

УДК 553.982.23.05

ПРИКАСПИЙСКАЯ ВПАДИНА: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОЙ БОРТОВОЙ ЗОНЫ



К.О. ИСКАЗИЕВ¹,
кандидат геол.-мин. наук,
заместитель
председателя Правления
по геологии и разведке



Н.Г. МАТЛОШИНСКИЙ^{2*},
кандидат геол.-мин. наук,
технический директор



С.Ф. ХАФИЗОВ³,
доктор геол.-мин. наук,
заведующий кафедрой
геологии углеводородных
систем, профессор

¹АО «Национальная компания «КазМунайГаз»,
Республика Казахстан, 010000, г. Нур-Султан,
Есильский район, пр. Кабанбай батыра, 19

^{2*}ТОО «Reservoir Evaluation Services»
Республика Казахстан, 050044, г. Алматы, ул. Ахмедиярова, 24

³Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина,
Российская Федерация, 119991, г. Москва, проспект Ленинский, дом 65, корпус 1

Необходимость дальнейшего наращивания запасов УВ в нефтегазоносных бассейнах РК очевидна. Такое наращивание в первую очередь связывается с Прикаспийской впадиной. Помимо надсолевого комплекса, во впадине наращивание запасов возможно за счет палеозойских отложений, залегающих на повышенных глубинах в прибортовых зонах, в частности в Северной бортовой зоне (СБЗ). В работе рассматриваются особенности строения преимущественно терригенного заполнения внутренней прибортовой части СБЗ в свете перспектив ее нефтегазоносности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Северная бортовая зона, седиментация, тектоника, перспективы нефтегазоносности, терригенный конус выноса, дельта, коллектор, карбонатный шлейф.

*Автор для переписки. E-mail: nmatloshinskiy@gmail.com

КАСПИДЕГІ ШҰҢҒЫМА: СОЛТҮСТІК ЖАҒАЛАУ АЙМАҒЫНЫҢ ЖАҢА КЕЛЕШЕГІ

К.О. ИСКАЗИЕВ¹, гео-мин. ғыл. кандидаты, басқарма төрағасының геология және барлау жөніндегі орынбасары

Н.Г. МАТЛОШИНСКИЙ^{2*}, гео-мин. ғыл. кандидаты, техникалық директор

С.Ф. ХАФИЗОВ³, геология-минералогия ғылымдарының докторы, көмірсутек жүйелерінің геология кафедрасының меңгерушісі, профессор

¹«ҚазМұнайГаз» ұлттық компаниясы» АҚ,
Қазақстан Республикасы, 010000, Нұр-Сұлтан қ., Қабанбай батыр даңғылы, 19

²«Reservoir Evaluation Services» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, 050044, Алматы қаласы., Ахмедияров көшесі, 24

³Атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ университеті Губкина И. М.,
Ресей Федерациясы, 119991, Мәскеу қ., Ленинский даңғылы, 65, 1 корпус

Қазақстан Республикасының мұнай және газ бассейндеріндегі көмірсутек қорларын одан әрі ұлғайту қажеттілігі айқын. Мұндай қалпына келтіру ең алдымен Каспий бассейнімен байланысты. Депрессиядағы супрастальды кешеннен басқа, қорлардың жинақталуы палеозой шөгінділерінің арқасында аспаптық аймақтардағы, әсіресе Солтүстік борттық аймақта (СБА) жоғары тереңдікте пайда болады. Мақалада SBZ ішкі бақылау бөлігін терригенді толтырудың құрылымдық ерекшеліктері оның мұнай-газ әлеуетінің перспективаларына байланысты қарастырылған.

НЕГІЗГІ СӨЗДЕР: Солтүстік жағалау аймағы, седиментация, тектоника, мұнайгазды тасымалдаудың келешегі, терригендік конусты шығу, дельта, коллектор. карбонатты шлейф

CASPIAN DEPRESSION: NEW PROSPECTS NORTH BOARD AREA

K.O. ISKAZIEV¹, PhD, Deputy Chairman of the Board for Geology and Exploration

N.G. MATLOSHINSKIY^{2*}, PhD, Technical Director

S.F. KHAFIZOV³, Doctor of Geology, Head of the Department of Geology of Hydrocarbon Systems, Professor

¹JSC "National Company "KazMunayGas",
Republic of Kazakhstan, 010000, Nur-Sultan, Esil district, 19, Kabanbay batyr ave.

