

ОБЩАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ
(ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 622.276+622.279
doi 10.21672/2077-6322-2021-83-4-007-014

**Основные этапы геологического освоения шельфа
Каспийского моря**

Инна Владимировна Быстрова¹, Татьяна Сергеевна Смирнова²✉

^{1,2}Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия

¹innabistrova1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-2485>

²juliet_23@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-3697-9797>

Аннотация. В статье дан краткий обзор шельфовой зоны северной части Каспийского моря и представлены общие физико-географические сведения региона исследования. Приведена общая история нефтедобычи в Каспийском море, а также перечислены новые углеводородные месторождения на шельфе северного Каспия. Дается современная характеристика нефтегазовых месторождений Северного Каспия (российский сектор). Рассматриваются вопросы экологической ситуации, сложившиеся в настоящее время в шельфовой зоне. Обоснована роль экологической безопасности на современном этапе решения проблемы.

Ключевые слова: шельф, Каспийское море, месторождение, углеводороды, экологическая безопасность

Для цитирования: Быстрова И. В., Смирнова Т. С. Основные этапы геологического освоения шельфа Каспийского моря // Геология, география и глобальная энергия. 2021. № 4 (83). С. 7–12. <https://doi.org/10.21672/2077-6322-2021-83-4-007-014>.

GENERAL AND REGIONAL GEOLOGY
(GEOLOGICAL AND MINERALOGICAL SCIENCES)

Original article

The main stages of geological development of the Caspian shelf

Inna V. Bystrova¹, Tatyana S. Smirnova²✉

^{1,2}Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

¹innabistrova1948@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3675-2485>

²juliet_23@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-3697-9797>

Abstract. The article gives a brief overview of the shelf zone of the northern part of the Caspian Sea and presents general physical and geographical information of the study region. The general history of oil production in the Caspian Sea is given, as well as new hydrocarbon deposits on the shelf of the northern Caspian are listed.

A modern characteristic of oil and gas fields in the northern Caspian (Russian sector) is given. The issues of the ecological situation that have developed at the present time in the shelf zone are considered. The role of environmental safety at the present stage of solving the problem has been substantiated.

Keywords: shelf, Caspian Sea, field, hydrocarbons, environmental safety

For citation: Bystrova I. V., Smirnova T. S. Main stages of geological development of the Caspian shelf. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya = Geology, Geography and Global Energy*. 2021;4(83):7–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.21672/2077-6322-2021-83-4-007-014>.

Из года в год происходит значительное уменьшение запасов углеводородов на континентальной суши России.

Одним из путей решения вопросов нефтегазовой геологии является разработка шельфовых месторождений углеводородов.

Регион исследования приурочен к шельфовой части Каспийского моря российского сектора. Это относительно мелководная выровненная часть с максимальной отметкой глубины до 26 м. Данная территория представлена в рельефе моноклиналью, которая испытывает плавное погружение с северо-запада на юго-восток по направлению к центральной части Каспийского моря. Рельеф исследуемого объекта – мелководная слабоволнистая аккумулятивная равнина, в его северо-западной части находится авандельта реки Волги. Он осложнен множеством банок и островов Волжского генезиса.

Территория Северного Каспия приурочена к докембрийской Восточно-Европейской впадине Прикаспийской синеклизы, для которой характерно мозаичное гравитационное поле вследствие проявления солянокупольной тектоники. Строение древнего фундамента базируется на основе результатов исследования (сейсмика, магниторазведка и другое)

Первоначально исследования территории северной части Каспийского моря начались со второй половины двадцатого века и продолжились до начала двадцать первого. Результаты этих исследований позволили детализировать и выявить особенности геологического строения [1–3].

Осадочные отложения данной территории представлены комплексом отложений, способных генерировать нефть и природный газ, что является основой формирования залежей углеводородов. Прослеживаются хорошо выраженные региональные флюидоупоры в осадочном чехле, что активно влияет на процесс аккумуляции нефти и газа в ловушках.

Особую функцию представляют дельты древних рек и их русло в частности Палео-Волга, а также погребенные дельты и шлейфы древних рек, наличие отложений баров, древних кос и др., которые залежали в верхнепалеозойских и кайнозойских отложениях. Именно в таких формах рельефа могут быть сформированы неструктурные ловушки углеводородов.

