

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОМ РЕГИОНЕ

Ахмадиев А.К., д.г.-м.н., профессор Экзарьян В.Н.

*(Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго  
Орджоникидзе (МГРИ), 117997, Москва ул. Миклухо-Маклая д.23)*

**Аннотация.** В работе отмечается, что углеводородный потенциал Черноморско-Каспийского региона не исчерпан, в связи с чем происходит интенсификация освоения его ресурсов. Эксплуатация нефтегазовых месторождений тесно связана с негативными последствиями для окружающей среды. Исходя из этого, возникает необходимость изучения и учета геоэкологических особенностей территории. Авторами в отношении Черноморско-Каспийского региона были выделены и описаны такие особенности как: разнообразность геополитических, регионально-геологических, географических условий; фактор устойчивости геологической среды; нефтяное загрязнение морской среды и организация мониторинга нефтяного загрязнения.

**Ключевые слова:** Черноморско-Каспийский регион, добыча нефти и газа, Большой Кавказ, разливы нефти, мониторинг.

## GEO-ENVIRONMENTAL FEATURES OF HYDROCARBON FIELD DEVELOPMENT IN THE BLACK SEA-CASPIAN REGION

A.K. Akhmadiev, Doctor of Sciences in Geology and Mineralogy, Professor V.N. Ekzaryan

*(Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, 23 Miklukho-  
Maklaya St., Moscow 117997)*

**Abstract.** The paper notes that the hydrocarbon potential of the Black Sea-Caspian region is not exhausted, and therefore the development of its resources is intensifying. The exploitation of oil and gas fields is closely associated with negative consequences for the environment. Therefore, the geo-environmental features of the area must be studied and taken into consideration. In relation to the Black Sea-Caspian region the authors have identified and described such features as: the diversity of geopolitical, regional-geological, geographical conditions; the factor of stability of the geological environment; oil pollution of the marine environment and the organization of monitoring of oil pollution.

**Keywords:** Black Sea-Caspian region, oil and gas extraction, Greater Caucasus, oil spills, monitoring.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Углеводородный потенциал Черноморско-Каспийского региона (ЧКР), несмотря на давность его освоения, нельзя считать полностью исчерпанным. Так, например, согласно данным Международного энергетического агентства (МЭА), крупные запасы нефти и газа содержатся в недрах Азербайджана и составляют порядка 1 млн. тонн нефти, около 1,3 триллиона кубометров газа соответственно (см. Azerbaijan energy profile, IEA). Иран также обладает значительными запасами углеводородов. На 2019 г. они оцениваются примерно в 21,4 млн тонн нефти и 32 триллиона кубометров газа (см. bp Statistical Review of World Energy 2020). Российская же часть региона насчитывает до 1 млрд. тонн нефти и порядка 890 млрд. кубометров газа (см. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 году»). Недавние исследования показывают возможность существования ранее неоткрытых залежей нефти на Юге России (например, [1]). В случае подтверждения подобных утверждений, можно предполагать, что роль России в ЧКР изменится. О возрастающей интенсивности добычи углеводородов в ЧКР могут говорить не только сами запасы, но и реализуемые инфраструктурные проекты: Баку-Тбилиси-Джейхан, Баку-Тбилиси-Эрзурум, планируемый Южный газотранспортный коридор [2].

Развитие нефтегазовой отрасли находит прямое отражение не только в изменении геополитики, но и в изменении состояния компонентов природной среды. Негативные последствия при освоении, какого-то ни было месторождения нефти и газа выражаются или могут выражаться в нарушениях рельефа; активизации инженерно-геологических процессов; изменении физико-химического состава природных поверхностных и подземных вод; загрязнении атмосферы (например, за счет сжигания попутного природного газа); изменении путей миграции животных и их кормовой базы; сокращении пригодных для хозяйственной деятельности земель и т.д. [3]. Кроме того, все острее становятся вопросы, связанные с методами ликвидации нефтяных загрязнений и реабилитации нефтезагрязненных территорий. Исходя из этого, совершенно закономерна важность изучения и учета геоэкологических особенностей и условий при разработке и/или ликвидации углеводородных месторождений.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Данная работа строилась на основе открытых данных Международного энергетического агентства (см. <https://www.iea.org/>), а также публикаций по теме за последние 10 лет (2011–2021 гг.). За основу были взяты такие критерии как: первое – ориентация, как на исследовательские, так и на обзорные публикации, монографии. Второе – публикации должны быть опубликованы в рецензируемых журналах и быть доступными в полном объеме. Третье – ключевые слова и словосочетания (например, углеводороды, Черноморско-Каспийский регион, добыча нефти и газа, разливы нефти), установленные для поиска должны появляться в названии работы и/или аннотации, самих ключевых словах. Поиск проходил по Международным научным базам данных Taylor & Francis Online, Springer, российской базе eLIBRARY.RU.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При рассмотрении данного региона в-первую очередь необходимо указать его *разнообразность*. Черноморско-Каспийский регион объединяет несколько государств (как правило, отмечают Россию, Азербайджан, Армению, Грузию, Турцию, Иран). Однако к высокообеспеченным углеводородными ресурсами можно отнести Россию, Азербайджан и Иран. Остальные страны практически не обладают значительным углеводородным потенциалом и тем самым зависят от импорта данных видов энергоресурсов [4].

