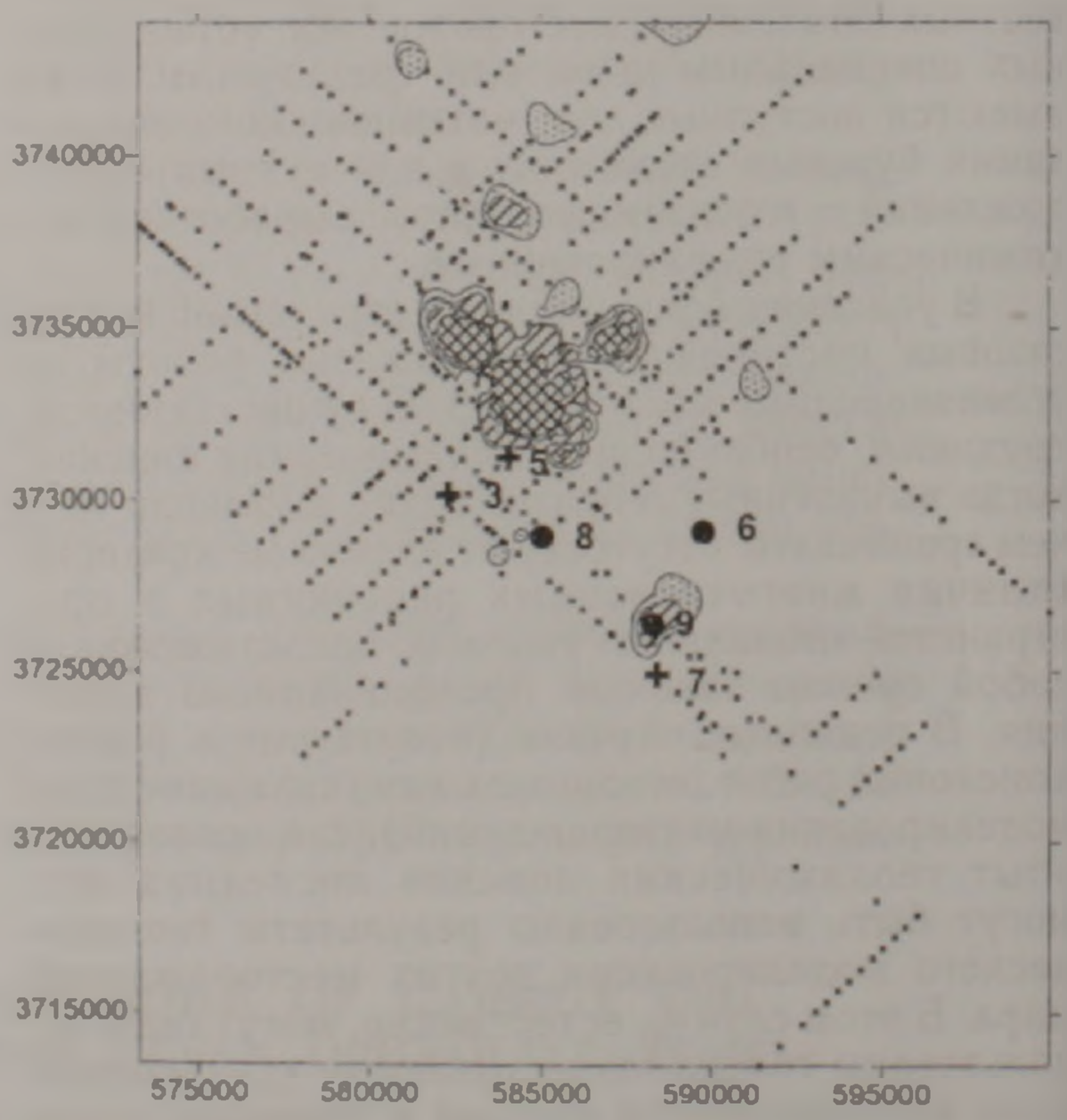

Рис.2. Мультипликативные ореолы элементов привноса (B×P×Ag×Mo×Ba×Zn). Содержания: $5\cdot10^{8}$-$1\cdot10^{9}$; $1\cdot10^{9}$-$2\cdot10^{9}$; $2\cdot10^{9}$-$7{,}2\cdot10^{11}$. • Точки опробования. Скважины: + – результативные, ● – пустые

На рис.2 показаны мультипликативные аномалии группы элементов привноса. Как пока-

зывает сравнение рисунков 1 и 2, мультипликативные аномалии более контрастны и значительны по размерам, что обеспечит их эффективное применение при поисково-оценочных работах.

