

О ПУТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ БАССЕЙНОВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Н.Г. МАТЛОШИНСКИЙ*,
кандидат геол.-мин. наук,
технический директор

ТОО «Reservoir Evaluation Services»
Республика Казахстан, 050044, г. Алматы, ул. Ахмедиярова, 24

Повышение привлекательности недр Республики для инвестиций с целью наращивания УВ потенциала связывается с рядом условий, реализация которых должна проводиться на основе возобновления регионального изучения бассейнов, для получения целостного представления об их потенциале в свете учения об углеводородных системах (УВС). По Прикаспийской впадине предлагается провести ремастеринг всех старых региональных профилей, их переобработку и переинтерпретацию, как подготовку надежной региональной основы ГРП. Методику поисков на доступных глубинах залежей в надсолевом комплексе, в том числе и крупных, предлагается отработать, опираясь на МОГТ ЗД, проведенный на большой площади с полным охватом нескольких куполов и мульд. Аналогичные работы для получения целостного представления о перспективах с учетом специфики строения предлагается проводить и в других бассейнах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: перспективы нефтегазоносности, программные продукты, интегрированные исследования, углеводородные системы, региональное изучение, целостные представления, отработка методики.

*Автор для переписки. E-mail: nmatloshinskiy@gmail.com, nikolay.matloshinskiy@reservoir.kz

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БАССЕЙНДЕРІНДЕГІ МҰНАЙ-ГАЗ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫН ІСКЕ АСЫРУ ЖОЛДАРЫ ТУРАЛЫ

Н.Г. МАТЛОШИНСКИЙ, геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, техникалық директор

«Reservoir Evaluation Services» ЖШС
24 Ахмедиярова к-сі, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы 050044

Көмірсутегі талшығының (КТ) әлеуетін арттыру мақсатында инвестициялар үшін Республика жер қойнауының тартымдылығын арттыру бірқатар шарттармен байланысты, олардың жүзеге асырылуы көмірсутегі жүйелерінің теориясы тұрғысынан олардың әлеуеті туралы тұтас көзқарас алу үшін бассейндерді аймақтық зерттеуге негізделуі керек. Каспий маңы шұңғымасында барлық ескі аймақтық бейіндерді қайта құру, оларды қайта өңдеу және геологиялық барлау жұмыстары үшін сенімді аймақтық негіз ретінде қайта түсіндіру ұсынылады. Тұзүсті кешеніндегі жетімді кен тереңдікте, оның ішінде МОГТ 3Д негізіндегі ірі кен орындарын бірнеше күмбездер мен мұльдаларды толығымен қамтыған үлкен аумақтарда іздеу әдістемесін әзірлеу ұсынылады. Құрылымның ерекшелігін ескере отырып, келешек туралы тұтас көзқарас алу үшін басқа бассейндерде де ұқсас жұмыстар жүргізу ұсынылады.

НЕГІЗГІ СӨЗДЕР: мұнай және газ перспективасы, бағдарламалық өнімдер, кіріктірілген зерттеулер, көмірсутек жүйелері, аймақтық зерттеу, тұтас көзқарастар, әдістемені. сынау.

THE WAYS OF THE OIL AND GAS PROSPECTS REALIZATION IN RK BASINS

N.G. MATLOSHINSKIY, technical director of LLP «Reservoir Evaluation Services»

ОО «Reservoir Evaluation Services»
Республика Казахстан, 050044, г. Алматы, ул. Ахмедиярова, 24

Increasing the attractiveness of the Republic's basins for investment in order to increase hydrocarbon potential is associated with a number of conditions, which must be implemented on the basis of renewed regional study of basins, in order to obtain a holistic view of their potential, based on hydrocarbon systems approach. For Precaspian basin, it is proposed to remaster all the old regional seismic profiles, re-process them and re-interpret them to prepare a reliable regional basis for geological exploration. To developing the method of exploration at the available depths in the post-salt complex, including large ones, based on the 3D CDP, conducted over a large area with full coverage of several salt domes and troughs. The similar works to obtain a holistic view of the prospects, taking into account the specifics of the structure, is proposed to be carried out in other basins.

KEY WORDS: Oil and gas potential, software products, integrated research, hydrocarbon systems, regional studies, holistic views, method development

Современная ситуация с наращиванием перспектив нефтегазоносности в различных бассейнах РК может быть определена одним словом – тревожная. Месторождения в старых добывающих районах (бассейнах), таких как: Прикаспийский, Южно-Мангышлакский, Устюртско-Бузачинский, Южно-Тургайский еще продолжают выявляться. Однако выявление месторождений носит преимущественно случайный характер и не подчинено какой-либо систематической логике их доосвоения. В новых и не очень новых бассейнах восточной, большей части Республики, первые, полученные результаты, возможно за исключением Зайсана, никакого серьезного продолжения не получили и работы там, по сути, замерли. Из не очень новых бассейнов южной части Республики (Аральский, Сырдарьинский, Чу-Сарысуйский) в плане прироста запасов тоже пока продвижения нет. Из того большого количества структур, которые во всех бассейнах намечались в канун нового тысячелетия (*рисунок 1*), открытий, кажется, могло быть значительно больше. Причиной сложившейся эффективности поисков является недостаточная подготовленность объектов. И если раньше в известных нефтегазоносных регионах достаточно было иметь структурную ловушку, чтобы практически гарантировать открытие залежи, то сейчас ситуация существенно изменилась. Фонд структурных ловушек в хорошо изученных бассейнах практически исчерпан, а в новых бассейнах наличие ловушки еще ничего не гарантирует. То же относится и к надсолевому комплексу Прикаспийской впадины. Здесь первостепенное значение имеет наличие путей поступления нефти в эти ловушки и их надежность. Таким образом, подготовка объектов в новых условиях, где доминирующую роль начинают играть ловушки неструктурного или комбинированного типа, а миграция УВ не очевидна, требует всестороннего изучения углеводородных систем.

