

#### References

1. Bigun, P. V., Pinchuk, T. N. Novye dannye po stratigrafii i usloviyam formirovaniya kollektorov triasovykh otlozheniy Zapadnogo Predkavkazya [New data on stratigraphy and conditions of formation of reservoirs of Triassic deposits of the Western Caucasus]. *Sbornik trudov OAO SevKavNIPgaz* [Collection of works of SevKavNIPgaz]. Stavropol, 2004, iss. 40, pp. 10–43.
2. Pinchuk, T. N., Popkov, V. I., Popkov, I. V. Metamorficheskie porody paleozoya zapada Skifskoy plity [Metamorphic rocks of the Paleozoic West of the Scythian plate]. *Ekzolit – 2019. Fatsialnyy analiz v litologii: teoriya i praktika* [Exolite – 2019. Facies analysis in lithology: theory and practice]. Ed. by of Yu. V. Rostovtseva. Moscow, MAKS Press, 2019, pp. 112–114.
3. Popkov, V. I., Pinchuk, T. N. Litologiya paleozoyskikh otlozheniy Zapadnogo Predkavkazya [Lithology of Paleozoic deposits of the Western Caucasus]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2011, no. 3 (42), pp. 71–77.
4. Robinson, V. N. Triasovaya sistema. Geologiya SSSR [The Triassic system. Geology of the USSR]. Moscow, Nedra Publ., 1968, vol. 9: Northern Caucasia, pp. 152–160.
5. Rostovtsev, K. O., Aladatov, G. M., Azaryan, N. R. Trias Kavkaza i Predkavkazya [Triassic of the Caucasus and pre-Caucasus]. *Izvestiya AN SSSR. Seriya geologicheskaya* [News of the USSR Academy of Sciences. Series of geological], 1966, no. 3, pp. 88–100.
6. Chaitskiy, V. P., Shevchenko, T. V. Novye dannye ob otlozheniyah verkhney permi Zapadnogo Predkavkazya [New data on upper Permian deposits in the Western Caucasus]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], 1975, vol. 225, no. 6, pp. 1403–1405.
7. Chaitskiy, V. P., Popkov, V. I., Popkov, I. V., Pinchuk, T. N. Strukturno-fatsialnye zony otlozheniy triasa Zapadnogo Predkavkazya [Structural-facies zones of the Triassic deposits of the Western pre-Caucasus]. *Fundamentalnye problemy tektoniki i geodinamiki* [Fundamental problems of tectonics and geodynamics]. Moscow, GEOS Publ., 2020, vol. 2, pp. 147–152.

### ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА АСТРАХАНСКОГО СВОДА

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

Актуальность работы обусловлена научным обоснованием материалов геологоразведочных работ – сейсморазведки и бурения скважин по изучению северо-восточной части Астраханского свода для проведения разведочных работ в пределах Еленовской площади (120 км<sup>2</sup>). Проведён анализ геологических материалов для расчленения разреза данной территории и уточнения его литолого-стратиграфической характеристики, а также петрофизических свойств пород. Методология изучения проводилась на основе обработки данных материалов полевой геофизики – сейсморазведки и промыслово-геологических исследований, выполненных при бурении скважин. Автором были изучены геологические особенности подсолевых отложений по материалам трёхмерной сейсморазведки 3Д ОГТ-64 и площадной сейсморазведки 2Д, а также керновый и шламовый материалы по данным бурения скважин Еленовской площади и сопряжённым территориям. Таким образом, в северном и северо-восточном обрамлении Астраханского свода на 150 км протягивается Харабалинско-Еленовская зона. В пределах этой зоны сейсмическими работами было закартировано ряд локальных поднятий. В составе подсолевого палеозойского осадочного чехла в пределах Еленовской структуры выделяются четырёх литолого-стратиграфических комплексов с различной степенью изученности. Продуктивность разреза Еленовской площади обусловлена активностью зональных тектонических движений. Основные перспективы нефтегазоносности по аналогии с другими районами Прикаспийской и Волго-Уральской нефтегазоносными провинциями связываются с терригенной формацией девона.