Открытие нефтяной компанией ПАО «ЛУКОЙЛ» ряда крупных месторождений УВ на территории Северного Каспия (Российская шельфовая зона Каспийского моря) подтверждает перспективность данной территории в нефтегазоносном отношении. Следует отметить, что размер разведанных запасов исследуемой территории достигают показателей 2,95 млрд т нефти и 3,1 трлн м³ газа.

В настоящее время уже открыты также месторождения как Хвалынского, Сарматское, Ракушечное, им. Владимира Филановского, Юрия Корчагина и др.

Их эксплуатация позволит ежегодно добывать порядка 40 млн т нефти. По подсчетам специалистов этих запасов хватит на более, чем 50 лет. Следовательно, это позволит развивать и поддерживать рентабельность нефтегазовой отрасли на ближайшие десятилетия.

Российский шельф (блок северных месторождений).

Здесь расположены следующие месторождения: Хвалыньское, им. Ю. Корчагина, Ракушечное и Центральное. Выявлен ряд разведочных структур, которые находятся в стадии изучения.

В 2000 г. в северной части Каспия на глубине моря 25–30 м было открыто Хвалыньское месторождение в 260 км от г. Астрахани, Анализ результатов сейсморазведочных работ, а также бурение двух поисковых скважин позволили обосновать выделение пяти залежей, из которых четыре газоконденсатных и одна нефтяная.

Центральная комиссия по запасам ЦКЗ «Минприроды России» в 2002 г. утвердила запасы по газоконденсатным и нефтяным залежам (C_1+C_2) в таких объемах : природный газ – 332 млрд m^3 , конденсат – 17 млн т, нефть – 36 млн т.

На Хвалыньском месторождении из доломитизированных высокопористых известняков верхней юры в интервале 2978–2998 м был получен промышленный приток газа с конденсатом дебитом 849 тыс. $m^3/сут$ и содержанием конденсата 95 г/ m^3 . Из песчаников нижнего мела (интервал 2422–2479 м) дебит газа составил 253 тыс. $m^3/сут.$; конденсата – 19,2 $m^3/сут$. Были открыты две промышленные залежи, а четыре еще требуют доразведки.

Разработан и проект технико-экономического обоснования структуры «Центральная» и подготовлен и одобрен договор по созданию совместного консорциума с целью детализации строения данного объекта [6].

С 2003 г. две российские компании ПАО «ЛУКОЙЛ» и ПАО «Газпром» на паритетных началах создали совместное предприятие – ООО «ЦЕНТР-КАСПНЕФТЕГАЗ». Затем на этой структуре стали проводить разведочное бурение.

Следует отметить, что эта структура по результатам детальных геолого-геофизических исследований, проведенными еще в 1990-х гг. была рассмотрена как весьма перспективная. Позднее проведенные широкомасштабные сейсмические исследования подтвердили высокую экономическую эффективность данного проекта.

Извлекаемые запасы нефти Центральной структуры оцениваются ПАО «ЛУКОЙЛ» в 521 млн т, а попутного газа – 91,7 млрд m^3 .

На структуре Широкая в 2000 году на глубине моря 11–13 м в 180 км от г. Астрахани было открыто месторождение им. Ю. Корчагина. В пределах глубин от 690 до 1860 м на этой территории было выявлено шесть залежей с промышленным содержанием углеводородов. Из песчаников батского яруса средней юры получен наибольший дебит газа – 627 тыс. $m^3/сут$ и конденсата – 46,3 $m^3/сут$. В доломитах волжского яруса открыта нефтегазоконденсатная залежь дебитом 377,5 $m^3/сут$, а газа – 123,7 тыс. m^3 , а в нижнемеловых песчаниках и палеогене – четыре газоконденсатных залежи [7; 8].

В этом же году было открыто месторождение «170 км», расположенное западнее Хвалыньского. Здесь из отложений верхней юры в интервале 3021–3040 м был получен высокодебитный приток нефти (более 350 $m^3/сут.$). В кровельной части верхнеюрских отложений был отмечен промышленный приток газа дебитом 600 тыс. $m^3/сут$. Нижнемеловые отложения также оказались газоносными.

