

УДК 553.98

DOI: 10.46698/VNC.2023.45.74.011

Оригинальная статья

Влияние геодинамических условий на формирование залежей нефти и газа (на примере территории Западной Сибири и Восточного Предкавказья)

А.Е. Неркарарян , В.М. Харченко , Д.Д. Самусев , А.А. Стасенко 

Северо-Кавказский федеральный университет,
Россия, 355009, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 16/1, корп. 16,
e-mail: alina-domareva@rambler.ru

Статья поступила: 16.06.2023, доработана: 30.08.2023, принята к публикации: 08.09.2023

Резюме: Актуальность работы. Для повышения эффективности разработки месторождений углеводородов (УВ) и проектирования геолого-технологических мероприятий на основе доступных данных, целесообразно изучение не только геологических условий залежей и месторождений нефти и газа, но и геодинамических условий. Надо особо отметить, что при поисках и разведке месторождений УВ на исследованных территориях, геодинамические условия ранее практически не учитывались, ввиду отсутствия как теоретической базы, так и надежной методологии. В этой работе излагаются результаты геодинамического анализа и очевидная практическая значимость его применения на отдельных месторождениях территорий исследования. **Целью исследования** является изучение геодинамических условий Западной Сибири и Восточного Предкавказья, на предмет выявления наиболее перспективных участков для разработки месторождений УВ на основе нефтегазогеологического районирования. **Методы исследования.** При проведении исследования был использован комплексный подход, включающий анализ, систематизацию и обобщение геолого-промысловых данных, применение системно-аэрокосмического (линеamentного) метода, а также малоизвестного метода интерпретации структур центрального типа (СЦТ). **Результаты работы.** Выявлена взаимосвязь между геодинамическими условиями формирования залежей УВ и максимальными дебитами скважин, которые приурочиваются к геодинамическим центрам и зонам интерференции (наложение зон сжатия и зон растяжения), а также зонам субвертикальной деструкции. Данная взаимосвязь позволяет дать рекомендации для дальнейшей разработки месторождений.

Ключевые слова: геодинамические условия, залежи углеводородов (УВ), ротационная концепция тектогенеза, флюидогеодинамическая модель, структуры центрального типа (СЦТ), «геосолитоны», геодинамический анализ, геодинамические центры, зоны сжатия и растяжения, зоны интерференции.

Для цитирования: Неркарарян А.Е., Харченко В.М., Самусев Д.Д., Стасенко А.А., Влияние геодинамических условий на формирования залежей нефти и газа (на примере территории Западной Сибири и Восточного Предкавказья). *Геология и геофизика Юга России*. 2023. 13(3): 147-154. DOI: 10.46698/VNC.2023.45.74.011.

DOI: 10.46698/VNC.2023.45.74.011

Original paper

The influence of geodynamic conditions on the formation of oil and gas deposits (on the example of the territory of Western Siberia and Eastern Ciscaucasia)

A.E. Nerkararian , V.M. Kharchenko , D.D. Samusev , A.A. Stasenko North-Caucasus Federal University,
16/1 Kulakova Ave., Stavropol 355009, Russian Federation,
e-mail: alina-domareva@rambler.ru*Received: 16.06.2023, revised: 30.08.2023, accepted: 08.09.2023*

Abstract. To improve the efficiency of hydrocarbon (HC) field development and design of geological and technological measures based on available data, it is advisable to study not only the geological conditions of deposits and oil and gas fields, but also geodynamic conditions. It should be especially noted that when searching for the exploration of hydrocarbon deposits in the studied areas, geodynamic conditions were practically not taken into account before, due to the lack of both a theoretical basis and a reliable methodology. This paper presents the results of geodynamic analysis and the obvious practical significance of its application in individual fields of the study areas. The purpose of the study is to study the geodynamic conditions of Western Siberia and the Eastern Ciscaucasia, in order to identify the most promising areas for the development of hydrocarbon deposits based on oil and gas geological zoning. **Research methods:** During the study, an integrated approach was used, including analysis, systematization and generalization of geological and field data, the use of a system-aerospace (lineament) method, as well as a little-known method of interpreting central type structures (CST). **Work results:** The relationship between the geodynamic conditions for the formation of hydrocarbon deposits and the maximum flow rates of wells, which are confined to geodynamic centers and interference zones (superposition of compression zones and extension zones), as well as zones of subvertical destruction, has been revealed. This relationship allows us to give recommendations for further development of deposits.