²«Reservoir Evaluation Services» LLP
Republic of Kazakhstan, 050044, Almaty, Akhmediyarov st., 24

³«Gubkin Russian State University of Oil and Gas» (National Research University))
65 Leninsky Prospekt, Room 327, Moscow, 119991, Russia

The need to further increase hydrocarbon reserves in the oil and gas basins of the Republic of Kazakhstan is obvious. Such a buildup is primarily associated with the Caspian basin. In addition to the postsalt complex in the basin, the accumulation of reserves is possible due to Paleozoic deposits occurring at elevated depths in the instrument на Escarpment, in particular in the Northern Escarpment Zone (NEZ). The paper considers the structural features of the predominantly terrigenous filling of the inner pre-escarpment zone of the NEZ in the light of the prospects of its oil and gas potential.

KEY WORDS: Northern Escarpment Zone, sedimentation, tectonics, oil and gas prospects, terrigenous drift cone, delta, reservoir, carbonate plume.

Северная Бортовая зона (СБЗ) Прикаспийской впадины хорошо известна своими перспективами нефтегазоносности. Эти перспективы, в первую очередь, связаны с подсолевыми отложениями. Кроме всемирно известного Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ), они связаны со среднедевонскими и турнейскими продуктивными комплексами Чинаревского ГКНМ, турнейскими и башкирскими комплексами Рожковского НГКМ, артинскими карбонатными отложениями Тепловско-Токаревской группы НГКМ, башкирским комплексом Деркульской группы НГКМ и небольших по запасам нефтяных месторождений: Приграничного (D_3), Первосоветского (D_2). Кроме подсолевого комплекса, продуктивность установлена в межсолевых калиновских карбонатных отложениях на месторождениях Каменское (газовое с небольшим содержанием конденсата) и Южно-Гремячинское (нефтяное).

Широкие масштабы нефтегазоносности подсолевого комплекса бортовой зоны, непосредственно переходящей к югу во внутреннюю прибортовую зону, с преимущественным развитием депрессионных (condensed section), богатых органикой палеозойских образований, согласуются с высокими их генерационными свойствами. Иными словами, можно полагать, что любые ловушки как структурного, так и неструктурного типов в пределах этого обширного региона будут заполнены УВ до замка. Возникнет вопрос, какими именно УВ по фазовому составу, ловушки могут быть заполнены? Мощное влияние второй газовой волны генерации чувствуется в УВ Карачаганака, Деркульской зоны и на Рожковском месторождении, меньше она проявилась на Чинаревском месторождении и для Тепловско-Токаревской группы, в то время как два небольших месторождения, расположенных севернее, дальше от бортовой зоны имеют нефтяной состав.

СБЗ изучена достаточно неплохо, как сейсмическими исследованиями, так и буровыми работами. Однако, эта изученность в основном касается узкой прибортовой полосы СБЗ, где подсолевые отложения достаточно быстро погружаются на глубины от 4–5 км до 6–7 км (рисунки 1). Кроме того, основной объем геологоразведочных работ был выполнен еще в советское время, часть материалов безвозвратно утеряна, часть требует усилий по доведению их до современных требований. В связи с этим очень актуальной является задача по сбору, ремастерингу и переинтерпретации старых сейсморазведочных и скважинных данных с использованием возможностей современного оборудования и программного обеспечения.

Такого рода проекты имеют уже довольно долгую историю. В частности, при участии одного из авторов данной работы, в середине нулевых годов был выполнен проект по сбору и унификации огромного объема (несколько десятков тысяч погонных километров) сейсморазведочных данных в юго-западных районах Западной Сибири. Общее количество сейсморазведочных данных в пределах всей СБЗ также исчисляется десятками тысяч погонных километров профилей 2D, в том числе региональных и тех, из которых могут быть составлены композитные квази-региональные профили, и тысячами квадратных километров 3D. Поражает воображение количество пробуренных в пределах зоны поисково-разведочных скважин – несколько сотен, и это не включая эксплуатационные скважины, в первую очередь на Карачаганакском и Чинаревском месторождениях. Несмотря на ограниченный, по