**Ключевые слова:** Астраханский свод, Еленовская структура, подсолевые отложения, литолого-фашиальный фактор, трещиноватость, кавернозность, пористость

### FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE NORTH-EAST OF THE ASTRAKHAN ARCH

**Fedorova Nadezhda F.**, Ph. D. in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, lecture e-mail: nadezhda.fedorova.59@inbox.ru

The relevance of the work is due to the scientific justification of the materials of geological exploration – seismic exploration and drilling of wells to study the North-Eastern part of the Astrakhan arch for exploration within the Elenovskaya area (120 km<sup>2</sup>). The purpose of the study is to analyze geological materials for dividing the section of this territory and to clarify its lithological and stratigraphic characteristics, as well as petrophysical properties of rocks. The methodology of the study was based on data processing of field Geophysics materials-seismic survey and field-geological studies performed during drilling. The author studied the geological features of subsalt deposits based on the materials of three-dimensional seismic SURVEY 3D OGT-64 and area seismic survey 2D, as well as core and slurry materials based on drilling data Elenovskaya area and associated territories. In the Northern and North-Eastern borders of the Astrakhan region, the Kharabalinsk-elenovskaya zone stretches for 150 km. A number of local uplifts were mapped by seismic works within this zone. As part of the sub-salt Paleozoic sedimentary cover within the Elenov structure, there are 4 lithological-stratigraphic complexes with different degrees of study. The productivity of the Elenovskaya square section is determined by the activity of zonal tectonic movements. The main prospects of oil and gas potential by analogy with other areas of the Caspian and Volga-Ural oil and gas provinces are associated with the terrigenous formation of the Devon.

**Keywords:** Astrakhan arch, elenovskaya structure, sub-salt deposits, lithofacial factor, fracturing, cavernous, porosity

Прогнозирование нефтегазоносности подсолевых отложений Астраханского свода – задача многоплановая. В региональной оценке перспектив основным является выделение зон, благоприятных в литолого-фациальном отношении.

В северном и северо-восточном обрамлении Астраханского свода на 150 км протягивается Харабалинско-Еленовская зона. В пределах этой зоны сейсмическими работами было закартировано ряд локальных поднятий, представляющих собой по первоначальному прогнозу биогермные (рифовые) образования (рис). На Табаковской площади в ходе проведения геологоразведочных работ был открыт каменноугольный риф. Размеры поднятий составляют 10–20 км<sup>2</sup>.

