



<https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-2-47-60>  
УДК 553.98.041:550.8



## ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

С.А. АЛИЕВА

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности  
34, проспект Азадлыг, г. Баку AZ1010, Азербайджан*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** В Северо-Каспийском регионе располагается одна из крупнейших по запасам углеводородов (УВ) в мире Астраханско-Приморская область нефтегазоаккумуляции, которая начинается в северо-западной части суши Прикаспийского бассейна, пересекает северную акваторию Каспия и заканчивается на суше, в юго-восточной части рассматриваемого региона.

**Цель.** Выявление геодинамических и геологических факторов формирования крупных месторождений УВ в подсолевых отложениях сложно построенного Северо-Каспийского региона Прикаспийской синеклизы.

**Материалы и методы.** Анализ данных о геодинамической и геологической эволюции Северо-Каспийского региона Прикаспийской синеклизы и особенностей его геологического строения и развития.

**Результаты.** Установлено, что характер формационных рядов, геодинамическая и геологическая обстановки (наличие зон спрединга, субдукции, обусловивших интенсивный тепловой поток, наличие изолированного бассейна седиментации с интенсивным накоплением карбонатов в верхнем девоне — нижней перми, мощная соленосная покрывка кунгура) оказались весьма благоприятными для генерации, миграции и аккумуляции УВ в пределах развитых в Астраханско-Приморской нефтегазоносной области (НГО) Северо-Каспийского региона крупных тектоно-седиментационных поднятий верхнего девона-нижней перми, образованных шельфовыми биогермами, барьерными рифами, а также крупными рифогенными атоллами, сформировавшимися над древними прогибами, с которыми связаны такие крупные местоскопления УВ, как Кашаганское, Тенгизское, Астраханское, Королевское, имеющие высокие удельные запасы УВ (более 100 тыс.т/км<sup>2</sup>).

**Заключение.** В пределах основных палеовпадин изолированного бассейна Северо-Каспийского региона за верхнепалеозойскую историю, в основном, имело место устойчивое и длительное прогибание, благоприятное для накопления мощной толщи карбонатных (в основном рифогенных) образований, существовали геотермические и барические условия, необходимые для преобразования и последующей миграции УВ из нефтегазопродуцирующих комплексов в коллекторы, в качестве которых здесь служили, в основном, массивные карбонатные образования рифогенного генезиса, а также консервация образовавшихся месторождений мощными соленосными отложениями кунгурского яруса. Разработаны дальнейшие направления поисково-разведочных работ на шельфе этого региона для выявления новых месторождений УВ в подсолевых отложениях.

**Ключевые слова:** Прикаспийская синеклиза, Северо-Каспийский регион, Астраханско-Приморская НГО, геодинамика, геологические факторы нефтегазоносности, подсолевые отложения, рифовые массивы

**Конфликт интересов:** автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

# ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

**Для цитирования:** Алиева С.А. Геодинамические и геологические факторы образования крупных месторождений углеводородов в подсолевых отложениях Северо-Каспийского региона. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020;63(2):47—60. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-2-47-60>

*Статья поступила в редакцию 16.03.2020*

*Принята к публикации 13.04.2020*

*Опубликована 10.08.2020*

## GEODYNAMIC AND GEOLOGICAL FACTORS IN THE FORMATION OF LARGE HYDROCARBON DEPOSITS IN SUBSALT SEDIMENTS OF THE NORTH CASPIAN REGION

**SUDABA A. ALIYEVA**

*Azerbaijan State of Oil and Industry University  
34, Azadliq ave., Baku AZ1010, Azerbaijan*

### **ABSTRACT**

**Background.** The Astrakhan-Primorsk region of oil and gas deposits located in the North Caspian region is one of the world's largest reserves of hydrocarbons. This region stretches from land in the northwestern part of the Caspian basin, through the northern waters of the Caspian, to the south-eastern land part of the region under consideration.

**Aim.** To identify geodynamic and geological factors in the formation of large hydrocarbon deposits in subsalt sediments in the complex structure of the North Caspian region of the Caspian syncline.

**Materials and methods.** An analysis of data on the geodynamic and geological evolution of the North Caspian region of the Caspian syncline revealed specific features of its geological structure and development.

**Results.** The nature of the formation series, as well as the geodynamic and geological conditions (the presence of spreading and subduction zones that caused an intense heat flow, the presence of an isolated sedimentation basin with intensive accumulation of carbonates in the Upper Devonian-lower Permian, a powerful salt-bearing Kungurian cap) were favourable for the generation, migration and accumulation of hydrocarbons in large tectonic-sedimentary Upper Devonian-Lower Permian uplifts characteristic of the Astrakhan-Primorsk oil-and-gas bearing region of the North Caspian. These uplifts were formed by shelf bioherms, barrier reefs and large reeftogenic atolls and emerged through ancient troughs. The large hydrocarbon accumulations, such as Kashagan, Tengiz, Astrakhanskoye and Korolevskoye, with high specific hydrocarbon reserves (more than 100 thousand/km<sup>2</sup>) are associated with these troughs.

**Conclusion.** During the Upper Paleozoic, the main paleodepressions of the isolated basin of the North Caspian underwent a steady and long-term subsidence process, favourable for the accumulation of a thick stratum of carbonate (mainly reef) formations. This period was also characterized by the geothermal and baric conditions necessary for the transformation and subsequent migration of hydrocarbons from oil- and gas-producing complexes to reservoirs, which were mainly presented by massive carbonate formations of reef genesis. The as-formed deposits were preserved by thick salt-bearing Kungurian sediments. Directions for prospecting and exploration works aimed at discovering new hydrocarbon deposits in the subsalt sediments of the region were outlined.

**Keywords:** Pre-Caspian syncline, the North-Caspian region, Astrakhan-Primorsk oil and gas region, geodynamics, geological factor of oil and gas, subsalt deposits, reef massifs

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**Financial disclosure:** no financial support was provided for this study.

**For citation:** Aliyeva S.A. Geodynamic and geological factors in the formation of large hydrocarbon deposits in subsalt sediments of the North Caspian region. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(2):47—60. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-2-47-60>

*Manuscript received 16 March 2020*

*Accepted 13 April 2020*

*Published 10 August 2020*

Северный Каспий — это затопленная относительно недавно (в геологическом измерении) мелководным морем часть континентальной суши, принадлежащей в тектоническом плане краевой, глубоко погруженной части древнего Восточно-Европейского кратона, известной под названием Прикаспийской синеклизы. Южный фрагмент этой впадины располагается в мелководной акватории Северного Каспия [4].

В Северо-Каспийском регионе располагается одна из крупнейших по запасам углеводородов (УВ) в мире Астраханско-Приморская область нефтегазонакопления, которая начинается в северо-западной части суши Прикаспийского бассейна, пересекает северную акваторию Каспия и заканчивается опять на суше, в юго-восточной части рассматриваемого региона.

В пределах Северо-Каспийского региона в подсолевом комплексе выделяется крупная верхнедевонско-каменноугольно-нижнепермская Астраханско-Тенгизская (Приморская) карбонатная платформа, которая охватывает почти всю акваторию Северного Каспия и прилегающие с северо-запада и юго-востока береговые зоны [19]. На севере, по разломам, карбонатная платформа граничит с Новобогатинским и Биикжальско-Кульсаринским сводовыми островодужными блоковыми поднятиями добайкальского фундамента. На западе она распространяется до глубокого Сарпинского прогиба, а на востоке — до узкого Южно-Картонского прогиба. Южной границей Восточно-Европейской добайкальской платформы являются палеозойские складчатые образования — кряж Карпинского, Северо-Бузачинское палеозойское поднятие и их морские продолжения.

