

DOI 10.21672/2077-6322-2021-81-2-053-058

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Фёдорова Надежда Федоровна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

Актуальность работы обусловлена научным обоснованием результатов региональных работ по изучению геологического строения северной акватории Каспийского моря, с использованием новейших данных геолого-геофизических материалов. Целью исследования является анализ материалов полевых геофизических исследований и данных бурения поисковых и поисково-оценочных скважин для геологического изучения данной территории. Методология изучения проводилась на основе обработки данных материалов полевой геофизики – сейсморазведки, гравиразведки и бурения скважин. Автором был обобщен обширный материал, полученный в процессе производства геологоразведочных работ на северной акватории Каспийского моря, что позволило изучить и дать общее представление о его глубинном строении. Геолого-геофизическое изучение акватории российского сектора Каспийского моря характеризуется широкомасштабными геологоразведочными работами. При решении поставленных задач выполнен значительный объем обобщающих научно-исследовательских работ и проведен анализ геолого-геофизической информации с целью оценки перспектив нефтегазоносности изучаемого региона. Это позволило впервые на изученной части акватории сформировать единое информационное пространство для построения детальной сейсмогеологической модели. По результатам этих работ было уточнено геологическое и тектоническое строение данного района, выявлен ряд перспективных структурных объектов.

Ключевые слова: Северный Каспий, полевые геофизические методы, сейсморазведка, отражающий горизонт, отложения

RESULTS OF REGIONAL STUDIES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE NORTHERN CASPIAN SEA

Fedorova Nadezhda F., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

The relevance of the work: due to the scientific justification of the results of regional studies on the geological structure of the northern water area of the Caspian Sea, using the latest data of geological and geophysical materials. The purpose of the study is to analyze the materials of field geophysical studies and drilling data of search and evaluation wells for the geological study of this territory. The methodology of the study was carried out on the basis of data processing of field geophysics materials – seismic, gravity and well drilling. *Results.* The author summarized the extensive material obtained in the course of geological exploration in the northern water area of the Caspian Sea, which allowed us to study and give a general idea of its deep structure. *Conclusions.* The geological and geophysical study of the water area of the Russian sector of the Caspian Sea is characterized by large-scale geological exploration. When solving the problems made a significant amount of synthesis of scientific research and analysis geological and geophysical data to assess the hydrocarbon potential of the studied region. This allowed for the first time in the studied part of the water area to form a single information space for building a detailed seismogeological model. Based on the results of these works, the geological and tectonic structure of this area was clarified, and a number of promising structural objects were identified.

Keywords: Northern Caspian Sea, field geophysical methods, seismic survey, reflecting horizon, sediments

На современном этапе развития общества еще невозможно обойтись без потребления таких природных ресурсов как нефть и газ, которые в энергетическом аспекте имеют приоритетное значение. Использование этих энергоносителей не снижается, несмотря на постепенное увеличение альтернативных источников энергии.

Северные районы Каспийского моря, примыкающие к Казахстану и России, планомерно изучались только до 90-х годов XX века. Конъюнктурная обстановка на мировом сырьевом рынке обусловила расширение геологического изучения этого региона, выявившее в XXI веке богатейшие месторождения, выдвигающие Каспий на третье место в мире по нефтегазовым запасам

В Казахстане разрабатывается прибрежный Тенгиз, его считают шестым в мире по величине запасов. На шельфе моря, аналогичном по геологическому строению морском продолжении суши, в 2000 г. выявлено гигантское месторождение Кашаган. Оно занимает пятое место в мире по размерам запасов нефти.

Рациональный комплекс методов изучения месторождений углеводородов, инженерно-геологических и экологических исследований, в конечном счете, определяет экономическую эффективность всего процесса геологоразведочных работ.

В связи с этим, важнейшей задачей является выбор оптимального комплекса геологоразведочных работ в Северном Каспии, обеспечение их промышленной и экологической безопасности.

С ноября 1995 г. в Северном и Среднем Каспии широкомасштабные сейсмические исследования начала проводить ОАО «ЛУКОЙЛ». Проведенные сейсмические исследования позволили впервые на изученной части акватории сформировать единое информационное пространство для построения детальной сейсмогеологической модели.

По результатам выполненных работ было уточнено геологическое и тектоническое строение района, выявлен и подтвержден ряд перспективных объектов.

Сейсмическими регионально-поисковыми работами покрыто свыше 61000 км² акватории, отработано 21487 пог. км сейсмопрофилей.

