



УДК 551.24:553.55(470.46)

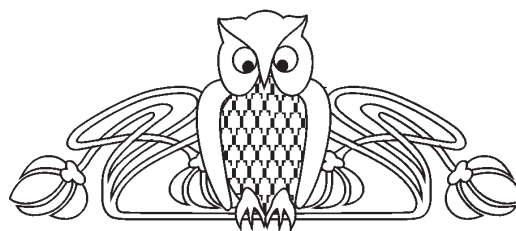
АНОМАЛЬНАЯ ЗЕМНАЯ КОРА АСТРАХАНСКОГО СВОДА

В. В. Пыхалов¹, Я. А. Рихтер²

¹ Астраханский государственный технический университет

² Саратовский государственный университет

E-mail: tyr2760@yahoo.com



При интерпретации сейсмических материалов установлены аномальные особенности строения земной коры Астраханского свода. Они свидетельствуют о пластических деформациях нижней коры на участках ее флюидизации, о проявлении свойств волноводов и зон повышенной проницаемости в верхней коре на путях движения флюидного потока. Уникальное Астраханское газоконденсатное месторождение, локализованное в карбонатной платформе среднекаменноугольного возраста на глубине 4,0–4,5 км, сформировано в результате разгрузки УВ-содержащего глубинного флюида.

Ключевые слова: аномальная сейсмическая запись, волноводы, флюидизация земной коры, углеводороды.

The Anomalous Crust of the Astrakhan Arch

V. W. Pykhalov, Y. A. Richter

The anomalous characteristics of the Astrakhan Arch crustal structure were revealed during the seismic data interpretation. They indicate plastic deformations of the lower crust at the sites of its fluidization, manifestation of the waveguide and enhanced permeability zone properties in the upper crust in the ways of the fluid flow. The unique Astrakhan gas condensate field, localized in the carbonate platform of the Middle Carboniferous age at a depth of 4.0 – 4.5 km, was formed in the area of HC-containing deep fluid discharge.

Key words: anomalous seismic recording, waveguides, crust fluidization, hydrocarbons.

Общепризнана первенствующая роль геофизических методов, особенно сейсмических, в исследовании глубоких осадочных бассейнов, наиболее перспективных на континентах в отношении ресурсов нефти и природного газа. Однако применение этих методов в большинстве случаев было направлено на решение конкретных задач по интерпретации и корреляции вскрытых бурением разрезов, поискам перспективных структур, освещению глубинного строения регионов вдоль основных геотраверсов. При этом основное внимание уделялось изучению физических свойств среды с точки зрения возможности их интерпретации как показателей вещественного состава осадочного чехла и фундамента (или консолидированной коры). Для осадочного чехла также обычно рассматривалось влияние на свойства среды насыщающей ее газовой фазы (флюида) для оценки известной или возможной нефтегазоносности.

Участие флюида в глубинных процессах представляется несомненным, однако во мно-

гих аспектах его роль остается недостаточно изученной. Присутствие флюида и возможная флюидизация среды на больших глубинах не получили еще должной надежной оценки при сейсмических многоволновых исследованиях и глубинном электротзондировании. В частности, серьезной проблемой интерпретации сейсмических материалов является распознавание признаков преобразования среды под воздействием процессов флюидизации. Тем не менее эти признаки во многих районах мира были установлены и идентифицированы в волновых разрезах. С одной стороны, их совокупность отчетливо указывает на аномальное состояние земной коры, обусловленное интенсивной флюидизацией среды, а с другой – позволяет перейти к анализу имеющихся сейсмических данных для оценки влияния процесса флюидизации на упругие свойства среды.

Здесь важен предварительный выбор объектов, уже достаточно детально изученных и в то же время во многих отношениях сохраняющих свое эталонное значение для всего региона. Такие объекты с доказанной нефте- или газоносностью могут стать полигонами для выработки четких критериев и методов поисков новых типов месторождений углеводородов. К их числу следует отнести уникальное Астраханское газоконденсатное месторождение, расположенное на юго-западе Прикаспийской впадины в пределах крупной положительной структуры одноименного свода (рис. 1, 2). Многие особенности строения Астраханского свода, а также строения и состояния земной коры под ним чрезвычайно показательны с позиций современной геодинамики, их изучение может оказаться чрезвычайно полезным для прогресса нефтяной геологии. Анализ геофизических данных, свидетельствующих об аномальных свойствах земной коры Астраханского свода, приводит нас к следующим заключениям.