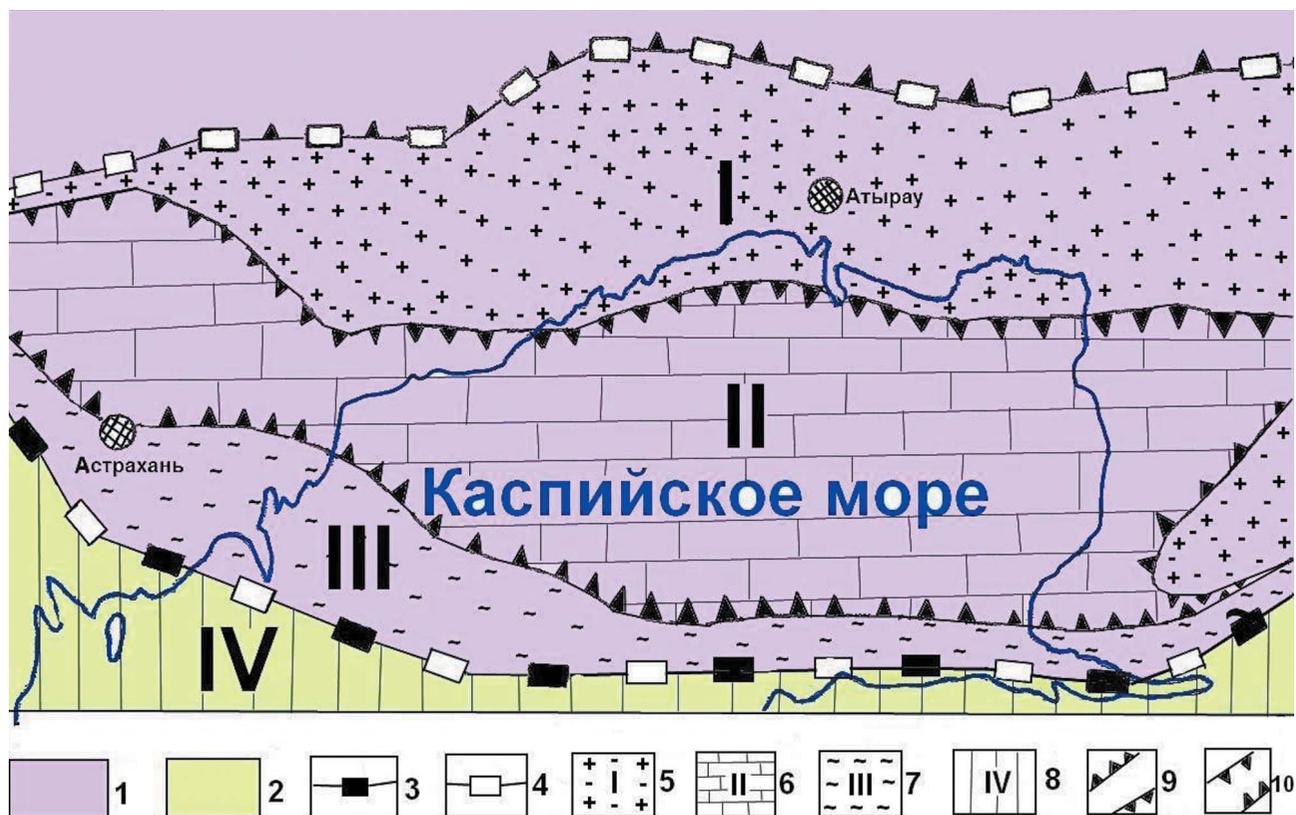
Вдоль южного борта Прикаспийской синеклизы, к северу от этих складчатых сооружений прослеживается межплатформенная шовная зона, именуемая Каракульско-Жельтаузской зоной дислокаций. Границей между складчатыми палеозойскими сооружениями кряжа Карпинского — Северо-Бузачинской зоны и Каракульско-Жельтаузской зоной дислокаций является региональная Донецко-Астраханская зона глубинных разломов и надви-

гов (краевой шов) [3, 8]. Границей между складчатыми структурами Северо-Бузачинского поднятия и Тугаракчан-Сарыкумской шовной зоной является Южно-Эмбенский осевой разлом. Все отмеченные структурно-тектонические элементы суши имеют свое продолжение и в акватории Каспия. Характер сочленения складчатых сооружений кряжа Карпинского и Северо-Бузачинского поднятия в море остается невыясненным (рис. 1).

В пределах Северо-Каспийского региона, являющегося крайней южной частью Прикаспийской синеклизы, осадочный разрез занимает стратиграфический интервал от верхов протерозоя вплоть до современных отложений. Мощность осадочного чехла, залегающего на добайкальском фундаменте, составляет здесь 10—16 км.

В разрезе осадочного чехла акваториальной зоны Северного Каспия и его берегового обрамления выделены три основных структурно-формационных этапа: подсолевой (докунгурский) — терригенно-карбонатный, соленосный (кунгурский) и надсолевой (верхнепермско-мезозойский, терригенный), различающихся по истории геологического развития, характеру структуроформирующих факторов, а также по условиям нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Нефтегазонаосность этого региона выявлена в надсолевом комплексе (более 200 небольших по запасам УВ месторождений, приуроченных к солянокупольным поднятиям в северо-восточном и восточном береговом обрамлении Северного Каспия — Эмбенская нефтегазонаосная область), а в подсолевом комплексе вплоть до 2000 г. были выявлены только на суше такие гигантские по запасам УВ месторождения, как Астраханское газоконденсатное (в северо-западной части берегового обрамления), Тенгизское и другие нефтяные (в восточной части берегового обрамления).

В начале 2001 г. в результате проведенного бурения консорциумом компаний (ОКИОС) в сводовой части рифогенного поднятия по подсолевым отложениям Кёр-оглы — Нубар, расположенном в Казахском секторе шельфа Северо-Каспийского региона, были открыты в подсолевых отложениях новые крупные нефтяные месторождения,



**Рис. 1.** Схема тектоники зоны сочленения южной части Прикаспийской синеклизы Восточно-Европейской платформы и северо-восточной части Скифско-Туранской плиты

**Условные обозначения:** 1 — Прикаспийская синеклиза Восточно-Европейской платформы с добайкальским фундаментом; 2 — Скифско-Туранская эпигерцинская платформа; 3 — Южная граница Прикаспийской синеклизы; 4 — Границы Северо-Каспийского региона; 5 — Северо-Астраханско-Биикжальская островодужная область блоковых поднятий фундамента с маломощным терригенным комплексом подсолевых отложений; 6 — Заволжско-Тугаракчанский прогиб по фундаменту, область интенсивного карбонатакопления с преобладанием тектоно-седиментационных рифогенных биогермов в верхнем девоне — нижней перми (Астраханско-Приморская карбонатная платформа); 7 — Каракульско-Жельтаузская переходная от Прикаспийской мегасинеклизы к Скифско-Туранской плите покровно-надвиговая область дислокаций, с погребенными рифовыми массивами девона-нижняя пермь; 8 — тектоническая область кряжа Карпинского — Северо-Бузачинская, зона столкновения Скифско-Туранской и Восточно-Европейской платформ и субдукции; 9 — границы выступов по добайкальскому фундаменту; 10 — границы прогибов по добайкальскому фундаменту

**Fig. 1.** Scheme of tectonics of the joint zone of the southern part of the Caspian syncline of the East European Platform and the northeastern part of the Scythian-Turan plate

**Legend:** 1 — Pre-Caspian syncline of the East European platform with a pre-Baikal basement; 2 — Scythian-Turanian of Epihercyn platform; 3 — Southern border of the Pre-Caspian syncline; 4 — Borders of the North Caspian region; 5 — North-Astrakhan — Biikzhal island arc region of block uplifts of the basement with a thin terrigenous complex of subsalt deposits; 6 — Zavolzhsko-Tugarakchan trough along the basement, an area of intense carbonate accumulation with a predominance of tectonic-sedimentary reef bioherms in the Upper Devonian — Lower Permian (Astrakhan-Primorskaya carbonate platform); 7 — Karakul-Zheltauz transitional from the Caspian megasyneclise to the Scythian-Turanian plate cover-thrust zone of dislocations, with buried reef massifs of the Devonian-Lower Permian; 8 — Tectonic area of the Karpinsky ridge — North -Buzachy, the collision zone of the Scythian-Turanian and East European platforms and subduction; 9 — boundaries of ledges along the pre-Baikal basement; 10 — boundaries of troughs along the pre-Baikal basement

названные казахстанскими геологами Кашаганское-западное и Кашаганское-восточное.

Структура Кашаган (Восточный Кашаган) по отражающему горизонту П1, отождествляемому с кровлей подсолевых отложений, имеет вид треугольника с широкой юго-западной периклиналью (30—35 км) и узкой северо-восточной. Сводовая часть структуры осложнена несколькими вершинами, кровля подсолевого горизонта в которых составляет 3800—4000 м. Размеры структуры по оконтуривающей изогипсе подсолевого горизонта 4200 м: длина — 38 км, ширина на юго-западе — 28 км, на северо-востоке — 4—7 км [18, 19]. Структура Кёр-оглы (Западный Кашаган) вытянута в северо-восточном направлении. Глубина залегания кровли подсолевого горизонта в своде поднятия составляет 3800 м. Западная периклиналь структуры из-за ухудшения сейсмического материала остается неизученной. Размеры структуры 32×11 км.