На основе всех этих данных была предложена детальная сейсмогеологическая модель обширного участка акватории Северного и Среднего Каспия, а также были выделены новые, подтверждены или получили отрицательную оценку ранее выявлявшиеся нефтегазоперспективные объекты.

Анализ многочисленных материалов морских геофизических исследований, в большинстве случаев гравиметрических, показал, что для фундамента акватории Северного Каспия характерна блоковая тектоника с наличием субширотных и поперечных глубинных разломов.

Наиболее сложным строением характеризуется южная часть рассматриваемой акватории. По материалам аэромагнитных и морских геоморфологических исследований в пределах Северного Каспия выделяется ряд крупных разломов, преимущественно северо-восточной и северо-западной ориентировок, секущих разновозрастные блоки земной коры, что свидетельствует о наиболее высокой неотектонической активности разломов диагонального простираения [2].

Восточно-Европейская платформа представлена своим юго-восточным элементом – Прикаспийской впадиной, а в частности ее южная и юго-западная бортовые части.

Сводовые элементы структуры фундамента находят свое отражение в структуре палеозойского осадочного чехла в виде сводовых и валообразных поднятий в отложениях, облекающих выступы фундамента (над Астраханским и Биикжальским массивами), или в виде ступенчато-сводовых поднятий.

Разрез осадочного чехла морского продолжения Прикаспийской впадины подразделяется на подсолевые палеозойские толщи, надсолевые отложения и разделяющие их соленосные образования кунгурского яруса нижней перми [1].

Подсолевые отложения по данным метода общей глубинной точки (МОГТ) развиты в северо-восточной части морской акватории. При обработке материалов морской сейсмике было выделено три отражающих горизонта P_3 , P_2 и P_1 . В области морского продолжения Прикаспийской впадины отражающий горизонт P_3 наиболее глубокий и прослеживается на отметках 6,5–9,0 км. Отражающий горизонт P_2

выделяется на глубинах от 4,5 до 6,5 км. Отражающий горизонт Π_1 уверенно прослеживается в интервале глубин 2,8–6,0 км [4].

Структура осадочного чехла морской части Прикаспийской впадины может быть охарактеризована картой поверхности подсолевых отложений (рис. 1). На карте видно что, выделяемая в юго-западной части региона Каракульско-Смушковская зона дислокаций, выходя в акваторию, протягивается еще на 60–70 км от западного берега.

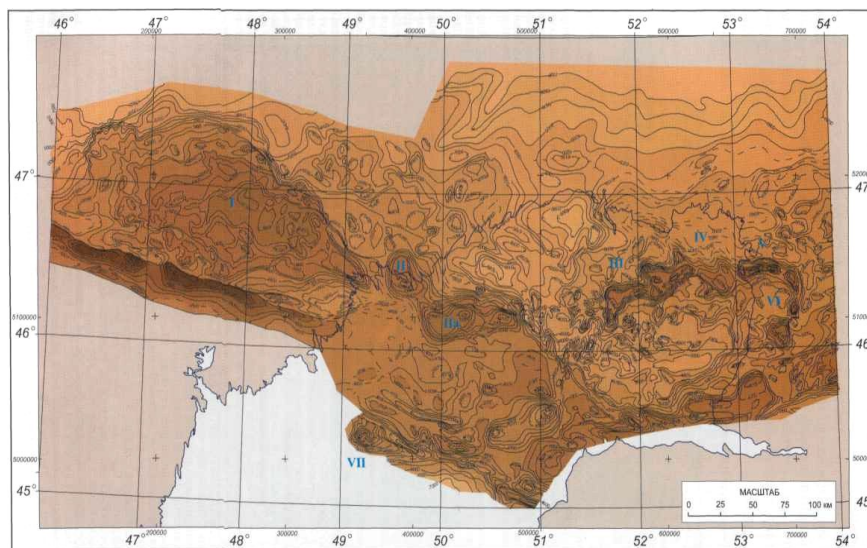


Рис. 1. Структурная карта кровли подсолевых отложений Северного Каспия (карбон – нижняя пермь)

В структурном плане наибольший интерес представляет собой эрозионно-риффовый массив Кашаган, сложенный каменноугольными отложениями.

Близкие к нему по составу поднятия Актобе и Кайран, а также поднятия Приморской зоны на берегу – Пустынное, Каратон, Королевское, Тенгиз, Южное [4].