Когда речь идет о привлечении инвестиций в нефтегазовую отрасль, радуясь тому, что многие бюрократические барьеры расчищаются, и Республика становится более привлекательной, нужно отдавать себе отчет на какие перспективы приглашаются инвесторы. Обычная практика такого рода состоит в том, что государство готовит почву для инвестиций.

Вряд ли правильно рассчитывать на частных инвесторов в деле решения накопившихся проблем с освоением еще неоткрытых залежей УВ. И только принятием законов, пусть даже и самых прогрессивных, сложившуюся ситуацию в ближайшей перспективе не поправить. Еще немалые, а возможно даже гигантские, запасы нефти и газа скрываются в недрах Республики, и это особых сомнений не вызывает [2]. Нужны иные подходы к освоению остаточных ресурсов старых бассейнов, и к оптимизации освоения новых.

Как минимум, есть три условия повышения эффективности ГРП: 1) хорошая техническая и технологическая оснащенность процесса изучения; 2) использование новейших достижений геологической науки, и 3) эффективная организация труда вовлеченных в изучение специалистов. Что касается вооруженности современными техникой и технологиями, то многие сервисные компании стремятся обходиться дешевыми средствами, предназначенными для иных целей, которые они просто приспособливают. Дешевые средства дают им преимущество в тендерах, где главное – поменьше потратить денег на исследования, и в итоге, вместо продвижения

вперед, наблюдается топтание на месте, так как дешевыми средствами серьезного изучения добиться не возможно.

Современные программные средства позволяют решать широкий спектр задач по изучению конкретного геологического разреза и проводить целенаправленные поиски перспективных объектов. Вряд ли можно заменить другими такие программные средства, как: GeoProbe, PaleoScan, GeoTeric, CycloLog, IC, Stratimagic и др. (рисунки 2). Объединение их в технологические цепочки позволяет максимально приблизиться к пониманию отражения в сейсмическом разрезе резервуара месторождения или перспективного объекта, и как это отражение меняется в пространстве.



Рисунок 2 – Программные средства, освоенные в ТОО «Reservoir Evaluation Services» в виде различных технологических цепочек

Вместе с седиментологическими исследованиями керна и каротажа, детальный анализ атрибутов, сейсмофаций и инверсия позволяют выявить и закартировать в пространстве геологические тела, отвечающие формированию отложений в определенный период времени, благодаря разнопорядковым колебаниям уровня моря. За счет построения зависимости величины сейсмического отклика от таких геотел с характеристиками коллекторов, включая и результаты разработки месторождений, в конечном итоге имеется возможность построения карт, отражающих многие детали строения резервуара месторождения. Пример таких возможностей в виде решения частных задач, картирования русловой системы, или определения площадного развития коллекторов, приведен на рисунках 3–6.

Кроме современной техники и технологий необходимы современные подходы, вооружение современными знаниями. В нашей практике достаточно широко применяются современные достижения геологической науки, такие как седиментологические модели осадконакопления, стратиграфия последовательностей (сиквенс-стратиграфия), тектоника плит и палеотектонические исследования, бассейновое моделирование и др. Однако в недостаточной степени привлекается учение об углеводородных системах – Petroleum systems [5, 6], благодаря которому выдвигается необходимость изучения всех аспектов УВ от генерации, миграции до аккумуляции и сохранности [3].

Если раньше основное внимание уделялось процессам аккумуляции, и при этом эффективность ГРП обеспечивал поиск ловушек в пределах зон накопления,

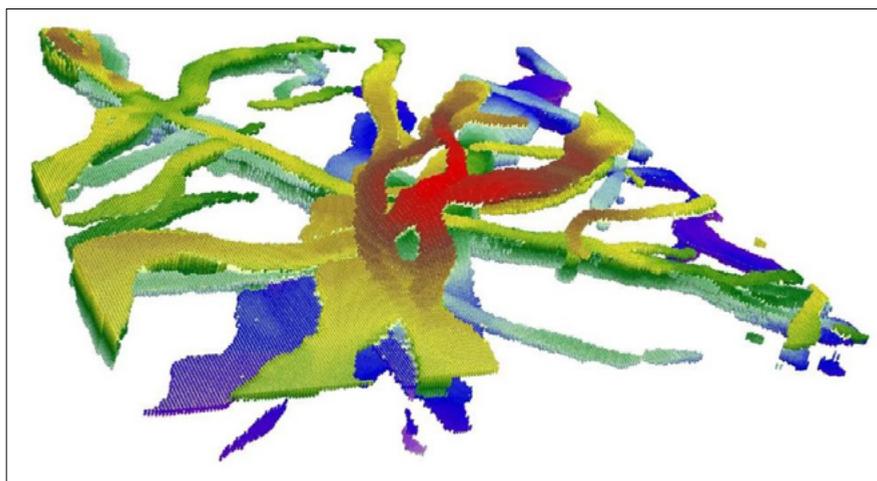


Рисунок 3 – Тургайский прогиб. Пример выделения комплекса русел флювиальной системы, как комбинированной ловушки УВ в юрских акшабулакских отложениях (акшабулакский горизонт).