В терригенном комплексе нижнего мела на Ракушечном месторождении (2000 г.) были выявлены три газоконденсатных залежи с промышленной газоносностью. Здесь был получен интенсивный приток газа дебитом 403 тыс. м³/сут. из альбских коллекторов.

Притоки нефти получены с глубины 1420 м в готеривских песчаниках нижнего мела, а также и в доломитах волжского яруса верхней юры с глубины 1470 м. Эти нефти легкие и малосернистые, а газы – жирные с содержанием метана до 74 %, этана – 7–8 %, пропана – до 4,5 % и пентана + высшие – до 6 % [8]. Конденсаты легкие с малым содержанием твердых парафинов, серы, силикагелиевых смол и асфальтенов. Концентрация конденсата в газе достигает 90 г/м³.

2006 г. ознаменовался открытием на лицензионном участке Северный многопластового нефтегазоконденсатного месторождения на территории Южно-Ракушечной структуры, расположенной в 220 км от г. Астрахани. Этому месторождению было присвоено имя известного нефтяника Владимира Филановского, внесшего значительный вклад в изучение и развитие шельфовой зоны Каспия [4].

В конце 2005 г. был получен приток нефти (легкой, безводной, малосернистой). Ее дебит составил 800 т/сут. при депрессии 0,2 МПа. Следует отметить, что в нашей стране аналогичные дебиты известны, как правило, в единичных скважинах. Это месторождение является нефтяным, так как суммарные запасы нефти составляют 75 %. Все же остальные месторождения Северного Каспия открытые компанией ПАО «ЛУКОЙЛ» преимущественно газовые.

По результатам государственной экспертизы запасов месторождение имени Филановского считается самым крупным из всех открытых в исследуемом регионе в последнее пятнадцатилетие [4].

Перспективы развития компании ПАО «ЛУКОЙЛ» с учетом максимального уровня добычи нефти данного месторождения (предварительные расчеты составляют порядка 10 млн т в год) позволяют значительно увеличить объемы и рентабельность геологоразведочных работ в северной акватории Каспия. Кроме того, целесообразно проводить доразведку как старых, так и подготовку новых месторождений, что позволит увеличить рост добычи углеводородов.

Сарматское – нефтегазоконденсатное месторождение, расположенное в северной части акватории Каспийского моря в 240 км от г. Астрахани. Глубина моря на участке порядка 15 м. Открыто в 2002 г. Запасы нефти составляют 50 млн т, а газа – 20 млрд м³.

Открытые месторождения углеводородов на шельфе Северного Каспия России заложили основу для развития в будущем крупной шельфовой инфраструктуры по добыче нефти и газа.

Решение поставленных задач перед отраслью позволит по-прежнему считать Россию одним из значительных участников энергетического международного рынка.

Серьезная экологическая ситуация в Каспийском море усугубляется тем, что в данном регионе практически отсутствуют единые правовые документы для защиты и контроля экологической ситуации при разведке и разработке как шельфовой зоны, так и всего морского дна Каспийского моря.

Несмотря на то, что многие Прикаспийские государства при использовании природных ресурсов этого региона не смогли договориться о правовом юридическом статусе моря и о международно-правовых принципах владения морскими ресурсами данного моря [13].

Исследованию проблем экологической безопасности, в том числе и на территории Северного Каспия придается особое значение [11]. Следует отметить, что теоретические положения и методология изучения данного вопроса при проведении морских геологоразведочных работ формируют понятийный аппарат и практическое обоснование экологической безопасности морских геологоразведочных исследований. На современном этапе, по мнению ряда исследователей, данные положения разработаны недостаточно полно.

Теоретически обосновано, что опасность в природной и техногенной сферах возникает в том случае, когда их параметры значительно превышают определенный критический предел и процессы их формирующие. Если техногенные процессы выходят из-под контроля, то это приводит к бедствиям разного масштаба, вследствие чего формируются чрезвычайные ситуации, как природного, так и техногенного характера.

При проведении геологоразведочных работ на морских шельфах воздействие на окружающую среду оказывается в процессе геофизических исследований, инженерно-геологических изысканий, строительства поисковых и разведочных скважин. Также загрязняют атмосферу выбросы веществ при работе дизельных двигателей судов и буровых установок, нарушение сплошности горных пород при бурении скважин, образование отходов производства и потребления, воздействие на морскую воду, донные отложения и гидробионты.