Территория ЧКР имеет и различные регионально-геологические, географические, зонально-климатические, техногенные условия. Коснемся лишь некоторых из них. В ЧКР встречаются как континентальная область, так и акватория, что является существенным фактором при разработке и транспортировке углеводородных ресурсов. Так, например, берег Каспийского моря в северной его части сильно изрезан заливами (Кизлярский, Аграханский, Мангышлакский), полуостровами (Аграханский, Бузачи, Тюб-Караган, Мангышлак) и множеством мелководных бухт. В Южном же Каспии, южнее Апшеронского полуострова располагаются только острова Бакинского архипелага: Булла, Дуванный, Обливной, Свиной и др. [5]. Области известные как Большой и Малый Кавказ характеризуется наличием разной степени глубинных разломов и офиолитовых структур, активными проявлениями вулканизма [6-7]. На территории Большого Кавказа предгорные и горные местности обладают также неоднородными условиями. В частности, предгорные равнины располагают менее расчлененным рельефом, в сравнении со среднегорными и высокогорными областями. Экзогенные процессы в предгорьях имеют небольшую степень динамичности в отличие от среднегорий, где активно проявляются гравитационные процессы [8] и т. д.

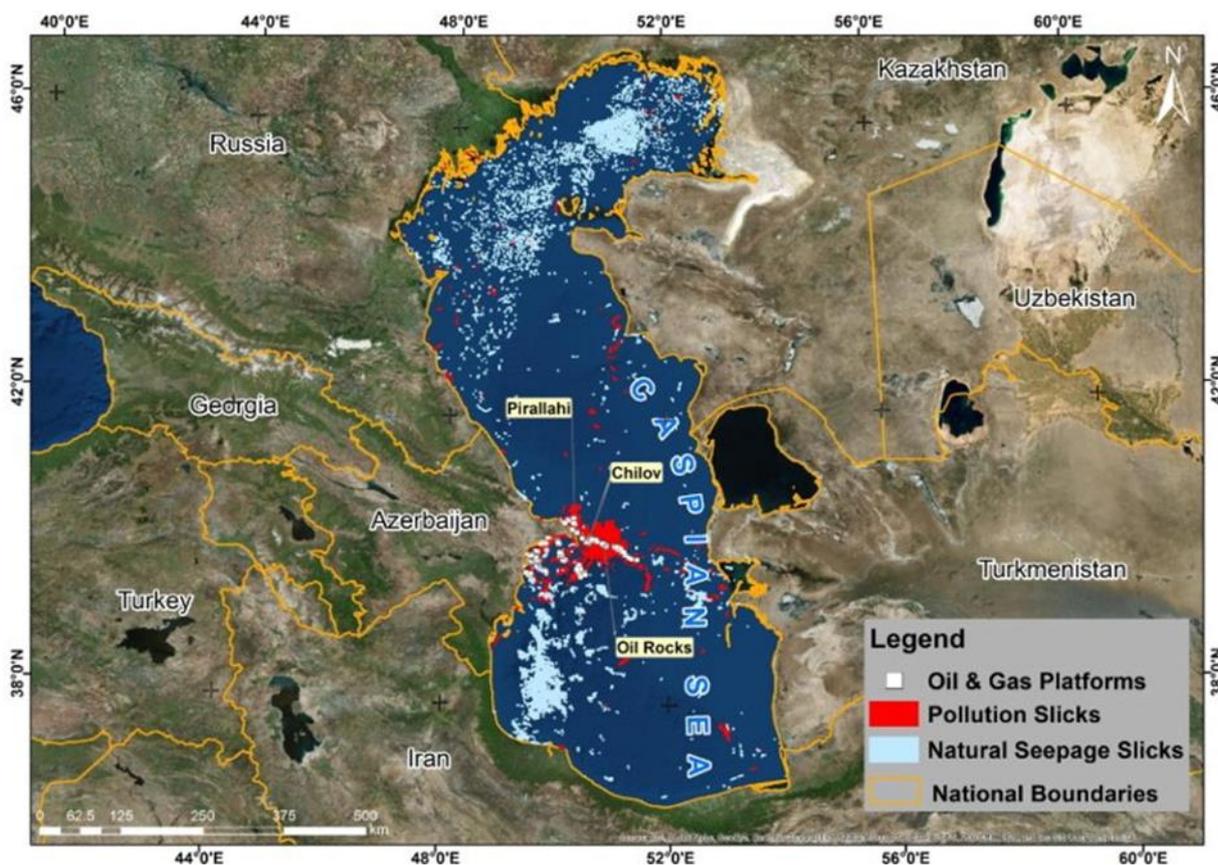
Широкий спектр природных условий является причиной повышения техногенного и экологического риска. Одним из критериев, влияющих на степень риска, является *устойчивость геологической среды*. В данном случае речь идет о смещении грунта (проседании или поднятии) и сейсмической активности. Наиболее явно данные виды процессов проявляются в районах Южного Кавказа и Южной части Каспийского моря [9-10]. Отмеченные участки являются районами, где проходят крупные нефтегазовые трубопроводы: Баку-Тбилиси-Джейхан, Баку-Тбилиси-Эрзурум. Сейсмоактивным является и западная часть Западнокавказского межплитного разлома [11], северо-восточный склон Большого Кавказа [8]. Как можно заметить, не малая часть ЧКР характеризуется значительной сложностью освоения, вследствие активных геодинамических и инженерно-геологических процессов.