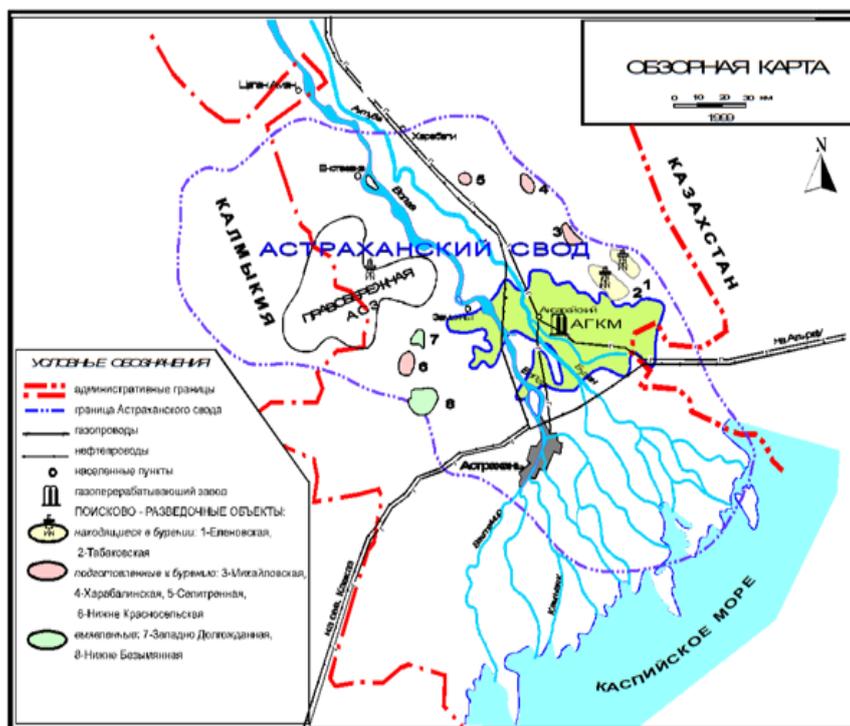


Рис. Обзорная карта территории исследования

Наиболее крупной является Еленовская структура, которая была подготовлена к поисковому бурению по результатам проведения сейсморазведочных работ 1991–1994 гг. Еленовское локальное поднятие представляет собой структуру субширотной

ориентировки. В пределах структуры первоначально выделялись три небольших по размерам обособленных вершин, отождествляемых с биогермными постройками. Наиболее высокое гипсометрическое положение поверхности башкирских отложений отмечается на центральной вершине, где и была заложена поисковая скважина 2 [4].

По материалам бурения поисковых скважин, переинтерпретации сейсмических данных, результатов ВСП и другим материалам представление о строении складки изменилось. В настоящее время структура по отражающему горизонту III представляет собой вытянутую в субширотном направлении складку. Складка по изогипсе минус 4100 м имеет размер 6,0 км × 3,5 км и амплитуду 200–250 м.

Подтверждением приподнятого залегания палеозойских отложений на Еленовском валу служат результаты анализа толщин артинских и среднекаменноугольных отложений скважин 40-А, 1 Табаковской и 2 Еленовской в направлении от АГКМ к Еленовскому валу. Так, толщина артинских отложений закономерно уменьшается от 57 м (скв. 40-А) до 40 м (скв. 1 Табаковская) и 22 м (скв. 2 Еленовская).

Из комплекса среднекаменноугольных в скв. 2 Еленовская присутствуют только отложения краснополянского горизонта. Это свидетельствует о длительном и устойчивом воздымании Еленовского вала в конце среднекаменноугольного и предкунгурского время. Возможно, эта унаследованность развития распространяется и на более древние отложения карбона и девона.

Литолого-формационный фактор заключается в том, что в составе подсолевого палеозойского осадочного чехла в пределах Еленовской структуры выделяются четыре литолого-стратиграфических комплекса с различной степенью изученности. Первый из них стратиграфически охватывает карбонатные отложения башкирского, серпуховского и визейского ярусов среднего и нижнего карбона. К поверхности этого комплекса приурочен отражающий сейсмический горизонт III. Этот комплекс наиболее изучен сейсморазведкой и вскрыт бурением несколькими скважинами. Сравнительный анализ разрезов скважин 2 Еленовской и 1 Табаковской указывают на малую стратиграфическую полноту этого комплекса в пределах Еленовского вала.

В скв. 2 Еленовской, в интервале 4080–3940 м вскрыты известняки чёрные, тёмно-серые, органогенно-обломочные с чёткими отпечатками крупных раковин моллюсков и примесью терригенного материала. Весь интервал характеризуется повышенной трещиноватостью и кавернозностью. Каверны имеют размер от 0,5 до 1 мм. Наблюдаются хорошо сформировавшиеся кристаллы кальцита. Стенки крупной трещины, секущей породу субпараллельно от керна, выполнены углистым веществом со следами подвижек. Стратиграфически эта пачка выделяется в объёме верхневизейско-серпуховского яруса и краснополянского горизонта башкирского яруса.

Известняки имеют высокую пористость и проницаемость. Отмечается наличие стабильной во времени гидродинамической связи пластов-коллекторов со скважиной. Тип коллектора преимущественно поровый и порово-трещинный.