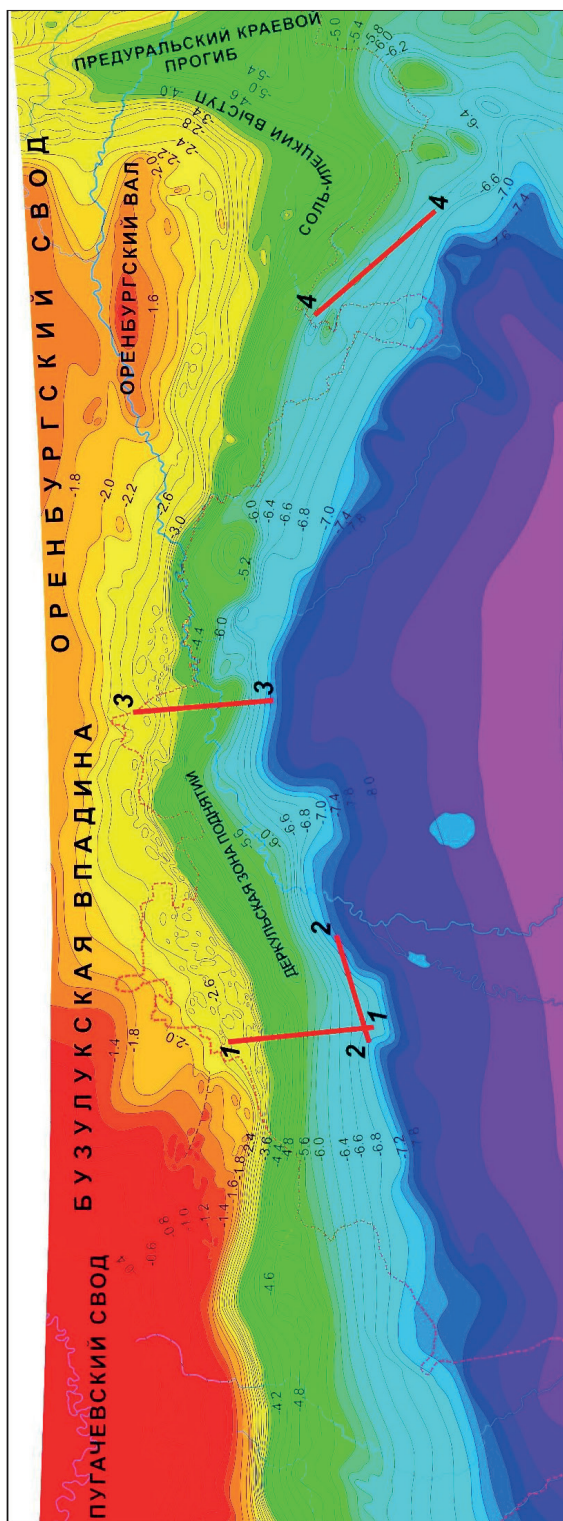


Рисунок 1 – Северная бортовая зона Прикаспийской впадины.

Структурная карта поверхности подсолевого (докунгурского) палеозойского комплекса Прикаспийской впадины, редакторы: Волчегурский Л.Ф., Турков О.С., Шлезингер А.Е., 1983 (фрагмент), по [3].

Положение глубинных сейсмических разрезов (рисунки 3–6) показано линиями красного цвета.

современным представлениям, комплекс ГИС, а также плохую, из-за ненадлежащих условий хранения, сохранность керна (первыми разрушаются галоиды, сульфаты и глинистые минералы, но и карбонаты и терригенные осадки также подвергаются деформации), комплексное использование этого наследия позволит сформировать достаточно обоснованное представление о геологическом строении региона.

Есть очень хорошее понимание строения осадочного чехла, начиная с отложений эйфельского яруса среднего девона по артинский ярус нижней перми [1–4]. В то же время состав и характер подсолевых отложений во внутренней части впадины в основном только предполагается на основе экстраполяции строения прибортовой зоны. Практически нет данных о возможном объеме и составе отложений нижнего палеозоя – ордовика, силура и кембрия. Естественно, что экстраполяция состава из обрамления во внутреннюю часть исходит из того, что три карбонатных комплекса (верхнедевонско-турнейский, визейско-башкирский и московско-артинский) в ней будут представлены маломощными депрессионными отложениями, а разделяющие их нижневизейско-бобриковский и позднебашкирско-верейский терригенные комплексы будут резко разрастаться в толщине, приводя к заполнению впадины и особенно прибортовых частей (рисунки 2–6).

Основное число открытых месторождений связано преимущественно с седиментационными структурами внешнего обрамления Прикаспийской впадины, которая по сложившейся практике геологоразведочных работ, изучена геофизическими исследованиями и глубоким бурением более детально. Суммарные запасы углеводородов месторождений в пределах структур внешнего обрамления составляют