С августа 1999 по июль 2000 г. на участке Восточный Кашаган было проведено поисковое бурение с баржи «Сункар». В результате из подсолевых карбонатных отложений был получен промышленный приток УВ: дебит нефти — 600 м<sup>3</sup>/сут, дебит газа — 199 тыс. м<sup>3</sup>/сут на штуцере 12,7 мм. На участке Западный Кашаган разведочное бурение длилось с сентября 2000 по май 2001 г. В результате из подсолевых карбонатных отложений карбона был получен промышленный приток нефти дебитом 540 м<sup>3</sup>/сут, газа 215 тыс. м<sup>3</sup>/сут на штуцере 12,7 мм.

Полученная нефть легкая, маловязкая, сернистость 1,87%, плотность 798,5—805,9 кг/м<sup>3</sup>. Содержание бензиновых фракций до 41% при температуре 200 °С, до 74,5% при 350 °С. В составе растворенного газа содержится метана — 46,3%, сероводорода — 16,5%.

Разрез продуктивных башкиро-визейских отложений представлен различными типами био- и фитогенных известняков; органогенно-водорослевые известняки почти наполовину состоят из обломков макрофауны; встречаются сгустково-комковатые и оолитовые разности; характерны процессы переотложения. Породы неравномерно перекристаллизованы, слабо доломитизированы. Цемент кальцитовый (15—30%), коллекторы поровые, трещинно-поровые, средняя емкость коллекторов по ГИС — 7,3—8,6%. В качестве флюидоупора выступает кунгурский соленосный комплекс [3]. Из этих скважин были получены фонтанные притоки нефти, идентичные по химическому составу, что позволяет говорить о возможно

едином нефтяном месторождении, площадь которого составляет более 3 тыс. км<sup>2</sup>.

Высота верхнедевонско-башкирской залежи, по аналогии с соседним Тенгизским месторождением УВ с массивной рифогенной залежью, с которым Кашаганские месторождения имеют геологическое сходство, ожидается порядка 1500 м.

В случае если дальнейшие разведочные работы подтвердят размеры выявленных залежей нефти, то эти месторождения могут стать самыми крупными из разведанных на шельфах за последние 30 лет, после открытия в 1969 г. месторождения Прадхо-Бей на Аляске. По предварительным оценкам геологические запасы нефти Кашаганского месторождения оцениваются примерно в 7 млрд т, или 40 млрд баррелей. Геологические запасы газа оцениваются более чем в 3 млрд м<sup>3</sup> [4]. По экспертным оценкам, геологические ресурсы УВ подсолевых отложений шельфа Северного Каспия на 2002 г. составляли от 10,9 до 12 млрд т.у.т.

Вместе с ранее открытыми гигантскими месторождениями УВ в подсолевых отложениях в береговой зоне этого огромного Северо-Каспийского нефтегазоносного региона (Астраханское, Тенгизское, Каратонское, Тажигалинское) теперь, в связи с открытием гигантских месторождений на шельфе, его размеры составляют порядка 420×100 км, а площадь — порядка 42 000 км<sup>2</sup>.

Задачей настоящего исследования является анализ геодинамических и геологических условий, существовавших в вышеуказанном регионе, приведших к формированию таких гигантских месторождений в подсолевом (верхний девон-карбон — нижняя пермь) комплексе отложений.

В структуре северной части Каспийского ареала прогибания выделен ряд разнонаправленных и разновозрастных рифтовых систем, послуживших основой для разработки различных геодинамических моделей [7, 11, 12, 14—16].

По геодинамической модели О.Г. Бражникова и В.Н. Михальковой (1987) [5] в рифее-венде после раскола Мегагеи началось отделение микроконтинентов плато Устюрта и вала Карпинского от Восточно-Европейского континента, с которым они составляли ранее единое целое. В кембрии, ордовике и силуре продолжалось отделение этих микроконтинентов от материка с образованием обширного палео-Азиатского океана, слившегося с океаном палео-Тетис 1, причем территория Северного Каспия в это время географически находилась в южном полушарии, вблизи экватора. В девоне, карбоне и перми произошло сжатие палео-Азиатского океана, придвигание плато Устюрт

и микроконтинента вала Карпинского обратно, по направлению к Восточно-Европейскому континенту, однако не до первоначального, а до их современного положения. В результате поддвигания базальтовой океанической коры в направлении с севера на юг со стороны центральной части Прикаспийской впадины образовалась девонская Биикжал — Северо-Астраханская островная дуга юга Прикаспийской впадины (рис. 1), которая фактически, начиная с девона, разделила Прикаспийский бассейн на два бассейна — Центрально-Прикаспийский и Северо-Каспийский. Глубоководный желоб в Северо-Каспийском суббассейне располагался на месте современного Заволжско-Тугаракчанского прогиба и Каракульско-Жельтаузской зоны дислокации. Позже, начиная с конца ранней перми-триаса, Северо-Каспийский и Центрально-Прикаспийский суббассейны вновь становятся единым бассейном осадконакопления. Значительное влияние на развитие Северо-Каспийского бассейна оказали также субмеридионально ориентированные древние рифтовые системы (Уральская, Мезенско-Каспийская и др.).

По наиболее характерным признакам геофизических полей в пределах Каспийской мегавпадины были выделены коллизионные, субдукционные, инверсионные, покровно-надвиговые, ретронадвиговые и рифтогенные структуры [14—17].

**Южно-Эмбенский палеорифт**, расположенный в пределах Северного Каспия Восточно-Европейской докембрийской платформы, формировался в рифее-венде (рис. 4). Морфологически ограничен глубинными разломами откольного типа. Кровля докембрийского фундамента по разломам опущена на глубину до 12—13 км. Раннегерцинский этап тектогенеза привел к раскрытию рифта и накоплению девон-каменноугольных отложений толщиной 7—10 км. В раннепермское время в результате коллизии и столкновения Восточно-Европейской и Западно-Туранской мезоплит рифтовая зона сформировалась в инверсионное поднятие. По поверхности Мохоровичича на глубине 34—36 км выделяется Северо-Каспийское поднятие, что не исключает внедрение мантийного диапира по ослабленным зонам. Значения плотности теплового потока равны 58 мВт/м<sup>2</sup>. Толщина земной коры сокращена до 10—16 км.

В эволюционном аспекте, исходя из принятой геодинамической модели развития Северо-Каспийского региона в позднем палеозое (В.П. Гаврилов, 1998) [7], когда здесь существовал замкнутый суббассейн, его можно отнести по классификации Е.В. Кучерука и Е.Р. Алиевой (1983) [11]

к субдукционным задуговым (или же, точнее, к междуговым) осадочным бассейнам, а с верхней перми-триаса, когда существовал уже единый Прикаспийский бассейн, его следует классифицировать как внутриконтинентальный мегабассейн или же периконтинентально-океанический тип осадочного бассейна. По классификации Б.А. Соколова (1985) [14] в эволюционно-тектоническом аспекте Прикаспийская впадина, включая ее акваториальную часть, в завершающей стадии ее развития, наиболее полно отвечает наложенно-синеклизному типу окраинно-платформенных бассейнов. Поскольку ложе бассейна хранит в себе следы древних рифтов и рифтоподобных структур, а южное его обрамление представлено Припятско-Северо-Каспийской шовной зоной, с геодинамических позиций его можно рассматривать как перикратонный бассейн на более ранних рифтовых системах, которые в последующем были частично регенерированы или перестроены. Л.П. Зоненшайн, В.Г. Кориневский, В.Г. Казьмин и др. (1985) считают, что Прикаспийская впадина в целом может быть интерпретирована как остаточный океанический бассейн додевонского возраста, такого же типа, как современный Мексиканский залив [10]. Его ложе в центральной части впадины поглотилось в глубоководных желобах и оказалось погребенным под толщей осадков.

В позднем девоне — раннем карбоне в связи с расширением трансгрессии для большей части периконтинентальной окраины преобладающим становится карбонатный тип осадконакопления с формированием мелководно-морских слоистых карбонатных, терригенно-карбонатных и бассейновых формаций, приуроченных к внутренним районам Северо-Каспийского суббассейна. Карбонатный этап каменноугольного осадконакопления наиболее ярко проявился на отрезке поздневизейско-раннебашкирского времени, обусловив на значительной части окраины Северо-Каспийского суббассейна формирование карбонатной мелководной слоистой формации. Для этого этапа характерно довольно четкое выражение карбонатного шельфа с развитием на его краю рифогенной субформации (Б.А. Соколов, 1985) [14].