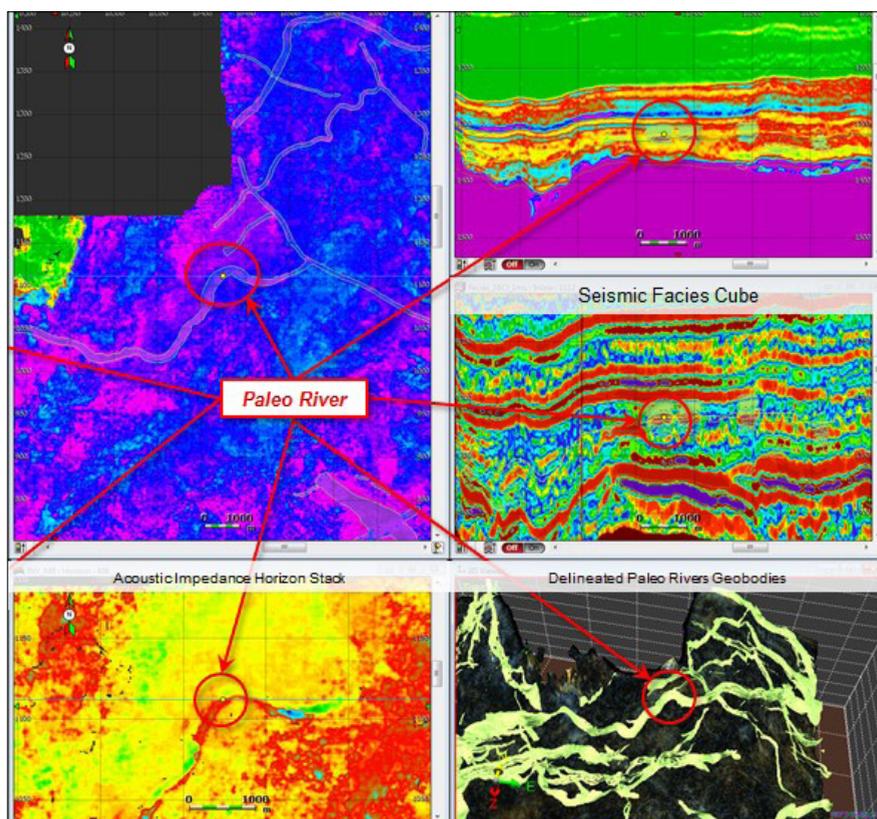


Рисунок 4 – Пример картирования русловой системы в юрских отложениях Южно-Тургайского прогиба

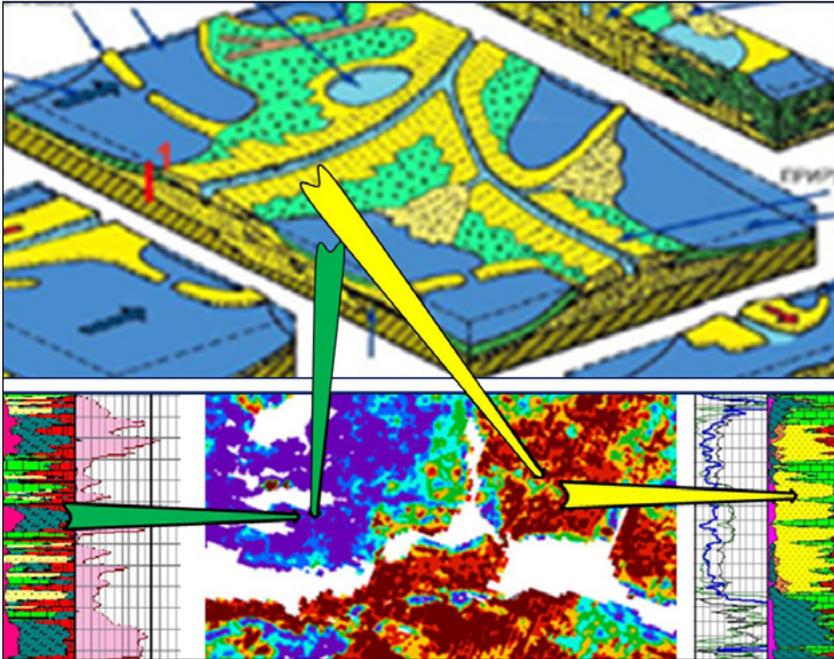


Рисунок 5 – Пример картирования коллекторов флювиальной обстановки осадконакопления

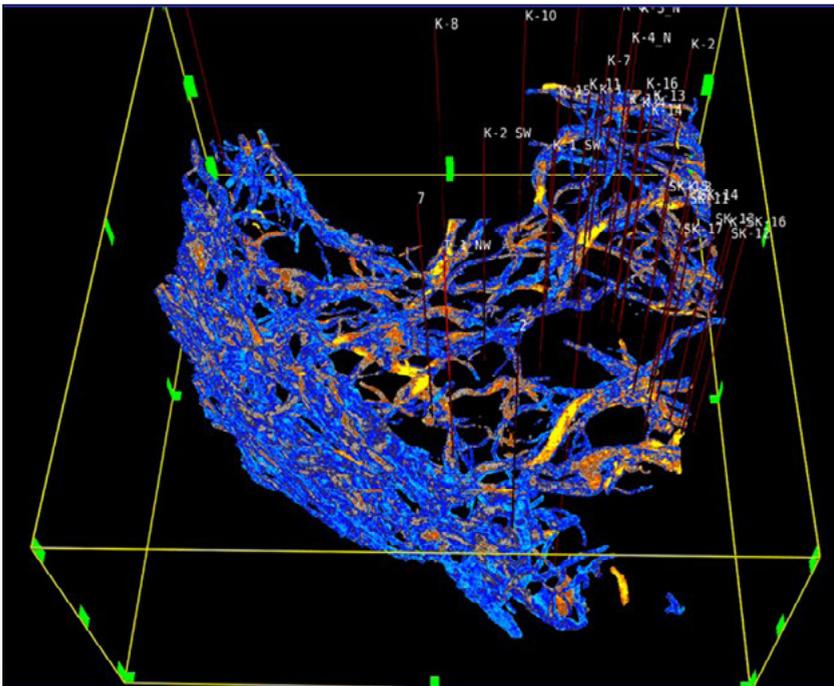


Рисунок 6 – Пример объемного выделения русловой системы и характера изменения в ней атрибута Sweetness

