

# Геохимические особенности углеводородных скоплений северных регионов Западной Сибири

Пуанова С.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Россия, Москва  
punanova@mail.ru

## Аннотация

Статья посвящена изучению корреляционной связи комплекса микроэлементов, идентифицированных в нефтях крупных месторождений Ханты-Мансийской автономной области Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, с составом земной коры разного уровня: верхней, нижней и средней. На основе результатов исследования выявлены дополнительные возможные показатели прогноза источников нефти и газа в глубинных горизонтах осадочного чехла, что может способствовать увеличению прогнозных ресурсов.

## Материалы и методы

Проведено количественное сравнение вклада разных компонент земной коры: нижней, средней и верхней, а также биоты в микроэлементную составляющую нефтей на основе корреляционного анализа. Для подобного проекта автор использовал аналитические материалы многих исследователей, полученные методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной

плазмой (ICP-MS) (Р.П. Готтих, Б.И. Писоцкий и др., Ю.Н. Федоров, К.С. Иванов, Ю.В. Ерохин, А.В. Маслов, Ю.Л. Ронкин и др.).

## Ключевые слова

крупные месторождения, микроэлементный состав нефтей, коэффициенты корреляции, континентальная кора, биота, Западная Сибирь

Работа выполнена в рамках плана НИР ИПНГ РАН (тема «Научно-методические основы поисков и разведки скоплений нефти и газа, приуроченных к мегарезервуарам осадочного чехла», номер государственной регистрации 122022800253-3).

## Для цитирования

Пуанова С.А. Геохимические особенности углеводородных скоплений северных регионов Западной Сибири // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 3. С. 15–18. DOI: 10.24412/2076-6785-2024-3-15-18

Поступила в редакцию: 15.04.2024.

## Geochemical features of hydrocarbon accumulations in the northern region of Western Siberia

Punanova S.A.

Oil and Gas Research Institute RAS (OGRI RAS), Russia, Moscow  
punanova@mail.ru

## Abstract

The article is devoted to the study of the correlation between a complex of Trace Elements (TEs) identified in oils of large fields of the Khanty-Mansi Autonomous Region (KMAO) of the West Siberian oil and gas basin (OGB), with the composition of the earth's crust at different levels - upper, lower and middle. Based on the results of the study, additional possible indicators for predicting sources of oil and gas in the deep horizons of the sedimentary cover were identified, which could help increase the predicted resources.

## Materials and methods

A quantitative comparison of the contributions of different components of the earth's crust - lower, middle and upper, as well as biota to the trace elements of oils was carried out based on correlation analysis. For a similar project, the author used analytical materials from many researchers obtained by inductively coupled plasma mass spectrometry

(ICP-MS) (R.P. Gottikh, B.I. Pisotsky et al., Yu.N. Fedorov, K.S. Ivanov, Yu.V. Erokhin, A.V. Maslov, Yu.L. Ronkin, etc.).

## Keywords

large deposits, trace element composition of oils, correlation coefficients, continental crust, biota, Western Siberia

## For citation

Punanova S.A. Geochemical features of hydrocarbon accumulations in the northern region of Western Siberia. Exposition Oil Gas, 2024, issue 3, P. 15–18. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2024-3-15-18

Received: 15.04.2024

## Введение

Продолжены исследования по изучению корреляционных связей содержания микроэлементов (МЭ) в нефтях различных регионов с составом биоты и составом земной коры разного уровня [1, 2]. Представлены результаты анализа коэффициентов корреляции микроэлементного состава нефтяных проб месторождений двух регионов Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО): по Шаимскому нефтегазоносному району (НГР) и Среднеобской нефтегазоносной области (НГО) (аналитический материал [3–5]). Проанализирована база аналитических данных по содержанию 60 МЭ в 40 пробах нефтей. Глубины и возраст продуктивных комплексов, из которых были отобраны пробы нефтей, существенно различаются [6, 7]. Залежи нефти и газа в Шаимском НГР приурочены к трем продуктивным комплексам: келловей-верхнеюрскому (вогулкинской толще), среднеюрскому (тюменской свите) и доюрскому (трещиноватом породам фундамента и коре выветривания). Среднеобская нефтегазоносная область (Сургутский и Нижнеуртовский НГР) характеризуется гигантскими и уникальными по запасам углеводородов (УВ) мегарезервуарами в нижнемеловых неокосских отложениях (валанжин, готтерив, баррем). Глубины отобранных проб нефтей изменяются от 1500 м практически до трех километров [3, 4].