В пределах южной части Северного Каспия, уже на Скифской плите, заложение **рифта Кряжа Карпинского** связано с рифейским этапом. По фундаменту рифтовая структура представляет собой разновеликие блоки, ступенчато погружающиеся до 13—15 км. В акватории Северного Каспия интенсивная положительная

аномалия смещается к северу, что отображает горизонтальный сдвиг рифта по трансформным швам скольжения. В девонских отложениях обнаружено внедрение мелких массивов и даек щелочных ультрамафитов, что указывает на регенерацию рифта и растяжение его ложа по листрическим разломам, служившим магмаподводящими каналами. Позднегерцинский этап тектогенеза знаменуется столкновением Скифского микроконтинента с пассивной окраиной Прикаспийского континента. Дальнейшее усложнение геодинамических обстановок обусловило формирование зон покровно-надвиговых дислокаций кряжа Карпинского, под которыми были захоронены палеозойские платформенные отложения Прикаспийской впадины.

В районе кряжа Карпинского выделяется крупный низкоскоростной блок, фиксируемый повышенной горизонтальной расслоенностью верхней мантии. Расслаивание верхней кромки мантии и поддвиг нижнего слоя под Прикаспийский континент установлены сейсморазведкой МОГТ (А.Я. Бродский и др., 1994) [6].

Таким образом, исходя из особенностей геодинамического развития на временном этапе поздний девон — ранний карбон — нижняя пермь, Северо-Каспийский регион представлял собой замкнутый междуговой палеобассейн, ограниченный с севера поднятиями Биикжал — Северо-Астраханской островной дуги, а с юга ограниченный

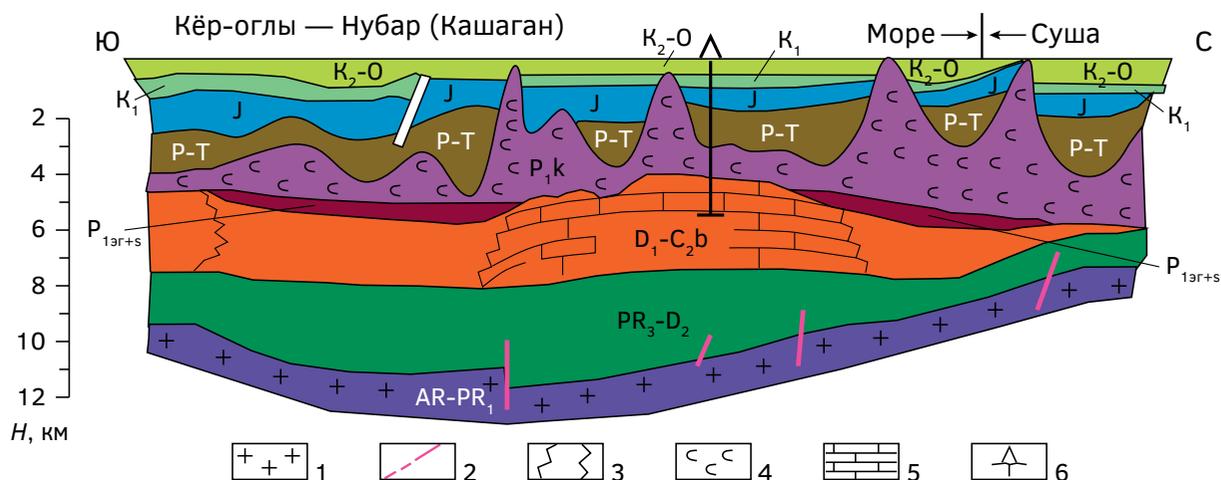
островодужной системой кряжа Карпинского — Северные Бузачи.

Здесь в условиях медленного погружения Заповолжско-Тугаракчанского прогиба отмечалось интенсивное карбонатонакопление с образованием мощных тектоно-седиментационных поднятий, образованных шельфовыми биогермами, барьерными рифами, а также крупными рифогенными атоллами, сформировавшимися над древними прогибами, которые достигают здесь мощности до 3—3,5 км (рис. 2).

На рисунке 3 приведены структурно-тектонические характеристики поверхностей добайкальского фундамента и подсолевых отложений Северо-Каспийского региона.

Наличие интенсивного теплового потока, связанного с внедрением мантийного диапира в пределах осевой зоны Тугаракчанского прогиба, а также близость субдукционных зон Биикжал — Северо-Астраханской островной дуги и кряжа Карпинского — Северные Бузачи способствовало интенсивной и полной переработке органического материала, которым богаты такие рифогенные массивы в УВ. По данным (Е.В. Кучерук и др., 1983, 1985) [11, 12], именно такие осадочные бассейны междуговой типа обладают наиболее высоким генерационным УВ потенциалом.

Выявленные в настоящее время крупные месторождения УВ с удельными запасами более



**Рис. 2.** Геологический профильный разрез поднятия Кёр-оглы — Нубар (Кашаган) (по геофизическим данным) по линии А—А (см. рис. 3). 1 — допалеозойский фундамент; 2 — разрывные нарушения; 3 — границы рифогенных структур; 4 — соленосная толща кунгура; 5 — карбонатные рифогенные породы; 6 — скважина площади Западный Кашаган

**Fig. 2.** Geological profile section of the Ker-ogly — Nubar (Kashagan) uplift (according to geophysical data) along the A—A line (see Fig. 3). 1 — pre-Paleozoic basement; 2 — breaking violations; 3 — boundaries of reef structures; 4 — Kungur salt-bearing thickness; 5 — carbonate reef rocks; 6 — well of the Western Kashagan area

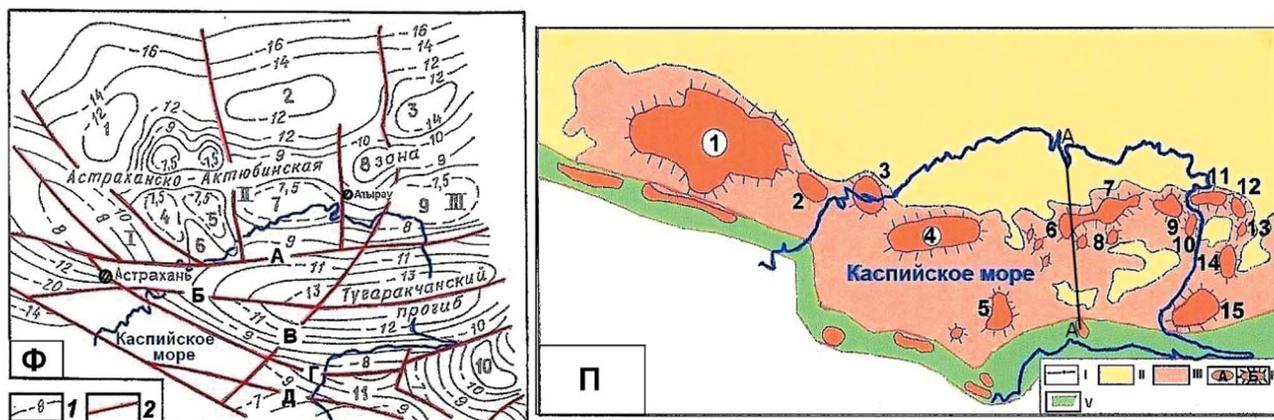


Рис. 3. Схематические структурные карты Северо-Каспийского региона и сопредельной территории по горизонтальным нижних структурных этажей разреза

**Ф** — структурная карта поверхности фундамента.

**Условные обозначения:** 1 — изогипсы поверхности добайкальского фундамента; 2 — линии разрывов фундамента (А — Утыбайский, Б — Южно-Эмбенский, В — Аграханско-Гурьевский, Г — Северо-Устьюртский, Д — Южно-Бузачинский); I — Астраханское поднятие; II — Северо-Каспийское поднятие: 1 — Азгирский выступ, 2 — Жаикский выступ, 3 — Доссорский прогиб, 4 — Кобяковский выступ, 5 — Октябрьский выступ, 6 — Жалабайский прогиб, 7 — Ново-Богатинский выступ, 8 — Карабатанский выступ; III — Биикжалское поднятие: 9 — Гурьевский выступ, 10 — Бейнеузский прогиб, 11 — Северо-Бузачинское поднятие.