Во вторую группу входят химические элементы, которые над месторождением образуют отчетливые поля пониженных (по сравнению с фоном) концентраций (ореолы выноса). На рис.3 в качестве примера приведена геохимическая карта распределения титана на поверхности месторождения. На этой карте четко фиксируются значительные по размерам геохимические поля выноса титана. Как и в случае описанных выше геохимических аномалий привноса микроэлементов, интенсивность моноэлементных аномалий выноса также является низкой. Как видно на рис.4, мультипликативные аномалии характеризуются существенно большей по сравнению с моноэлементными аномалиями контрастностью. Если контрастность моноэлементных аномалий выноса (отношение максимального и минимального значений мультипликативного показателя) редко превышает 5, то в случае мультипликативных аномалий она превышает 350.

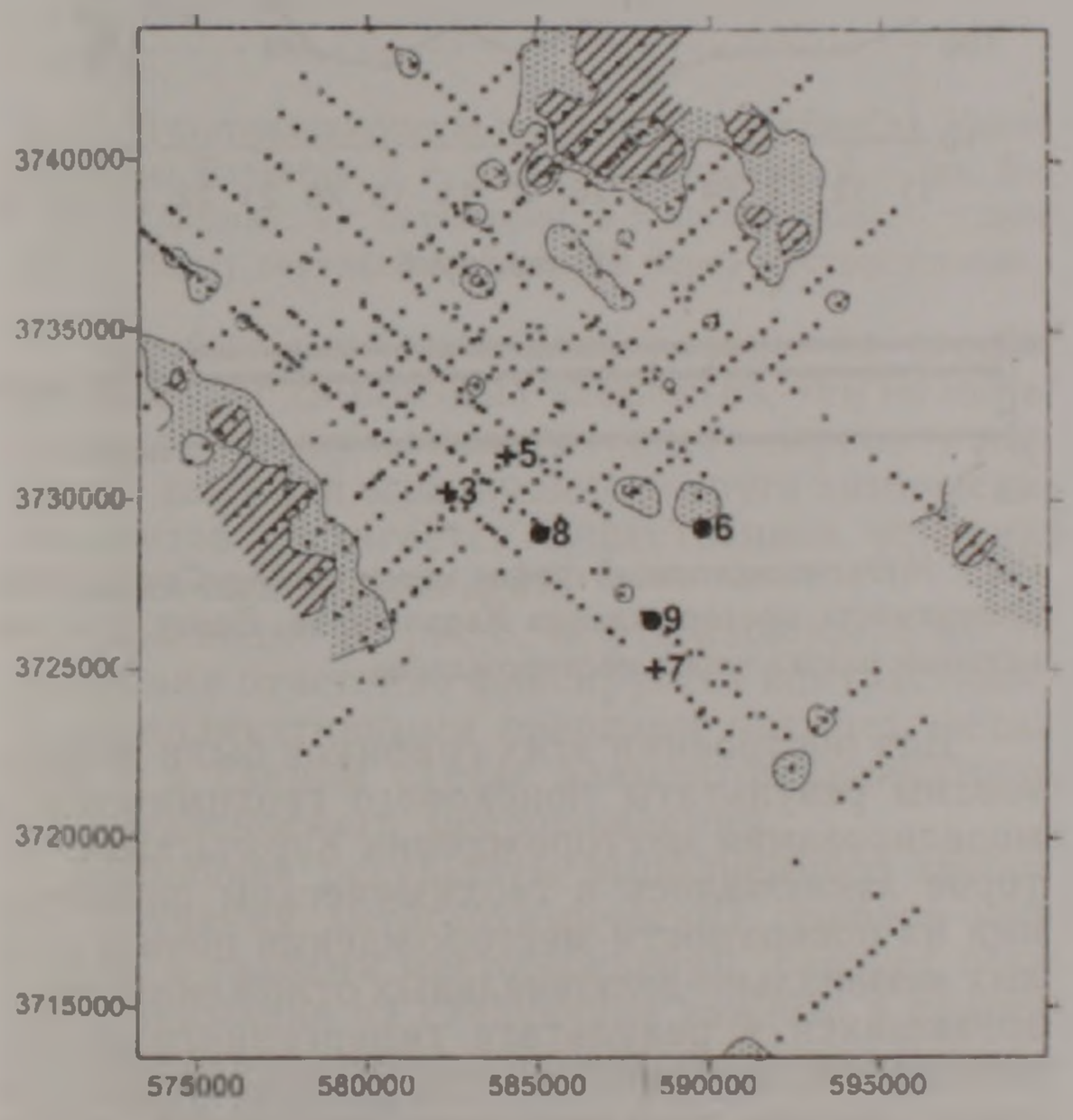

Рис.3. Литогеохимические ореолы титана. Содержания: 2000-3000 *г/т*; 3000-8000 *г/т*. Точки опробования. Скважины: + – результативные; ● – пустые.

