

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОИСКОВ СКОПЛЕНИЙ УВ В ВОЛГОГРАДСКО-САРАТОВСКОМ СЕКТОРЕ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

© 2014 Я. А. Рихтер
Саратовский госуниверситет

*«Деды наши нашли месторождение, отцы
разработали, а мы объяснили его генезис»
(из геологического отчета)*

Создавшееся к настоящему времени кризисное состояние прогнозно-поисковых работ на нефть и газ в старых нефтегазоносных провинциях вызвано не в последнюю очередь дискредитацией ранее использовавшихся научно-теоретических ориентиров. Кроме того, известные критерии регионального значения, предложенные для прогноза и поисков нефтегазоносных структур в пределах Волго-Уральской провинции, перестали надежно «работать» в смежной Прикаспийской впадине. Ориентация поисков на обнаружение древних рифовых построек в палеозое оправдалась лишь в прибортовой зоне Прикаспийской впадины, в первую очередь в ее Волгоградско-Саратовской части. При этом четко подтвердилась их приуроченность к бортовым тектоно-седиментационным уступам, обрамляющим впадину. Дальнейшее продвижение вглубь нее поисковых и буровых работ, ориентированных на подобные объекты в погруженном положении на значительных глубинах (до 6–7 км), не привело к открытиям. И причина этих неудач теперь ясна: немногочисленные скважины, достигшие этих глубин, вскрывали глубоководные отложения, в фациальном отношении сопоставимые с современными терригенными осадками подножий континентального склона. Данные сейсмостратиграфии позволяют проследить

границы соответствующих сейсмокомплексов внутри Прикаспийской впадины на еще больших глубинах [3, 6, 9]. Надежду на открытие здесь глубоко погруженных рифогенных массивов можно оценивать теперь как весьма призрачную.

Однако, за неимением лучшего, ставка на объекты, выделяемые как возможные коллектора (тела определенного литолого-фациального облика и генетического типа), все еще представляется наиболее перспективной. Последнее предложение такого рода – выявлять среди глубоководных бассейновых отложений среднего карбона турбидитные фации преимущественно песчаных конусов выноса, прислоненных, как клиноформы, к подножию древнего континентального склона [4]. Идея очень интересная и, возможно, плодотворная. Но она может решить частную задачу – для участков внутренней прибортовой зоны Прикаспийской впадины. И здесь приходится констатировать, что это предложение – лишь очередной малый шаг на пути медленного (полувекowego!), осторожного продвижения наших прогнозно-оценочных и поисковых работ внутрь Прикаспийской впадины.

Результаты региональных геофизических исследований, сосредоточенных вдоль нескольких пересечений впадины, еще не в полной мере осмыслены геологами, в связи

с чем сохраняется возможность различного их толкования. Остаются дискуссионными вопросы внутреннего строения и процессов формирования Прикаспийской впадины, наверное, самой «загадочной» структуры Русской плиты. Возможно, в качестве более общего и системного подхода для изучения этих проблем могло быть использовано учение о глубоких осадочных бассейнах и основанное на нем так называемое бассейновое моделирование. Определенные успехи на этом пути были достигнуты, но что-то не видно серьезных признаков прогресса в решении прогнозно-поисковых задач. Видимо, здесь также необходима смена теоретической базы и постановка новых методологических задач.

Открытые ранее месторождения нефти и газа в целом располагаются, как известно, во внешней бортовой зоне Прикаспийской впадины и локализованы в прибортовых дислокациях девонских и каменноугольных пород. Эти дислокации связаны с системой рифтогенных разломов Пачелмского авлакогена, а также листрических сбросов, обрамляющих Прикаспийскую впадину и глубоко проникающих в ее недра. Мы здесь упоминаем об этих хорошо известных теперь вещах лишь для того, чтобы указать на более чем возможную роль глубинных разломов бортовой зоны как путей проникновения, латеральной миграции и разгрузки УВ-флюида, что и привело к формированию многочисленных, но сравнительно небольших по размерам месторождений. «Ловушки», структурные и неструктурные, оказались слишком мелкими, хотя иногда и многоэтажными, «толщины» коллекторов тоже невелики. Степень изученности территории Волгоградского и Саратовского Правобережья, а также Ближнего Саратовского Заволжья такова, что вероятность обнаружения новых объектов, тем более крупных, становится слишком низкой. Естественно, это побуждает геологов и геофизиков

обратить свое внимание на недостаточно изученные недра Прикаспийской впадины, в прибортовой внутренней части которой уже довольно давно были найдены крупные и гигантские нефтяные, газоконденсатные и газовые месторождения, в рассматриваемом российском секторе – Астраханское газоконденсатное (рис. 1). Если в последнем случае структура краевой зоны впадины была сформирована в результате коллизии со Скифской плитой, на границе с которой возник кряж Карпинского, то во втором краевая (бортовая) зона имеет рифтогенное происхождение и представляет собой аналог современных окраин конти-