Keywords: Geodynamic conditions, hydrocarbon (HC) deposits, rotational concept of tectogenesis, fluid geodynamic model, central type structures (CCT), “geosolitons”, geodynamic analysis, geodynamic centers, compression and extension zones, interference zones.

For citation: Nerkararyan A.E., Kharchenko V.M., Samusev D.D., Stasenko A.A., Influence of geodynamic conditions on the formation of oil and gas deposits (on the example of the territory of Western Siberia and Eastern Ciscaucasia). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2023. 13(3): 147-154. DOI: 10.46698/VNC.2023.45.74.011.

Введение

По нашим представлениям практически все месторождения нефти и газа Восточного Предкавказья и Западной Сибири недоразведаны, несмотря на обилие геофизических исследований и бурения скважин. Это объясняется в первую очередь отсутствием оптимального комплекса методов научного исследования, а также метода выявления геодинамических условий формирования залежей УВ [Пятахин и др., 2018]. Рекомендуется вести разработку месторождений УВ, начиная с дистанционного метода выявления геодинамических условий, предложенного авторами,

с последующим подтверждением минимальным количеством сейсмических профилей и геохимических исследований [Корчуганова, Корсаков, 2009].

Объектом исследования является, прежде всего, территория Западной Сибири и Восточного Предкавказья. В работе впервые предлагается рассмотреть сходство двух районов, с целью получения новых теоретических данных и совершенствования методологии научных исследований, на основе которых будут показаны особенности геолого-тектонического строения и геодинамических условий. Для достижения поставленной цели, в ходе исследования предлагается произвести решение следующих задач: изучить геологическое строение двух территорий исследования, а также выполнить геодинамические исследования; провести рудонефтегазогеологическое районирование в пределах территории исследования.

Методы исследований

Методология научных исследований заключалась в комплексном подходе с применением традиционных и нетрадиционных методов исследования. К традиционным методам относятся: системно-аэрокосмические (дистанционные) [Милосердова, 2022; Харченко и др., 2019]; метод групповой геологической съемки и комплексирование геофизических и геохимических методов. К нетрадиционным методам относятся: геодинамический анализ, метод рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования на основе интерпретации структур центрального типа (СЦТ) [Харитонов, 2019а; Харченко и др., 2022]; структурно-метрический метод (на базе природы СЦТ) и метод ландшафтно-геоэкологического картирования. Особое значение имеет простой метод наложения одномасштабных космических снимков и структурных карт отдельных продуктивных горизонтов. Этот метод позволяет не только уточнить местоположение залежи УВ, но и объяснить отсутствие залежей в благоприятных структурных условиях (по сейсмическим данным), кроме того на основе геодинамического анализа выявляются наиболее перспективные участки в пределах и за пределами уже известных месторождений [Борисенко, 2010].

Материалами для научных исследований служат космические снимки различных масштабов, геологические и тектонические карты, карты полезных ископаемых, структурные карты фундамента и продуктивных горизонтов на нефть и газ, карты сейсмичности территорий исследования.

Результаты работы и их обсуждение

На месторождениях Западной Сибири и Восточного Предкавказья, было проведено дешифрирование космических снимков с последующей интерпретацией структур центрального типа и линеаментов. В результате дешифрирования космических снимков территорий исследования было выполнено их нефтегазогеологическое районирование с выделением конкретных нефтегазоносных районов и наиболее перспективных объектов. Эти объекты приурочиваются к геодинамическим центрам, зонам интерференции, «геосолитонам» по Р.М. Бембелю [Бембель и др., 2003, 2006].