**П** — схематическая карта тектоники поверхности подсолевых отложений (карбон-девон).

**Условные обозначения:** I — границы тектонических зон; II — южная зона Прикаспийской мегасинеклизы (зона глубокого погружения поверхности подсолевых отложений до 5500—7000 м); III — южная периферийная зона Прикаспийской мегасинеклизы (зона относительно неглубокого залегания поверхности подсолевых отложений, порядка 4300—5400 м), IV — локальные поднятия по подсолевым отложениям (глубины 3800—4200 м), IVA — возможно рифогенные поднятия, IVБ — рифогенные поднятия (1 — Астраханское, 2 — Имашевское, 3 — Жамбайское, 4 — Жамбайское-морское, 5 — Северо-Каспийское, 6 — Кёр-оглы — Нубарское (Западно-Кашаганское), 7 — Восточно-Кашаганское (Шабурбали-Жамиханское), 8 — Южно-Кашаганское, 9 — Кайранское, 10 — Пустынное, 11 — Тажигалинское, 12 — Каратонское, 13 — Королевское, 14 — Тенгизское, 15 — Южненское); V — Каракульско-Жельтаузская переходная покровно-надвиговая зона от Прикаспийской мегасинеклизы к Скифско-Туранской плите; А—А — линия геологического профилейного разреза (см. рис. 2).

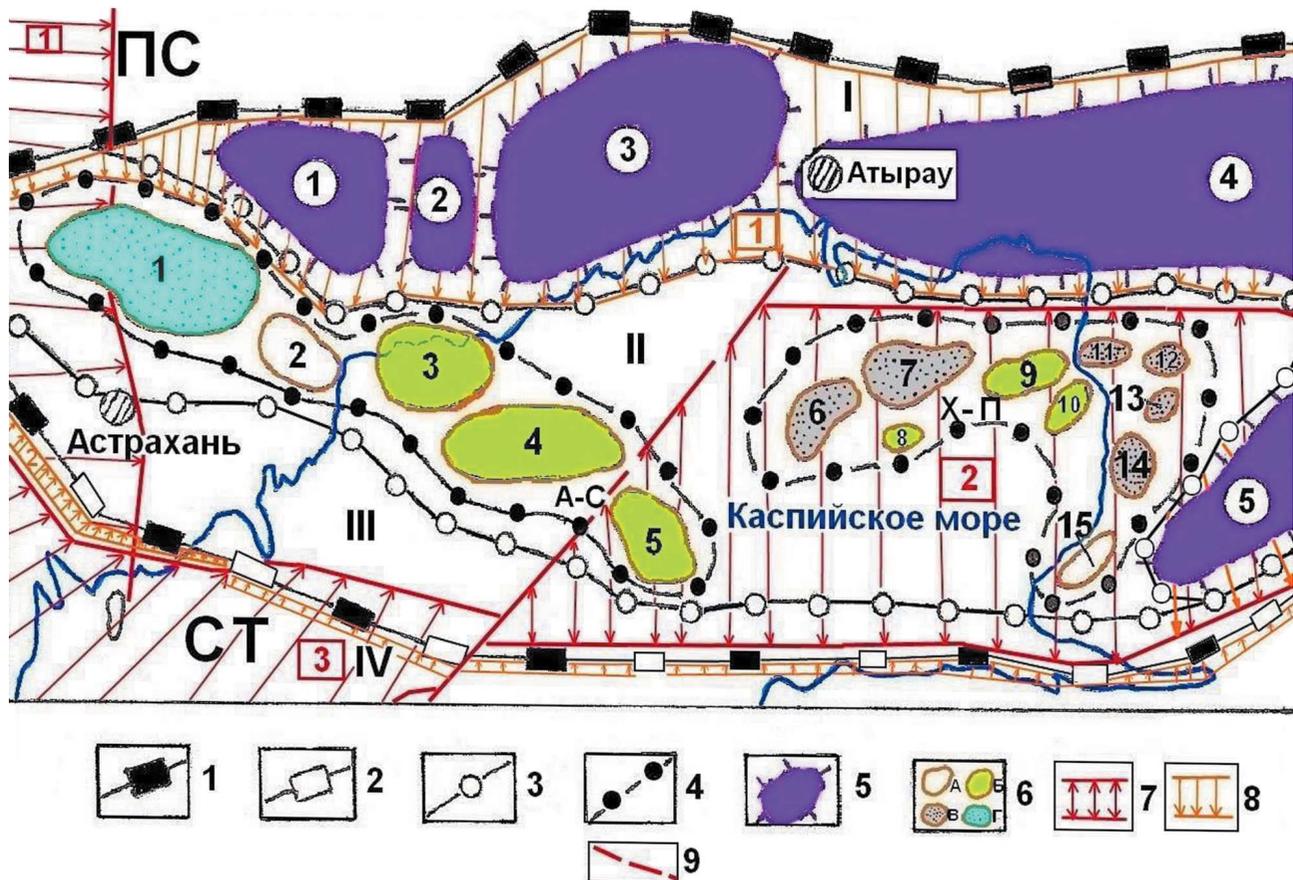
Fig. 3. Schematic structural maps of the North Caspian region and adjacent territory along the horizons of the lower structural levels of the section

**F** — structural map of the foundation surface.

**Legend:** 1 — isohypses of the pre-Baikal basement surface; 2 — lines of breaks of the basement (A — Utybaysky, B — South-Embe, C — Agrakhan-Guryev, G — North-Ustyurt, D — South-Buzachy); I — Astrakhan uplift; II — North Caspian uplift: 1 — Azgir ledge, 2 — Zhaik ledge, 3 — Dossor trough, 4 — Kobyakovsky ledge, 5 — October ledge, 6 — Zhalabay trough, 7 — Novo-Bogatinsky ledge, 8 — Karabatan ledge; III — Biikzhal uplift: 9 — Guryevsky ledge, 10 — Beineuzsky trough, 11 — North-Buzachy uplift.

**P** — schematic map of tectonics of the surface of subsalt deposits (Carbon-Devonian).

**Legend:** I — boundaries of tectonic zones; II — southern zone of the Pre-Caspian megasyncline (zone of deep subsidence of the surface of subsalt deposits up to 5500—7000 m); III — southern peripheral zone of the Pre-Caspian megasyncline (zone of relatively shallow bedding of the surface of subsalt deposits, about 4300—5400 m), IV — local uplifts along subsalt deposits (depths 3800—4200 m), IVA — possibly reef uplifts, IVB — reef uplifts (1 — Astrakhan, 2 — Imashevsky, 3 — Zhabaysky, 4 — Zhabaysky-marine, 5 — North-Caspian, 6 — Ker-ogly — Nubar (West Kashagan), 7 — East-Kashagan (Shaburbali-Zhamihansky), 8 — South-Kashagan, 9 — Kairan, 10 — Pustynny, 11 — Tazhigaly, 12 — Karaton, 13 — Korolevsky, 14 — Tengiz, 15 — Yuzhny); V — Karakul-Zheltau transitional nappe-thrust zone from the Pre-Caspian megasyncline to the Scythian-Turanian plate; А—А — line of geological profile section (see Fig. 2).



**Рис. 4.** Схематическая карта тектонического, нефтегазогеологического районирования, расположения палеорифтовых, палеосубдукционных зон и перспектив нефтегазоносности подсолевых образований Северо-Каспийского региона (Северо-Каспийская тектоническая (нефтегазоносная) субпровинция Прикаспийской мегасинеклизы Восточно-Европейской платформы)

**Условные обозначения:** 1 — граница Северо-Каспийского региона (нефтегазоносной субпровинции); 2 — южная граница Прикаспийской мегасинеклизы (П-М); 3 — границы тектонических и нефтегазоносных областей Северо-Каспийской тектонической и нефтегазоносной субпровинции: I — погребенная островодужная система поднятий по фундаменту (Эмбенская нефтегазоносная область (НГО)); II — Заволжско-Тугаракчанская тектоническая область прогибания фундамента (Астраханско-Приморская НГО); III — переходная покровно-надвиговая тектоническая область (Каракульско-Жельтаузская НГО); 4 — районы развития крупных тектоно-седиментационных биогермных поднятий средне-верхнепалеозойского возраста (А-С — Астрахань — Северо-Каспийский тектонический район, линейная барьерно-рифовая система; X-П — Хазарско-Приморский тектонический район, крупная атолловая система сложной формы); 5 — крупные выступы по допалеозойскому фундаменту в северной береговой зоне, в пределах которых отсутствуют или имеют незначительные мощности карбонатные образования средне-верхнепалеозойского возраста (1 — Кобяковский, 2 — Октябрьский, 3 — Северо-Каспийский, 4 — Биикжалский, 5 — Мынсуалмасский (Южно-Эмбенский)); 6 — вершины крупных погребенных локальных рифов и атоллов средне-верхнепалеозойского возраста, в том числе: А — контуры вершин биогерм; Б — наиболее перспективно-нефтегазоносные поднятия по подсолевым отложениям в шельфовой зоне Северного Каспия; В — поднятия с выявленной нефтеносностью подсолевых отложений; Г — Астраханское газоконденсатное месторождение (1 — Астраханское, 2 — Имашевское, 3 — Жамбайское, 4 — Жамбай-морское, 5 — Северо-Каспийское, 6 — Кёр-оглы (Западный Кашаган), 7 — Восточно-Кашаганское, 8 — Южно-Кашаганское, 9 — Кайран, 10 — Пустынное (Шабурбалинское), 11 — Тажигалинское, 12 — Каратонское, 13 — Королевское, 14 — Тенгизское, 15 — Южное). 7 — палеорифтовые системы (цифры в красных квадратах): 1 — Мезенско-Каспийская; 2 — Южно-Эмбенская; 3 — Кряжа Карпинского.