На временных разрезах ОГТ, в интервале регистрации волн, характеризующих строение консолидированной коры, выделяются две среды: верхняя – однородная прозрачная и нижняя – неоднородная, с интенсивным развитием неравномерно распределенных энергетически выраженных осей синфазности отражений, обычно представляемых в виде наклонных непротяженных «отражающих площадок» (см. рис. 2). Эта среда обычно прослеживается в нижней

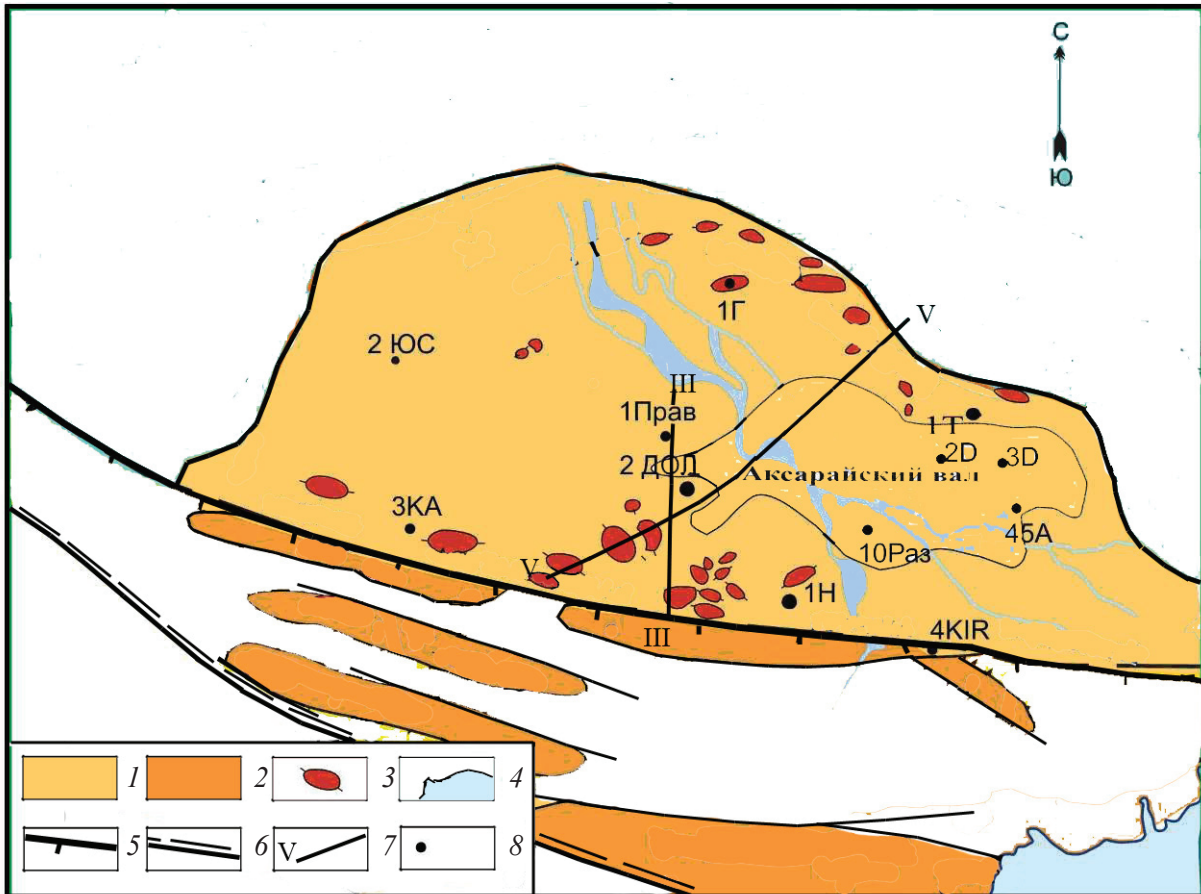


Рис. 1. Астраханский палеозойский свод и его окружение: 1 – Астраханский свод; 2 – складчато-надвиговые структуры палеозоя кряжа Карпинского; 3 – локальные поднятия по башкирским отложениям в пределах свода; 4 – погруженные области Прикаспийской впадины; 5 – граница фронтальных надвигов и складок Каракульско-Смушковской зоны; 6 – северная граница осевой части кряжа Карпинского; 7 – линии сейсмических профилей; 8 – скважины глубокого бурения

части консолидированной коры и выделена под названием «отражательного комплекса» или зоны «рефлективности» [1]. Физически она может быть истолкована как область пластического течения разогретого и насыщенного флюидом вещества земной коры. Созданные деформации могут характеризовать тектонический стиль так называемой «расслоенной» земной коры. Как считается, такая картина может быть вызвана тектонической расслоенностью, возникшей в результате «рейдной деформации» вещества в ходе разуплотнения земной коры, насыщенной флюидом. Структурно-морфологическим отражением такой деформации являются так называемые «глубинные диапиры», выделенные под Астраханским сводом [1, 2].