В третью группу входят элементы, образующие на поверхности месторождения геохимические аномалии привноса как непосредственно над месторождением, так и в его периферии, по всей вероятности, по нарушениям большей частью кольцеобразной формы. Напомним, что еще в 1980г закономерность подобного кольцеобразного развития геохимических аномалий группой ученых (Сидоренко и др., 1981) была зарегистрирована как научное открытие. В эту группу элементов входят никель, кобальт, хром, литий, ванадий и марганец. На рис.5 приведены моноэлементные аномалии никеля, фиксирующие как кольцевые структуры вокруг месторождений, так и сами месторождения. Площадь месторождения характеризуется зонами пониженных содержаний, в центре месторождения переходящими в отчетливые аномалии привноса, фиксирующие скрытую на глубине залежь. Наиболее отчетливо описанная закономерность проявляется в строении мультипликативных аномалий (рис.6).

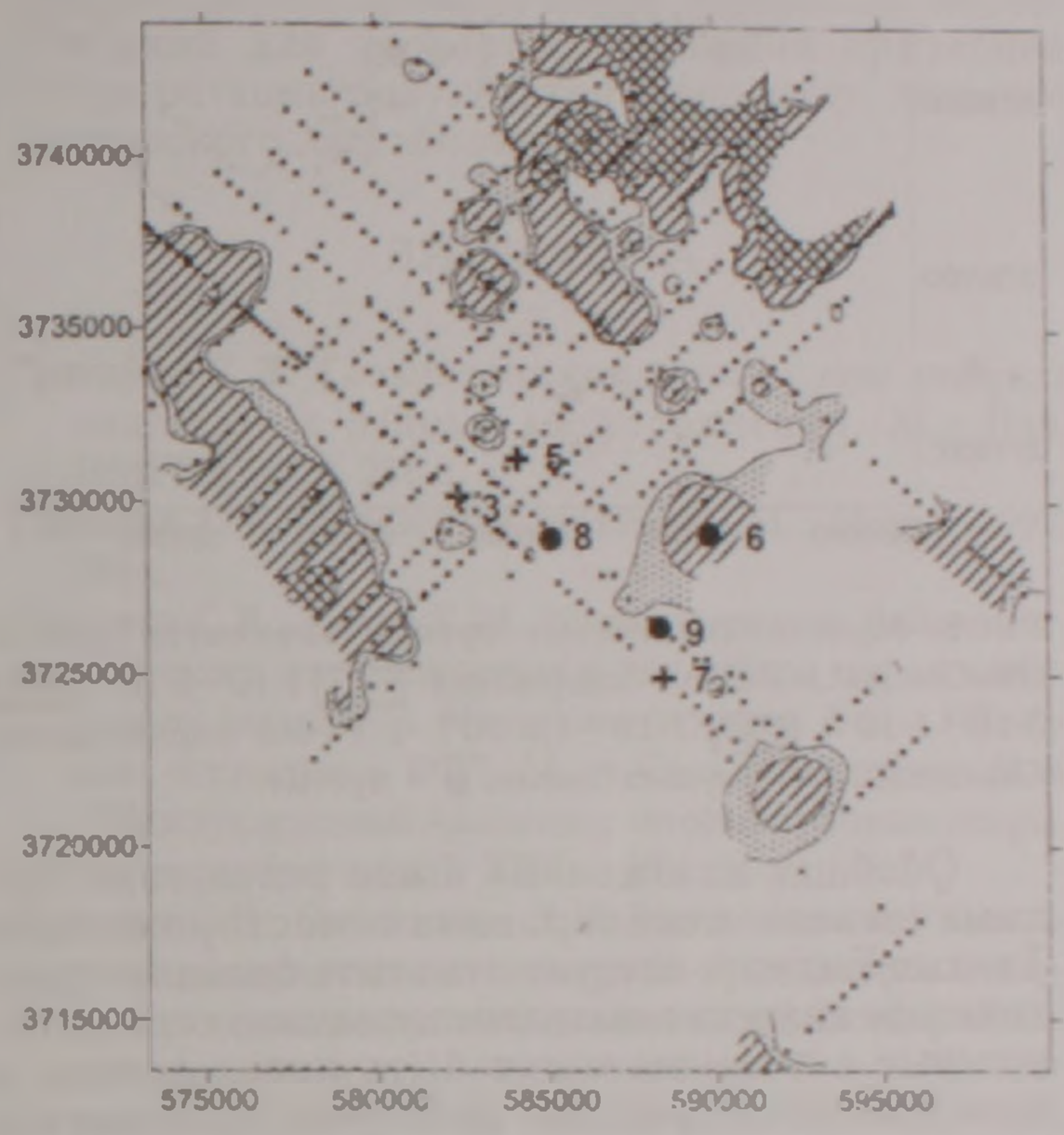

Рис.4. Мультипликативные ореолы (Sc×Y×Sn×La×Zr×Ti). Содержания: $5\cdot10^7$-$1\cdot10^8$; $1\cdot10^8$-$1\cdot10^9$; $1\cdot10^9$-$1.35\cdot10^{10}$. Точки опробования. Скважины: + – результативные; ● – пустые.