## Обсуждение результатов

Результаты статистического исследования представлены на рисунке 1, где показано

изменение коэффициентов корреляции в нефтях Шаимского НГР (Шаим, 5 проб) и Среднеобской НГО (Ср. Обск., 4 пробы: 3 пробы Сургутский свод (Сург.) и одна проба Нижнеуртовский (Н.Варт.) свод) с дифференциацией по возрасту и глубине отложений отбора пробы (в интервалах от коры выветривания до нижнемеловых нефтегазоносных комплексов).

Полученные результаты демонстрируют, с одной стороны, высокие связи большого комплекса МЭ в нефтях с составом коры разного уровня, с другой стороны, различный характер этих связей относительно нефтей двух изученных регионов. Можно отметить, что МЭ состав нефтей Шаимского НГР характеризуется более высокими коэффициентами корреляции с составом нижней коры, по сравнению с составом верхней, большим диапазоном их различия. МЭ состав нефтей верхнеюрских залежей теснее связан с составом морской биоты ( $r = 0,74$ ), чем с составом наземной биоты ( $r = 0,69$ ), в связи с сапропелевым типом исходного органического вещества (ОВ). МЭ состав нефтей Среднеобской НГО, как правило, имеет более низкие корреляционные зависимости с составом земной коры, но более высокие с составом наземной биоты, вероятно, из-за смешанного сапропелево-гумусового типа ОВ ( $r = 0,81$ ), при том что связь с верхней корой чаще становится выше относительно связи с составами нижней коры, либо диапазон их разницы невелик. Тому факту, что МЭ состав нефтей Среднеобской НГО, особенно из верхних нижнемеловых отложений, имеет большую

близость к составу верхней коры, соответствует и зафиксированный в работе [8] европейский минимум в распределении лантаноидов в нефтях Повховского и Ватьеганского месторождений из пластов БВ8 и БВ6, тогда как в нефтях Шаимского НГР отмечен, как правило, европейский максимум, что соответствует влиянию глубинных гидротермальных растворов.

Зависимость между составами нефтей и коры с учетом возраста отложений проявляется не столь четко, однако в каждом регионе можно проследить некоторую тенденцию увеличения связи корреляционных показателей вниз по разрезу от меловых и юрских отложений до коры выветривания по палеозою и с возрастанием глубины отбора пробы. Подобная зависимость была описана нами ранее при изучении нефтей Ромашкинского месторождения [2].

Абсолютные концентрации суммы «биогеогенных» МЭ в нефтях Шаимского НГР и редкоземельных элементов (РЗЭ) (по аналитическим данным [4, 5]) в возрастном диапазоне нефтепродуктивных комплексов от мела до коры выветривания свидетельствуют о большей массе биогеогенных элементов по сравнению с глубинными и о некоррелируемости их содержания (рис. 2).

Эти результаты подтверждают независимое поступление МЭ в нефть из различных источников, т.е. полигенный характер, свидетельствуют о возможно глубинных факторах, о проникновении и влиянии гидротермальных глубинных растворов, поставляющих дополнительные МЭ в состав нафтидов. Именно

