

УДК 550.402

ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОРОД ПОДПОЧВЕННОГО СЛОЯ В РАЙОНЕ ЮЖНО-ЕЛХОВСКОЙ СТРУКТУРЫ

Д.И. Хасанов, Ш.З. Ибрагимов, И.И. Нугманов, Г.С. Хамидуллина

Аннотация

На юго-востоке Ново-Елховского месторождения нефти в пределах Южно-Елховской структуры (Лениногорский район Республики Татарстан) были проведены геохимические работы. Направление исследований – определение и анализ элементного состава пород подпочвенного слоя с целью выявления следов миграции углеводородов. Определение содержания химических элементов в пробах проводилось с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора S1 TURBO^{SD}. На основе анализа результатов лабораторных работ обнаружены геохимические аномалии, пространственно приуроченные к структурам, выделенным по данным бурения и сейсморазведки.

Ключевые слова: геохимическая съемка, углеводороды, элементный состав, рентгенофлуоресцентный анализ.

Введение

За последние десятилетия интерес к приповерхностным и поверхностным геохимическим съемкам значительно вырос. Данный факт связан со значительным развитием аналитического оборудования и методов интерпретации геохимических данных. Основная предпосылка для использования геохимических методов заключается в том, что углеводороды из залежей тем или иным способом иногда в незначительных, но определяемых количествах проникают в приповерхностные слои. Это давно известный факт, как и связь геохимических аномалий с тектоническими нарушениями [1–5].

Наиболее контрастные аномалии отмечаются на площадях с хорошо развитыми путями миграции углеводородов и динамически активными нефтяными системами. Надежность связи поверхностных аномалий с залежами углеводородов определяется геологическими условиями. Чем сложнее геологическая обстановка, тем более неопределенной становится интерпретация геохимических данных. Геохимические и микробиологические аномалии – это конечный пункт миграции углеводородов, который может находиться на значительном расстоянии от их источника [6].

Одним из косвенных методов обнаружения следов миграции углеводородов является определение и анализ элементного состава пород подпочвенного слоя. Данное направление, несмотря на ряд успешных примеров использования, не нашло широкого применения. Связано это в первую очередь с дороговизной, сложностью, низкой производительностью лабораторных исследований. В настоящее

время появился целый ряд приборов, позволяющих с высокой точностью и скоростью проводить химический анализ как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Объект исследования

В административном отношении исследуемая территория расположена в пределах Лениногорского района Республики Татарстан. В региональном тектоническом плане территория исследований расположена в пределах юго-западного склона (Ново-Елховский участок) Южно-Татарского свода и юго-западного окончания купольной части (Ромашкинский участок) Южно-Татарского свода. Физические свойства нефтей Ново-Елховского месторождения указывают на то, что залежи находятся в состоянии деградации. По результатам проведенных исследований пластовых и поверхностных проб углеводородов нефти девона можно отнести к сернистым, смолистым и парафинистым; нижнего карбона – к высокосернистым, парафиновым и смолистым; среднего карбона – к высокосернистым, высокосмолистым и парафиновым.

Результаты морфометрического и линейного анализов показали, что Южно-Елховская структура является очень молодым геологическим образованием. Территория исследований находится на пересечении диагональных трещинных зон и почти вся попадает в область высоких значений макропроницаемости осадочного чехла.

Методика отбора проб

Пробы отбирались из скважин диаметром 100 мм и глубиной от 1 до 1,5 м. Глубина отбора варьировалась в зависимости от мощности почвенного слоя. Расстояние между пунктами отбора в среднем составило около 300 м. Пробы (150–200 г) упаковывались в герметично закрывающиеся полиэтиленовые пакеты. Бурение скважин проводилось с использованием мотобура. Топографическая привязка пунктов отбора проб осуществлялась спутниковыми приемниками TOPCON GB-1000.

Всего было отобрано 69 проб.

Лабораторный анализ проб

Определение содержания химических элементов в пробах проводилось с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора S1 TURBO^{SD}. Из каждой пробы для уменьшения влияния случайных ошибок были изготовлены три порошкообразных образца, которые помещались в специальные кюветы и уплотнялись ручным прессом.

Анализатор S1 TURBO^{SD} разработан с применением уникальной технологии SDD кремниевого дрейфового детектора XFlash© с энергетическим разрешением 145 эВ при 100 000 имп./с. Высокая чувствительность кремниевого дрейфового детектора XFlash© позволяет определять концентрации элементов в составе образца в диапазоне от магния до урана, в том числе и такие легкие элементы, как Mg, Al, Si, P, S. В рамках настоящей работы в образцах было

определено процентное содержание 16 элементов: Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Sr, Sn. Время анализа каждого образца – 1 мин.