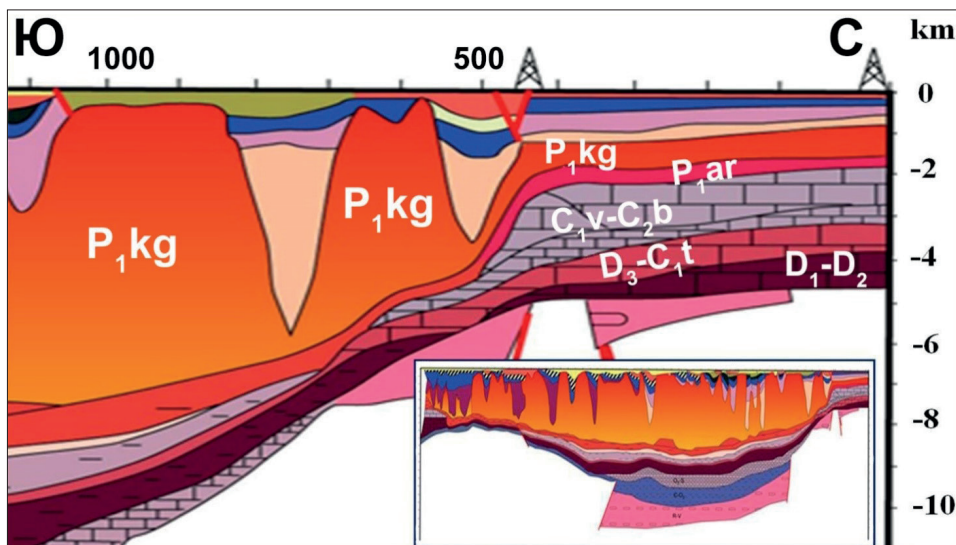


Рисунок 2 – Модель заполнения осадками Северной бортовой зоны. Разрез Прикаспийской впадины по линии Жамбай-Карачаганак, по [4].

55% осадочного выполнения впадины составляют нижнепалеозойские отложения (5–6 км), а 45% – верхний палеозой, в котором терригенные отложения среднего-нижнего карбона и отложения среднего девона играют главную роль.

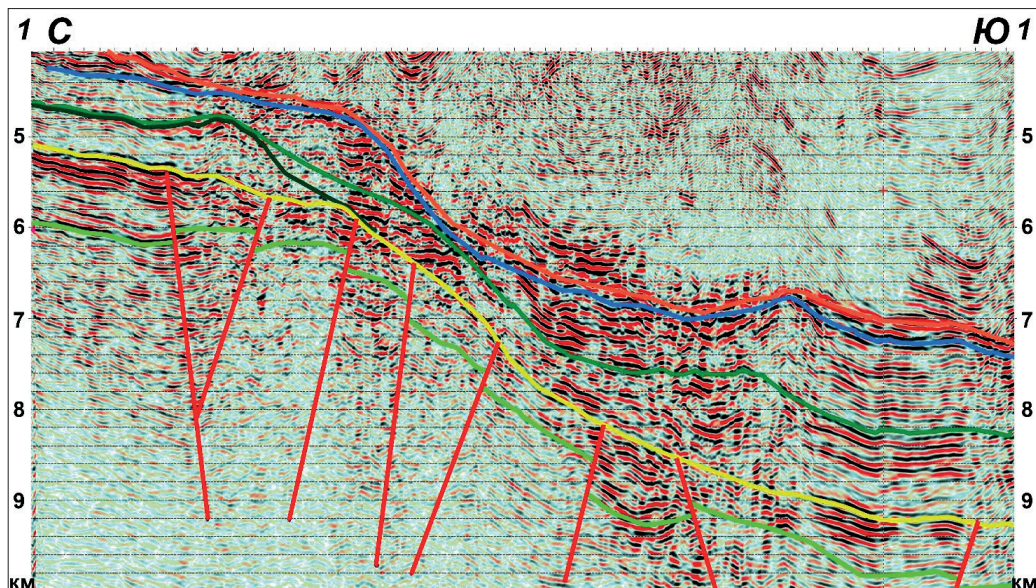


Рисунок 3 – Глубинный сейсмический разрез внутренней части СБЗ на продолжении Карповского выступа фундамента по линии 1–1 (см рисунок 1).

Горизонты: оранжевый – P_1 ; синий – P_2 ; зеленый – C_2 ; желтый – P_3 ; светло-зеленый – D_1 .

В основании обеих терригенных толщ, залегают маломощные депрессионные карбонатные отложения верхнедевонско-турнейского и визейско-башкирского комплексов.