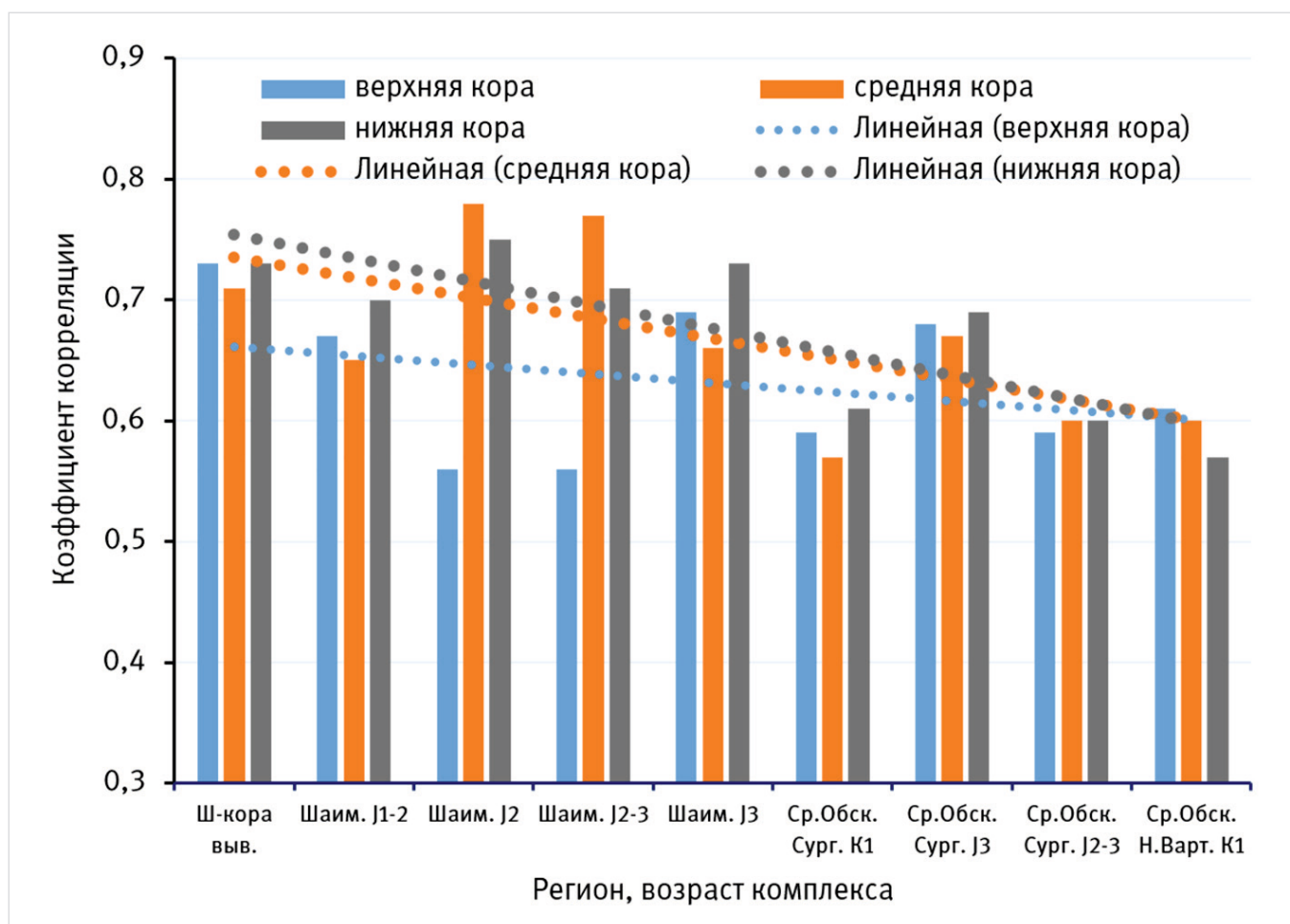


Рис. 1. Изменение корреляционных зависимостей между МЭ составами нефтей ХМАО и континентальной коры  
Fig. 1. Changes in the correlation dependencies between the TE compositions of oils in the KMAO and the continental crust

высокие связи МЭ состава нефтей с составом земной коры, особенно с составом нижней, увеличивающиеся в регионе с более активным тектоническим режимом и более интенсивно прогревом, возрастающие в более глубоких горизонтах и в более древних отложениях, могут свидетельствовать о миграции по проницаемым зонам, о дополнительных источниках УВ, возможно, из значительно преобразованных палеозойских отложений, залегающих на фундаменте.

Стоит отметить, что исследованные регионы существенно отличаются тектонической активностью, палеопрогревом недр и временем консолидации фундамента, а следовательно, и процессами онтогенеза УВ скоплений, что отразилось на содержании МЭ и, соответственно, на результатах корреляционных зависимостей. Основываясь на различной интенсивности протекания процессов катагенного преобразования осадочных толщ Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна (НГБ) в зависимости от глубины и возраста консолидации фундамента, изученных А.Э. Конторовичем, А.Н. Фоминым и др. [9, 10], автор прогнозирует глубины протекания процессов генерации УВ в соответствии с палеотемпературным градиентом [11, 12]. Для области распространения добайкалит, к которой относятся Сургутский и Нижневартовский своды Среднеобской НГО и для которой характерен низкий температурный градиент и медленное нарастание катагенеза органического вещества с глубиной, нижние границы генерации нефти составляют 4 200 м, а легкой нефти и конденсатов — 5 200 м. Для области распространения герцинит и каледонит, широко развитых на территории региона, глубины генерации нефти — 3 650 м,

а конденсатов — 4 400 м. В областях расположения триасовых рифтов, крупных гранитных массивов или флюидопроводящих разломов в фундаменте, например, Шаимского свода, где нарастание катагенеза с глубиной происходит наиболее интенсивно, глубины вероятностного обнаружения УВ скоплений значительно меньше: для нефти 3200 м, а для газоконденсатов — 4 050 м. Возможно, с различным возрастом консолидации фундамента и, следовательно, с различной интенсивностью прогрева толщ в бассейне связано участие собственно палеозойских отложений в процессах нефтегазообразования.