Следует отметить, что природные опасности создают условия для возникновения аварийных ситуаций в процессе производственной деятельности и играют важную роль при бурении скважин, морских разработках, при строительстве трубопроводов и др.

В процессе бурения и испытания скважин шельфовой зоны Каспия возникают аварийные ситуации, которые вызывают такие явления как межпластовые перетоки, выбросы, фонтанирование и другое. В результате выбросов нефти и газа, утечек нефтепродуктов и их разливов на поверхности приводят к загрязнению морских экосистем [9–10; 12].

Значительные экологические проблемы региона исследования обусловлены серьезным загрязнением нефтью и тяжелыми металлами, что приводит к уменьшению уровня биоразнообразия, увеличению наводнений и колебанию уровня Мирового океана.

Это все объясняется тем, что уникальное Каспийское море является самым крупным замкнутым водоемом на планете с огромными запасами углеводородов и биоразнообразия.

Экологическая опасность характеризуется наличием значительных негативных изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенеза и природных воздействий, в результате которых создалась объективная причина чрезвычайных ситуаций.

Состояние экосистемы как всего Каспийского моря, так и шельфовой зоны в значительной степени обусловлено развитием геологоразведочных работ, а также добычей и транспортировкой углеводородов.

Также следует отметить, что некоторые из скважин дают течь, а периодические изменения уровня моря затапливают скважины, находящиеся

на берегу, а также загрязняют почву. Особый вред приносят природный выход нефти на поверхность моря в виде нефтяных пятен. Этому процессу способствуют волны, которые даже в мелководных частях Каспия достигают 10 футов. Эти процессы связаны с частотой и скоростью ветровой деятельности в акваториях шельфовой зоны [5; 9].

Среди большинства факторов, влияющих на окружающую среду в северной части Каспийского моря следует отметить возрастающую долю выбросов в атмосферу, шума от сейсмических исследований и радикальных изменений морского дна.

Российский шельф Каспийского моря является важным для России регионом по добыче углеводородов. Следует отметить, что промышленное освоение имеет длительную историю (более 150 лет назад). Освоение месторождений углеводородов датируется 20–30-ми гг. XX в. Несмотря на это, следует отметить, что уровень изучения является недостаточным для обоснования перспектив ресурсов. Территория Северного Каспия изучена фрагментарно (за исключением лицензионных участков).

Несмотря на то, что территория Северного Каспия долгое время имела невысокую степень изученности детальной сейсморазведкой, интерес к этому региону у геологов не пропадал. Благодаря геолого-геофизическим исследованиям и применением новейших технологий при строительстве морских скважин на шельфовой зоне Каспия позволило компании ПАО «ЛУКОЙЛ» открыть здесь ряд крупных месторождений. Положительным примером экологической политики компании ПАО «ЛУКОЙЛ» является введение нулевого сброса.

Информация об авторах

И. В. Быстрова – кандидат геолого-минералогических наук, доцент;

Т. С. Смирнова – кандидат геолого-минералогических наук, доцент.

Information about the authors

I. V. Bystrova – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor;

T. S. Smirnova – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Список источников

1. Алиева С. А., Авербух Б. М. и др. Геология и нефтегазоносность Каспийской впадины. Москва. : Недра, 2015. 324 с.
2. Глумов И. Ф., Маловицкий Я. П. и др. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. Москва : Недра. 2014. 425 с.
3. Марабаев Ж. Н., Жолтаев Г. Ж. и др. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Северного и Среднего Каспия. Астана, 2015. 142 с.