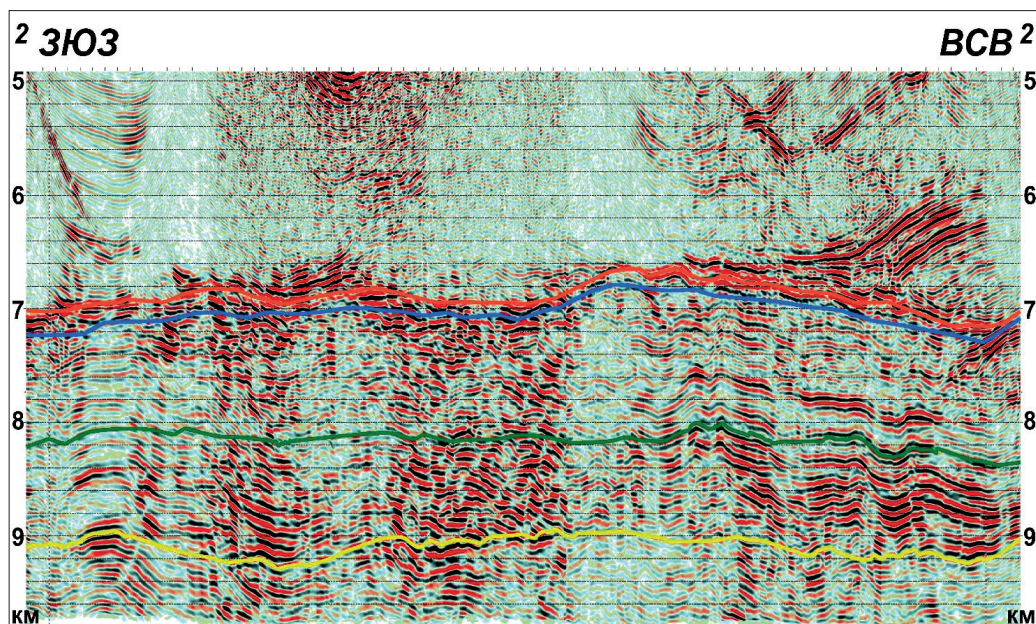


Рисунок 4 – Глубинный сейсмический разрез внутренней части СБЗ на продолжении Карповского выступа фундамента по линии 2–2

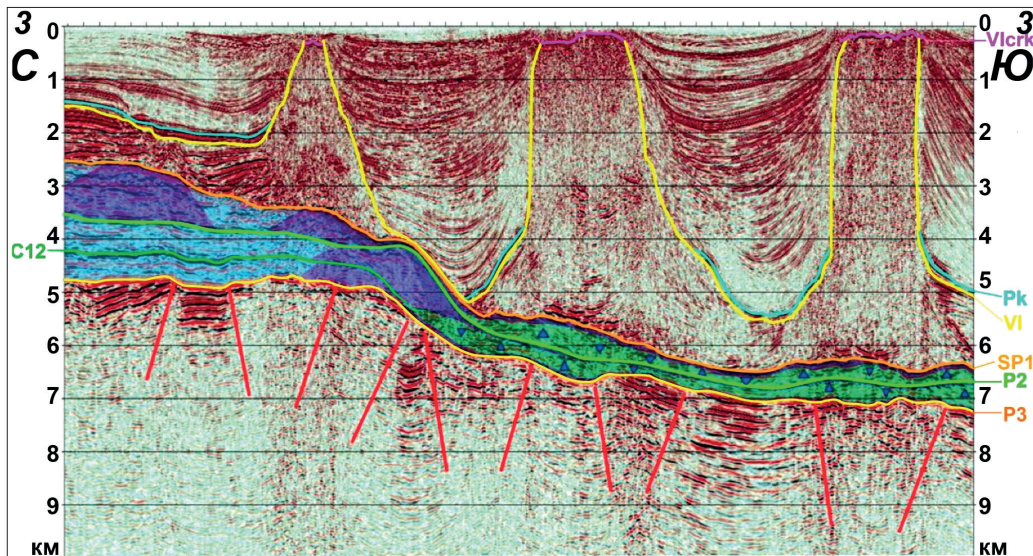


Рисунок 5 – Глубинный сейсмический разрез внутренней прибортовой части СБЗ на продолжении Чинаревского выступа фундамента по линии 3–3.
Зеленая заливка – карбонатный шлейф.