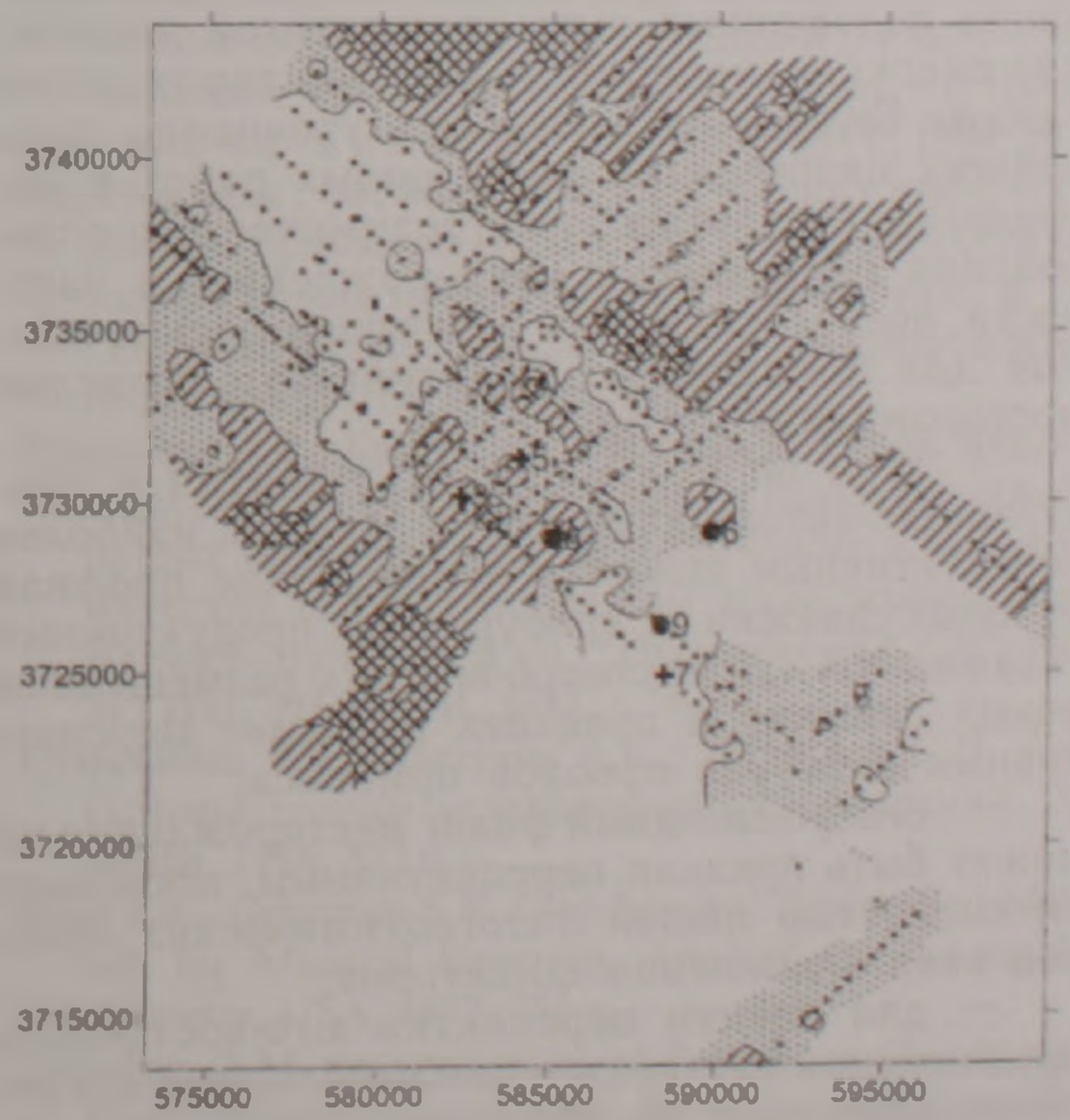

Рис.5. Литогеохимические ореолы никеля. Содержания: 20-60 *г/т*; 60-120 *г/т*; 120-600 *г/т*. Точки опробования. Скважины: + – результативные; ● – пустые.