Нижняя граница зоны «рефлективности» чаще всего совпадает с разделом Мохо или располагается несколько выше и параллельно ему, верхней границе присущи сложные очертания, что создает весьма неравномерное распределение величины интервала этой зоны и особенно «высот» ее условного рельефа. На отдельных участках в рельефе ее верхней границы устанавливаются высокоамплитудные (порядка 16–18 км по вертикали) поднятия, напоминающие диапировидные складки. Отмеча-

ется корреляция между высотой этих поднятий и положительными гравитационными аномалиями трансформант поля силы тяжести в редукции Буге ($K=0,7-0,9$), что подтверждается сопоставлением соответствующих данных в плане (рис. 3).

Распространение зоны «рефлективности» представляется неслучайным: она прослеживается вдоль южного и юго-восточного обрамления Прикаспийской впадины под примыкающими к этому обрамлению приподнятыми блоками самой впадины – от Астраханского свода до Каратон-Тенгизского и Биикжальского поднятий. Для них характерны «очаговое» развитие зоны «рефлективности», относительно высокое положение и интенсивная расчлененность рельефа верхней границы этой зоны. Так, для правобережной (относительно р. Волги) части Астраханского свода, примыкающей к структурам кряжа Карпинского, выявлена «очаговая» кольцеобразная структура в рельефе поверхности «рефлективности» [1, 3]. Она имеет сложную конфигурацию локальных возвышений, обрамляющих центральную «впадину» – участок резкого погружения поверхности «рефлективности» до глубины более 30 км (см. рис. 3). На сейсмопрофилях вдоль правого берега Волги