Интерпретация данных лабораторного анализа

В качестве инструмента для анализа полученных результатов был выбран один из методов многомерной математической статистики – метод главных компонент (МГК) [7].

В МГК учитывается, что признаки, входящие в исследуемые наборы, коррелируют друг с другом и в основе наблюдаемых сложных взаимосвязей между ними лежит относительно более простая структура, отражающая наиболее характерные взаимосвязи и обусловленная влиянием некоторых общих причин-факторов. МГК сводится к переходу от наблюдаемых переменных к новым, независимым друг от друга (нередко меньшей размерности) и упорядоченным по их вкладом переменным в описание исходной совокупности. Этим новым переменным и приписывается роль причин-факторов, которые непосредственно не могут быть измерены. Существование корреляций между переменными в принципе может быть обусловлено двумя причинами: либо один, либо несколько признаков определяют остальные или же все они подвержены влиянию некоторых других, не включенных в исследуемый набор, непосредственно не измеряемых «скрытых» переменных. Последние в таком случае выступают в роли причин, а наблюдаемые переменные и все статистики изучаемых совокупностей – в качестве следствий. Нам, очевидно, больше интересуют второй случай, так как благодаря МГК возможно изучение закономерностей проявления причин-факторов и стоящих за ними природных процессов.

В МГК существует серьезное ограничение, которое связано с тем, что распределение исследуемых величин должно быть нормальным или близким к нему (например, совершенно недопустимо бимодальное распределение и т. д.).

Результаты применения МГК отображены в табл. 1 и на рис. 1–2.

Анализ данных МГК позволяет сделать несколько выводов. Факторы 1 и 2 описывают более 60% всей дисперсии выборки и являются определяющими для распределения элементов на площади исследований.

Первый фактор (рис. 1) характеризуется высокими положительными факторными нагрузками на параметры P, S, Ca, Ni, отрицательными на Al, Si, K, Ti и отражает литологическую неоднородность подпочвенного слоя в районе работ (от глинистых песчаников до сильно выветрелых с значительной примесью терригенного материала карбонатов).

Второй фактор (высокие положительные нагрузки на параметры V, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Sn) (рис. 2) может отражать результат миграции элементов в виде различных соединений под действием углеводов. Ассоциации элементов-индикаторов миграции углеводов могут довольно сильно отличаться друг от друга для разных нефтяных районов. В первую очередь это связано с различием в составах нефтей, также заметную роль играют биогеохимические условия в подпочвенных горизонтах, структурно-тектонические особенности геологической среды и т. д.