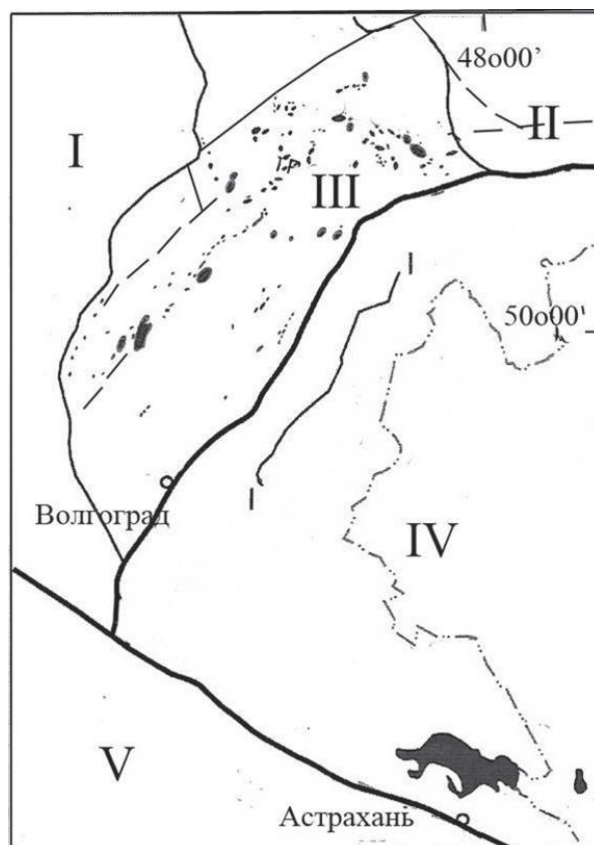


Рис. 1. Распределение месторождений углеводородов в западной части российского сектора Прикаспийской впадины (обзорная схема)

I – Воронежская антеклиза; II – Волго-Уральская антеклиза; III – Рязано-Саратовский прогиб (Пачелмский авлакоген); IV – Прикаспийская впадина; V – кряж Карпинского и Скифская плита. Линия I–I – сейсмопрофиль (рис. 2)

нентов. Для нее в целом характерна высокая степень тектонической раздробленности фундамента, обусловленная системой сбросо-сдвиговых дислокаций Пачелмского авлакогена (палеорифта), примыкающего к впадине с северо-запада. Очень показательны обилие мелких и средних по размерам месторождений нефти, реже – газоконденсата, однако общие их ресурсы сравнительно невелики.

Очевидно, что необходимы новые подходы к решению этой проблемы, которые должны учитывать современное состояние знаний в области фундаментальных наук, в частности для механики напряженных сред, насыщенных флюидом, и флюидодинамики земной коры. Поиск индикаторов аномального флюидизированного состояния вещества земной коры на различных глубинах может быть осуществлен с помощью методов современной интерпретации материалов сейсморазведки, глубинной электроразведки и геотермии, а также глубинной геохимии. Разработка моделей состояния земной коры в пределах участков с установленной нефтегазоносностью позволит выявить надежные критерии для прогноза и поисков новых объектов.

По-видимому, до этого еще далеко, хотя уже создаются основы новых представлений о флюидодинамических режимах земной коры [2, 5], все в большем числе появляются публикации материалов геофизических и геохимических исследований, свидетельствующих об аномальном состоянии земной коры на отдельных участках и интервалах тех или иных глубин.

Весьма любопытны некоторые геофизические и буровые данные, иллюстрирующие состояние недр Прикаспийской впадины в ближайшей к бортовому уступу прибортовой ее части. На сейсмическом глубинно-динамическом профиле по линии скв.1 Ахтубинской – скв.1 Упрямовской – скв.5 Ерусланской, приведенном в недавней публикации [4], отчетливо просматривается на глубинах 5,5–7,5 км под уверенно выделяющимися породами нижней перми протяженная зона менее интенсивных отражений, частично ослабленных (размытых) по сравнению с картиной, характерной для разреза подстилающих толщ (рис. 2). Авторы, ссылающиеся на этот разрез, отмечают, что характерным диагностическим признаком сейсмического вы-