Геолого-тектонические и геодинамические условия Западной Сибири и Восточного Предкавказья в целом имеют некоторое сходство, являясь молодыми платформами с герцинским складчатым фундаментом и мезо-кайнозойским осадочным чехлом значительной мощности (до 12 км) [Гзовский, 1975]. Обе эти территории относятся к молодым платформам: Западно-Сибирской и Скифской. Следует отме-

тять, что Скифская плита приурочена к передовому прогибу древней платформы и альпийской складчатой области. В соответствии с тектоникой и выделяются нефтегазоносные провинции: Западно-Сибирская и Северо-Кавказско-Мангышлакская. Общим для обеих территорий является: 1) в их пределах выделяются центральные сводовые части и симметрично расположенные восточные и западные прогибы или нефтегазоносные области; 2) наблюдается приуроченность месторождений к сводам и валлообразным поднятиям, реже к впадинам, ограниченными глубинными разломами; 3) наличие герцинского фундамента, осложненного серией грабенов и горстов с амплитудами сбросов в сотни и первые тысячи метров, с характерной приразломной складчатостью; 4) приуроченность к глубинным разломам вулканических центров триасового возраста, вулканизм которых имел широкое распространение как в Восточной Сибири, так и на территории Восточного Предкавказья и естественно по соседству в Западной Сибири [Харитонов, 2019б]; 5) Так на Восточном Предкавказье буровыми скважинами вскрыты породы жерловых фаций минимум на 16 объектах! В западной Сибири они, несомненно, имеют место, но только на значительных глубинах, которых скважины пока не достигали.

Отмечается закономерная приуроченность к вулканическим центрам Восточного Предкавказья рифогенных построек, которые, как известно, являются благоприятными коллекторами и вмещителями УВ и образуют целые карбонатные платформы [Харченко и др., 2022; Wayne et al., 2006]. Вулканические постройки с бывшими и, возможно настоящими магматическими очагами, являются не только своеобразными корнями, очагами для образования УВ (согласно Б.А. Соколову), но и поставщиками различных флюидов со значительных глубин, не исключая и мантию [Соколов, Абля, 1999].

Выделяемые на сейсмогеологических профилях выраженные впадины с аномально высокими мощностями отложений, по результатам палеоструктурно-геоморфологического метода, по существу представляют собой в целом структуры растяжения, которые имеют особое значение в плане нефтегазоносности территорий [Guliyev, Huseynov, 2012; Miloserdova et al., 2021].

В Западной Сибири, Восточном Предкавказье в сводном геологическом разрезе выделяются следующие сходные структурно-тектонические этажи: комплекс терригенно-карбонатных слабометаморфизованных отложений складчатого герцинского фундамента, переходный пермо-триасовый терригенно-вулканогенный комплекс пород, выполняющих, как правило, глубокие грабены (авлакогены), мощностью до 3–5 км и мезо-кайнозойский в основном терригенный комплекс, мощностью до 5–6 км.

Практически все комплексы пород в той или иной мере нефтегазоносные: в Западной Сибири особо выделяются юрские и нижнемеловые нефтегазоносные отложения баженовской и ачимовской свит, в Предкавказье, особое значение имеют вышележащие отложения майкопской серии олигоцен-миоценового возраста и нижележащие отложения нефтекумской свиты нижнего триаса.

Геодинамические условия Западной Сибири и Восточного Предкавказья, также как и геолого-тектонические, имеют общие черты и даже закономерности. При анализе геодинамических условий и структурного плана выявляется важный факт приуроченности известных залежей УВ большей частью не к благоприятным структурам (выявленным по сейсмическим данным), а к вполне определенным геодинамическим условиям: к геодинамическим центрам и зонам интерференции (наложения

зон сжатий на зоны растяжений). Для этих зон, как правило, характерны АВПД и высокодебитные скважины.