то в нынешних условиях серьезное внимание должно быть уделено генерации и миграции. Последовательность вхождения генерирующих толщ в нефтяное и газовое окно, характер распределения УВ на путях миграции с широким проявлением дифференциального улавливания, определяют характер залежей. Изменение нефти по мере продвижения в верхние этажи осадочного чехла с достижением давления насыщения и выделением газа в свободную фазу, наряду с другими физико-химическими особенностями динамики сложных по составу флюидов, дают дополнительные сведения их преобразования на путях миграции. Изучение геохимических аспектов проблемы от сопоставления УВ и экстрактов ОВ потенциальных материнских толщ до биомаркеров в нефтях, указывающих на характер и степень преобразованности исходного ОВ, позволят надежно определиться с УВ-системой, что становится важным подспорьем для поисков.

Определившись с наличием условий для генерации УВ и ее этапностью, выявив направления миграции, будет относительно несложно, опираясь на современные возможности высокоточной обработки сейсмике, особенно 3Д, и интегрированной интерпретации сейсмических и скважинных данных, выявлять потенциальные объекты на этих путях. В значительной мере успешности могут способствовать данные прямого сейсмического моделирования, или моделирования замещением (fluid substitution). Опираясь на них, можно будет выделить и обосновать все кандидаты в перспективные объекты.

Таким образом, для каждого из бассейнов необходимо четко определиться с УВ-системой, то есть определить все ее элементы: нефтематеринские отложения и очаги генерации; этапность созревания и пути миграции; места аккумуляции и природные резервуары; неотектонику и ее влияние на особенности сохранности. Это большая и серьезная работа, которая потребует немалых усилий, однако по мере ее решения успешность ГРП будет возрастать, поскольку будет достигнуто понимание всех стадий жизни УВ в данном конкретном бассейне или его части.

В плане организации эффективного изучения нужно отметить, что в геолого-разведочном деле, если чему-то и можно верить, то только фактам. Каждый факт, необходимо проверять на оселке существующих представлений, и другого выхода нет. Также необходимо учитывать, что нет факта, который не встроен в какую бы ни было сложную конструкцию представлений о нефтегазоносности рассматриваемого участка. Самое важное в работе – построить внутренне непротиворечивую концепцию, объяснить происхождение, строение и распределение потенциальных резервуаров, заполненных УВ на путях миграции последних или в зонах аккумуляции, взвесить геологические риски и наметить самые перспективные направления освоения содержащихся в резервуарах ресурсов.

Геологическая наука, опираясь преимущественно на эмпирику (наблюденные факты), достигла значительных успехов (сиквенс-стратиграфия, плитотектоника, УВ-системы и др.). Тем не менее, многие вопросы по-прежнему не имеют однозначного решения. Особенно, в случае практического применения достижений науки для повышения эффективности ГРП в пределах конкретного участка недр. Обычно существующие на данном уровне представления являются компромиссом между неоднозначностью имеющихся геолого-геофизических данных и существующими

взглядами. И к ним нужно относиться не как отражениям объективной реальности, а всего лишь как определенным приближениям к этой реальности.

В качестве иллюстрации к вышесказанному на *рисунке 7* приведен вариант интерпретации строения одного из соляных куполов Прикаспийской впадины. Четких представлений о строении соляных куполов на глубинах более 2 км до сих пор нет, в силу объективных причин – слабой разрешенности в этой части сейсмических материалов. Однако с повышением разрешающей способности сейсморазведки такие модели будут построены. Очевидно, что они должны будут интегрировать в себя все многообразие представлений и дать ответы на вопросы об особенностях строения и развития куполов и развитии в их пределах бессолевого окна, ловушек и коллекторов. На *рисунке 7* показано представление о строении куполов, опирающееся на развитие депоцентров осадконакопления над бессолевыми окнами, закономерно сменяемыми в плане и разделенными соляными стенками.

Условный характер представлений определяет очень важный элемент ГРП – возможность обучения в процессе работ. Возможно, в нем заключена гарантия, что отрасль не останется без сырьевой базы. В ходе самих работ происходят обучение и сервисные компании, и недропользователи, накапливают бесценный опыт ведения