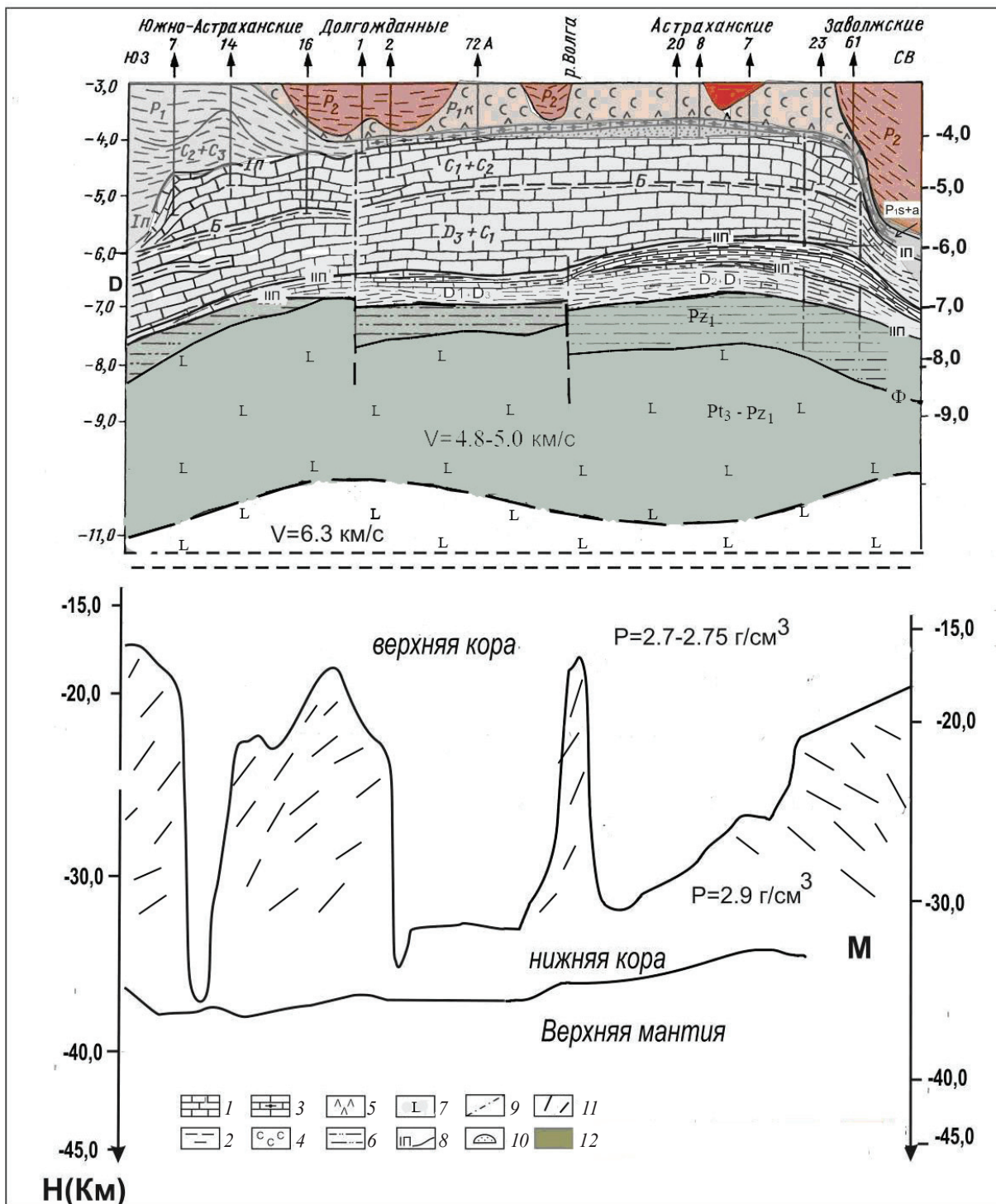


Рис. 2. Геологическое строение земной коры Астраханского свода. Сейсмогеологический разрез по линии V-V (см. рис. 1): 1 – карбонатные отложения; 2 – терригенные отложения; 3 – кремнисто-глинисто-карбонатные отложения; 4 – соленосные отложения; 5 – сульфатные отложения; 6 – породы нижнепалеозойского комплекса (и верхняя часть консолидированной коры – фундамент (зона волновода); 7 – вулканогенный габбро-базальтовый комплекс рифейско-раннепалеозойского возраста (субокеаническая кора) – «фундамент» и ниже «консолидированная» верхняя земная кора геофизиков; 8 – сейсмические горизонты; 9 – разломы; 10 – газоконденсатная залежь АГКМ; 11 – зона «рефлективности» в нижней коре; 12 – зона волновода