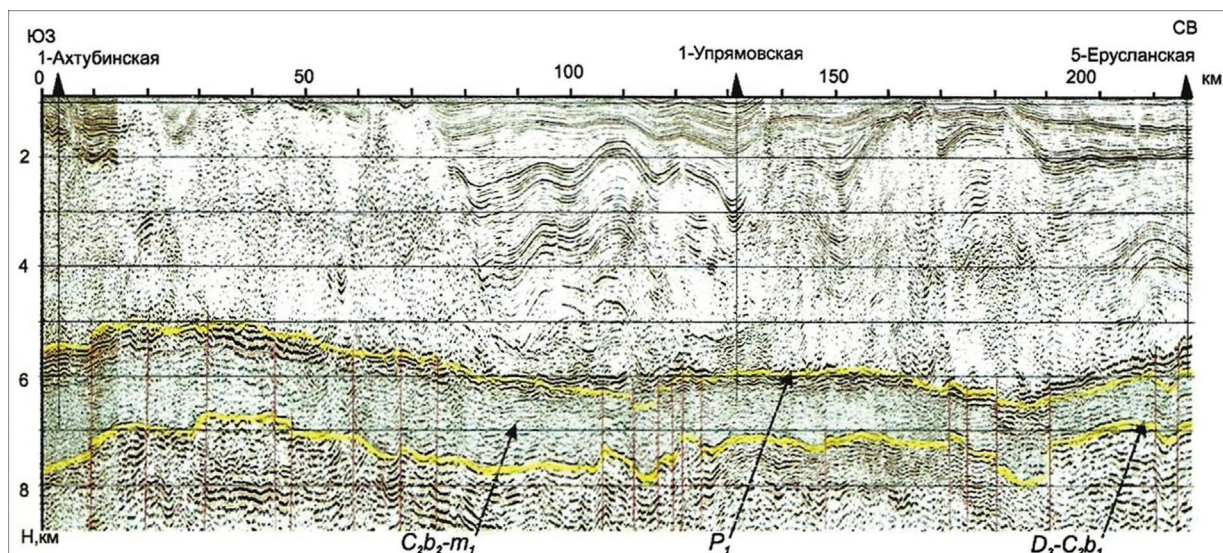


Рис. 2. Сейсмический глубинно-динамический разрез по линии скв.1 Ахтубинской – скв.5 Ерусланской (по Никитину, Яцкевичу, 2013)

ражения этой толщи является пониженная энергия сейсмической записи и отсутствие в целом промежуточных регулярных сильных отражений. Однако они не объясняют, почему этот признак был выбран в качестве диагностического, то есть характерного для определенной стратиграфически и литологически выраженной толщи среднего карбона. С нашей точки зрения, в равной мере возможно предположение о насыщенности пород на этом уровне глубинным флюидом, находящимся под высоким давлением. Последнее подтверждается данными о развитии в породах на этих глубинах зоны АВПД. Так, в скв. 1 Упрямовской в интервале 6040–6100 м замеренное пластовое давление составило 115 МПа, что почти в 2 раза превышает нормальное для этой глубины литостатическое давление. Характерно, что породы на этих глубинах в той же скважине обнаруживают аномально повышенную пористость: керн алевролитов, изученный Т. А. Югаем еще в 1998 году, обладает пористостью – в пределах 9–11 % при проницаемости $0,033\text{--}0,141 \times 10^{-3}$ мкм². Близкие результаты были получены позднее и для скважины Черная Падина. Такие отклонения в распределении пористости пород на больших глубинах, как правило, характерны для зон развития АВПД, где «не соблюдается» закономерность уменьшения пористости с глубиной, установленная для пород коллекторов до глубин порядка 4–5 км. Известны также данные о присутствии на этих глубинах газа, состоящего в основном из метана. Таким образом, можно предположить присутствие УВ-флюида в глубоких недрах Прикаспийской впадины.

Эта зона насыщения флюидом в какой-то степени экранируется плотными карбонатно-терригенными породами нижней перми, однако их роль несущественна, так как и породы «экрана», и флюидизированные породы пронизаны многочисленными тек-

тоническими нарушениями, которые фиксируются по смещениям коррелируемых площадок отражений на сейсмических разрезах. Интенсивная дислоцированность вышележащего солевого и надсолевого комплексов, тектоническая раскрытость их недр скорее способствовали разгрузке флюида и его рассеянию в породах этих комплексов, чем его концентрации, что также не оставляет особых надежд на открытие заметных скоплений УВ. Однако сам поток флюида должен быть достаточно мощным, чтобы поддерживать давление в насыщенных им породах и создавать отмеченную нами сейсмическую среду (эту задачу интересно решить, зная размеры флюидизированного слоя, его среднюю плотность, динамическую вязкость и проницаемость, а также глубину и параметры АВПД).

В пределах внешней прибортовой зоны Прикаспийской впадины – в Саратовском и Волгоградском Правобережье, а также Ближнем Заволжье – находятся многочисленные месторождения и проявления нефти, газа и газоконденсата, пространственная сопряженность которых с глубинными разломами в фундаменте столь очевидна, что не требует дополнительных доказательств. Нам представляется, что эти месторождения были сформированы благодаря разгрузке УВ-флюида, мигрировавшего по разломам из ближайших глубоко погруженных участков недр Прикаспийской впадины. Пути его проникновения, возможно, являлись обрамляющие впадину листрические сбросы. Одним из таких участков вполне могла быть зона вдоль линии скв. 1 Ахтубинской – скв. 5 Ерусланской. Таким образом, мы «объяснили» происхождение открытых ранее месторождений и, как покажется многим, «закрыли» перспективы старых районов нефтегазодобычи в Нижнем Поволжье. На самом деле это не совсем так: мы предлагаем переориентировать в этих случаях поиски на глубины свыше 2–4 км

для изучения перспектив кристаллического фундамента во внешней прибортовой зоне, для чего выбрать новые ориентиры и критерии, выработать новые подходы и методы поисков.