В региональном плане выявляется примерно та же закономерность: приуроченность большей части уже известных месторождений к геодинамическим центрам высокого ранга, к резонансным зонам растяжения. Наглядно это показано также на примере территории Западной Сибири, где практически все известные месторождения нефти и газа приурочиваются к геодинамическим центрам высокого ранга, радиус таких структур центрального типа равен примерно 680 км, что определяет глубину до активной тектонической сферы в верхней мантии. Как известно, на такой глубине (670 км) выделяется глобальная тектоносфера Земли в верхней мантии. Следовательно, интерпретация структур центрального типа и проведение нефтегазогеологического районирования (НГГР) имеет особое значение для этой территории. На предварительной схеме нефтегазогеологического районирования Западной Сибири четко выделяются зоны интерференции практически субмеридионального простирания (со смещением на восток не более чем на 10 градусов) [Самусев, Харченко, 2022]. Наглядным примером также является известное Уренгойское газовое месторождение, контур которого, вытянутый в субмеридиональном направлении практически совпадает с зонами интерференции, выделенных при дешифрировании космических снимков и интерпретации структур центрального типа. Другим наглядным примером является Чупальское месторождение нефти, где высокодебитные скважины-«тысячники» приурочены к геодинамическим центрам и суперрезонансным зонам. На Восточном Предкавказье таким примером является Байджановское нефтегазовое месторождение, где единственная скважина, с уникальной, для данной зоны нефтегазоаккумуляции, накопленной добычей нефти приурочена также к геодинамическому центру.

На Восточном Предкавказье выявленная зона интерференции, практически совпадает с известным Транскавказским субмеридиональным новейшим поднятием, перспективным в плане нефтегазоносности.

Наглядным примером значения геодинамических условий на формирование залежей УВ в Западной Сибири является Лукъявинское месторождение, где в благоприятных структурных условиях (в явной антиклинали) было пробурено 3 поисково-разведочных скважины, а залежей УВ не оказалось, но далее, по этому профилю, ниже по абсолютным отметкам примерно на 100 м, были обнаружены залежи в тех же горизонтах, которые приурочены к благоприятным не только структурным, но и геодинамическим условиям. Такие примеры выявляются и на других месторождениях любых территорий при наложении структурных карт отдельных продуктивных горизонтов и космических снимков такого же масштаба с последующим дешифрированием и интерпретацией структур центрального типа, по которым и выявляются геодинамические условия.

По аналогии с ранее упомянутым, Чапальским месторождением (где в отдельном кусте имеет место скважина-«тысячник»), на Западно-Салымском месторождении были выявлены перспективные зоны для разработки данного месторождения.

На Восточном Предкавказье при проведении рудонефтегазогеологического районирования по аналогии с Байджановским месторождением, рекомендуется вести разработку на известных Величаевско-Колодезном, Ачикулакском, Озек-Суатском и других месторождениях [Нелепов, 2015].

Выводы

1. На основе нового метода рудонефтегазогеологического районирования глобального, регионального и локальных планов, проведено предварительное районирование территорий Западной Сибири и Восточного Предкавказья, отдельных месторождений в этих регионах, сделана предварительная оценка перспективности нефтегазоносности как в целом регионе, так и в пределах известных месторождений.

2. Было выявлено, что практически все месторождения Восточного Предкавказья недоразведаны, подобный вывод сделал в свое время известный исследователь Западной Сибири, Р.М. Бембель, на примере Самотлорского месторождения нефти. Он предлагает «геосолитонную» теорию и свой сейсмический метод поисков зон субвертикальной деструкции. Этот вывод наглядно подтверждается при сопоставлении результатов рудонефтегазогеологического районирования с известными данными по продуктивности скважин, дебитов разведочных и эксплуатационных скважин, где бы они достигали максимально возможных, для территорий работ, дебитов.

3. Места высоких дебитов нефти и газа, по результатам рудонефтегазогеологического районирования четко приурочиваются к геодинамическим центрам, зонам интерференции и зонам субвертикальной деструкции.

4. Результаты рудонефтегазогеологического районирования рекомендуется использовать не только для оценки рудонефтегазоносности территорий, но и разработки уже известных месторождений нефти и газа.