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

8 — палеосубдукционные (островодужные системы) (цифры в желтых квадратах): 1 — Биикжал — Северо-Астраханская; 2 — Кряжа Карпинского — Северо-Бузачинская. 9 — трансформный разлом. СТ — Скифско-Туранская эпигерцинская платформа (Северо-Кавказско-Мангышлакская нефтегазоносная бассейн-провинция); IV — тектоническая область кряжа Карпинского (Южно-Калмыцкая НГО).

**Fig. 4.** Schematic map of tectonic, oil and gas geological zoning, location of paleorift, paleosubduction zones and oil and gas potential of subsalt formations of the North Caspian region (North Caspian tectonic (oil and gas) subprovince of the Caspian megasyneclise of the East European platform)

**Legend:** 1 — border of the North Caspian region (oil and gas subprovince); 2 — southern border of the Pre-Caspian megasyneclise (P-M); 3 — boundaries of tectonic and oil and gas bearing regions of the North Caspian tectonic and oil and gas bearing sub-province: I — buried island arc system of uplifts along the basement (Emba oil and gas region (OGR)); II — Zavolzhsky-Tugarakchan tectonic area of basement subsidence (Astrakhan-Primorsky OGR); III — transitional nappe-thrust tectonic area (Karakul-Zheltau OGR); 4 — areas of development of large tectonic-sedimentary biohermal uplifts of the Middle-Upper Paleozoic age (A-C — Astrakhan — North Caspian tectonic region, linear barrier-reef system; Kh-P — Khazar-Primorsky tectonic region, large atoll system of complex shape); 5 — large protrusions along the pre-Paleozoic basement in the northern coastal zone, within which carbonate formations of the Middle-Upper Paleozoic age are absent or have insignificant thickness (1 — Kobyakovsky, 2 — Oktyabrsky, 3 — North-Caspian, 4 — Biikzhal, 5 — Minsualmas (South Embensky)); 6 — tops of large buried local reefs and atolls of the Middle-Upper Paleozoic age, including: A — contours of the tops of bioherms; B — the most promising oil and gas uplifts in subsalt deposits in the shelf zone of the North Caspian; V — uplifts with revealed oil-bearing capacity of subsalt deposits; G — Astrakhan gas condensate field (1 — Astrakhan, 2 — Imashevsky, 3 — Zhambaysky, 4 — Zhambay-sea, 5 — North Caspian, 6 — Ker-ogly (Western Kashagan), 7 — East-Kashagan, 8 — South-Kashagan, 9 — Kairan, 10 — Pustynny (Shaburbaly), 11 — Tazhigaly, 12 — Karaton, 13 — Korolevsky, 14 — Tengiz, 15 — Yuzhny). 7 — paleorift systems (numbers in red squares): 1 — Mezen-Caspian; 2 — South Embinsky; 3 — Karpinsky Ridge. 8 — paleosubduction (island arc systems) (numbers in yellow squares): 1 — Biikzhal — North-Astrakhan; 2 — Karpinsky Ridge — North-Buzachy; 9 — transform fault. ST — Scythian-Turanian Epigertsin platform (North Caucasian-Mangyshlak oil and gas basin-province); IV — tectonic region of the Karpinsky ridge (South Kalmyk OGR).

100 тыс. т/км<sup>2</sup> (Астраханское, Западно-Кашаганское, Восточно-Кашаганское, Тенгизское и др.) расположены в пределах Южно-Эмбенского палеорифта и в тыловой зоне Биикжал — Северо-Астраханской островодужной системы (рис. 4).

Выделенные в результате сейсмо-стратиграфического анализа группировки подсолевых поднятий рифогенного генезиса в северо-западной и восточной частях акватории Северного Каспия располагаются на двух крупных ветвях Астраханско-Приморской верхнедевонско-нижнекаменноугольной карбонатной платформы: Астраханско-Северокаспийской линейной барьерно-рифтовой системой, имеющей размеры 250×30 км, которая включает такие крупные рифогенные поднятия (или группы поднятий), как Астраханское, Имашевское, Жамбайское, Жамбай-морское, Северо-Каспийское, и Хазарско-Приморской атолл-овой системой, разделенных глубоким Пешнинским прогибом. Проведенные структурные построения в пределах Хазарско-Приморской атолл-овой системы показывают, что выявленные в восточной и центральной частях акваториальной зоны Заволжско-Тугаракчанского прогиба (Приморский и Хазарский нефтегазоносные районы) поднятия Кер-оглы — Нубар (Кашаганские), Пустынный

(Шабурбалинская), Кайран и другие имеют связь с крупным погребенным Каратон-Тенгизским атолл-ом в береговой зоне, а также с поднятиями, образующими единую внешнюю зону на склонах этого атолла. По предварительным расчетам размер внешнего кольца этого крупного атолла достигает 180×90 км (рис. 4).

Строение этого атолла аналогично строению кольцевой структуры гигантского атолла мелового возраста Эль-Абра с обрамляющей его внешней зоной, структур Песа-Рика нефтегазоносной зоны Фаха-де-Оро в Примексиканской впадине.

Исходя из геодинамического и ретроспективно-бассейнового анализов, территория крупного Северо-Каспийского осадочного бассейна с установленной нефтегазоносностью как в подсолевых, так и в надсолевых образованиях была нами классифицирована как Северо-Каспийская нефтегазоносная субпровинция (НГСП), входящая в Прикаспийскую нефтегазоносную бассейн-провинцию (НГБ-П) [3, 4].

Выделение Северо-Каспийской субпровинции обосновывается тем, что во время формирования основных подсолевых нефтегазоносных комплексов девона-карбона — нижней перми этот регион, представлявший собой крупный осадочный

палеобассейн, был изолирован от остальной части Прикаспийской НГБ-П островодужной системой (барьерная зона поднятий блоков добайкальского фундамента) [3], а при формировании надсолевых регионально-нефтегазоносных комплексов (верхняя пермь — мезозой — палеоген) эти палеобассейны соединились в единый крупнейший Прикаспийский палеобассейн.

В соответствии с особенностями геологического строения и развития в этой субпровинции был выделен ряд НГО. Так, в пределах восточной части островодужной зоны поднятий (барьерная зона поднятий блоков добайкальского фундамента) выделена Эмбенская НГО, в которую входят Кошалакско-Карабатанский, Кобяковско-Новобогатинский и Гурьевско-Кульсаринский НГР. В эти НГР входит ряд ЗНГН. Нефтегазоносность здесь связана с надсолевыми — верхнепермско-мезозойскими отложениями.

Расположенная южнее Заволжско-Тугаракчанская депрессионная тектоническая область, в связи со сходным геологическим строением, идентичностью формирования и типов выявленных здесь крупных местоскоплений углеводородов в подсолевых образованиях (Астраханское, Кашаганские, Тенгизское и др.) была выделена в качестве Астраханско-Приморской НГО. Здесь выделяются Астраханский НГР, в который входят Аксарайская и Южно-Астраханская ЗНГН; Хазарско-Приморский НГР, в который входят Кашаганская, Тажигали-Каратонская, Тенгизско-Королевская и Южненско-Елемеская ЗНГН.

С учетом особенностей геологического развития в верхнем палеозое в центральной зоне Северокаспийской нефтегазоносной субпровинции, испытавшей длительное прогибание (Заволжско-Хазарско-Тугаракчанская зона прогибания, соответствующая северной зоне Астраханско-Приморской нефтегазоносной области), накопились терригенно-карбонатные образования мощностью 8—10 км. Расчетные значения температур на глубине 5 км, соответствующей усредненной глубине залегания кровли подсолевых образований, в рассматриваемой зоне около 110—130 °С, что благоприятно для катагенетических преобразований органического вещества (ОВ) и подтверждается расчетами начальных прогнозных геологических ресурсов УВ.