В южной части российского сектора впадины, на Астраханском своде, на разных уровнях земной коры по геофизическим данным установлены признаки аномального строения и состояния, позволяющие выделять снизу вверх от границы Мохо в нижней коре зону пластического течения и куполовидных дислокаций, сменяющуюся в верхней коре однородной сейсмически прозрачной зоной, проникающей в нижнюю кору в виде воронок почти вплоть до ее основания (рис. 3–5). Выше, в верхах верхней коры и на границе так называемого фундамента и мощного осадочного чехла выделяются волноводы, а внутри подсолевого комплекса палеозоя – зоны локальной («очаговой») трещиноватости и проницаемости, что также характерно и для карбонатного массива, вмещающего уникальное по размерам Астраханское газоконденсатное месторождение (Пыхалов, 2009), [7]. Отмеченные особенности разреза могут быть интерпретированы как результаты проявления флюидизации и аморфизации вещества земной коры под воздействием глубинного флюида. Проведенное в последнее время изучение глубинной структуры этого месторождения [1] выявило в интервале 7–30 км зону пониженных сейсмических скоростей в виде столбообразного канала, приобретающего на глубине 30 км вытянутую в северо-западном направлении «стенообразную» форму (рис. 6). Важно, что эта зона пониженных скоростей прослежена до глубины 45 км, то есть до уровня мантии, а ее ориентировка скорее всего определяется глубинным разломом. Предполагается также, что существование этой зоны под Астраханским газоконденсатным месторождением обусловлено пониженной

плотностью среды и ее высокой флюидопроводимостью.

Совсем не простую задачу представляет собой решение проблемы поисков УВ в пределах глубоко погруженного (и глубоко-водного) подсолевого палеозойского комплекса в центральной части Прикаспийской впадины. Мы еще недостаточно ясно представляем себе состояние ее недр, определяемое многими глубинными факторами. Обсуждая некоторые важные аспекты этой проблемы [8], мы пришли к выводам, что наблюдаемое в подсоловом комплексе распределение пластовых температур и давлений, геотермический режим и поддерживающий его тепловой поток пространственно и во времени тесно связаны с насыщающим недра флюидом. Тепловой и флюидный потоки имеют общее глубинное происхождение и общие пути движения. Установленные закономерности термобарических условий и распределения УВ-флюидов обусловлены геодинамическим режимом впадины на новейшем этапе ее развития, в обстановке, созданной действием общей для Прикаспийской впадины флюидодинамической системы.

Оценивая перспективы глубоких недр Прикаспийской впадины, стоит заметить, что мы до сих пор не знаем, какие это могут быть поисковые объекты, но ясно, что на глубинах 7–10 км, технически уже достижимых, это – объекты принципиально другого типа. Обычные коллектора здесь теряют свое значение, так как с глубиной закономерно ухудшаются их свойства, в частности сокращается открытая пористость осадочных образований. Поэтому ниже указанных глубин в зоне весьма затрудненного водообмена классические коллектора отсутствуют и нет условий для латеральной миграции УВ от зон их генерации, как это прокламируется сторонниками органической «теории» происхождения нефти. Отсюда следует, что для больших