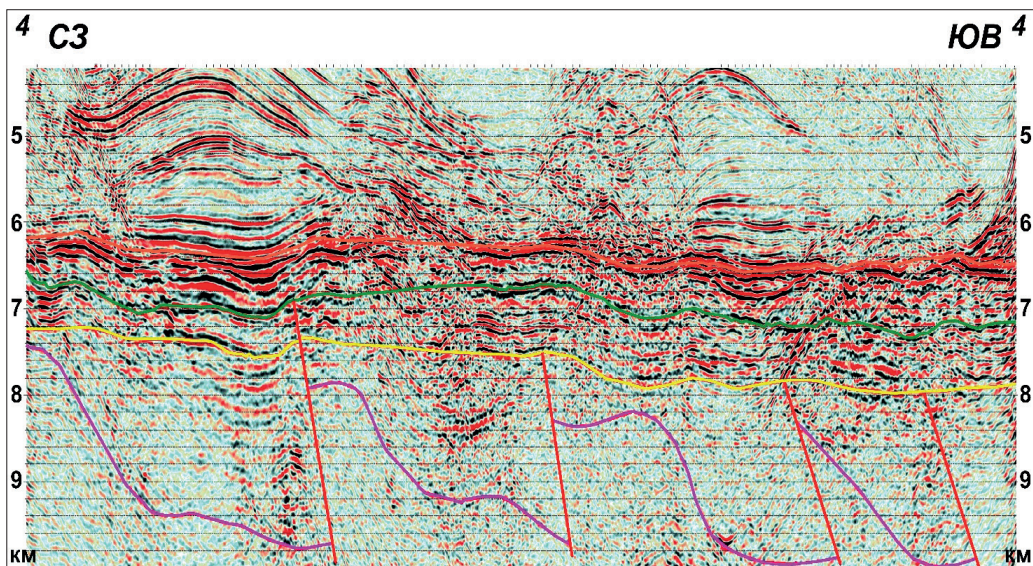


Рисунок 6 – Глубинный сейсмический разрез внутренней прибортовой части СБЗ в пределах Кобландинского выступа фундамента по линии 4–4.
Горизонт фиолетового цвета – фундамент, или основание нижнепалеозойского комплекса (ордовик-силур-кембрий).

около 10% от разведанных запасов СБЗ. А порядка 90% запасов сконцентрированы в уникальном Карачаганакском НГКМ в пределах внутренней прибортовой части СБЗ. Длительные поиски структур типа Карачаганак в пределах всей СБЗ, выделенной в Северо-Западную нефтегазоносную область, оказались безуспешными и на достигнутом уровне геолого-геофизической изученности очевидно, что структурных форм, подобных Карачаганаку, в разрезе докунгурского палеозоя нет, а значительная часть известных мелких ловушек уже опойскавана.

В связи с этим возникает актуальный вопрос о дальнейших перспективах нефтегазоносности рассматриваемого района. Ответ на него может быть получен на основании комплексного анализа накопленных геолого-геофизических и геохимических данных, включающего уточнение поэтажной структурной модели от поверхности фундамента до кровли подсолевых отложений и создание современной схемы структурно-тектонического районирования; корректировку представлений о режимах развития на докунгурском этапе геологической истории; обоснованное расчленение разреза на толщи-резервуары и толщи-покрышки разного класса; выделение в разрезе генерационных комплексов с оценкой их нефтегазоносного потенциала и степени его реализации; определение наиболее вероятных направлений миграции углеводородов и наиболее вероятных районов и зон аккумуляции; обоснование первоочередных направлений и объектов поисково-разведочных работ, в том числе первоочередных комплексов, районов и разнотипных локальных объектов; оценку вероятных масштабов новых открытий.

Такая работа еще предстоит в будущем; в настоящей же статье кратко рассмотрим особенности строения внутренней прибортовой части СБЗ по имеющимся характерным сейсмическим пересечениям ее в различных частях (см. рисунки 3–6). Наибольшего интереса заслуживают существующие представления о характере заполнения бортовой зоны впадины. На представленном выше *рисунке 2* приведена модель заполнения осадками Северной бортовой зоны, представляющая собой современные устоявшиеся представления о характере развития этой части разреза [4].

Эта модель подтверждается и при рассмотрении приведенных в настоящей работе глубинных сейсмических разрезов. Но, в то же время, это достаточно упрощенное представление, которое не учитывает характера привноса материала во впадину. Из представленных разрезов следует, что восточная часть внутренней прибортовой части СБЗ заполнена палеозойскими отложениями в меньшей степени, и здесь доминируют в разрезе девонские отложения, тогда, как и пермская и каменноугольные подсолевые части разреза представлены преимущественно конденсированными маломощными депрессионными отложениями (см. рисунки 5–6). Иное дело западная часть СБЗ (см. рисунки 3–4), где широко развиты аккумуляционные толщи терригенного заполнения впадины на уровнях ранневизейско-бобриковского и позднебашкирско-верейского. Эти толщи соответствуют эпохам падения уровня моря и смены карбонатной седиментации на терригенную.

По всей видимости, водные потоки, реки, которыми терригенный материал приносился во впадину, впадали в нее преимущественно в западной части. Огромные массы терригенного материала скапливались в дельте рек в виде мощных конусов выноса, и затем в водной среде под воздействием прибрежных и других течений,

непрерывной волновой деятельности и приливно-отливных явлений, когда океан Палеотетис еще был открыт, всеми этими агентами терригенный материал разносился по впадине, сортировался или перемешивался. Наибольший интерес могут представлять конусы выноса, и в первую очередь подводные конусы (basin floor fan).