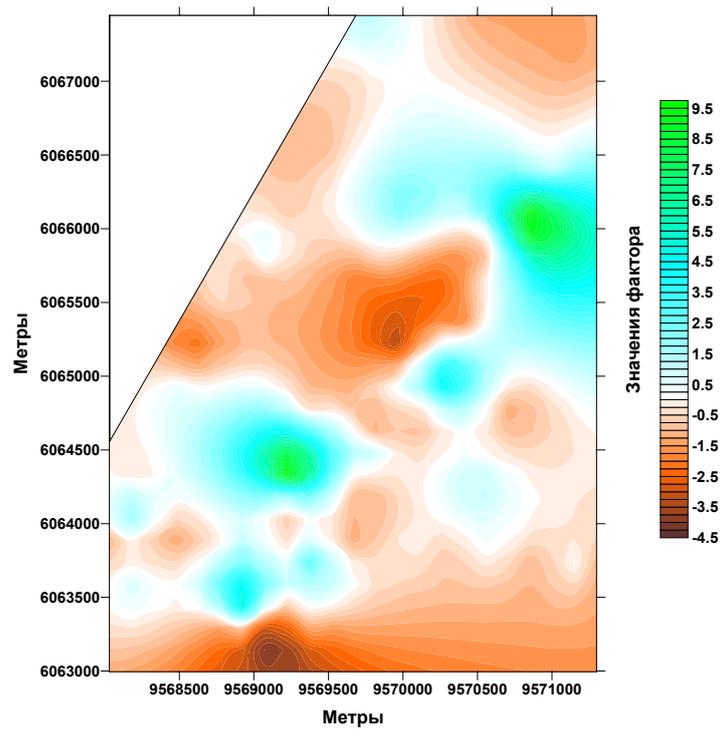


Рис. 1. Карта значений фактора 1

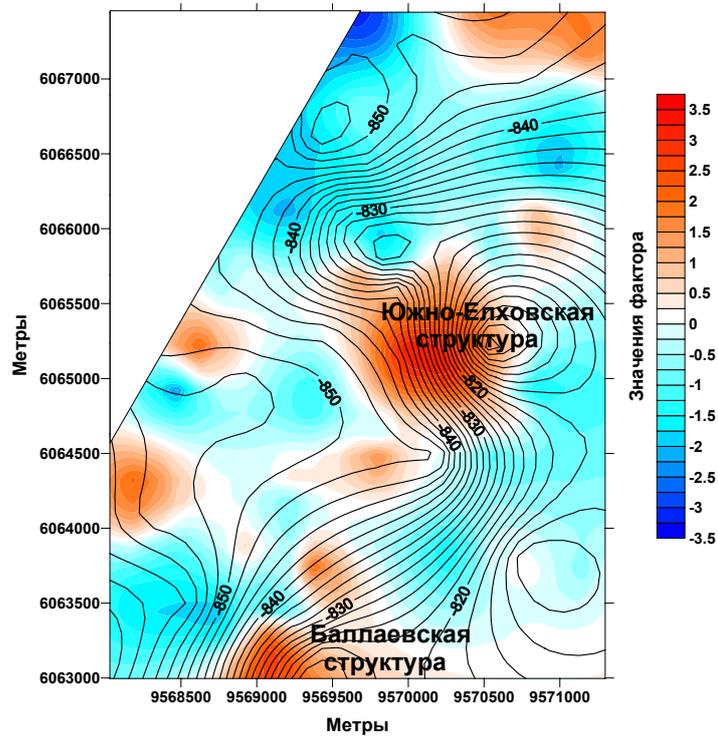


Рис. 2. Карта значений фактора 2 и структурная карта по кровле тульского горизонта (черные изолинии)

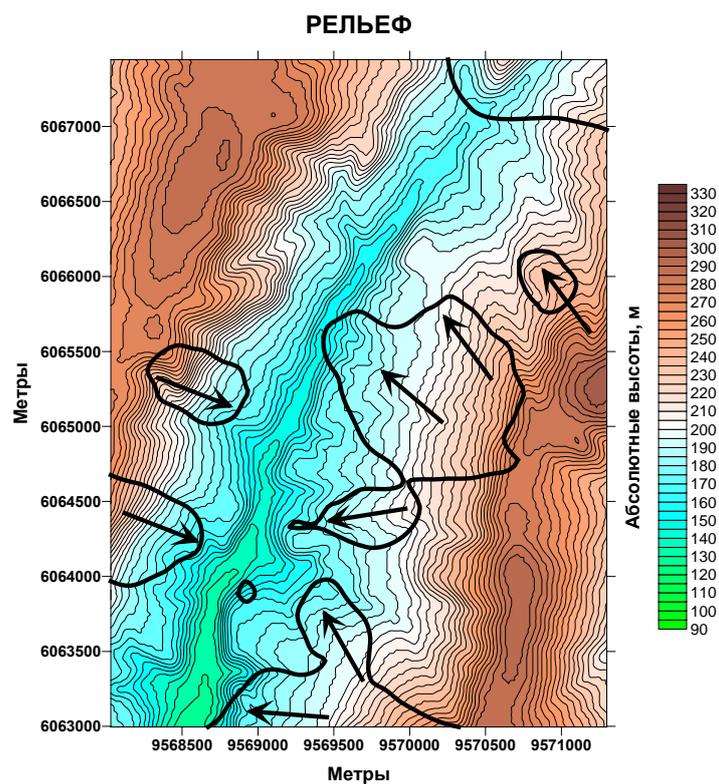


Рис. 3. Карта рельефа земной поверхности. Черные контуры – внешняя граница аномальных значений фактора 2. Черные стрелки показывают возможные направления сноса химических элементов

Табл. 1

Результаты применения МГК

Параметр	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3
Al	-0.911576	0.046501	0.084173
Si	-0.823143	-0.340460	0.039110
P	0.889002	0.279419	0.176860
S	0.850982	0.241355	0.113443
K	-0.708527	0.295816	0.188597
Ca	0.908448	0.302933	0.073502
Ti	-0.885051	-0.040359	0.135093
V	-0.638202	0.578579	-0.053803
Cr	-0.502745	0.447900	-0.079653
Mn	0.444649	0.503781	-0.439596
Fe	-0.517481	0.605840	-0.157692
Ni	0.756823	0.291483	0.137627
Cu	-0.040765	0.476898	-0.665948
Zn	-0.560954	0.487303	0.098584
Sr	0.129983	0.262068	0.513629
Sn	-0.113679	0.623776	0.542870
Факторная нагрузка	44.86326	16.24467	8.56253

В данном случае наблюдается явная приуроченность геохимических аномалий к структурам, выделенным по данным бурения и сейсморазведки (рис. 2). Наиболее интенсивная аномалия пространственно приурочена к западному склону Южно-Елховской структуры. Ранее этот объект был отнесен к перспективным участкам с точки зрения нефтеносности по результатам комплексных работ, включающих электроразведочные и магнитометрические методы.