ГЕОЛОГИЯ

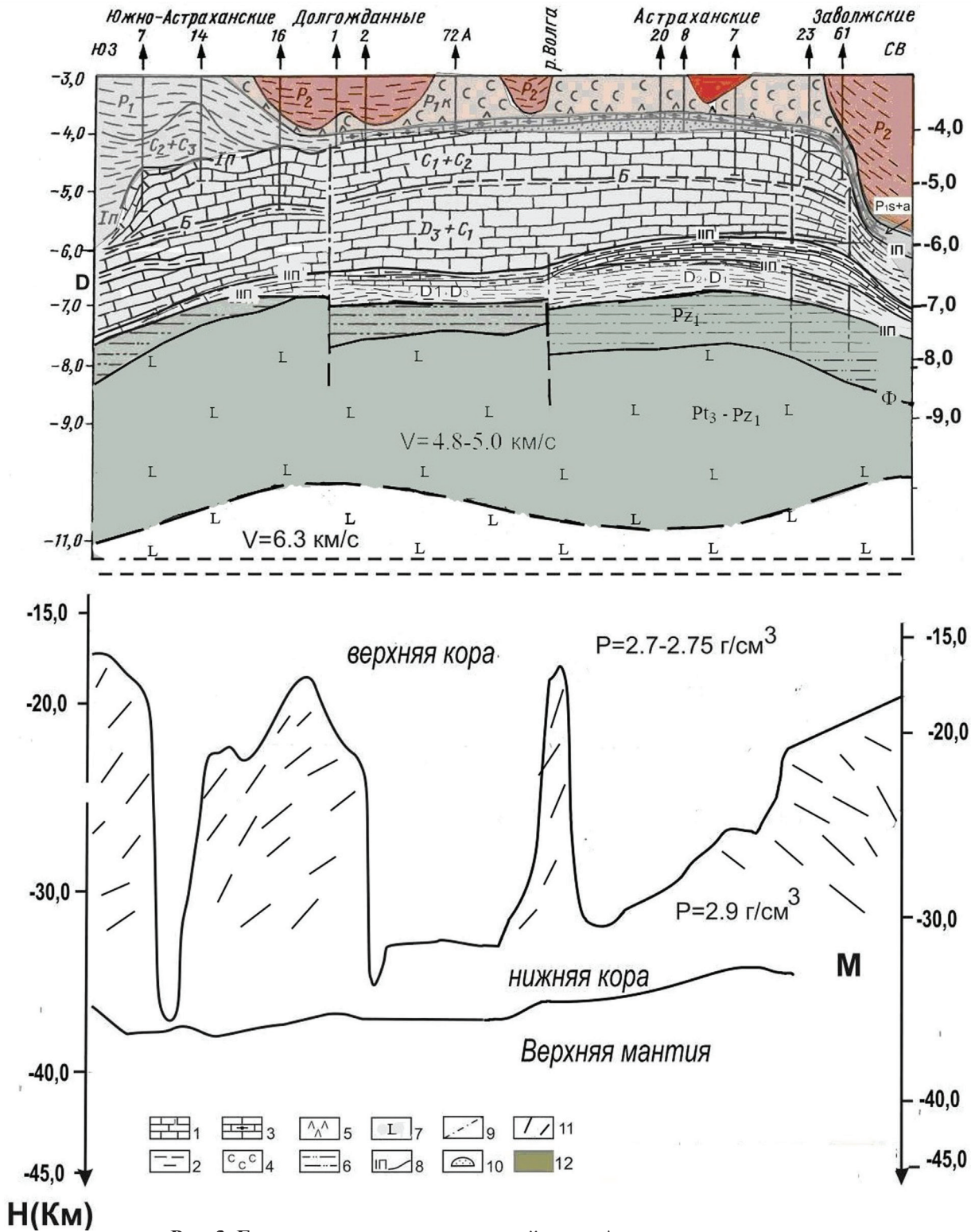


Рис. 3. Геологическое строение земной коры Астраханского свода

Среднепалеозойский комплекс: 1 – карбонатные отложения; 2 – терригенные отложения; 3 – кремнисто-глинисто-карбонатные отложения; 4 – соленосные отложения; 5 – сульфатные отложения. Нижнепалеозойский комплекс (верхняя часть возможной зоны волновода): 6 – кремнисто-глинистые отложения. Рифейско-нижнепалеозойский комплекс (акустический фундамент): 7 – габбро-базальтовые породы субокеанической коры; 8 – сейсмические горизонты; 9 – разломы; 10 – газоконденсатная залежь Астраханского месторождения; 11 – зона «рефлективности» в нижней коре; 12 – зона волновода

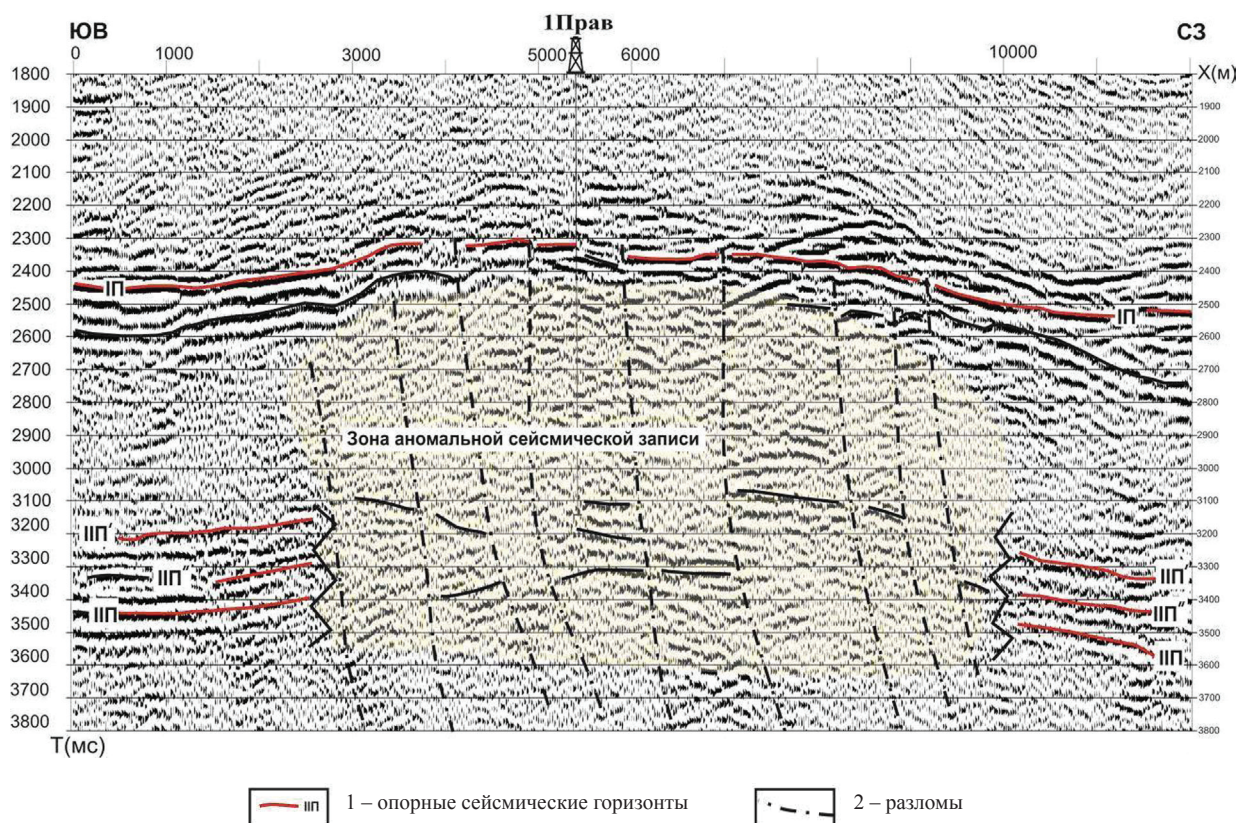


Рис. 4. Фрагмент сейсмического профиля с участком аномальной записи в районе скв.1 Правобережной на Астраханском своде (по В. В. Пыхалову, 2009)