Естественно, что перспективы нефтегазоносности восточной и западной частей СБЗ будут различаться. Для западной части перспективы следует связывать с древним глубоким шельфом, по примеру сегодняшних работ на шельфе западной Африки, Южной Америки, Индостана и Южной Азии. Вполне можно предположить, что в тех районах, которые связаны с мощной терригенной седиментацией, значительные перспективы связаны с подводными конусами выноса различного генезиса. Для этого необходимо на основе анализа имеющихся данных сейсморазведки попытаться закартировать эти конуса выноса, закартировать палеodelьтовые комплексы со всеми особенностями их строения. По-видимому, здесь можно ожидать различные стратиграфические ловушки, связанные, кроме конусов выноса, также и с баровыми песчаниками. При этом комплексы баровых песчаников, как и комплексы конусов выноса, могут распространяться на большие площади.

На *рисунке 3* можно видеть картину волнового поля, сходную с дельтовым комплексом, когда краевые части (авандельта, продельта) сложены более грубыми песчаниками, которые в результате действия процессов уплотнения образуют характерные формы с приподнятыми краями. Такого рода особенности можно проследить в обоих терригенных комплексах и в нижнекаменноугольном (нижневизейско-бобриковском) и в среднекаменноугольном (верхнебашкирско-верейском). То, что наиболее приподнятые части комплексов в плане не совпадают, подтверждает их реальность и указывает на то, что это не остаточные скоростные явления из-за соляного купола. Кровля дельтового среднекаменноугольного комплекса находится на глубине 6800 м (абс.), кровля нижнекаменноугольного находится на глубине 7700 м (абс.).

Также продуктивными здесь могут быть склоновые конусы (slope wedge, lowstand progradation wedges) – мощная толща терригенных отложений, примыкающая к карбонатному склону и залегающая выше дельтового комплекса (–6700 м абс.) для среднекаменноугольной части разреза. В то же время склоновые клиноформы раннекаменноугольного возраста залегают существенно выше – на отметке –6000 м. При этом необходимо учитывать состав нижнекаменноугольного терригенного комплекса, в котором, наряду с терригенной составляющей, большую роль играет карбонатная – радаевский карбонатный комплекс, который, при благоприятных условиях, мог формировать карбонатные мелководно-морские толщи.

Проградационный характер терригенной толщи на восток можно видеть на разрезе по линии 2–2 (*см. рисунок 4*). Здесь дельтовый комплекс развит более выражено, чем в пределах разреза 1–1 (*см. рисунок 3*), что проявляется в наличии выраженных наклонных отражений в восточном направлении, отражающих палеокраевые части. Характерный холмистый характер отражений отмечает положение основных масс конусов выноса, а смена типов волнового поля от переслаивающегося к ослабленному однородному холмистому, скорее всего, указывает на переход от глинистых частей разрезов (переслаивание песчаника и глины) к более песчанистым. И если нижнекаменноугольная секция комплекса

характеризуется более однородным составом, где участки развития песчаников приурочены к отдельным частям разреза, то в верхней среднекаменноугольной части видно, как достаточно мощные клиноформы, развитые в нижней части разреза на западе, сменяются мощными клиноформами в верхней части на востоке, отражая проградационное смещение.

Очевидно, что дальнейшее изучение перспективности обозначенных терригенных клиноформ упирается в два момента. Первый – это повышенная глубина их залегания, когда скважины нужно бурить на глубину 7,0–7,5 км. Второй – связан с коллекторскими свойствами и, вследствие этого, со способностью потенциальных коллекторов обеспечить соответствующие притоки УВ, чтобы бурение скважин было экономически оправданным. Данный вопрос нужно готовить уже сейчас. Ведь ситуация с перспективами новых открытий пока остается достаточно неопределенной, если речь идет о крупных обнаружениях, которые могут стать гарантией поддержания достигнутых уровней добычи в РК в будущем.

Восточная часть СБЗ характеризуется слабым присутствием привнесенного водными потоками терригенного материала, здесь преобладают депрессионные карбонатные отложения и, очевидно, шлейфы мелководных карбонатных отложений, сносимые временными потоками в бассейн с прилегающих карбонатных платформ. Такие отложения были вскрыты во внутренней части СБЗ в скв. УГС–3 Долинская, где в фаменной части разреза были описаны мелководно-морские карбонатные олистостромы, перекрытые привнесенным оолитовым турнейским материалом, залегающим в глиняной матрице. Основным объектом поисков могут быть мощные карбонатные шлейфы, развитые по периферии не только Карачаганакской постройки, но и карбонатных платформ.