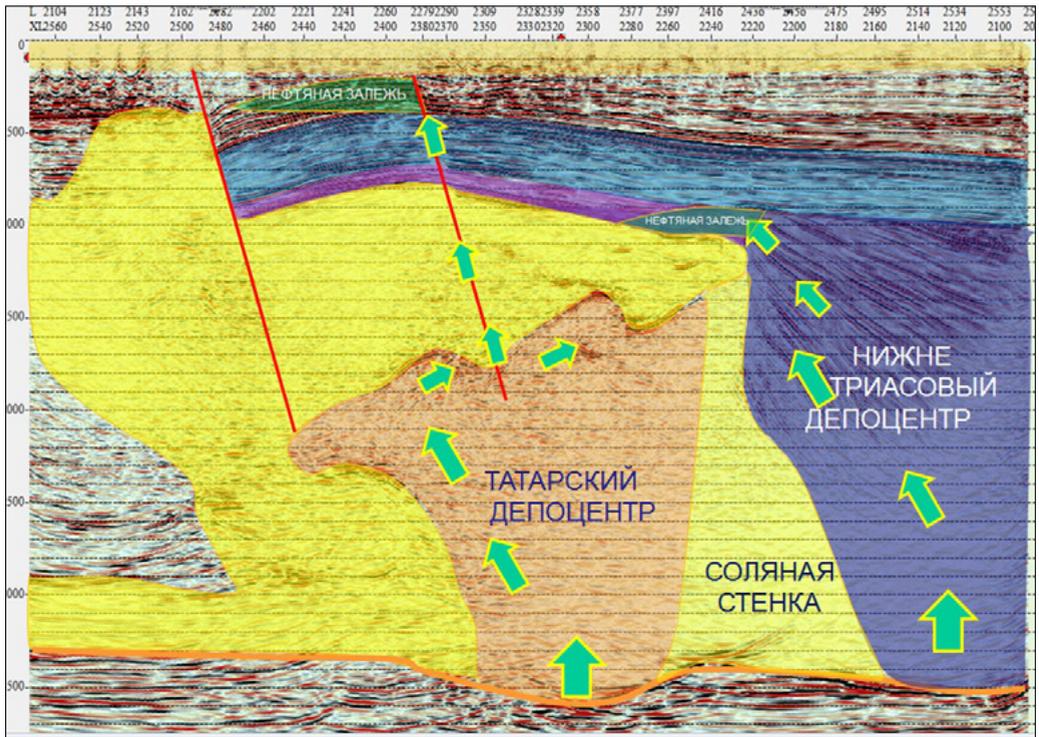


Рисунок 7 – Разрез соляного купола Прикаспийской впадины с новым представлением его строения на основе положения бессолевого окна и закономерного смещения разновозрастных депоцентров, разделенных соляной стенкой. Стрелками показаны возможные пути миграции УВ.

работ, притом у каждого он свой. Полученный опыт весьма ценная составляющая ГРП и, хоть не сразу все им делится, по большому счету, никто здесь ничего скрыть не может, и со временем наработки становятся известными широкому кругу специалистов. Обучение очень важный элемент, в различных дискуссиях, на конференциях проходит его оттачивание. Но еще больше было бы пользы от проведения региональных исследований и широкого обсуждения их результатов.

Региональные работы призваны готовить не столько новые площади, сколько крупные зоны нефтегазоаккумуляции, которыми являются структуры второго порядка. В силу своего характера региональные работы формируют целостные представления о строении тех или иных бассейнов, сводя в единое целое разрозненные и фрагментарные по своей сути результаты, полученные на локальных участках недропользования. Без понимания строения бассейнов и их нефтегазоносности в целом, трудно ориентировать работы в пределах каждого из участков в правильном направлении. Ответственность государственных структур здесь очень высока, именно они должны в полной мере способствовать повышению эффективности ГРП на конкретных участках. Такая помощь должна опираться не на субъективный опыт, пусть даже самых достойных, а на объективную основу – изучение региональных закономерностей нефтегазоносности каждого из бассейнов.

Очень важный момент организации труда вовлеченных в изучение специалистов заключается в опоре на частную инициативу. Мировой опыт показывает, что излишнее государственное регулирование приводит к застою. Открыв широкий доступ к данным, позволив всем, кто считает себя способным, и может работать эффективно, включиться в процесс на основе государственно-частного партнерства, государство может существенно улучшить ситуацию в отрасли. Всемирная поддержка конкуренции, исключение протекционизма, поощрение налоговыми послаблениями небольших компаний в приобретении и освоении современных программных продуктов для повышения эффективности работы, вот те направления, где государственные структуры могли бы продемонстрировать свою ответственность за результаты.

Ниже на примере Прикаспийской впадины показана возможность и необходимость завершения этапа региональных работ, начатых в конце прошлого века. Казалось бы, Прикаспийская впадина, уж чем-чем, а региональными исследованиями изучена в неплохой степени. Однако отработка относительно современной сети региональных профилей в 1980–1990 гг. прошлого века не была доведена до конца, не все запланированные профили были отработаны, и это привело к довольно хаотичному их расположению (*рисунок 8*).

Профили обрабатывались по старым программам, по технологии временной миграции после суммирования (PoSTM). Данные не были переобработаны по технологии PSDM (глубинной миграции до суммирования), очень важной для понимания строения подсолевой толщи. Полученные полевые материалы до сих пор хранятся на бобинах в не очень подходящих условиях, не перезаписаны на новые современные носители, и могут быть безвозвратно утеряны. Тестовая обработка двух перезаписанных профилей, в частности, профиля 8609XXII, проведенная в ТОО «RES» в рамках подготовки к проекту «Евразия» (2017 г), показала возмож-