Вторая пачка в интервале 3940–3848 м стратиграфически приурочена к северокельтменскому и прикамскому горизонтов башкирского яруса. Пачка сложена чёрными известняками, органогенно-обломочными, интенсивно битуминизированными. Твёрдые битумы пропитывают всю породу, обволакивают органогенные остатки, образуя пятнистую структуру. По трещинам и кавернам отмечаются отложения перекристаллизованных битумов. Пористость пачки низкая, за исключением маломощных пропластков, где она достигает 8–10 %. Трещиноватость интервала незначительная.

В начале фаменского века на различных участках территории Астраханского свода кратковременный подъём дна морского бассейна и некая обособленность осадконакопления сменились развитием дальнейшей трансгрессии моря и накоплением карбонатных отложений [3].

Второй комплекс пород представлен верхнедевонско-нижнекаменноугольными (верхнефранско-турнейскими) карбонатными отложениями. Вскрытая толщина турнейских отложений в скв. 1 Табаковской составляет 290 м, а толщина фаменских отложений – 450 м.

Турнейские отложения представлены известняками биоморфно-детритовыми с большим количеством фрагментов члеников криноидей, раковин брахиопод. Трещины заполнены битуминизированным веществом.

Указанные два комплекса образуют единую карбонатную формацию с широким развитием в нижнекаменноугольной толще рифовых тел.

Третий промежуточный комплекс сложен терригенно-карбонатными отложениями франского яруса. Данный комплекс является переходным между терригенной среднедевонской и вышележащей карбонатной формациями.

Франский ярус в скв. 1 Табаковской в верхней части представлен толщей доломитизированных известняков и доломитов в виде чередования плотных и менее плотных прослоев. Породы кавернозны. Выделяются отдельные интервалы с высокой пористостью. В нижней части разрез литологически сложен переслаиванием песчаников и аргиллитов. Пористость песчаников не более 5–6 %. Толщина яруса в скв. 1 Табаковской составляет 550 м.

Отложения пашийского горизонта потенциально продуктивны в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и прибортовой части Прикаспийской впадины.

Четвёртый комплекс представлен терригенными отложениями среднего девона и может быть охарактеризована как терригенная формация.

Перспективным объектом в левобережной части Астраханского свода являются терригенные нижне-среднедевонские отложения Еленовского купола.

Продуктивность разреза Еленовской площади обусловлена активностью зональных тектонических движений, что привело к повсеместному запечатыванию седиментационных пор и ограничению проявлений процессов растворения и выноса материалов. Сформировавшийся коллектор характеризуется наличием остаточных мелких пор с плохой сообщаемостью. Отмечается закономерное её снижение для всех литогенетических типов пород на 39 %. Широкое развитие получила вторичная нетекстурообразующая (трещинная) пористость в виде литогенетических горизонтальных и субгоризонтальных трещин. В отдельные периоды времени происходило формирование каверновой пористости [2, с. 80].

Для залежей УВ терригенного девона региональной покрывкой может служить глинистая толща кыновского горизонта, что подтверждается скважинами 2 Девонской и 1 Табаковской. Покрывками для залежей УВ в верхнедевонской терригенной субформации могут являться глинистые толщи внутри разреза, в том числе аргиллиты пашийского горизонта. Сохранение залежей УВ в верхнефранско-турнейском карбонатном комплексе прогнозируется при наличии в разрезе тульского и бобриковского горизонтов аргиллитов и глинистых известняков, которые могут играть роль покрывок (отражающий сейсмический горизонт Б).

Еленовский купол рассматривается как локальное осложнение крупного тектонического поднятия – Левобережного, выделяемого в основании Астраханского карбонатного массива, в его гипсометрически наиболее приподнятой северо-восточной части. Предполагалось, что северо-восточная граница как Левобережного поднятия, так и осложняющего его Еленовского купола не выходит за контуры Астраханского карбонатного массива. Однако, как показали работы последних лет на Еленовской площади и в Заволжском прогибе, Левобережное поднятие на уровне додевонской поверхности несогласия не просматривается. На его месте рисуется обширная терраса, примыкающая к склону контрастного высоко амплитудного (600 м) вала северо-западного простирания. Этот вал был выделен по региональным профилям по материалам сейсморазведки. Он протягивается вдоль северо-восточного склона карбонатного массива, в северо-западном направлении, на расстояние более 80 км от берега Каспийского моря на юге до Еленовской структуры на севере. В тектоническом отношении этот вал является структурой второго порядка. Его следует рассматривать как один из высокоперспективных объектов. Его ресурсный потенциал составляет не менее 1 млрд т усл.топлива [1, с. 185].