Другим, но не менее значимым фактором, влияющим на повышение техногенного и экологического риска, степени критичности состояния среды является и *нефтяное загрязнение морской среды*. Среди негативных последствий нефтяных разливов, сбросов с судов можно назвать усиление эффекта токсичности для воды и формирование нефтяных пленок различной толщины. Первое оказывает непосредственное влияние на зоопланктон, пищеварительную и центральную нервную систему морских млекопитающих и птиц. Второе же препятствует нормальному газо- и теплообмену, передаче энергии, протеканию фотосинтеза фитопланктона [12]. На распространение пленок по поверхности моря влияют два процесса: перенос (дрейф) под действием ветра и течений и самопроизвольное растекание на поверхности [6]. Из этого следует неоспоримость важности *организации мониторинга нефтяного загрязнения на акваториях*.

В настоящее время наиболее распространенным видом мониторинга районов нефтяного загрязнения, в частности в акваториях ЧКР, является дистанционное зондирование [13]. Оно позволяет выявить и оконтурить область загрязнения, проследить динамику его распространения. Так, например, было выявлено, что наиболее существенными источниками загрязнения поверхности Каспийского моря являются разведка и эксплуатация нефтяных месторождений, а также естественные выходы нефти на морскую поверхность по трещинам на дне моря, что отличает его от остальных водоемов (рис.1.). Интенсивность загрязнения напрямую связана с уровнем добычи нефти, и тут выделяются два района: Апшеронский и Бакинский архипелаг, Западный борт Южно-Каспийской впадины, где располагаются грязевые вулканы [6,14].

Относительно Черного моря необходимо отметить, что оно имеет слабый водообмен с Мировым океаном, поэтому загрязнения, попадающие в него, практически в самом море и остаются. Спутниковый мониторинг также как и в случае с Каспийским морем позволил

выделить основные участки загрязнения нефтью и нефтепродуктами. К таким участкам относятся судоходные трассы Стамбул-Новороссийск, Стамбул-Керченский пролив и Стамбул-Туапсе, а также нефтяной терминал мыс Железный Рог [5]. Интересен и тот факт, что начиная с 2009 г. сеть мониторинга покрывает все акваторию Черного моря [там же]. И тут мы останавливаемся на проблеме организации мониторинга в Каспийском море.



**Рисунок 1.** Общее распределение нефтяных разливов и пятен естественной фильтрации в Каспийском море [©Emil Bayramov, Martin Kada & Manfred Buchroithner (2018)]

В мониторинге акватории Каспия отсутствует единая система. До сих пор мы наблюдаем факт ведения наблюдений за состоянием морской среды преимущественно в границах национальных государств, а точнее секторов (см. [6,15-16]). По нашему же представлению экосистема Каспийского моря, так же как и Черного моря должна видится единой и многообразной, что требует трансграничного системного подхода к мониторингу в данном регионе.