#### Итоги

Проведено исследование корреляционных зависимостей МЭ составов различных геологических сред и нефтей крупных месторождений ХМАО. Выполнен подсчет коэффициентов корреляции для выявления влияния экзогенного и эндогенного факторов на процесс нефтеобразования, что позволяет оценивать вклады нижней, средней и глубокой коры на элементный состав нефти и наличие в связи с этим дополнительных источников УВ из глубинных зон осадочного чехла.

#### Выводы

Полигенный источник МЭ в нефтях, а также высокие связи МЭ состава нефтей с составом земной коры, особенно с составом нижней, увеличивающиеся в регионе с более активным тектоническим режимом и более интенсивно прогревом, возрастающие в более глубоких горизонтах и в более древних (Шаимский НГР относительно Среднеобской НГО), могут свидетельствовать о миграции по проницаемым зонам, о дополнительных

источниках УВ за счет гидротермальных воздействий, возможно, из палеозойских отложений, залегающих на фундаменте и имеющих с ним непосредственную связь. Полученные выводы являются дополнительным аргументом к широкому разворачиванию научно-исследовательских работ на юрские и глубокие доюрские горизонты Западно-Сибирского НГБ — нижний этаж нефтегазоносности.

#### Литература

1. Родкин М.В., Пуанова С.А. Корреляционные зависимости микроэлементного состава природных объектов // Геология нефти и газа. 2022. № 4. С. 99–107.
2. Пуанова С.А., Родкин М.В. Геохимическая характеристика состава нефтей Ханты-Мансийского региона и её связь с нефтегазоносностью // Пути реализации нефтегазового потенциала Западной Сибири. Ханты-Мансийск: АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпилемана», 2023. С. 127–133.
3. Федоров Ю.Н., Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Ронкин Ю.Л. Неорганическая геохимия нефти Западной Сибири (первые результаты изучения методом ICP-MS) // Доклады Академии наук. 2007. Т. 414. № 3. С. 385–388.
4. Ронкин Ю.Л., Федоров Ю.Н., Алексеев В.П. Неорганические микроэлементы в сырых нефтях и их тяжелых фракциях Даниловского и Кечимовского нефтегазовых месторождений Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области // ЕЖЕГОДНИК-2012. Тр. ИГГ УрО РАН. 2013. Вып. 160. С. 280–287.