Список литературы

1. Астраханский карбонатный массив: Строение и нефтегазоносность / под ред. Ю. А. Воложа, В. С. Парасыны. – Москва : Научный мир, 2008. – 221 с.
2. Косачук, Г. П. Нефтегазоносность Астраханского свода. Обзорная информация / Г. П. Косачук // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва, 2004. – 95 с.
3. Федорова, Н. Ф. Цикличность осадконакопления и нефтегазоносность отложений осадочного чехла Астраханского свода. Обзорная информация / Н. Ф. Федорова, В. А. Григоров // Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. – Москва, 2004. – 63 с.
4. Федорова, Н. Ф. Модель структурного плана каменноугольного и девонского комплексов отложений Астраханского свода / Н. Ф. Федорова // Газовая промышленность. – 2003. – № 1. – С. 48–50.

References

1. *Astrakhan carbonate massif: Structure and oil and gas potential*. Ed. by Yu. A. Volozh, V. S. Parasyana. Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2008, 221 p.
2. Kosachuk, G. P. Oil and gas potential of the Astrakhan arch. Overview information. *Geology and exploration of gas and gas condensate fields*. Moscow, 2004, 95 p.
3. Fedorova, N. F., Grigorov, V. A. Cyclical sedimentation and oil and gas bearing deposits of the sedimentary cover of the Astrakhan arch. Overview information. *Geology and exploration of gas and gas condensate deposits*. Moscow, 2004, 63 p.
4. Fedorova, N. F. Model of the structural plan of the Carboniferous and Devonian complexes of deposits of the Astrakhan arch. *Gas industry*, 2003, no. 1, pp. 48–50.

СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНЫЕ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
КУНГУРСКОЙ СОЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ АСТРАХАНСКОГО СВОДА

**Ушивцева Любовь Франковна**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: ushivceval@mail.ru

Знание горно-геологических условий разреза проектируемых к строительству скважин и прогноз возможных осложнений в процессе бурения является весьма актуальным в любом регионе нефтегазодобычи. Особенно актуален этот вопрос при строительстве скважин в солеродных бассейнах с наличием солей различного состава – галита, бишофита, карналлита. Неоднородность строения соленосной толщи и присутствие в ней пород различного литологического и минералогического состава, с неодинаковыми геолого-геофизическими и механическими свойствами, градиентами порового и пластового давлений обуславливают различного рода осложнения: породопроявления, пластическое перемещение солей и вязких пластичных глин, которые вызывают сужение ствола, прихваты, смятие обсадных колонн; поглощения глинистого раствора в межсолевых пластах, рапопроявления. Данные виды осложнений фиксируются при строительстве скважин в Днепровско-Донецкой, Восточно-Кубанской, Амударьинской, Прикаспийской впадинах и большинство из них связаны с солями и межсолевыми отложениями. Ликвидация осложнений приводит к увеличению сроков строительства и стоимости скважин, в связи с чем прогноз горно-геологических условий проектируемых скважин является важным при составлении проектной документации. В настоящей статье рассмотрены структурно-текстурные особенности и геолого-геофизические параметры пород солевой части разреза Астраханского сводового поднятия, проанализированы условия возникновения осложнений. Установлена связь геологических факторов: литологического состава, структурно-текстурных особенностей, геолого-геофизических свойств внутри-солевых пород и солей и технологических факторов (повышенная или недостаточная плотность глинистого раствора) с имеющимися место осложнениями. Знание горно-геологических условий разреза проектируемой скважины на предпроектной стадии, несовместимость соленосного, надсолевого преимущественно терригенного и подсолевого карбонатного разреза позволяет: выбрать соответствующую конструкцию