## ВЫВОДЫ

К наиболее значимым особенностям освоения углеводородных месторождений в Черноморско-Каспийском регионе можно отнести: разнообразие геоэкологических

условий, фактор устойчивости геологической среды, организацию мониторинга нефтяных загрязнений в-первую очередь в акваториях, как наиболее уязвимых экосистемах. Исходя из отмеченных аспектов, следует уделить пристальное внимание таким направлениям исследования как: оценка современных подходов к экологической безопасности углеводородной отрасли, совершенствование мониторинга нефтяных загрязнений, а также восстановление техногенно-нарушенных территорий в районах с развитой системой разработки углеводородных месторождений, к которым можно с уверенностью отнести Черноморско-Каспийский регион.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Sova, V., Kerimov, AG. Large undiscovered oil resources are predicted south of Russia. *J Petrol Explor Prod Technol* 9, 1659–1676 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13202-019-0611-3>
2. Agha Bayramov (2021) Conflict, cooperation or competition in the Caspian Sea region: A critical review of the New Great Game paradigm, *Caucasus Survey*, 9:1, 1-20, DOI: 10.1080/23761199.2020.1774856
3. Ахмадиев А.К., Экзарьян В.Н. Проблемы обеспечения экологической безопасности нефтегазовой отрасли // *Разведка и охрана недр*. 2020. № 7. С. 44–47.
4. Tamas KOZMA (2017) Diversification Dilemmas in Turkey's Natural Gas Imports, *Asian Journal of Middle Eastern and Islamic Studies*, 11:2, 90-106, DOI: 10.1080/25765949.2017.12023303
5. Лаврова О. Ю., Митягина М. И., Костяной А. Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. М.: ИКИ РАН. 2016.334 с.
6. Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса. Под редакцией академика В. Г. Бондура // М.: Научный мир. 2012. 558 с.
7. Саакян Б.В. Сейсмическое отражение сложных геодинамических процессов в орогенах Большого и Малого Кавказа // *Геология и геофизика Юга России*, № 2, 2018, С. 91-99
8. Ализаде Э.К., Тарихазер С.А.Г. Некоторые характерные особенности эколого - и инженерно-геоморфологической оценки северо-восточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) // *Географический вестник*. 2012. № 3 (22). С. 20–31.
9. Emil Bayramov, Manfred Buchroithner & Martin Kada (2020) Quantitative assessment of ground deformations for the risk management of petroleum and gas pipelines using radar interferometry, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11:1, 2540-2568, DOI: 10.1080/19475705.2020.1853611
10. Новикова О.В., Горшков А.И. Высокосейсмичные пересечения морфоструктурных линейментов Черноморско-Каспийского региона // *Вулканология и сейсмология*, 2018, № 6, с. 23–31
11. Стогний Г.А., Стогний В.В. Сеймотектоническая модель Северо-западного Кавказа: геолого-геофизический аспект // *Физика Земли*, 2019, № 4, с. 124–132
12. Danling Tang, Jing Sun, Li Zhou, Sufen Wang, Ramesh P. Singh & Gang Pan (2019) Ecological response of phytoplankton to the oil spills in the oceans, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10:1, 853-872, DOI: 10.1080/19475705.2018.1549110
13. Emil Bayramov, Martin Kada & Manfred Buchroithner (2018) Monitoring oil spill hotspots, contamination probability modelling and assessment of coastal impacts in the Caspian Sea using SENTINEL-1, LANDSAT-8, RADARSAT, ENVISAT and ERS satellite sensors, *Journal of Operational Oceanography*, 11:1, 27-43, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1438343

14. Митягина М.И., Лаврова О.Ю. Многолетний комплексный спутниковый мониторинг загрязнений поверхности Балтийского и Каспийского морей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №5 С. 269-288
15. Abolfazl Naji & Tooraj Sohrabi (2015) Distribution and contamination pattern of heavy metals from surface sediments in the southern part of Caspian Sea, Iran, *Chemical Speciation & Bioavailability*, 27:1, 29-43, DOI: 10.1080/09542299.2015.1023089
16. Островская Е.В., Умриха А.В. Нефтяное загрязнение северо-западной части Каспийского моря: современное состояние и основные источники // Труды Государственного океанографического института. 2019. № 220. С. 209–220