Практически на всей акваториальной части Прикаспийской впадины распространены соленосные толщи кунгурского яруса нижней перми. Исключение может составлять узкая приграничная полоса, в пределах которой на сейсмических записях не представляется возможным установить факт наличия маломощных соленосных толщ.

Вместе с тем на поднятии Южное на юге Приморской зоны не были вскрыты соленосные отложения, что является основанием для предположения о приграничной полосе без соленосных отложений.

В большинстве случаев соленосные толщи образуют мощные гряды, над которыми возвышаются соляные купола высотой до 2000 м и более. Многие из куполов достигают высоты 3000–3500 м и встречаются одиночные, высота которых приближается к 5000 м.

В таких случаях они разделены бессолевыми мульдами или мульдами с незначительной мощностью соленосных толщ. В основном соляные купола прорывают верхнепермские и триасовые отложения. Многие из них нарушают сплошность и юрско-меловых отложений. Отмечаются случаи выхода их на уровень предсреднеплиоценового размыва (рис. 2).

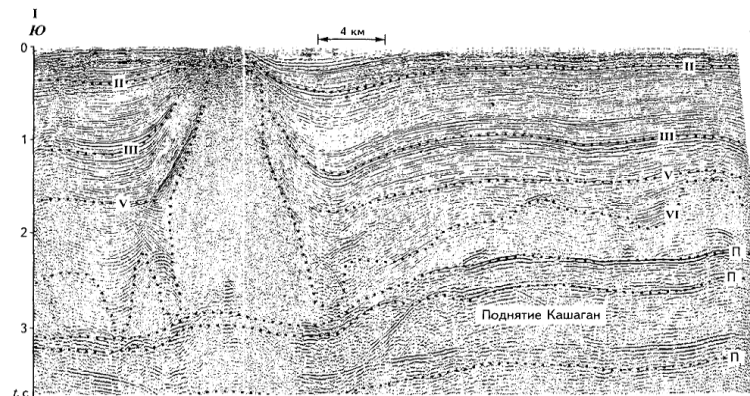


Рис. 2. Фрагмент временного разреза по линии I – I в акваториальной части Прикаспийской впадины [4, с. 12]. Отражающие горизонты: П₃ – поверхность предлевонского несогласия; П₂ – поверхность предмосковского несогласия; П₁ – кровля подсолевого палеозоя; VI – кровля соленосной толщи кунгура; V – поверхность предбьюрского размыва, III – подошва неокома; II – кровля мела

На уровне кровли нижнепермских соленосных толщ (отражающий горизонт VI) закартировано более 70 обособленных куполов. В рассматриваемой области отложения верхней перми – триаса и юры мела выполняют межкупольные участки. Максимальная мощность верхнепермско-триасовых толщ в них составляет порядка 3000 м; юрских – около 1000 м; меловых – почти 1500 м.

Акваториальная часть Прикаспийской впадины и районы Скифско-Туранской плиты сочленяются через сложнопостроенную зону.

Юго-западная бортовая часть впадины на берегу сочленяется с валом Карпинского через Каракульско-Смушковскую зону. Эта зона представляет собой сложную систему валообразных поднятий в осадочных образованиях палеозоя. Для нее характерной чертой является широкое развитие покровно-надвиговых структур от верхнего карбона до нижней перми. Они располагаются дугообразно и обращены выпуклой частью в сторону впадины. В приморском районе ширина отмеченной зоны составляет 40–50 км.

Скифско-Туранская молодая плита занимает основную часть дна Северного Каспия. Для поверхности фундамента характерно ярко выраженное блоковое строение с широким развитием горст-грабеновых структур. В осадочном чехле выделяется два структурных комплекса: верхний – мезозойско-кайнозойский, нижний – пермо-триасовый [3].

На Скифско-Туранской плите типичный плитный чехол начинается с юрских отложений.

Структуру юрско-меловых отложений Скифско-Туранской плиты характеризуют главным образом отражающие горизонты V, III и К₂, имеющие региональное распространение (рис. 3).

Они связаны со значительными перерывами в осадконакоплении. В юго-западной части Северного Каспия на уровне отражающего горизонта V выделяется часть Среднекаспийской моноклинали с многочисленными структурными осложнениями. Поверхность предбьюрского несогласия здесь погружается в юго-западном направлении от отметок -3,0 до -6,0 км. На северо-востоке моноклинали расположена система узких положительных структур северо-запад-юго-восточного простирания [8].