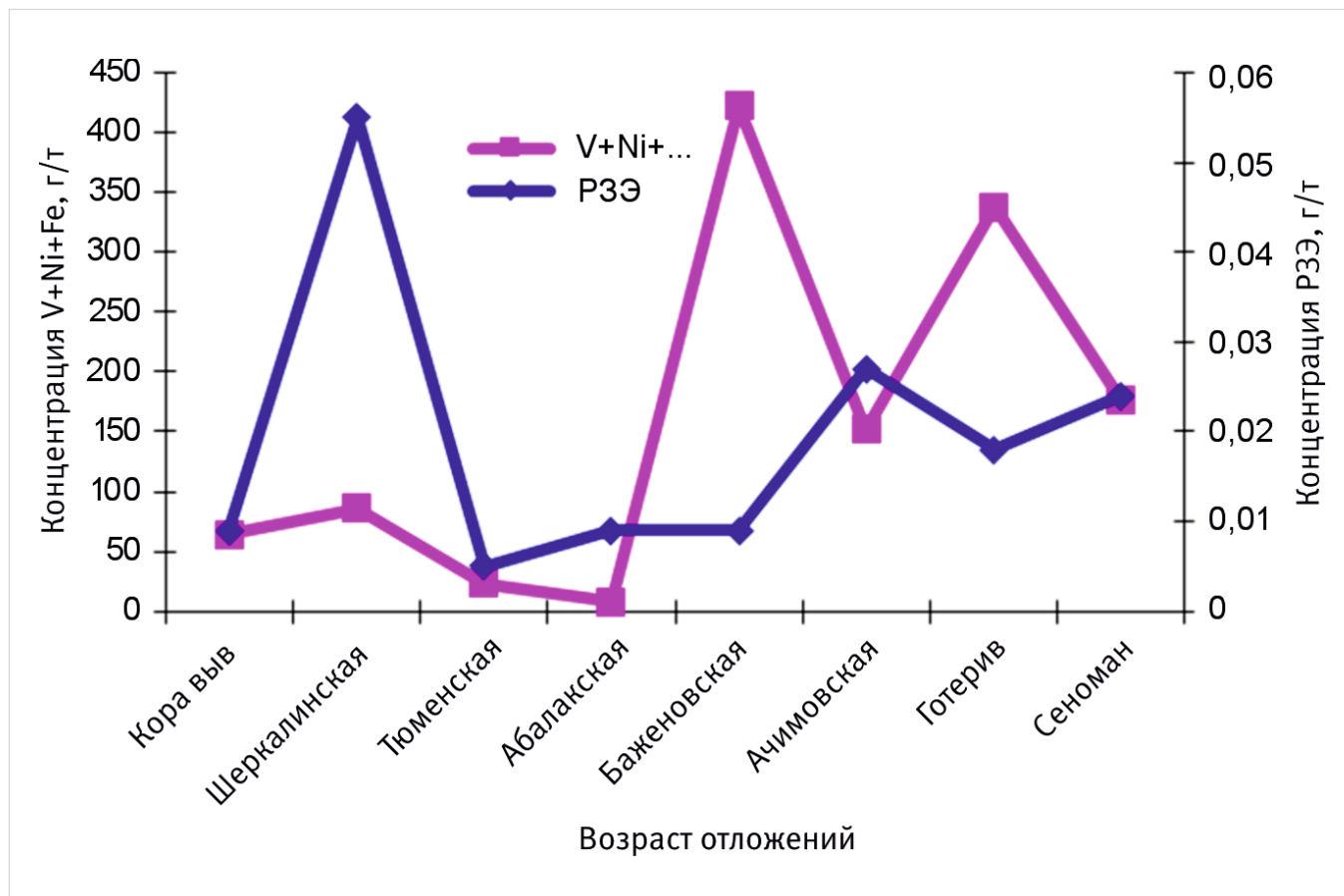


Рис. 2. Соотношение содержаний суммы V, Ni и Fe и P3Э в нефтях Шаимского района  
Fig. 2. The ratio of the contents of the sum of V, Ni and Fe and REE in oils of the Shaim region

5. Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Kudryavtsev D.A. Inorganic geochemistry of crude oils of Northern Eurasia after ICP-MS data as clear evidence for their deep origin. *Energies*, 2022, Vol. 15, issue 1, 18 p. (In Eng).
6. Пуанова С.А., Самойлова А.В. Углеводородные мегарезервуары апт-сеноманских отложений северных регионов Западной Сибири // *Экспозиция Нефть Газ*. 2022. № 4. С. 15–19.
7. Пуанова С.А., Добрынина С.А., Самойлова А.В. Типизация скоплений углеводородов по величине геологических запасов в юрских нефтегазоносных комплексах севера Западной Сибири // *Экспозиция Нефть Газ*. 2023. № 7. С. 14–20.
8. Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Журавлев Д.З. Геохимические особенности нефти различных регионов и возможный источник металлов в ней // *Доклады Академии наук*. 2008. Т. 42. № 1. С. 88–92.
9. Конторович А.Э., Фомин А.Н., Красавчиков В.О., Истомин А.В. Катагенез органического вещества мезозойских и палеозойских отложений Западной Сибири. Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 68–77.
10. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности осадочных отложений триаса Западно-Сибирского мегабассейна // *Горные ведомости*. 2011. № 9. С. 11–15.
11. Пуанова С.А., Шустер В.Л. Новый взгляд на перспективы нефтегазоносности глубокозалегающих доюрских отложений Западной Сибири // *Георесурсы*. 2018. Т. 20. № 2. С. 67–80.
12. Дмитриевский А.А., Шустер В.Л., Пуанова С.А. Доюрский комплекс Западной Сибири — новый этап нефтегазоносности. Проблемы поиска, разведки и освоения месторождений углеводородов. Saarbruchen (Germany): Lambert Academic Publishing, 2012. 135 с.

## ENGLISH

### Results

A study was carried out of the correlation dependences of the TE compositions of the various geological environments and oils from large fields of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. The correlation coefficients were calculated to identify the influence of exogenous and endogenous factors on the process of oil formation, which makes it possible to evaluate the contributions of the lower, middle and deep crust to the elemental composition of oil and the presence, in connection with this, of additional sources of hydrocarbons from the deep zones of the sedimentary cover.