Литература

1. Бембель Р.М., Бембель С.Р., Мегеря В.М. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень: Вектор Бук, 2003. – 224 с.
2. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли. // *Геология нефти и газа*. – 2006. – №2. – С. 2–7.
3. Борисенко З.Г. Новая теория и практика пространственного размещения залежей нефти и газа в трещинных коллекторах. – Пятигорск: ПГЛУ, 2010. – 168 с. ISBN 5422000498, 9785422000494.
4. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Наука, 1975. – 327 с.
5. Корчуганова Н.И., Корсаков А.К. Дистанционные методы геологического картирования: учебник. – М.: КДУ, 2009. – 288 с.
6. Милосердова Л.В. Аэрокосмические методы в нефтегазовой геологии: Учебник. / Под ред. П.В. Флоренского. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2022. – 502 с.
7. Нелепов М.В. Линейные структуры в накопленной добыче нефти Величаевско-Колодезного месторождения Ставропольского края. // *Нефтяное хозяйство*. – 2015. – №9(1104). – С. 96-97.
8. Пятахин М.В., Пятахина Ю.М., Степин Ю.П. Принятие решения о бурении скважины в условиях неопределенности: традиционный и 3D-палеогеомеханический подходы. // *Газовая промышленность*. – 2018. – №10(775). – С. 42–47.
9. Самусев Д.Д., Харченко В.М. Геодинамические условия формирования залежи углеводородов и выявления сейсмичности территории на примере Западной Сибири // *Материалы X Международной научной конференции молодых ученых «Молодые – Наукам о Земле»* – М.: Издательство Российский Государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, 2022. – 116 с.

10. Соколов Б.А., Абля Э.А. Флюидодинамическая модель нефтегазообразования. – М.: ГЕОС, 1999. – 76 с.
11. Харитонов А.Л. Нефтегазоносность морфоструктур центрального типа на территории Восточной Сибири. // *Neftegaz.RU*. – 2019а. – №4. – С. 106–110.
12. Харитонов А.Л. Глубинная разломная структура земной коры на территории Средне-Каспийского мантийного палеоплюма по данным магнитного и гравитационного полей. // *International Journal of Professional Science*. – 2019б. – №12. – С. 40–46. UDC 551.14-536.25
13. Харченко В.М., Лапта Д.В., Неркарарян А.Е. Комплексные дистанционные и геофизические методы поисков залежей углеводородов (территория Центрального Предкавказья). // *Наука. Инновации. Технологии*. – 2019. – №4. – С. 33–48.
14. Харченко В.М., Фирсова Д.Л., Стасенко А.А., Михайличенко Р.В., Аль Хасрачи Али Джаббар, Евсюкова А.Н. Новый метод рудонефтегазогеологического и сейсмического районирования. // *Инновационные технологии в нефтегазовой отрасли. Проблемы устойчивого развития территорий: сборник трудов III Международной научно-практической конференции*. / ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2022. – 662 с.
15. Харченко В.М., Черненко К.И., Еремина Н.В., Самусев Д.Д. Некоторые закономерности формирования и распространения рифогенных построек в триасовых отложениях на территории Восточного Предкавказья в связи с нефтегазоносностью. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2022. – Т. 12. №3. – С. 133–145.
16. Guliyev I., Huseynov D. Fluid dynamics and seismicity of the Caspian sea. // *Conference: 11th International Conference on Gas in Marine Sediments*. – 2012.
17. Miloserdova L.V., Dintsova K.I., Khafizov S.F., Iskaziev K.O., Osipov A.V. Connection of lineaments and nodes of their intersections with the oil and gas content of the Caspian syncline and its framing (Russian). // *Oil Industry Journal*. – 2021. – Vol. 6. – pp. 22–26. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-6-22-26
18. Wayne N., Schechter D.S., Laird B. Thompson Naturally Fractured Reservoir Characterization. // *SPE*. – 2006. – 121 p. ISBN: 978-1-55563-112.