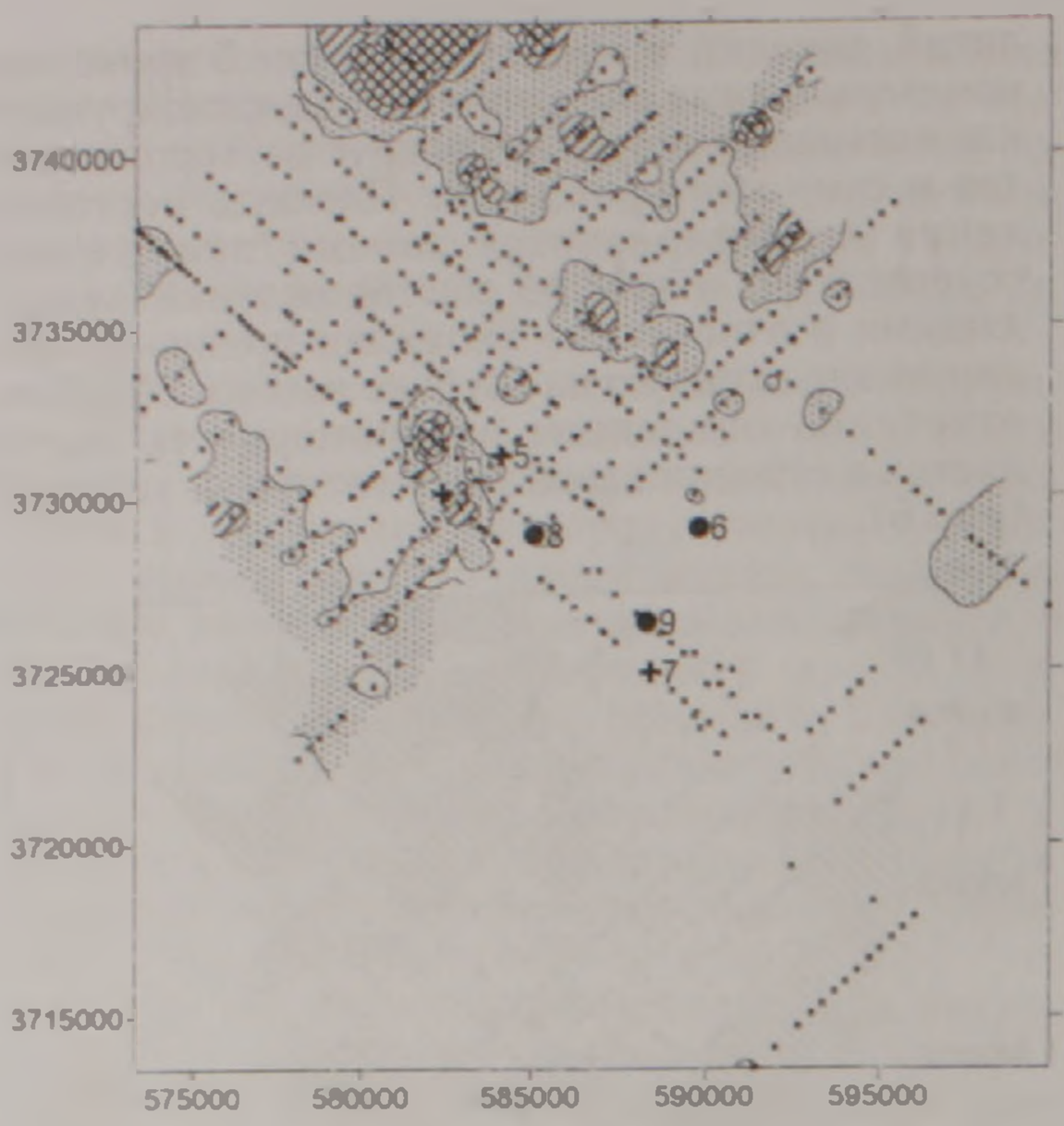

Рис.6 Мультипликативные ореолы элементов выноса (Ni×Co×Cr×Li×V×Mn) Содержания: ▭ $1\cdot10^{12}$-$5\cdot10^{12}$; ▨ $5\cdot10^{12}$-$1\cdot10^{13}$; ▩ $1\cdot10^{13}$-$1.6\cdot10^{14}$. • Точки опробования. Скважины + – результативные; ● – пустые.

Обобщая изложенные выше результаты геохимического моделирования месторождения Тандже Биджар, следует отметить большое практическое значение выявленных закономерностей, которые с успехом могут быть использованы в качестве геохимических критериев при поисках и оценке углеводородных залежей как в пределах района исследованного месторождения, так и далеко за его пределами, в других нефтегазоносных бассейнах.

Первое и наиболее оперативное использование изложенных выше результатов литогеохимического моделирования месторождения Тандже Биджар заключается в уточнении дальнейших направлений разведочных работ в его пределах. Результаты литогеохимического опробования поверхности месторождения, в частности, позволяет сделать следующие весьма важные для повышения эффективности разведки месторождения рекомендации:

– судя по особенностям развития в пространстве литогеохимических ореолов, наиболее перспективным является продолжение профиля буровых скважин от пробуренных продуктивных скважин NN 3, 5 на северо-восток с размещением новых скважин в пределах наиболее перспективных контуров ореолов привноса;

– северо-западный фланг месторождения не может быть признан перспективным, поскольку он полностью лишен литогеохимических ореолов всех элементов-индикаторов;

– для оценки перспектив юго-восточного продолжения месторождения необходимо его литогеохимическое опробование.

Вторым направлением внедрения рассмотренных выше литогеохимических критериев поисков месторождений углеводородного сырья представляются поиски и оценка перспектив нефтегазоносности в пределах новых геологически перспективных на углеводороды площадей. В этом случае для оценки литогеохимических аномалий могут быть использованы только универсальные критерии, подтвержденные по результатам литогеохимического моделирования различных месторождений (Григорян, Копин, 2000; Григорян, Овчинников, 1980; Григорян и др., 1983). Выявление подобных критериев представляет задачу для будущих исследователей, но уже сейчас можно высказать уверенность в ее успешном решении, основанную на результатах изучения С.В.Григоряном месторождений Карачаганак (Казахстан) и Варьеган (РФ).