По анализу данных бурения и размещению залежей УВ подсолевого комплекса, а также по материалам геофизических исследований шельфа Северного Каспия выделены или предполагаются по аналогии с сопредельными рай-

онами следующие нефтегазоносные комплексы: додевонско-нижнедевонский терригенный, эйфельско-нижнефранский терригенный, верхнефранско-нижневизейский карбонатный, верхневизейско-нижнебашкирский карбонатный, верхнебашкирско-нижнемосковский терригенный, верхнемосковско-кунгурский карбонатно-сульфатно-соленосный [1, 2]. Исходя из средних глубин залегания, а также региональной распространенности и значительности содержащихся в них запасов УВ, выявленных в отдельных нефтегазоносных комплексах берегового обрамления Северного Каспия, в качестве региональных нефтегазоносных комплексов подсолевых образований региона, имеющих наибольшее значение при прогнозе перспектив нефтегазоносности, следует считать среднефранско-нижневизейский карбонатный, верхневизейско-нижнебашкирский карбонатный, а также верхнемосковско-кунгурский карбонатно-сульфатно-соленосный [9, 13].

В пределах Северо-Каспийского региона (Северо-Каспийская НГСП), по нашему мнению, высокие оценки ресурсов УВ в подсолевых отложениях в полной мере соответствуют количеству прошедших здесь стадий геодинамической эволюции, в процессе которой здесь имелись крупные зоны спрединга (палеорифты: Мезенско-Каспийский, Южно-Эмбенский и Кряжа Карпинского), а также зоны субдукции (островные дуги: Биикжал — Северо-Астраханская, Кряжа Карпинского — Северные Бузачи) (рис. 4).

Таким образом, геодинамические и геологические условия и температурный режим оказались весьма благоприятными для генерации, миграции и аккумуляции УВ в пределах развитых здесь тектоно-седиментационных поднятий верхнего девона — нижней перми, образованных шельфовыми биогермами, барьерными рифами, а также крупными рифогенными атоллами, сформировавшимися над древними прогибами по фундаменту, с которыми связаны такие крупные местоскопления УВ, как Кашаганское, Тенгизское, Астраханское, Королёвское.

Наибольшие перспективы нефтегазоносности здесь связаны с среднефранско-нижневизейским карбонатным, верхневизейско-нижнебашкирским карбонатным и верхнемосковско-кунгурским карбонатно-сульфатно-соленосным регионально-нефтегазоносными комплексами в погребенных локальных биогермных поднятиях, выявленных сейсморазведкой в пределах Заволжско-Тугаракчанской области прогибания фундамента (Астраханско-Приморская НГО).

Исходя из всего вышеизложенного, по оценке геодинамических и геологических факторов, определяющих условия возникновения и развития процессов нефтегазообразования, можно сделать заключение, что в пределах основных палеовпадин изолированного бассейна Северо-Каспийского региона за верхнепалеозойскую историю в основном имело место устойчивое и длительное прогибание, благоприятное для накопления мощной толщи карбонатных (в основном рифогенных) образований, существовали геотермические и барические условия, необходимые для преобразования и последующей миграции УВ из нефтегазопродуцирующих комплексов в коллекторы, в качестве которых здесь служили в основном массивные карбонатные образования рифогенного генезиса, а также консервация образовавшихся месторождений мощными соленосными отложениями кунгурского яруса.

Исходя из данных о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности подсоловых палеозойских отложений шельфа Северного Каспия предлагаются нижеследующие направления поисково-разведочных работ на шельфе этого региона.

1. В пределах шельфа Астраханско-Приморской НГО — по Кашаганской группе рифогенных поднятий основными направлениями работ является доразведка выявленных залежей нефти по Западному и Восточному Кашаганам в рифогенных образованиях карбона и поиски новых залежей в девонских отложениях по этим площадям, а также поиски залежей нефти в подсоловых отложениях на площади Южный Кашаган (см. рис. 4), для чего потребуются бурение скважин глубиной 6500—7000 м.

По остальным перспективно-нефтегазоносным тектоно-седиментационным биогермным поднятиям, выявленным на шельфе Северного Каспия

в подсоловых образованиях Хазарско-Приморской атолловой системы (Кайран, Пустынный) и Астраханско-Северо-Каспийской линейной барьерно-рифовой системы (Жамбай, Жамбай-морской, Северо-Каспийской), необходимо проведение детальных сейсморазведочных исследований — для подготовки их к поисковому бурению. По результатам этих исследований в сводовых зонах этих поднятий следует провести бурение параметрических скважин на глубину 6500—7000 м для изучения разреза и нефтегазоносности подсоловых биогермных карбонатов на максимально возможную глубину, после чего определить направления поискового бурения по этим перспективным площадям.

2. В пределах шельфа самой южной весьма сложной переходной покровно-надвиговой тектонической области (Каракульско-Жельтаузской НГО) необходимо проведение комплекса геофизических исследований для выявления перспективно-нефтегазоносных погребенных рифогенных поднятий. Для детализации сложнопостроенных структур целесообразно применять здесь объемную сейсморазведку, основанную на обработке площадных наблюдений с последующей пространственной интерпретацией. После выявления наиболее благоприятных поднятий следует для изучения разреза и нефтегазоносности палеозоя в поднадвиговом (автохтонном) комплексе провести параметрическое бурение.

Осуществление вышеуказанных исследований позволит выявить новые крупные месторождения УВ на шельфе Северного Каспия.

Полученные результаты вышеуказанных исследований позволяют рекомендовать обязательное использование анализа геодинамических эволюций земной коры в качестве важного критерия при оценке перспектив нефтегазоносности крупных сложно построенных регионов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Авербух Б.М., Алиева С.А.* Промышленная нефтегазоносность шельфа Северного Каспия // Геология нефти и газа. 2006. № 1. С. 18—24.
2. *Ажгалиев Д.К.* Девонские отложения — перспективное направление поисковых работ на нефть и газ в Прикаспийском бассейне // Георесурсы. 2017. Т. 19. № 2. С. 111—116. <https://doi.org/10.18599/grs>
3. *Ажгалиев Д.К., Каримов С.Г., Исаев А.А.* Региональное изучение — следующий важный этап в оценке нефтегазоносного потенциала осадочных бассейнов Западного Казахстана // Георесурсы. 2018. № 20 (1). С. 16—24. <https://doi.org/10.18599/grs>
4. *Алиева С.А., Авербух Б.М., Серикова У.С., Мустаев Р.Н.* Геология и нефтегазоносность Каспийской впадины. М.: Научно-издательский центр ИНФРА, 2014. 486 с.
5. *Бражников О.Г., Михалькова В.Н.* Геодинамика и нефтегазоносность Прикаспийской впадины // Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов. М.: Наука, 1987.
6. *Бродский А. Я., Воронин Н. И., Миталев И. А.* Строеение нижнекаменноугольных и девонских отложений и направления нефтегазо-поисковых работ на Астраханском своде // Геология нефти и газа. 1994. № 8. С. 8—11.

7. Гаврилов В.П. Геодинамическая модель нефтегазообразования в литосфере и ее следствия // Геология нефти и газа. 1998. № 6. С. 2—12.
8. Джафаров И.С., Керимов В.Ю., Шилов Г.Я. Шельф, его изучение и значение для поисков и разведки скоплений нефти и газа. СПб.: Недра, 2005. 384 с.
9. Жемчугова В.А., Макарова Е.Ю., Наумчев Ю.В., Макаров Н.Д., Панков В.В. Карбонатные резервуары подсолевых отложений Прикаспийской синеклизы. Георесурсы. 2017. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 194—207. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.20>
10. Зоненшайн Л.П., Кориневский В.Г., Казьмин В.Г. Строение и развитие Южного Урала с точки зрения тектоники литосферных плит // История развития Уральского палеоокеана. М.: Институт океанологии АН СССР, 1985.
11. Кучерук Е.В., Алиева Е.Р. Современное состояние классификации осадочных нефтегазоносных бассейнов. М.: ВНИИОЭНГ, 1983. 89 с.
12. Кучерук Е.В., Ушаков С.А. Тектоника плит и нефтегазоносность. М.: ВНИИТИ, 1985. 200 с.
13. Мурзагалиев Д.М. Атырауский филиал АО «Геотекс» // Геология нефти и газа. 1998. № 2. С. 10—15.
14. Соколов Б.А. Эволюционно-динамические критерии оценки нефтегазоносности недр. М.: Недра, 1985. 168 с.
15. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Глобальная эволюция Земли. М.: МГУ, 1991. 445 с.
16. Сорохтин О. Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М.: МГУ, 2002. 506 с.
17. Ступакова А.В., Пашали А.А., Волянская В.В., Сулова А.А., Завьялова А.П. Палеобассейны — новая концепция моделирования истории геологического развития и нефтегазоносности регионов // Георесурсы. 2019. 21(2). С. 4—12. <https://doi.org/10.18599/grs.2019.2.4-12>
18. Тулегенова Г., Сеитов Н.С. Тектоническое районирование и геодинамические условия формирования структур Северо-Каспийского нефтегазоносного региона // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. 2016. № 2. С. 5—16.
19. Халилов Э.А., Авербух Б.М., Мамедова В.А., Гусейнов Г.М. Геодинамические и палеогеографические условия формирования регионально-нефтегазоносных формаций палеозоя Северного Каспия // Геолого-геохимические исследования при поисках, разведке и разработке месторождений УВ. Баку: Тематический сборник научных трудов АЗИУ, 1991.