На уровне триасовых юрских и меловых отложений в качестве главных структурных элементов выступают, в основном, те же зоны, которые обнаруживаются в структуре верхнего этажа фундамента.

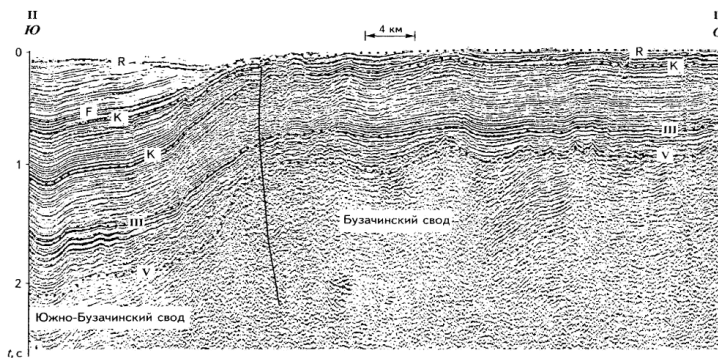


Рис. 3. Фрагмент временного разреза по линии П-П в акваториальной части Скифско-Туранской плиты. Отражающие горизонты: V – поверхность предъюрского размыва; III – подошва неокома; K₁ – кровля нижнемеловых отложений; K₂ – кровля верхнемеловых отложений; F – кровля палеоцен-эоценовых отложений; R – поверхность предсреднеплиоценового размыва [4, с. 15]

По данным сейсморазведки в акватории Каспийского моря наиболее широкое распространение имеет Ракушечно-Широтная зона поднятий.

На морском продолжении южного склона кряжа Карпинского было картировано крупное и сложно построенное Ракушечное поднятие, которое состоит из двух систем линейно вытянутых валов субширотного простирания: Северо-Ракушечного и Южно-Ракушечного.

Структура Ракушечная по материалам сейсморазведки прослеживается по трем отражающим горизонтам: K_{1alb} – кровля нижнемелового комплекса; J₃ – подошва неокомских – кровля юрских отложений; J_{2b} – кровля среднеюрских отложений.

По различным горизонтам юры и нижнего мела размеры общего поднятия имеют площадь 600–1000 км², с амплитудой ~ 200 м.

В пределах этих валов выделены отдельные локальные поднятия более высокого порядка.

Строение структуры Широтная уточнено сейсморазведочными работами по сети профилей 3D. Повсеместно, с различной степенью надежности, прослеживаются отражающие горизонты N_{ap}, P₁₋₂, K_{2m}, K_{2c}, J_{3v}, J_{2k}, J-T. Эти отражающие горизонты приурочены к несогласиям регионального масштаба, они выдержаны по площади и являются сейсмическими реперами.

В структурном плане юрско-нижнемелового этажа структура Широтная отмечается в виде субширотно вытянутой брахиантиклинальной складки на фоне общего погружения поверхностей с запада на восток. План верхнего среднемелово-четвертичного этажа значительно проще и представляет собой моноклираль южного погружения [5].

По подошве юрских отложений (горизонт J-T) структура имеет вид асимметричной двухкупольной складки с крутым северным бортом и более пологим южным. Более крупный западный купол по замыкающей изогипсе минус 2480 м имеет линейные размеры 12,8 км × 3,5 км, амплитуду 126 м и площадь 21,5 км². Восточный купол, замыкающийся по изогипсе минус 2520 м, имеет несколько сводов. Размеры двух наиболее крупных 6,3 км × 1,4 км и 2,2 км × 0,6 км, максимальная амплитуда 90 м, суммарная площадь 7,3 км². Наиболее приподнятые части структуры Широтной отмечаются на отметках минус 2354... минус 2400 м [7].

В настоящее время на территории Ракушечно-Широтной зоны поднятий пробурено 10 поисково-оценочных скважин.

Вскрыты осадочные отложения мезозойско-кайнозойского чехла и переходного триасового комплекса, представленного толщей сильно дислоцированных и преобразованных пород.