Так, например, есть основания полагать, что в пределах Кобландинской зоны (см. рисунок 6) позднедевонская карбонатная седиментация может формировать обширные карбонатные постройки на подстилающем среднедевонском цоколе. Здесь же можно видеть характер развития нижнепалеозойских отложений, приуроченных к фронтальным прогибам мощных зон сжатия, что также может оказать влияние на характер нефтегазоносности, в частности, как дополнительный локальный источник УВ, который может внести определенные изменения в картину их распределения.

Необходимо со всей определенностью сказать, что в Прикаспийской впадине перспективы открытия крупных скоплений УВ следует связывать с повышенными глубинами в 6–8 км. Отложения на этих глубинах находятся в прибортовых зонах, которые, в силу своего структурного положения, располагаются на путях миграции УВ и являются зонами их аккумуляции. Вопрос заключается в развитии коллекторов и прогнозе их качества.

Для терригенной части очень важно изучить геометрию клиноформ, максимально восстановить особенности осадконакопления с восстановлением источников терригенного материала. На этой основе можно делать попытки прогноза коллекторов. Кроме того, необходим будет сравнительный анализ выявленных клиноформ с изученными среднекаменноугольными клиноформами Саратовской части бортовой зоны, где мощный терригенный верейский комплекс залегает на более доступной глубине и вскрыт скважинами.

Для карбонатной восточной части важно определиться с характером проявления тектогенеза как среднефранского-предбурежского [1], так и других его этапов, включая и формирование регионального наклона. Наряду с тектогенезом представляет интерес развитие циклов осадконакопления на фоне цикличности колебаний уровня моря. Синергия этих процессов определяла характер распределения мелководно-морской карбонатной седиментации, а также возможность и характер развития карбонатных шлейфов, что обусловило предпосылки нефтегазоносности данного района.

В заключение необходимо отметить, что, чем раньше на хорошей методической основе будет начато изучение перспектив нефтегазоносности относительно погруженных, и по этой причине еще слабоизученных, частей бортовых зон Прикаспийской впадины, тем более определенной будет перспектива будущего наращивания запасов. То, что уже сейчас нужно активно приступать к задаче поисков крупных скоплений, чтобы к 2030-му году подготовить запасы для поддержания и даже дальнейшего роста добычи в Республике, особых сомнений не вызывает. Такая работа может проводиться на основе частно-государственного партнерства – с участием компаний, для которых наращивание запасов в определенных частях бортовых зон впадины является насущной задачей. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Абрамов В.А., Подгорная Е.В. и др. Характер стратиграфических соотношений в девонских отложениях и основные этапы формирования юго– западной части Бузулукской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. – 1994. – № 6. – С. 17–22. [Abramov V.A., Podgornaya E.V. i dr. Kharakter stratigraphicheskikh sootnosheniy v devonskikh otlozheniyah i osnovnye etapy formirovaniya yugo-zapadnoy chasti Buzulukskoy vpadiny // Nedra Povolzhia i Prikaspiya. – 1994. – № 6. – S. 17–22.]
- 2 Проблемы развития сырьевой базы Прикаспийского нефтегазоносного комплекса / Воцалевский Э.С., Кононов Ю.С., Саввин В.А., Федоров Д.Л. – М.: – 1991. 170 с. [Problemy razvitiya syrievoy bazy Prikaspiyskogo neftegazonosnogo kompleksa / Votsalevskiy E.S., Kononov J.S., Savvin V.A., Fedorov D.L. – М.: – 1991. – 170 s.]
- 3 Нефтегазоносность палеозойской шельфовой окраины севера Прикаспийской впадины. // Куандыков Б.М., Матлошинский Н.Г., Сентгюрги К. и др. Алматы. – 2011. – 340 с. [Neftegazonosnost paleozoyskoy shelfovoy okrainy severa Prikaspiyskoy vpadiny // Kuandykov B.M., Matloshinskiy N.G., Szentgyorgiy K. at all. – Almaty. – 2011. – 340 s.]
- 4 Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. / Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа // Труды ГИН РАН. – Вып. 543. – М.: – Научный мир. – 2004. – 526 с. [Osadochnye basseyny: metodika izucheniya, stroenie i evoluciya / Pod red. J.G., Leonov and J.A. Volozh // Trudy GIN RAN. – Vyp.. 543. – М.: – Nauchniy Mir. – 2004. – 526 s.]