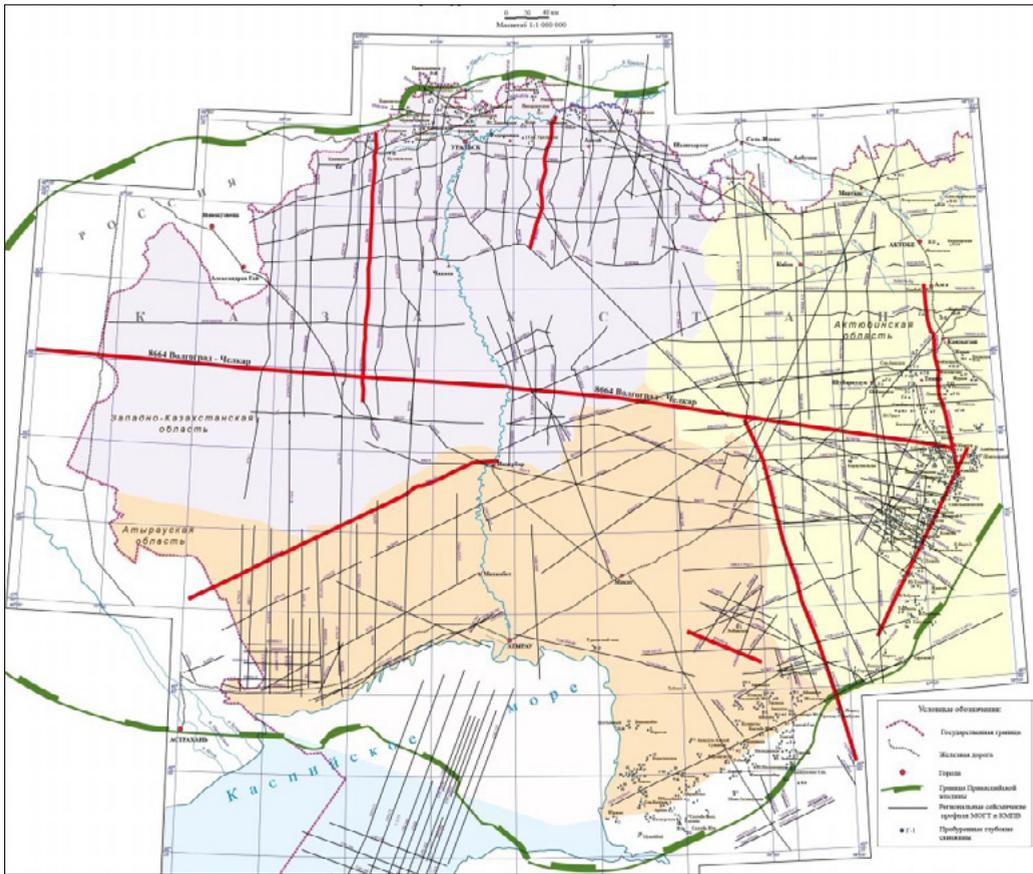


Рисунок 8 – Схема региональных профилей Прикаспийской впадины
(по Б.М. Куандыкову, М.Ш. Назарову и др.).
Синим цветом выделен профиль тестовой переобработки

ность извлечения из этих данных ценной информации о строении внутренних частей впадины (рисунки 9 и 10).

Таким образом, нужно перезаписать все имеющиеся региональные профили, отработанные с кратностью 24 и выше, переобработать их и проинтерпретировать на новом уровне, возможно даже в двух-трех подходящих организациях. На все это понадобятся относительно небольшие ассигнования, но отдача от них может быть стратегически важной. Такая работа позволила бы создать реальный каркас опорных данных изучения УВ систем впадины. На первом этапе можно решать вопросы характера заполнения глубоководной подсолевой ее части, поскольку современная, плоскопараллельная модель, отражает только низкое качество сейсморазведочных данных, на которых модель построена (рисунки 11). В результате был бы построен структурный каркас подсолевого комплекса. Бассейновое моделирование на его основе осветило бы особенности генерации и миграции УВ на фоне формирования соляных куполов и возникновения бессолевых окон.

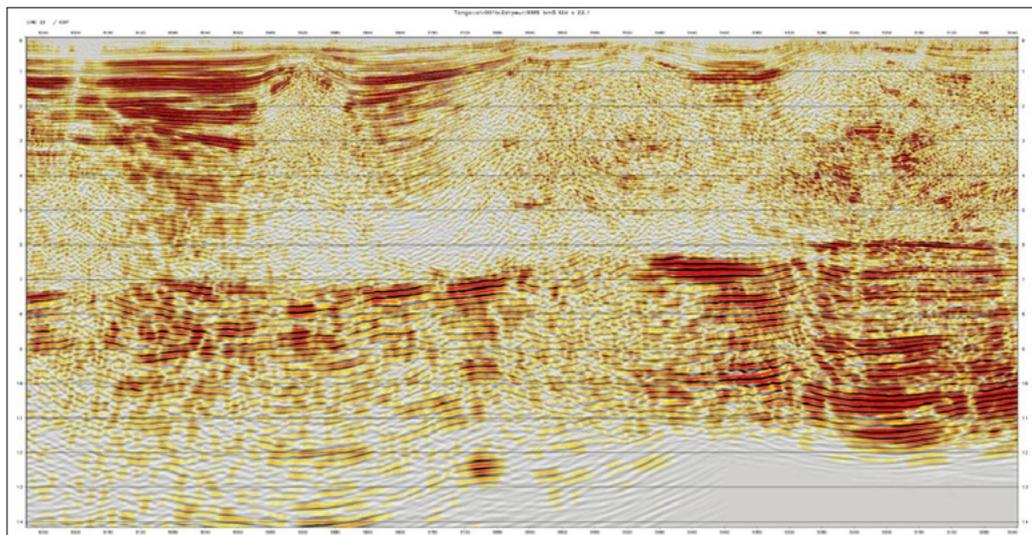


Рисунок 9 – Фрагмент регионального профиля 8609XXII, переобработанного в ТОО «RES» (PSDM) в рамках проекта «Евразия», тест, 2017 г. (на карте рисунок 8, северо-западный профиль), без интерпретации