### Conclusions

Polygenic source of TE in oils, as well as high correlations of TE composition of oils with the composition of the earth's crust, especially with the composition of the lower crust, increasing in the region with a more active tectonic regime and more intense heating, increasing in deeper horizons and in more ancient ones (Shaim oil and gas reserve relative to the Middle Ob NGOs), may indicate migration through permeable zones, additional sources of hydrocarbons due to hydrothermal effects, possibly from deeply heated Paleozoic sediments lying on the foundation and having a direct connection with them. The findings are an additional argument for the widespread deployment of research work on the Jurassic and deep pre-Jurassic horizons of the West Siberian oil and gas basin - the lower level of oil and gas potential.

### References

1. Rodkin M.V., Puananova S.A. Trace element composition of natural objects: correlation dependences. *Oil and gas geology*, 2022, issue 4, P. 99–107. (In Russ).
2. Puananova S.A., Rodkin M.V. Geochemical characteristics of the composition of oils in the Khanty-Mansiysk region and its connection with oil and gas potential. Ways to realize the oil and gas potential of Western Siberia. Khanty-Mansiysk: V.I. Shpilman research and analytical centre for the rational use of the subsoil, 2023, P. 127–133. (In Russ).
3. Fedorov Yu.N., Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Ronkin Yu.L. Inorganic geochemistry of oil in Western Siberia (first results of studying by ICP-MS method). *Reports of the Academy of Sciences*, 2007, Vol. 414, issue 3, P. 385–388. (In Russ).
4. Ronkin Yu.L., Fedorov Yu.N., Alekseev V.P. Inorganic microelements in crude oils and their heavy fractions of the Danilovskoye and Kechimovskoye oil and gas fields of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug of the Tyumen Region. *YEARBOOK-2012*. Tr. IGG Ural Branch RAS, 2013, issue. 160. P. 280–287. (In Russ).
5. Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Kudryavtsev D.A. Inorganic geochemistry of crude oils of Northern Eurasia after ICP-MS data as clear evidence for their deep origin. *Energies*, 2022, Vol. 15, issue 1, 18 p. (In Eng).
6. Puananova S.A., Samoilova A.V. Hydrocarbon megareservoirs of apt-senomanian deposits of the northern regions of Western Siberia. *Exposition Oil Gas*, 2022, issue 4, P. 15–19. (In Russ).
7. Puananova S.A., Dobryнина S.A., Samoilova A.V. Typification of hydrocarbon accumulations according to the size of geological reserves in the Jurassic oil and gas complexes of the north of Western Siberia. *Exposition Oil Gas*, 2023, issue 7, P. 14–20. (In Russ).
8. Gottikh R.P., Pisotsky B.I., Zhuravlev D.Z. Geochemical properties of oils in different regions and potential source metals contained in oil. *Reports of the Academy of Sciences*, 2008, Vol. 42, issue 1, P. 88–92. (In Russ).
9. Kontorovich A.E., Fomin A.N., Krasavchikov V.O., Istomin A.V. Catagenesis of organic matter in Mesozoic and Paleozoic deposits of Western Siberia. *Lithological and geochemical basis for forecasting oil and gas content*. SPb.: VNIIGRI, 2008, P. 68–77. (In Russ).
10. Fomin A.N. Catagenesis of organic matter and prospects for oil and gas content of Triassic sedimentary deposits of the West Siberian megabasin. *Mining Vedomosti*, 2011, issue 9, P. 11–15. (In Russ).
11. Puananova S.A., Shuster V.L. A new approach to the prospects of the oil and gas bearing of deep-seated Jurassic deposits in the Western Siberia. *Georesources*, 2018, Vol. 20, issue 2, P. 67–80. (In Russ).
12. Dmitrievskiy A.A., Shuster V.L., Puananova S.A. The pre-Jurassic complex of Western Siberia is a new level of oil and gas potential. *Problems of search, exploration and development of hydrocarbon deposits*. Saarbruchen (Germany): Lambert Academic Publishing, 2012, 135 p. (In Russ).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Пуанова Светлана Александровна**, доктор геол.-мин наук, главный научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия  
**Для контактов:** [puanova@mail.ru](mailto:puananova@mail.ru)

**Puananova Svetlana Aleksandrovna**, doctor of geology and mineralogy, chief researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
**Corresponding author:** [puanova@mail.ru](mailto:puananova@mail.ru)