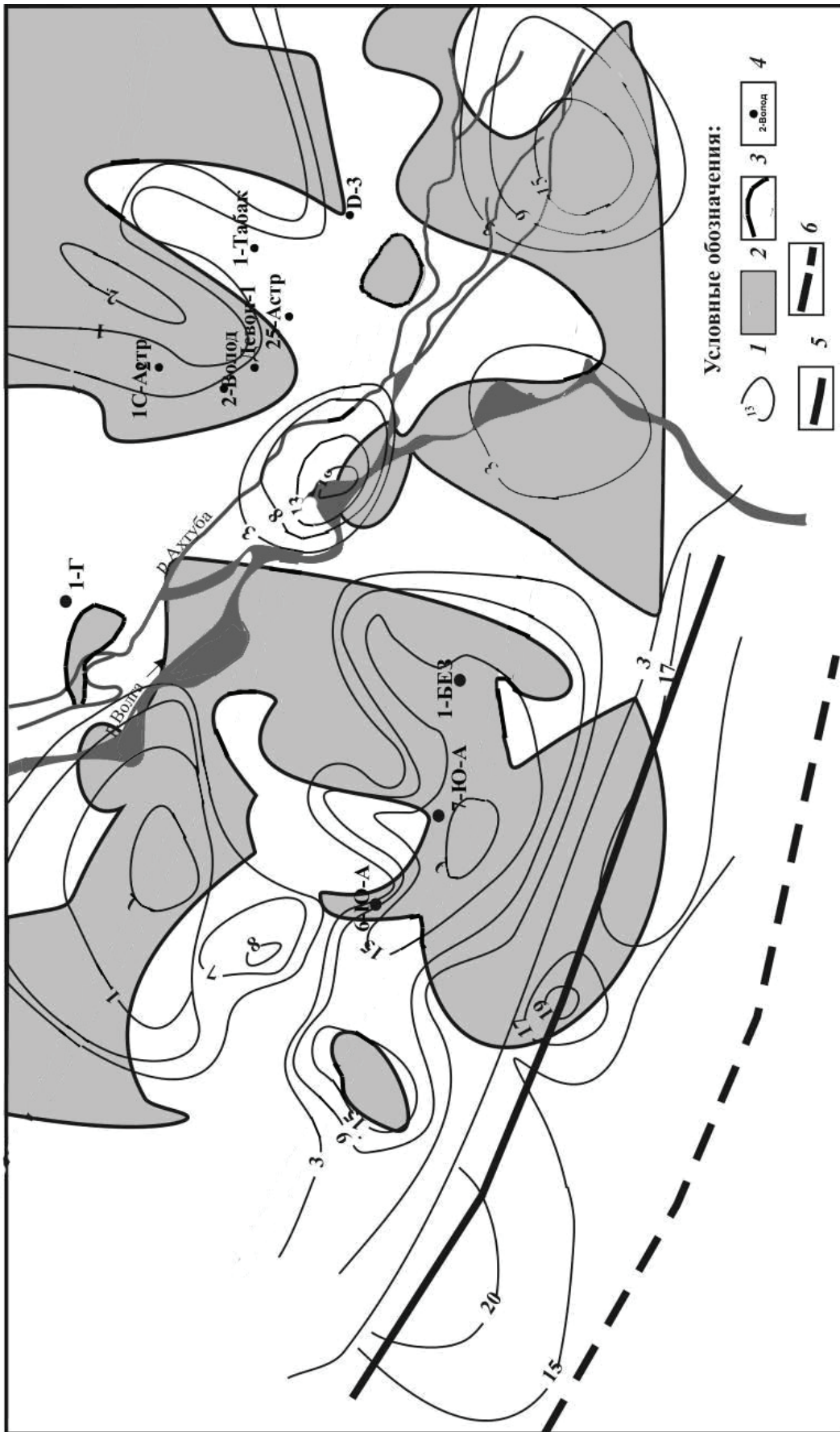


Рис. 3. Схема толщин комплекса «рефлективности» и аномалий трансформанты силы тяжести [3]: 1 – изопахиты комплекса «рефлективности»; 2 – участки с аномалией трансформанты силы тяжести величинной более 4 мГ; 3 – контуры аномалий трансформанты силы тяжести; 4 – сважины; 5 – граница Каракульско-Смушковской зоны; 6 – северная граница складчатого основания кряжа Карпинского



с юга на север просматривается отчетливая картина такой структуры: сначала в интервале 6–9 с наблюдается общий наклон площадок отражений на юг, что создает внешнее обрамление структуры, затем отмечается прозрачная, без отражателей, среда, воронкообразно уходящая на глубину, и снова появляется зона многочисленных площадок отражений, теперь уже наклоненных на север (рис. 4). Характерно, что и здесь отчетливо прослеживается связь положительных гравияномалий (+4–8 мГал) с участками возвышений поверхности зоны «рефлективности», а центральной «впадине» между ними соответствуют пониженные значения поля силы тяжести (его трансформант – до уровня 0–4 мГал). Размеры всей структуры составляют примерно 60x100 км. Восточнее, частично на левобережье Волги, располагаются еще несколько отдельных локальных возвышений, «вписывающихся» в контур Астраханского свода. Восточная периферия этих возвышений недостаточно изучена сейсморазведкой МОГТ, нет данных с большой длиной записи (более 20 с).

Имеющиеся данные электроразведки (методика ЗСБ), несмотря на недостаточность проведенных работ и неопределенность интерпретации их результатов, свидетельствуют об

отдельных фактах аномально резкого повышения электропроводимости (например, с глубины 10 км до глубины 18–19 км, где фиксируется переход к зоне «рефлективности» на одном из профилей МОГТ).

В области обрамления, под центральной частью кряжа Карпинского практически вся консолидированная кора представлена отражательным комплексом близкого типа. Его поверхность образует здесь параллельную кряжу гряде крупных удлиненных возвышений. Она оборвана с северной стороны резким сбросообразным погружением, отделяющим ее от описанной левобережной кольцеобразной структуры.

Анализ материалов КМПВ-ГСЗ также позволяет обнаружить своеобразие строения и свойств консолидированной земной коры Астраханского свода и других поднятий Астраханско-Биикжальской ступени. Это в первую очередь данные о граничных скоростях преломленных волн на уровне поверхности фундамента или кровли консолидированной коры [4] – 5,9–6,2 км/с, что заметно меньше, чем для смежных участков Сарпинского прогиба и Центрально-Прикаспийской депрессии (6,8–7,0 км/с). Кроме того, формы записи волн группы P_0^k во вторых вступлениях для этих струк-