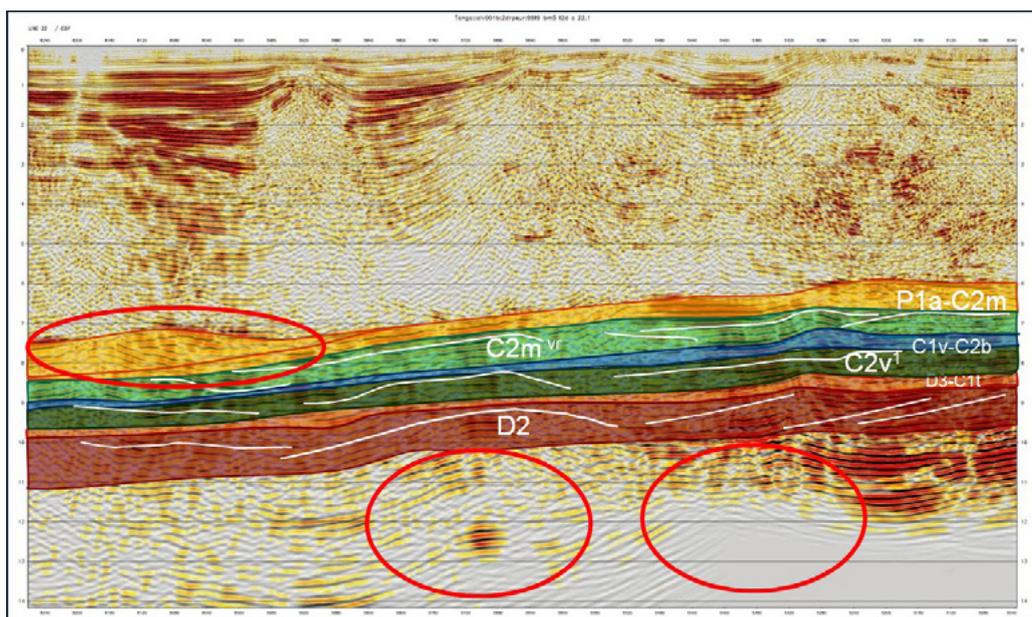


Рисунок 10 – Фрагмент регионального профиля 8609XXII с результатами предварительной интерпретации

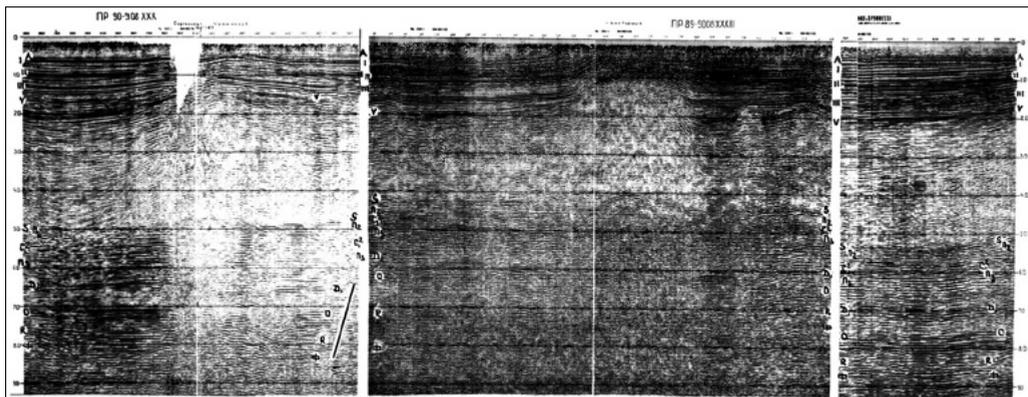


Рисунок 11 – Западный Прикаспий. Сопоставление волнового поля подсолевого мегакомплекса на различных участках внутренней части впадины (по материалам Уральской ГФЭ, 1991)

Кроме того, был бы изучен характер строения солянокупольной части впадины, и особенности развития соляных куполов разного типа и разного уровня генерации совместно с осадконакоплением надсолевого комплекса. Следовательно, относительно небольшие затраты на изучение привели бы к радикальному повороту в познании одного из самых богатых УВ регионов Республики, чьи перспективы могут служить гарантом обеспечения ресурсами на многие десятки лет вперед.

По итогам регионального изучения необходимо было бы выбрать полигон для проведения сейсморазведки МОГТ 3Д на обширной площади (более 1,5–2 тыс. км²) для того, чтобы отработать механизм поисков нефти в надсолевых отложениях. Критерии выбора участка 3Д должны отвечать нескольким требованиям, но очень важно, чтобы полигон охватывал разные по степени уже выявленных перспектив части впадины, например, южную нефтегазоносную и северную менее перспективную. По результатам такого площадного поискового изучения решались бы задачи отработки методики выявления и подготовки конкретных объектов в пределах системы куполов, влияния бессолевых окон на характер нефтегазоносности и подготовки участков для передачи недропользователям.

За счет работы с потенциальными недропользователями в дальнейшем можно было бы вернуть затраченные средства. А в случае обнаружения и разработки новых месторождений государство получило бы в виде налогов и других платежей несоизмеримо больше. Такие инвестиции были бы беспроигрышными. Тогда можно было бы сказать, что доосвоение УВ потенциала впадины проводится на систематической основе и направлено, кроме всего прочего, и на открытие крупных и гигантских скоплений УВ, поскольку огромные ресурсы, приходящиеся на Прикаспийскую впадину [2] невозможно вместить только в мелкие ловушки.