глубин существующие модели бассейновой миграции УВ при прогнозе на нефть и газ оказываются несостоятельными. На смену представлениям о классических коллекторах приходят новые: например, концепция о нетрадиционных коллекторах жильного («гидротермального») типа. Их пустотное пространство создается в процессе выщелачивания при воздействии глубинного высокотемпературного флюида. Оно представлено сложной системой каверн и микротрещин, обычно минерализованных. В породах этих коллекторов развивается закономерная субвертикальная минералого-геохимическая зональность, отражающая термодинамические условия восходящей циркуляции глубинного флюида. Таким образом, тип гидротермальных изменений пород коллектора (аргиллизация, низкотемпературная пропилизация и т.п.) и характер их зональности могут быть использованы как

поисковые признаки (Киреева, 2012, 2013; Коробов и др., 2011, 2012).

Формирование на больших глубинах так называемых «инверсионных» вод гидрокарбонатно-натриевого типа, с пониженной минерализацией, нередко отмечаемых в нефтегазоносных бассейнах (в том числе в бортовой зоне Прикаспийской впадины – по данным исследований 60-х годов А. С. Зингера!), может быть связано с поступлением глубинного флюида, обогащенного углекислотой, в пластовые воды нижней части осадочного чехла. Без этого притока «инверсионные» воды не могут сохранять свой гидрохимический тип, переходя в хлор-кальциевый, характерный для замкнутых систем глубинных рассолов. Присутствие «инверсионных» вод может означать, что ниже располагаются зоны коллекторов, образовавшихся в результате гидротермального выщелачивания (та-

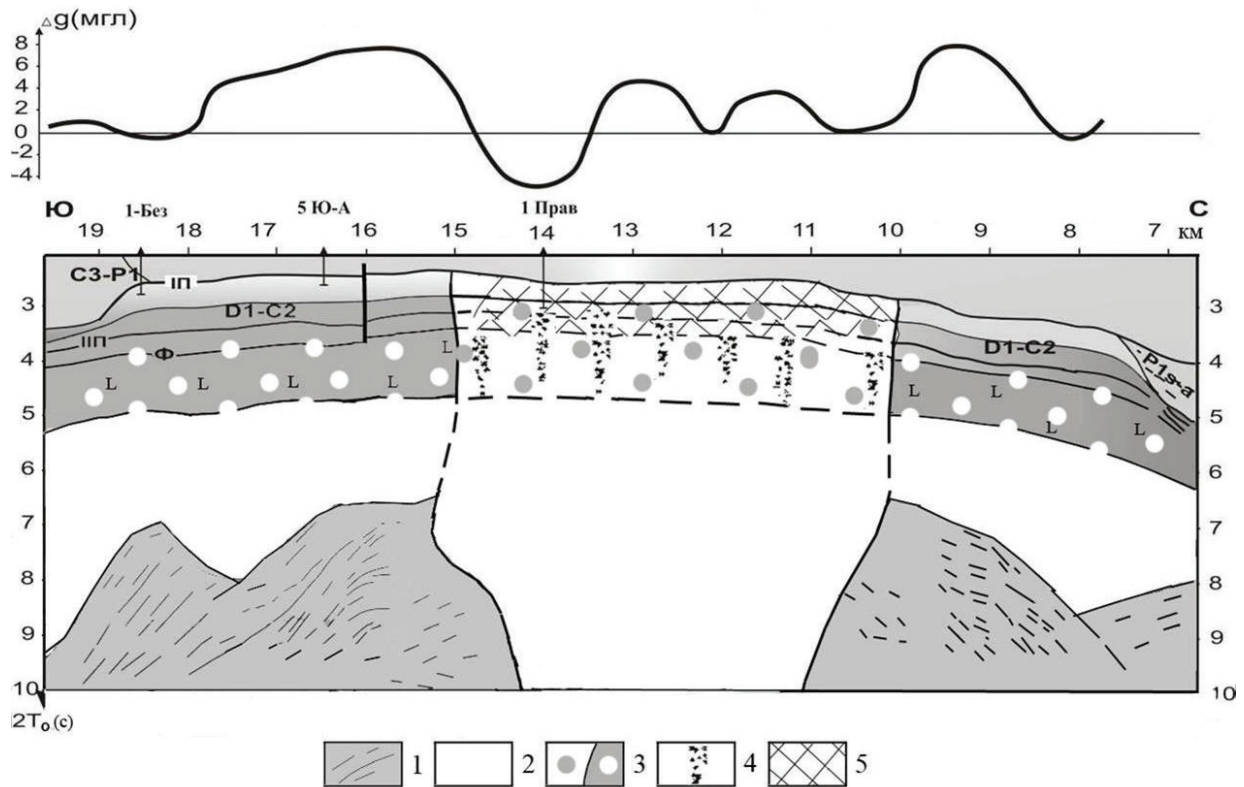


Рис. 5. Геодинамическая модель аномальной земной коры Астраханского свода

1 – зона ориентированного пластического течения в нижней коре; 2 – зона однородной сейсмически прозрачной верхней коры, возможно, в аморфизованном состоянии в условиях насыщения флюидом; 3 – зона волновода в верхней «консолидированной» коре; 4 – участки разгрузки потоков глубинного флюида (зоны «аномальной сейсмической записи»); 5 – зона локальных хрупких дислокаций, повышенной проницаемости и гидротермальной проработки в осадочном подсолевом комплексе палеозоя – область разгрузки флюида и локализации скоплений УВ