Отдельные особенности распределения элементов (фактор 2) могут быть связаны с рельефом местности (рис. 3). Например, западное смещение геохимических аномалий относительно Южно-Елховской структуры может быть объяснено перемещением химических элементов сезонными поверхностными водами вниз по склону.

Заключение

Подводя итоги, заметим, что, несмотря на явную потенциальную эффективность приповерхностных геохимических съемок, существуют некоторые ограничения, связанные как с геологическими, так и с методическими причинами:

- неоднозначность пространственного совмещения поверхностных аномалий и залежей углеводородов;
- процесс миграции сложным образом отображается геохимическими индикаторами;
- чем сложнее геологическая обстановка, тем сложнее и неоднозначнее интерпретация;
- существование «ложных» аномалий, связанных с углеводородами, индуцированными вне залежи;
- наличие поверхностных геохимических аномалий (даже очень контрастных) не является гарантией открытия месторождения.

Таким образом, использование геохимических методов не может заменить существующие технологии разведки, но при этом может значительно увеличить вероятность обнаружения залежей углеводородов. Появление нового поколения аналитической аппаратуры позволяет сделать геохимическую съемку дешевой и массовой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 2010-218-01-192).

Summary

D.I. Khasanov, Sh.Z. Ibragimov, I.I. Nugmanov, G.S. Khamidullina. Rapid Elemental Analysis of Substratum Rocks in the Area of South Elkhovskaya Structure.

In the southeast of the Novo-Elkhovskoe oil field within the South Elkhovskaya structure (Leninogorsky District, Republic of Tatarstan), geochemical works were carried out. This research was conducted to define and analyse elemental composition of the substratum rocks for the detection of hydrocarbon migration pathways. The content of chemical elements in the samples was determined by the X-ray fluorescence analyzer S1 TURBO^{SD}. The analysis of the results of laboratory work allowed us to detect geochemical anomalies, which spatially corresponded to the structures revealed by drilling and seismic exploration.

Key words: geochemical survey, hydrocarbons, elemental composition, X-ray fluorescence analysis.

Литература

1. *Horvitz L.* On geochemical prospecting // *Geophysics.* – 1939. – V. 4, No 3. – P. 210–225.
2. *Heroy W.B.* Hydrocarbon prospecting after thirty years // *Unconventional Methods in Exploration for Petroleum and Natural Gas.* – Dallas: Southern Methodist Univ., 1969. – P. 205–218.
3. *Horvitz L.* Geochemical exploration for petroleum // *Science.* – 1985. – V. 229, No 4716. – P. 821–827.
4. *Jones V.T., Drozd R.J.* Predictions of oil or gas potential by near-surface geochemistry // *AAPG Bull.* – 1983. – V. 67, No 6. – P. 932–952.
5. *Piggott N., Abrams M.A.* Near-surface coring in the Beaufort and Chukchi Seas, northern Alaska // *Schumacher D., Abrams M.A. (eds.) Hydrocarbon Migration and Its Near-Surface Expression: AAPG Memoir 66.* – 1996. – P. 385–399.
6. *Tedesco S.A.* *Surface Geochemistry in Petroleum Exploration.* – N. Y.: Chapman and Hall Inc., 1995. – 206 p.
7. *Белонин М.Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т.* Факторный анализ в геологии. – М.: Недра, 1982. – 269 с.

Поступила в редакцию
26.05.11

Хасанов Дамир Ирекович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики и геоинформационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *Damir.Khassanov@ksu.ru*

Ибрагимов Шамиль Зарифович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики и геоинформационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *Shamil.Ibragimov@ksu.ru*

Нугманов Ильмир Искандарович – ассистент кафедры геофизики и геоинформационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *nusmumrik@gmail.com*

Хамидуллина Галина Сулеймановна – старший преподаватель кафедры геофизики и геоинформационных технологий Казанского (Приволжского) федерального университета.

E-mail: *Galina-khamidullina@yandex.ru*