В качестве гигантских скоплений УВ могли бы выступать не только еще неизвестные новые подсолевые крупные ловушки, но и отдельные мульды Прикаспийской впадины. Впервые такая идея была высказана замечательным казахстанским геологом К.Х. Бакировым с соавторами [1] еще в начале девяностых годов прошлого

века, но дело так с места и не сдвинулось. И хотя сама идея является необычным взглядом на вещи, она становится все более и более привлекательной. Формирование гигантских скоплений в изолированных карбонатных постройках, куда нефть и газ мигрировали из окружающих слабопроницаемых нефтематеринских толщ, по сути, не отличается от миграции УВ в надсолевой комплекс через бессолевые окна на огромных просторах внутренних частей впадины. В масштабе геологического времени через бессолевые окна могли мигрировать гигантские количества УВ, которые впадина была в состоянии генерировать [3].

Не так уж и много известно, где УВ, если они попадали в надсолевой комплекс через окна, могли скопиться. Можно только догадываться, что количество нефти, которое мы имеем в меловых и юрских отложениях, представляет собой очень небольшую часть общего количества УВ надсолевого комплекса. Особенности формирования триасовых и татарских отложений также не очень хорошо изучены, особенно в депоцентрах их седиментации, то есть в мульдах, где накопились огромные толщи различных частей этих отложений. Про особенности строения нижней (казанско-уфимской) части верхнепермских отложений и развития в них коллекторов, кроме потенциальных рифогенных раннеказанских отложений, также имеется не очень много данных. Нет никакого представления о способности УВ, внедряющихся в надсолевые толщи под высоким давлением, формировать новые или улучшать имеющиеся резервуары трещинного типа, в том числе за счет естественных гидроразрывов.

Региональные работы ожидают и другие бассейны, где они должны проводиться с полным учетом специфики строения и развития этих бассейнов. Наибольший интерес в этих бассейнах должны представлять очаги генерации УВ, которые могут быть установлены в ходе изучения УВ-системы всем арсеналом доступных средств. Своего решения ожидает палеозойская проблема Республики. Палеозой распространен на огромных пространствах, слагая фундамент и, частью, переходный комплекс молодых платформ. Если палеозойские отложения могли участвовать в формировании нефти, что показали геохимические исследования нефти месторождения Узень [4], они, по всей вероятности, могли, при наличии коллекторов, формировать нефтяные залежи. Естественно, что развитие коллекторов в палеозое может быть связано с наименее измененными породами. Крупные скопления могли образоваться в крупных структурах, где развиты коллекторы, хотя о внутренней структуре палеозоя известно очень немного. Огромные деньги, которые собираются потратить на бурение очень рискованных единичных скважин для изучения палеозоя, лучше было бы потратить на проведение сейсморазведочных работ МОГТ 3Д на участках, выбранных по региональным исследованиям и по ним уже принимать решение о бурении скважин, на подготовленные объекты.

В заключение необходимо отметить, что без проведения серьезного современного изучения всех бассейнов РК на хорошей научной основе трудно ожидать новых серьезных открытий, а тем более выявления крупных скоплений УВ. Если ситуацию кардинально не изменить, со временем может быть серьезный провал в обеспечении отрасли УВ ресурсами. Намеченные предложения направлены на дальнейшее изучение нефтегазоносности бассейнов Республики и, в особенности,

Прикаспийской впадины для подготовки надежной почвы для инвестиций, с одной стороны, и наращивания ресурсной базы с другой. 

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бакиров К.Х., Курманов С.К., Чимбулатов М.А. и др. Вертикальная миграция углеводородов и прогноз крупных перспектив промышленной нефтегазоносности перм-триасового комплекса отложений Прикаспийской впадины. – Алма-Ата – Актюбинск, 1992. – 215 с. [Bakirov K.H., Kurmanov S.K., Shymbulatov M.A. and others. Vertical migration of hydrocarbons and forecast of large-scale prospects of industrial oil and gas potential of permafrost complex of Caspian depression deposits. – Alma-Ata-Aktyubinsk, 1992. – 215 p.]
- 2 Карабалин У.С. Ресурсный потенциал недр Казахстана: состояние, проблемы, инновационный вектор развития и реальные перспективы // Нефть и газ. – 2015. – № 3. – С. 15–24. [Karabalin U.S. Resource potential of subsoil of Kazakhstan: state, problems, innovative vector of development and real prospects // Oil and gas. – 2015. – № 3. – P. 15–24.]
- 3 Матлошинский Н.Г., Адилбеков К.А. Углеводородные системы – основа стратегии успешных поисков месторождений нефти и газа (на примере Прикаспийской впадины) // Нефть и газ. – 2019. – № 4. – С. 32–46. [Matloshinsky N.G., Adilbekov K.A. Hydrocarbon systems – the basis of the strategy of successful exploration of oil and gas fields (on the example of the Caspian depression) // Oil and gas. – 2019. – № 4. – P. 32–46.]
- 4 Нугманов Б.Х., Агleshов Р.М., Крупин А.А. Проблемы строения и нефтегазоносности глубокозалегающих объектов палеозоя Южного Мангышлака. Углеводородный потенциал и перспективы его освоения. Нефть и газ // – 2018. – № 2. – С. 60–75. [Nugmanov B.H., Agleshov R.M., Krupin A.A. Problems of structure and oil and gas potential of deep-lying Paleozoic objects of southern Mangyshlak. Hydrocarbon potential and prospects for its development. Oil and gas // – 2018. – № 2. – P. 60–75.]
- 5 Magoon L.B., Dow W.G. The petroleum system//The petroleum system – from source to trap. Chapter 1, 1994, AAPG Memoir 60. Tulsa. P. 3–24.
- 6 Petroleum systems of the United States. (US Geological Survey bulletin; 1870) Editor: Magoon. Leslie B. USGPO. – Washington, 1988. – 69 p.