кие факты выявлены на Сургутском и Красноленинском месторождениях Западно-Сибирского НГБ).

Таким образом, в качестве ведущих индикаторов при поисках глубинных объектов должны быть избраны геофизические (результаты многоволновых сейсмических наблюдений, выявляющие аномальные участки земной коры, распределение значений коэффициента Пуассона и отношения V_p/V_s , модификации гравияномального поля, аномалий МТЗ и др.). Важен также учет данных геотермии, глубинной геохимии и гидрогеохимии (Hg, U, He и др.), с тем чтобы выявить соответствующие индикаторы для поиска и прогноза скоплений УВ на значительных глубинах.

Ориентироваться придется на участки земной коры с аномальными свойствами и особенностями сейсмической записи, свидетельствующими о присутствии глубинного флюида. Представляется, что важнейшим при прогнозировании станет учет геодинамических факторов формирования и существования залежей УВ, в первую очередь давлений, соответствующих глубинам их локализации. Известно, что любое скопление флюидов, находящихся под сверхгидростатическим давлением, может относительно долго сохраняться только при наличии удерживающего их экрана («покрышки») и лишь до того момента, когда давление в породах коллектора не превысит некоторой критической величины и вызовет гидроразрыв

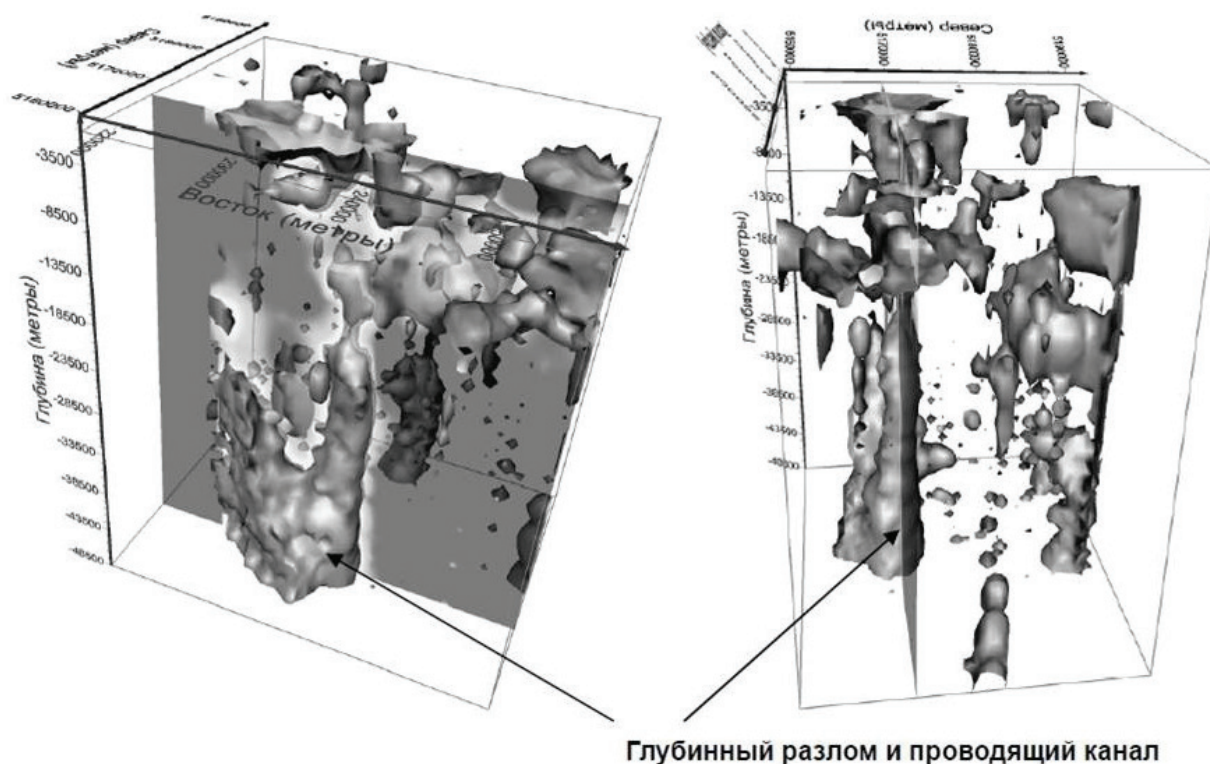


Рис. 6. Глубинные субвертикальные волноводы в земной коре Астраханского свода, по данным 3D сейсмического профилирования (Горбатиков, 2013)