Месторождение Карачаганак. Для иллюстрации высказанного выше положения об определенной универсальности литогеохимических аномалий на рис.7 приведены мультипликативные ореолы группы элементов, выявленных на нефтегазовом месторождении Карачаганак.

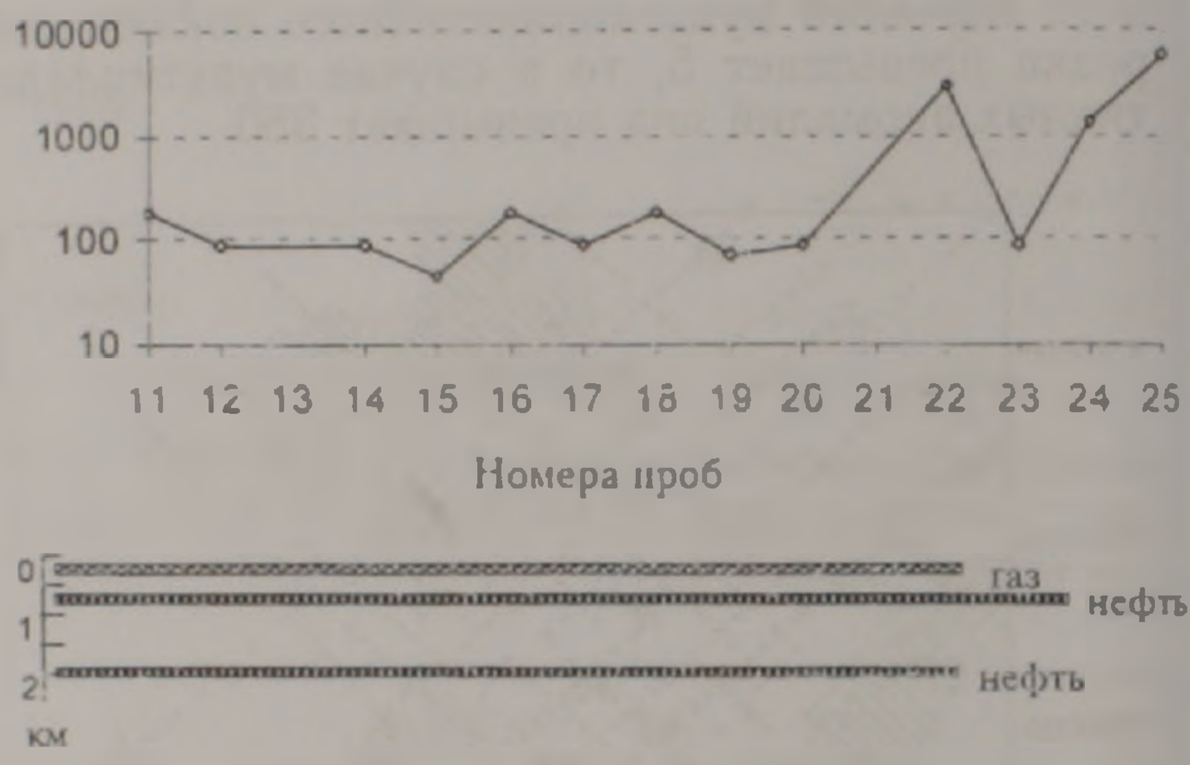

Рис 7. Мультипликативный график элементов (Ag×Co×Ga×B×La) Поверхность месторождения Карачаганак. Внизу – вертикальный разрез через месторождение.

Для построения этих графиков были использованы результаты поискового геохимического моделирования месторождения Карачаганак, которое заключалось в геохимическом опробовании на поверхности месторождения почв и рыхлых элювиально-делювиальных отложений, образовавшихся в результате гипергенного выветривания пермь-триасовых терригенно-осадочных пород кровли продуктивных отложений месторождения.

На рис.7 приведены результаты геохимического опробования почв по профилю, в меридиональном направлении пересекающему контакты нефтяной залежи месторождения Карачаганак. Как следует из рис.7, мультипликативные графики фиксируют нефтяную залежь и контактовые зоны: мультипликативные значения максимальны в зоне контакта, минимальны за пределами нефтяной залежи (во вмещающих породах). Средние, умеренно аномальные значения характерны для самой залежи.

Варьегановское нефтегазовое месторождение находится в Нижневартовском районе Западной Сибири (Российская Федерация). На ме-

торождении этаж нефтегазоносности находится в интервале глубин 900-2000м. По этому месторождению были обработаны результаты анализа проб Е.В Стадника.