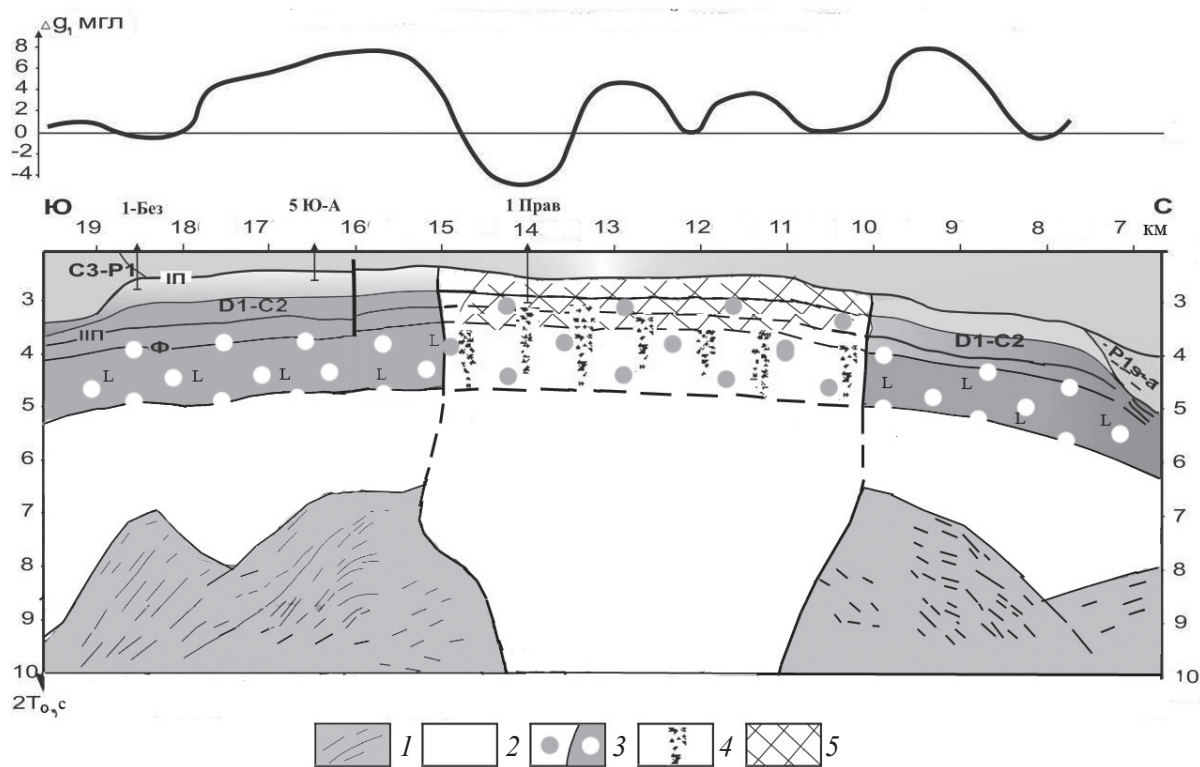


Рис. 4. Геодинамическая модель аномальной земной коры Астраханского свода. Сейсмогеологический разрез по линии III–III (см. рис. 1): 1 – зона ориентированного пластического течения в нижней коре; 2 – зона однородной сейсмически прозрачной верхней коры, возможно, в аморфизованном состоянии в условиях 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



тур также различны: в блоках с пониженными значениями граничных скоростей волновое поле осложнено осями синфазности с большими или меньшими кажущимися скоростями.

Скоростные модели земной коры, построенные по результатам повторной обработки данных КМПВ вдоль профилей, пересекающих Астраханский свод [5], в частности вдоль профиля VIII-61А, демонстрируют присутствие в основании осадочного слоя и верхней части фундамента (консолидированной коры) в интервале 8–11 км волновода – сейсмического слоя с пониженными значениями расчетной скорости продольных волн (4,8–5,0 км/с), а выше, до глубины 4,5–5,0 км (что соответствует глубине залегания кровли подсолевого комплекса) – с повышенными (6,0–6,18 км/с), близкими к значениям скоростей в фундаменте (6,2–6,3 км/с). Такая инверсия скоростей сейсмических волн не характерна для земной коры Сарпинского прогиба и кряжа Карпинского, где волновод не прослеживается. Существование еще одного корового волновода ниже кровли консолидированной коры подтверждается данными о присутствии слоя повышенной электропроводности в интервале глубин 13–19 км (ЗСБ). По данным КМПВ, магнито- и гравиметрии в интервале глубин 14–16 км здесь установлен слой с пониженной скоростью продольных волн и плотностью [6, 7]. Кроме того, по результатам геомеханического моделирования [8] в консолидированной коре Северного Прикаспия до глубин 15 км выявлены крупные зоны разуплотнения с положительными значениями вариаций давления. Волноводы могли быть сформированы в верхней коре в пределах внутрикоровых мульд, и современная их глубина залегания составляет порядка 13–16 км (см. рис. 2). Этим данным не противоречат расчёты, согласно которым коровый волновод может существовать на территории Астраханского свода на глубинах более 12 км [9].