4. Месторождение им. В. Филановского – флагман Лукойла на Каспии // Экспозиция. Нефть и газ. 2016. № 7. С. 23–29.
5. Гаврилов В. П. Экологические проблемы Каспийского моря // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина. 2011. № 4. С. 37–45.
6. Борков Ф. П., Головочев Э. М., Щербаков В. В. Северный Каспий строение и перспективы нефтегазоносности (новейшие геолого-геофизические исследования) / Разведочная геофизика: Обзор ЗАО Геоинформмарк. Москва : Недра-Бизнесцентр, 2018. С. 178–183.
7. Быстрова И. В., Смирнова Т. С., Бычкова Д. А. Оптимизация комплекса инженерно-геологических изысканий шельфовой зоны северного Каспия // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы : сборник материалов V Международной научно-практической конференции (Посвящается Году экологии в России; Третьей годовщине присоединения Крыма к России; Столетию Воронежского государственного университета; 10-летию кафедры экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета). Воронеж, 2017. С. 111–114.
8. Быстрова И. В., Смирнова Т. С., Федорова Н. Ф., Мелехов М. С. Роль освоения территории западного Каспия в связи с нефтегазоносностью // Горные науки и технологии. 2016. № 3. С. 29–40.
9. Имрани З. Т. Нефтяной фактор и экологическое состояние Каспийского моря // Туран : научный журнал. Стамбул, 2010. С. 91–94.
10. Карыгина Н. В., Попова Э. С. Нефтяное загрязнение экосистемы Северного Каспия (вода, донные отложения, гидробионты) в современный период // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 14–21.
11. Панасенко Д. Н. Экологическая безопасность Каспийского моря в условиях нефтегазодобывающей деятельности // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2004. № 2. С. 136–144.
12. Патин С. А. Нефть и экология континентального шельфа. Москва : ВНИРО, 2001. 247 с.
13. Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря // Бюллетень международных договоров. 2016. № 11. С. 3–25.

References

1. Alieva S. A., Averbukh B. M. et al. Geology and oil and gas potential of the Caspian depression. Moscow: Nedra; 2015. 324 p. (In Russ.).
2. Glumov I. F., Malovitsky Ya. P. et al. Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea. Moscow: Nedra; 2014. 425 p. (In Russ.).
3. Marabaev Zh. N., Zholtayev G. Zh. et al. Geological structure and prospects of oil and gas content of the Severng and the Middle Caspian. Astana, 2015. 142 p. (In Russ.).
4. V. Filanovsky field – the flagship of Lukoil in the Caspian. *Exposition Oil and Gas*. 2016;(7):23–29. (In Russ.).
5. Gavrilov V. P. Ecological problems of the Caspian Sea. Proceedings of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas. 2011;(4):37–45. (In Russ.).
6. Borkov F. P., Golovochev E. M., Shcherbakov V. V., North Caspian structure and prospects of oil and gas potential (latest geological and geophysical research). *Exploration geophysics: Review of ZAO Geoinformmark*. Moscow: Nedra – Business Center; 2018:178–183. (In Russ.).
7. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Bychkova D. A. Optimization of the complex of engineering and geological surveys of the shelf zone of the northern Caspian. In the collection: Ecological geology: theory, practice and regional problems. *V International Scientific and Practical Conference (Dedicated to the Year of Ecology in Russia; Third Anniversary of Crimea's annexation to Russia; Centenary of Voronezh State University;*

10th Anniversary of the Department of Ecological Geology of the Geological Faculty of Voronezh State University). Voronezh; 2017:111–114. (In Russ.).

8. Bystrova I. V., Smirnova T. S., Fedorova N. F., Melekhov M. S. The role of the development of the territory of the western Caspian in connection with oil and gas content. *Mining science and technology*. 2016;(3):29–40.

9. Imrani Z. T. The oil factor and the ecological state of the Caspian Sea. *Scientific journal "Turan"*. Istanbul; 2010:91–94. (In Russ.)

10. Karygina, N. V., Popova E. S. Oil pollution of the ecosystem of the North Caspian (water, bottom sediments, hydrobionts) in the modern period. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. 2016;(1):14–21. (In Russ.).

11. Panasenko D. N. Ecological safety of the Caspian Sea in the conditions of oil and gas production. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University*. 2004;(2):136–144. (In Russ.).

12. Patin S. A. Oil and ecology of the continental shelf. Moscow: VNIRO; 2001: 247 p. (In Russ.).

13. Framework Convention for the Protection of the Marine Environment of the Caspian Sea. *Bulletin of international treaties*. 2016;(11):3–25. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 15.11.2021; одобрена после рецензирования 17.11.2021; принята к публикации 20.11.2021.

The article was submitted 15.11.2021; approved after reviewing 17.11.2021; accepted for publication 20.11.2021.