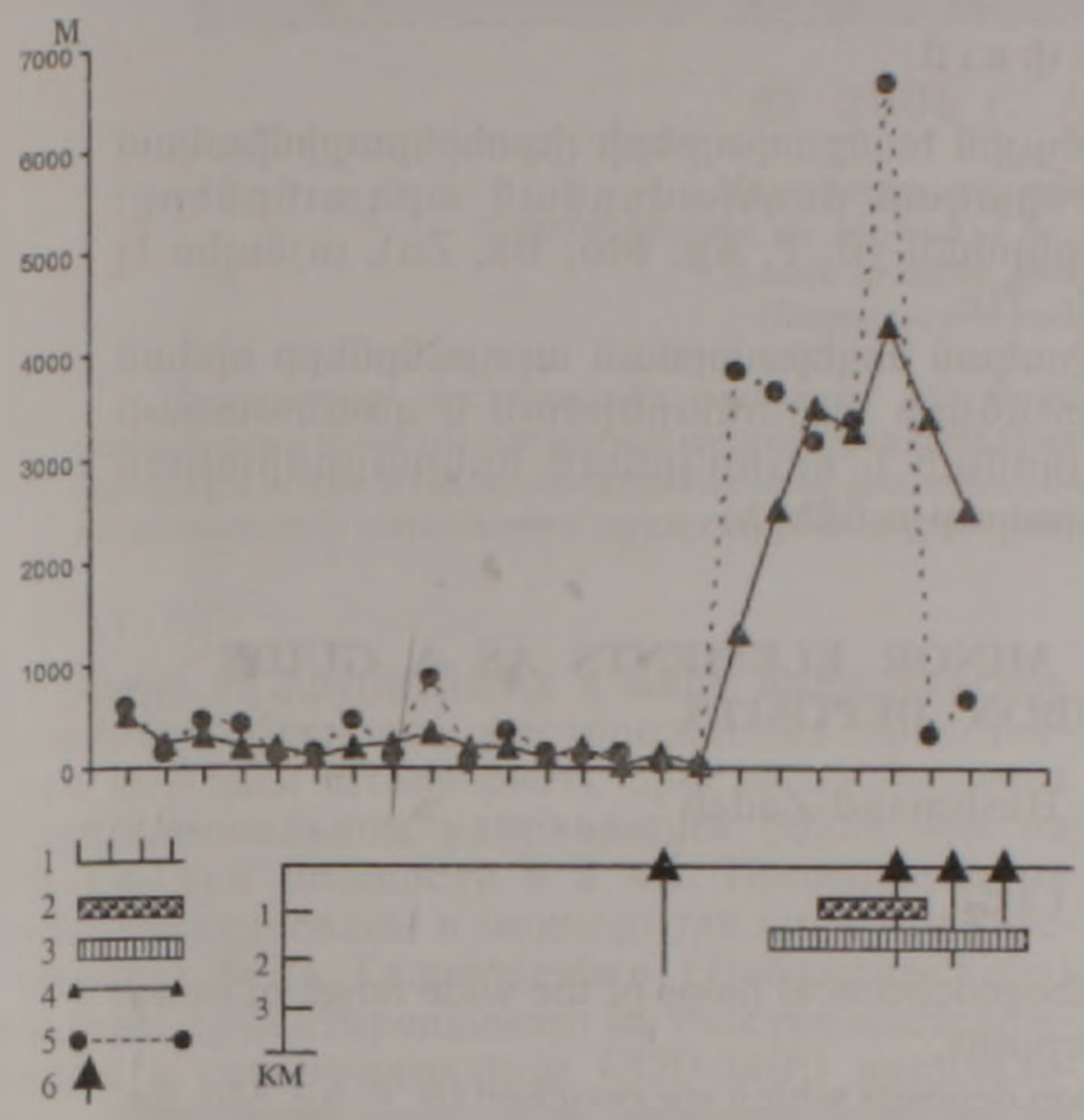

Рис 8. Мультипликативные графики (Ba×Sr×Zn×Cr). Месторождение Варьеган: 1 – точки опробования; 2 – газ: 3 – нефть. Графики: 4 – первичный; 5 – сглаженный. 6 – скважины. Внизу вертикальный разрез через месторождение.

Пробы были проанализированы на ограниченный круг химических элементов, тем не менее построением мультипликативного варианта аномалий даже для ограниченного круга химических элементов достигается существенное усиление геохимических аномалий.

Как видно на рис.8, нефтегазоносное месторождение отчетливо фиксируется контрастными мультипликативными ореолами четырех металлов – в данном случае элементов-индикаторов нефтегазоносного месторождения.

Обобщая результаты выполненного авторами изучения литогеохимических ореолов нефтяных и газовых месторождений, следует обратить внимание на следующие важные в практическом отношении особенности состава и строения этих ореолов:

– ореолы, развивающиеся локально в кровле надпродуктивных отложений нефтегазовых месторождений, могут быть использованы для поисков подобных месторождений;

– фиксация границ месторождений отчетливыми кольцевыми литогеохимическими аномалиями позволяет рекомендовать их применение для оконтуривания площадей, перспективных на нефть и газ.