Анализ вскрытых отложений позволил выявить стратиграфическую неполноту и сокращенный характер мезозойско-кайнозойского разреза на сопредельных территориях. Наиболее крупные перерывы в осадконакоплении, размывы и стратиграфические несогласия установлены на границах юры и триаса, мела и юры, неогена и палеогена. Заметные перерывы наблюдаются также на границах апта и баррема, сеномана и альба, эоцена и палеоцена, плейстоцена и современных четвертичных отложений. На наличие данных перерывов указывает отсутствие в разрезе отложений нижнего отдела юры, эвапоритовых образований и доломитов титонского яруса, отложений валанжинского яруса, а также сокращенные толщины разреза байоса, кимериджа, апта, палеоцен-эоцена и майкопской серии.

Список литературы

1. Белоножков, В. И. Строение подсолевых отложений Прикаспийской впадины / В. И. Белоножков, Э. Г. Данилова. – М. : Недра, 1978. – 288 с.
2. Гарецкий, Р. Г. Тектоника молодых платформ Евразии / Р. Г. Гарецкий // Труды Геологического института АН СССР. – 1972. – Вып. 226. – 182 с.
3. Глумов, И. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И. Ф. Глумов и др. – М. : Недра, 2004. – 342 с.
4. Исмагилов, Д. Ф. и др. Систематизация представлений о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Северного Каспия / Д. Ф. Исмагилов и др. // Геология нефти и газа. – 2003. – № 1. – С. 10–17.
5. Лебедев, Л. И. Каспийское море: геология и нефтегазоносность / Л. И. Лебедев, И. А. Алексина, Л. С. Кулакова и др. – М. : Наука, 1987. – С. 186–256.
6. Летавин, А. И. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа / А. И. Летавин, В. Е. Орел, С. М. Чернышев и др. // Труды Института геологии и разработки горючих ископаемых АН СССР. – М. : Наука, 1987. – 265 с.
7. Летавин, А. И. Основные черты строения палеозойского фундамента западной части Туранской плиты. Геологическое строение и нефтеносность молодых платформ / А. И. Летавин. – М. : Наука, 1970. – С. 12–26.
8. Попков, В. И. Глубинное строение Северного Каспия / В. И. Попков и др. – М. : АН СССР, 1989. – № 3. – С. 409–412.

References

1. Belonozhkov, V. I., Danilova, E. G. *Stroenie podsolevykh otlozheniy Prikaspiyskoy vpadiny* [Structure of subsalt deposits of the Caspian basin]. M., Nedra publ., 1978, 288 p.
2. Garetsky, R. G. *Tektonika molodykh platform Yevrazii* [Tectonics of young platforms of Eurasia]. *Trudy Geologicheskogo instituta AN SSSR* [Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1972, iss. 226, 182 p.
3. Glumov, I. F. et al. *Regionalnaya geologiya i neftegazonosnost Kaspiyskogo morya* [Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea]. Moscow, Nedra Publ. House, 2004, 342 p.
4. Ismagilov, D. F. et al. *Sistematizatsiya predstavleniy o geologicheskom stroenii i perspektivakh neftegazonosnosti Severnogo Kaspiya* [Sistemization of ideas about the geological structure and prospects of oil and gas potential of the Northern Caspian Sea]. *Geologiya nefii i gaza* [Geology of oil and gas]. 2003, no 1, pp. 10–17.
5. Lebedev, L. I., Aleksina, I. A., Kulakova, L. S. et al. *Kaspiyskoe more: geologiya i neftegazonosnost* [The Caspian Sea: geology and oil and gas potential]. Moscow, 1987, pp. 186–256.
6. Letavin, A. I., Orel, V. E., Chernyshev, S. M. et al. *Tektonika i neftegazonosnost Severnogo Kavkaza* [Tectonics and oil and gas potential of the North Caucasus]. *Trudy Instituta geologii i razrabotki goryuchikh iskopaemykh AN SSSR* [Proceedings of the Institute of Geology and Development of Combustible Minerals of the USSR Academy of Sciences]. Moscow, Nauka Publ. House, 1987, 265 p.
7. Letavin, A. I. *Osnovnye cherty stroeniya paleozoyskogo fundamenta zapadnoy chasti Turanskoj plity. Geologicheskoe stroenie i neftenosnost molodykh platform* [Basic features of the structure of the Paleozoic basement of the western part of the Turan Plate. Geological structure and oil-bearing capacity of young platforms]. Moscow, Nauka Publ. House, 1970, 12–26 p.
8. Popkov, V. I. et al. *Glubinnoe stroenie Severnogo Kaspiya* [Deep structure of the Northern Caspian Sea]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ. House, 1989, no 3, pp. 409–412.