## REFERENCES

1. Averbukh B.M., Aliyeva S.A. Promyshlennaya neftegazonosnost' shel'fa Severnogo Kaspiya [Industrial oil and gas potential of the North Caspian shelf] The geology of oil and gas. 2006. No 1. P. 18—24 (In Russian).
2. Azhgaliyev D.K. Devonkiye otlozheniya — perspektivnoye napravleniye poiskovykh rabot na nef't i gaz v Prikaspiyskom bassejne [Devonian deposits — a promising direction of prospecting for oil and gas in the Caspian basin]. Georesources. 2017. Vol. 19. No. 2. P. 111—116. (In Russian). <https://doi.org/10.18599/grs>
3. Azhgalev D.K., Karimov S.G., Isaev A.A. Regional'noye izucheniye — sleduyushchiy vazhnyy etap v otsenke neftegazonosnogo potentsiala osadochnykh basseynov Zapadnogo Kazakhstana [Regional study is the next important stage in assessing the oil and gas potential of sedimentary basins in Western Kazakhstan]. Georesursy. 2018. No 20 (1). P. 16—24 (In Russian). <https://doi.org/10.18599/grs>
4. Aliyeva S.A., Averbukh B.M., Serikova U.S., Mustaev R.N. *Geologiya i neftegazonosnost' Kaspiyskoy vpadiny* [Geology and oil and gas potential of the Caspian basin]. Moscow: INFRA Scientific Publishing Center, 2014. 486 p. (In Russian).
5. Brazhnikov O.G., Mikhalkova V.N. Brazhnikov O.G., Mikhail'kova V.N. Geodinamika i neftegazonosnost' Prikaspiyskoy vpadiny [Geodynamics and oil and gas potential of the Caspian basin]. Neftegazonosnost' Prikaspiyskoy vpadiny i sopredel'nykh rayonov [Oil and gas potential of the Caspian Basin and adjacent areas]. Moscow: Science, 1987 (In Russian).
6. Brodskiy A.Y., Voronin N.I., Mitalev I.A. Stroyeniye nizhekamennougol'nykh i devonskikh otlozheniy i napravleniya neftegazo-poiskovykh rabot na Astrakhsanom svode [The structure of the Lower Carboniferous and Devonian sediments and directions of oil and gas exploration work on the Astrakhan arch]. *Geologiya nef'ti i gaza* [Geology of oil and gas]. 1994. No 8. P. 8—11. (In Russian).
7. Gavrilov V.P. Geodinamicheskaya model' neftegazobrazovaniya v litosfere i yeyo sledstviya [Geodynamic model of oil and gas formation in the lithosphere and its consequences]. *Geologiya nef'ti i gaza* [Geology of oil and gas]. 1998. No 6, P. 2—12 (In Russian).
8. Jafarov I.S., Kerimov V.Yu., Shilov G.Ya. Shel'f, yego izucheniye i znacheniye dlya poiskov i razvedki skopleniy nef'ti i gaza [Shelf, its study and significance for the search and exploration of oil and gas accumulations]. St. Petersburg: Nedra, 2005. 384 p. (In Russian).
9. Zhemchugova V.A., Makarova E.Yu., Naumchev Yu.V., Makarov N.D., Pankov V.V. Karbonatnyye rezervuary podsolevykh otlozheniy Prikaspiyskoy sineklizy [Carbonate reservoirs of subsalt deposits of the Caspian syncline]. Georesursy. 2017, Special issue. Part 2. P. 194—207. DOI: <http://doi.org/10.18599/grs.19.20>
10. Zonenshayn L.P., Korinevsky V.G., Kazmin V.G. Stroyeniye i razvitiye Yuzhnogo Urala s tochki zreniya tektoniki litosferykh плит [The structure and development of the Southern Urals from the point of view of tectonics of lithospheric plates]. *Istoriya razvitiya*

## ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

- Ural'skogo paleookeana. Institut okeanologii AN SSSR.* [The history of the development of the Ural paleo-ocean Institute of Oceanology, Academy of Sciences of the USSR]. Moscow, 1985 (In Russian).
11. Kucheruk E.V., Alieva E.R. *Sovremennoye sostoyaniye klassifikatsii osadochnykh neftegazonosnykh basseynov* [Current status of classification of sedimentary oil and gas basins]. Moscow: VNIIOENG, 1983. 89 p. (In Russian).
  12. Kucheruk E.V., Ushakov S.A. *Tektonika plit i neftegazonosnost'* [Plate tectonics and oil and gas]. Moscow: VINITI, 1985. 200 p. (In Russian).
  13. Murzagaliev D.M. *Atyrauskiy filial AO "Geoteks"* [Atyrau branch of Geotex JSC]. *Geology of oil and gas*, 1998. No. 2. P. 10—15 (In Russian).
  14. Sokolov B.A. *Evolutsionno-dinamicheskiye kriterii otsenki neftegazonosnosti nedr* [Evolutionary-dynamic criteria for assessing the oil and gas potential of the subsoil]. Moscow: Nedra, 1985. 168 p. (In Russian).
  15. Sorokhtin O.G., Ushakov S.A. *Global'naya evolyutsiya Zemli* [Global evolution of the Earth]. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1991. 445 p. (In Russian).
  16. Sorokhtin O.G. *Razvitiye Zemli. Razvitiye Zemli* [Development of the Earth]. Moscow: Moscow State University, 2002. 506 p. (In Russian).
  17. Stoupakova A.V., Pashali A.A., Volyanskaya V.V., Suslova A.A., Zavyalova A.P. *Paleobasseyny — novaya kontseptsiya modelirovaniya istorii geologicheskogo razvitiya i neftegazonosnosti regionov* [Paleobasins — a new concept of modeling the history of geological development and oil and gas bearing of regions]. *Georesursy*. 2019. No. 21(2). P. 4—12. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18599/grs>
  18. Tulegenova G., Seitov N.S. *Tektonicheskoye rayonirovaniye i geodinamicheskiye usloviya formirovaniya struktur Severokaspiyskogo neftegazonosnogo regiona* [Tectonic zoning and geodynamic conditions of formation of structures in the north-Caspian oil and gas region]. *Izvestiya Natsional'noy akademii nauk Respubliki Kazakhstan. Seriya geologii i tekhnicheskikh nauk*. [News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences]. 2016. Vol. 2. P. 5—16 (In Russian).
  19. Khalilov E.A., Averbukh B.M., Mamedova V.A., Huseynov H.M. *Geodinamicheskiye i paleogeograficheskiye usloviya formirovaniya regional'no-neftegazonosnykh formatsiy paleozoya Severnogo Kaspiya* [Geodynamic and paleogeographic conditions for the formation of regional oil and gas bearing formations of the Paleozoic of the North Caspian]. *Geologo-geokhimicheskiye issledovaniya pri poiskakh, razvedke i razrabotke mestorozhdeniy UV/ Tematicheskiiy sbornik nauchnykh trudov AzIU* [Thematic collection of scientific works of AzIU: "Geological and geochemical research in the search, exploration and development of hydrocarbon deposits"]. Baku, 1991 (In Russian).

### ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Алиева С.А. — внесла вклад в геологический анализ региона и изучаемых отложений, разработку концепции статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты статьи.

Sudaba A. Aliyeva — contributed to the geological analysis of the region and the studied deposits, developed the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Алиева Судаба Аждар** — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры «Нефтегазовая геология» Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности 34, проспект Азадлыг, г. Баку AZ1010, Азербайджан e-mail: [suaza@mail.ru](mailto:suaza@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2099-2903>  
Scopus Author ID: 57208565579

**Sudaba A. Aliyeva** — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Azerbaijan State of Oil and Industry University 34, Azadliq ave., Baku AZ1010, Azerbaijan e-mail: [suaza@mail.ru](mailto:suaza@mail.ru)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2099-2903>  
Scopus Author ID: 57208565579