References

1. Bembel R.M., Bembel S.R., Megerya V.M. Geosolitons: the functional system of the Earth, the concept of exploration and development of hydrocarbon deposits. Tyumen: Vector Buk, 2003. 224 p.
2. Bembel R.M., Megerya V.M., Bembel S.R. Search and exploration of hydrocarbon deposits based on the geosoliton concept of Earth degassing. *Geology of Oil and Gas*. 2006. No. 2. p. 2-7.
3. Borisenko Z.G. New theory and practice of spatial distribution of oil and gas deposits in fractured reservoirs. PSLU, 2010. 168 p. ISBN 5422000498, 9785422000494.
4. Gzovsky M.V. Fundamentals of tectonophysics. Moscow. Nauka, 1975. 327 p.
5. Korchuganova N.I., Korsakov A.K. Remote methods of geological mapping: textbook. Moscow. KDU, 2009. 288 p.
6. Miloserdova L.V. Aerospace methods in oil and gas geology: Textbook. Ed. P.V. Florensky. Moscow. Nedra Publishing House LLC, 2022. 502 p.
7. Nelepov M.V. Linear structures in the cumulative oil production of the Velichaevsko-Kolodeznoye field of the Stavropol Territory. *Neftyanoekhozyaystvo*. 2015. No. 9 (1104). С. 96-97.
8. Pyatakhin M.V., Pyatakhina Yu.M., Stepin Yu.P. Decision making about drilling a well under conditions of uncertainty: traditional and 3d-paleogeomechanical approaches. *Gas industry*. 2018. No. 10 (775)
9. Samusev D.D., Kharchenko V.M. Geodynamic conditions for the formation of hydrocarbon deposits and the detection of seismicity of the territory on the example of Western Siberia. Proceedings of the X International Scientific Conference of Young Scientists “Young – to the

Sciences of the Earth". Moscow. Publishing House of the Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidz. Moscow. 2022. 116 p.

10. Sokolov B.A., Ablya E.A. Fluid dynamic model of oil and gas formation. Moscow. GEOS, 1999. 76 p.

11. Kharitonov A.L. Oil and gas potential of central type morphostructures in Eastern Siberia. *Neftegaz.RU*. 2019. No. 4.

12. Kharitonov A.L. Deep fault structure of the earth's crust on the territory of the Middle Caspian mantle paleoplum according to magnetic and gravitational fields. *International Journal of Professional Science* No. 12-2019. UDC 551.14-536.25

13. Kharchenko V.M., Lapta D.V., Nerkararyan A.E. Integrated remote sensing and geophysical methods for prospecting for hydrocarbon deposits (territory of the Central Ciscaucasia). *The science. Innovation. Technologies*. 2019. No. 4. pp. 33-48.

14. Kharchenko V.M., Firsova D.L., Stasenko A.A., Mikhailichenko R.V., Al Khasrachi Ali Jabbar, Evsyukova A.N. A new method of ore-gas-geological and seismic zoning. *Innovative technologies in the oil and gas industry. Problems of Sustainable Development of Territories: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference / North Caucasian Federal University*. Stavropol. Izd-vo SKFU, 2022. 662 p.

15. Kharchenko, V.M., Chernenko, K.I., Yeriomina, N.V., Samusev, D.D. Some patterns of formation and distribution of reef buildups in Triassic deposits on the territory of the Eastern Fore-Caucasus in connection with oil-and-gas potential. *Geologiya I Geofizika Yuga Rossii*. 2022. Vol. 12(3). pp. 133-145

16. Guliyev I., Huseynov D. Fluid dynamics and seismicity of the Caspian sea. Conference: 11th International Conference on Gas in Marine Sediments. 2012.

17. Miloserdova L.V., Dintsova K.I., Khafizov S.F., Iskaziev K.O., Osipov A.V. Connection of lineaments and nodes of their intersections with the oil and gas content of the Caspian syncline and its framing (Russian). *Oil Industry Journal*. 2021. Vol. 6. pp. 22-26. DOI: 10.24887/0028-2448-2021-6-22-26.

18. Wayne Narr, David S. Schechter and Laird B. Thompson Naturally Fractured Reservoir Characterization. SPE. 2006. 121 p. ISBN: 978-1-55563-112.