пласта с последующей миграцией флюидов в область меньших давлений. Величина этих критических давлений растет с глубиной, однако на определенном ее уровне она становится существенно меньше общего литостатического давления. Ниже данного уровня постоянно существуют условия для естественного гидроразрыва и разуплотнения пластов. Об этом свидетельствуют геофизические данные, показывающие наличие в средней и нижней коре так называемых «холодных» волноводов или зон инверсий скоростей сейсмических волн [5]. Таким образом, можно сказать, что наилучшие гидродинамические условия сохранения залежей УВ существуют в верхней коре и, в первую очередь, в осадочном чехле, до глубин порядка 5–7 км. Возможно, это предельная глубина существования (и формирования) скоплений УВ в известных нам типах зале-

жей. Ниже этой границы они не могут создаваться из-за сверхвысоких гидростатических давлений флюидов, превышающих местное литостатическое давление. Вероятно, на глубинах более 7–10 км мы столкнемся с принципиально иной ситуацией, когда при отсутствии локализованных залежей мы обнаружим огромные ресурсы рассеянного надкритического флюида, в котором УВ находятся при сверхвысоких давлениях в растворенном виде. Возможно, картина станет более определенной в ходе осуществления в центральной части Прикаспийской впадины международного проекта бурения сверхглубокой скважины «Caspian 1», начало которого намечено на 2014–15 годы, с проектной глубиной до 15 км. Будем надеяться, это грандиозное предприятие откроет дорогу к потенциальным ресурсам глубинных недр данного региона.

1. Горбатиков А. В. Наблюдение глубинных разломных структур земной коры, ассоциирующихся с месторождениями УВ //Материалы Всерос. конф. по глубинному генезису нефти «2-е Кудрявцевские чтения». – М.: ЦГЭ, 2013.
2. Современные представления о формировании скоплений углеводородов в зонах разуплотнения верхней части коры /А. Н. Дмитриевский, И. Е. Баланюк, А. Ш. Донгарян, А. В. Каракин, Ю. А. Повешенко //Геология нефти и газа. – 2003. – № 1. – С. 2–8.
3. Никитин Ю. И. Сейсмогеологическое районирование северо-западной части Прикаспийской впадины //Недра Поволжья и Прикаспия. – 1992. – Вып. 3. – С. 7–16.
4. Никитин Ю. И., Яцкевич С. В. Среднекаменноугольные глубоководные конусы выноса – перспективное направление геологоразведочных работ на нефть и газ в пределах северо-западной части Прикаспийской впадины //Недра Поволжья и Прикаспия. – 2013. – Вып. 76. – С. 3–7.
5. Павленкова Н. И. Флюидный режим верхних оболочек Земли (по геофизическим данным) //Генезис углеводородных флюидов и месторождений. – М.: ГЕОС, 2006. – С. 47–55.
6. Писаренко Ю. А. Вопросы сейсмостратиграфии, ее соотношения со стратиграфией и другими направлениями геологии //Недра Поволжья и Прикаспия. – 1997. – Вып. 14. – С. 3–7.
7. Пыхалов В. В., Рихтер Я. А. Аномальная земная кора Астраханского свода //Известия Саратовского университета. Новая сер. Серия наук о Земле. – 2014. – Т. 14. – Вып. 1. – С. 71–81.
8. Рихтер Я. А. Геотермический режим, тепловой и флюидный потоки Прикаспийской впадины //Известия Саратовского университета. Серия Наук о Земле. – 2011. – Т. 11. – Вып. 2. – С. 72–83.
9. Яцкевич С. В., Мамулина В. Д., Щеглов В. Б. Перспективы обнаружения коллекторов и ловушек в подсолевом палеозое внутренней части Прикаспийской мегавпадины //Недра Поволжья и Прикаспия. – 2003. – Вып. 34. – С. 3–18.

УДК 553.982.2 (478.24)

АЗЕРИ-ЧИРАГ-ГЮНЕШЛИ – МЕГАПРОЕКТ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

© 2014 А. М. Тюрин
ОАО "Оренбурггазгеофизика"

Введение

В 78 выпуске журнала «Недра Поволжья и Прикаспия» [1] рассмотрено состояние и перспективы развития мегапроекта Шах-Дениз – добыча газа и конденсата на одноименном месторождении в азербайджанской акватории Каспия. Второй мегапроект Азербайджана – добыча нефти на месторождении Азери-Чираг-Гюнешли («АЧГ»). Его анализ выполнен по заказу информационно-аналитического проекта «Однако» [2]. Основная проблема здесь – падение дебитов нефти в добывающих скважинах. Для поддержания давления в разрабатываемых пластах в них закачивают попутный неф-

тяной газ и воду. Но в статье для «Однако» не удалось оценить перспективы развития мегапроекта.

Главная трудность выполнения анализа состояний мегапроектов Каспийского региона – отсутствие информации. «Засекречено» все: от данных по геолого-промысловым характеристикам продуктивных пластов до схем расположения эксплуатационных скважин на добывающих платформах. Эта информация имеет геополитическое значение. Напомним, что развитие обоих мегапроектов Азербайджана включало и включает антироссийские составляющие. Тем не менее в ходе составления нас-