Природа выявленных под Астраханским сводом волноводов еще не вполне ясна. Можно лишь, пожалуй, отметить, что предложенная ранее для этого механическая (дилатансионная) модель волноводов в земной коре [10, 11] оказывается недостаточной, так как не учитывает возможной роли повышенного содержания флюидов при разрушении монолитности пород и создании новой обильно трещиноватой разуплотненной и расслоенной среды [12]. Потерявшие механическую прочность («ослабленные») ее зоны представляют собой субгоризонтальные разломы, вдоль которых возможны относительные перемещения и перетоки флюидов. Таким образом, волноводы могут рассматриваться как часть общей системы миграции глубинного флюида.

Структура Астраханского свода, четко выраженной по кровле подсолевого палеозойского комплекса, в целом находит свое отражение в поверхности консолидированной коры и границы Мохо (см. рис. 2). Последняя занимает несколько

более высокое положение, находясь на глубине 36–37 км, по сравнению со смежными районами Прикаспийской впадины (где она отличается на глубине 39–40 км). На север и северо-восток, в сторону Междуреченской ступени эта глубина остается прежней и уменьшается до 33–35 км к центру впадины. Вторая граница – кровля фундамента (консолидированной коры) – фиксируется под сводом на глубине порядка 9–10 км, что также меньше на 2–3 км, чем в тех же районах.

Здесь необходимо иметь в виду, что по ряду причин с определением положения границы фундамента на Астраханском своде связаны серьезные проблемы. Как недавно установлено коллективом авторов под руководством Ю. А. Воложа [5], на многих профилях КМПВ недостатки применявшейся ранее системы наблюдений (например, ограниченная длина годографа) привели к неоднозначным результатам интерпретации полученных материалов, в частности, при идентификации высокоскоростных волн, преломленных от кровли фундамента и подошвы осадочного слоя. В связи с этим надежных геофизических данных о положении кровли фундамента в пределах Астраханского свода не имеется, за исключением лишь нескольких профилей (профиль VIII КМПВ, профили ГСЗ «Батолит» и Яшкуль – п. Медногорск). Так, по профилю «Батолит» фундамент в левобережной части Астраханского свода залегает на глубине 8 км, а в правобережной – 10–11 км [4]. Интересно, что по данным анализа материалов МОГТ региональных профилей с большой длиной записи (20 с) в пределах Астраханского свода в 2–3 км ниже опорного отражающего горизонта III (подошва девонского сейсмокомплекса) прослеживается еще одна граница, примерно соответствующая преломляющему горизонту d_0^k , выделенному на профиле VIII КМПВ. Как считают авторы монографии [5], наиболее надежно этот горизонт устанавливается по периферии Астраханского свода, в окружающих погружениях. Существенно иная картина наблюдается на своде, особенно в его левобережной части. Здесь ниже слоистой среды, ограниченной снизу отражающим горизонтом III, прослеживается область неупорядоченной записи, характерная для консолидированной коры (фундамента). На основании этого был сделан вывод о примерном совпадении здесь кровли фундамента и подошвы девонских образований [5, с. 87], что было подтверждено данными по профилю VII, отработанному методами КМПВ и МОГТ, где факт совпадения установлен с точностью до 0,2 с (около 500 м по вертикали) на глубинах в интервале 7–9 км.

Этот важнейший вывод подтверждается и с геологических позиций. Близость поверхности фундамента к подошве девона предполагается нами по результатам бурения в левобережной части свода глубокой опорной скважины Д-2. В интервалах 6545,3–6563,6 м, 6576,1–6576,7 м и 6735–6738 м в составе песчаников и гравелитов