Рассмотренные выше примеры, несмотря на их ограниченное число, однозначно свидетельствуют о значительных потенциальных возможностях методики поисков и оценки нефтегазовых месторождений по литогеохимическим ореолам микроэлементов (в основном металлов).

Потенциальный характер этих возможностей обусловлен весьма ограниченным числом месторождений, литогеохимические ореолы которых изучены более или менее детально. Очевидно, что для реализации потенциальных возможностей рассматриваемой методики необходимо продолжение исследований по литогеохимическому моделированию представительной группы известных месторождений нефти и газа с целью уточнения особенностей состава и строения литогеохимических ореолов этих эталонных месторождений для усовершенствования критериев интерпретации результатов поискового литогеохимического опробования.

ЛИТЕРАТУРА

Григорян С.В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений. М.: Изд. ИМГРЭ, 1974, 216 с.

Григорян С.В. Рудничная геохимия. М.: Недра, 1992, 396 с.

Григорян С.В., Копин Е.М. Закономерность небарометрического распределения в атмосфере ионов химических элементов. Научное открытие. В кн.: "Научные открытия в РФ". М. – Санкт-Петербург: Изд. "Международной Академии авторов научных открытий и изобретений", 2000, с.26.

Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Закономерность зонального распределения элементов-индикаторов в первичных геохимических ореолах сульфидсодержащих месторождений. Научное открытие. В кн.: "Открытия в СССР", 1979, М.: Изд. ЦНИИПИ, 1980, с.27-29.

Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983, 192 с.

Зубайраев С.Л., Петухов А.В. Дорогокупец Т.И. и др. Временные методические рекомендации по литогеохимическим исследованиям при поисках месторождений нефти и газа. М.: Изд. ВНИИЯГГ, 1984, 60 с.

Киричек М.А., Овсянников В.М. К вопросу комплексирования прямых геофизических и геохимических методов поисков месторождений нефти и газа. В. сб.: "Геохимические методы поисков месторождений нефти и газа", М., 1983, с.78-85.

Сидоренко А.В., Карус Е.В., Барсуков В.Л. и др. Явление парагенезиса субвертикальных зонально-кольцеобразных геофизических, геохимических и биогеохимических полей в осадочном чехле земной коры. Научное открытие. В кн.: "Открытия в СССР", 1980, М.: Изд. ВНИИПИ, 1981, с.34-37.

Старобинец И.С., Петухов А.В., Зубайраев С.П. и др. Основы теории углеводородных скоплений. М.: Недра, 1986, 332 с.

Beus A.A., Grigorian S.V. Geochemical Exploration Methods for Mineral Deposits. Applied Publishing Ltd Wilmette, USA, 1977, 286 p.

Seneshen D.M. Incorporation of Petroleum Geochemical Explorationists into the Association of Applied Geochemists. "Explore", №126, 2005, pp.1-4.

ՄԻԿՐՈՏԱՐՐԵՐԻ ԼԻԹՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵԶՐԱՊԱՏԱԿՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ԱԾԽԱՋՐԱԾՆԱՅԻՆ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄՆԵՐԻ ՈՐՈՆՈՂԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐ

Ս.Վ. Գրիգորյան, Ա. Հուշմանզադե

Ամփոփում

Հոդվածում քննարկվում են ածխաջրածնային հանքավայրերի լիթոերկրաքիմիական եզրապատկերի տարածական երկրաքիմիական մոդելավորման արդյունքները: Արդյունքում հայտնաբերվել են ինչպես ներկրման (B, P, Ag, Mo, Ba, Zn), այնպես էլ դուրսկրման եզրապատկերներ (Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti):

Էտալոնային հանքավայրերի երկրաքիմիական մոդելավորման արդյունքների հիման վրա մշակվել է նավթագազային կուտակումների հայտնաբերման և գնահատման մեթոդիկա՝ ըստ որոնց շրջապատող ներկրման և դուրսկրման երկրաքիմիական մուլտիպլիկատիվ եզրապատկերի յուրահատկություններ:

LITHOGEOCHEMICAL HALOS OF MINOR ELEMENTS AS A GUIDE TO HYDROCARBON DEPOSITS

S.V. Grigoryan, A. Hushmand-Zadeh

Abstract

The article contains the description of the lithogeochemical halos of the wide range of minor chemical elements developed above oil and gaz deposits.

These halos are zones surrounding hydrocarbon deposits which are enriched (B, P, Ag, Mo, Ba, Zn) or depleted (Sc, Y, Sn, La, Zr, Ti) in several chemical elements, as a result of the introduction or redistribution of these elements during the process of deposits formation.

It has been established that better defined lithogeochemical halos (larger and of greater intensity) can be revealed around hydrocarbon deposits when the contents of the indicator elements in each sample are multiplied, and multiplicative halos are constructed. Such composite lithogeochemical anomalies have been constructed for enriched and depleted zones.