терригенно-карбонатной толщи нижне-среднедевонского возраста (эмско-раннеэйфельского) нами в 2011 г. при изучении петрографических шлифов был обнаружен окатанный материал диабазов, базальтов, их стекловатых корок, габброидов, более редких фтанитовых кремнистых пород, риолито-дацитов и серпентинитов. Ниже 6760 м и до забоя на глубине 7003 м в буровом шлеме представлены главным образом тонкослоистые алевролиты и аргиллиты, реже – кварцевые песчаники и кварцито-песчаники, скорее всего принадлежащие терригенной толще ордовика – силура. Тогда же нами было сделано предположение, что обломочный материал в основании девонских отложений может происходить из подвергавшихся размыву поднятий базальтовой океанической коры и прикрывающих ее глубоководных кремнисто-терригенных осадков нижнего палеозоя [13]. Это может означать, что на ближайших глубинах порядка 7,5–8,0 км находится не просто акустический фундамент геофизиков, а поверхность базальтового слоя субокеанической коры, подстилающей Прикаспийскую впадину. В свете сказанного особый интерес представляют недавно опубликованные данные о природе Северо-Каспийской гравитационной аномалии, захватывающей в границах изолинии +10 мГал Астраханский свод и прилегающую северную часть кряжа Карпинского. Эта аномалия, как посчитали исследователи, вызвана присутствием на глубине мощного базитового вулканического комплекса раннего палеозоя [14]. Таким образом, нам представляется более реальным, соответствующим современному состоянию изученности Астраханского свода, предположение о базитовом составе фундамента, принадлежащего субокеанической земной коре.

Все эти данные позволяют сделать уверенное заключение о приподнятом положении блока земной коры под Астраханским сводом. Начало восходящих движений, возможно, относится ко времени формирования перерыва в основании девонских отложений, залегающих на размывтой поверхности глубоководных осадков нижнего палеозоя. В дальнейшем тектонический режим стабилизировался и начавшееся медленное погружение этого блока компенсировалось осадконакоплением, приведшим к созданию в середине среднекаменноугольной эпохи мощной карбонатной платформы. Современное положение этой платформы – на глубинах около 4,0–4,5 км – свидетельствует о накопленном эффекте длительных медленных погружений Астраханского свода, как и всей Прикаспийской впадины. Таким образом, в течение всего среднего и в начале позднего палеозоя свод находился в зоне шельфового терригенно-карбонатного осадконакопления, где формировались крупные рифогенные постройки.

Признаки аномального состояния сейсмической среды обнаруживаются и выше – в пределах слоистой части разреза, характерной для подсо-

левого комплекса палеозоя. Это так называемые зоны «потери когерентности сейсмической записи» или аномальной сейсмической записи (АСЗ), зафиксированные в ряде профилей на территории Астраханского свода. Участки такой записи отличаются от соседних некоторой нарушенностью слоистой картины протяженных «горизонтов» отражений, вызванной «растворением» некоторых из них (потерей или ослаблением сигнала в волновом поле) и некоторым их смещением относительно друг друга (рис. 5). Иногда возрастающая степень нарушенности отражений придает им лоскутный характер, создающий картину хаоса. Такие участки прослеживаются на расстоянии 5–10 км в интервале временного разреза порядка нескольких секунд, образуя сквозные зоны АСЗ, уходящие на значительную глубину в пределы фундамента [3]. Зоны АСЗ располагаются преимущественно над участками понижений («мульд») и склонов в рельефе поверхности комплекса «рефлективити» [15], обнаруживая тем самым связь с мульдообразными впадинами, окруженными локальными «диапироподобными» поднятиями этого комплекса и имеющими нарушенную структуру волнового поля (вплоть до появления прозрачной).

Проявления зон АСЗ в каменноугольных отложениях известны в пределах Правобережной и Георгиевской площадей, в также в пределах АГКМ в районе скв. 45 и скв. 72 Астраханских и других, в докаменноугольных породах – в районе скв. Д-1. Практически на всех зонах АСЗ установлены притоки газа и газоконденсата, на некоторых открыты месторождения (Западно-Астраханское, Великое и др.). Как правило, в верхней части зон АСЗ и в их кровле интенсивно развиты, особенно в карбонатных породах, многочисленные трещины и поры, что придает всему комплексу Астраханского карбонатного массива уникальные коллекторские фильтрационно-емкостные свойства. Ареалы их развития, чередующиеся с участками интенсивной кольматации трещинно-пустотного пространства, выделяются как зоны очаговой трещиноватости (ЗОТ) [3].

Анализ развития зон повышенной пористости в терригенно-карбонатных породах нижнего-среднего девона на глубинах 6–7 км, проведенный по данным изучения керн скважин Правобережная 1, Девонские 2 и 3, Табаковская 1, дал любопытные результаты. Оказалось, что отложения, вскрытые скв. Д-2 и Д-3, представленные песчаниками на карбонатном и глинистом цементе, с прослоями аргиллитов, имеют пористость от 9 до 22%. При бурении фиксировались газопроявления. Более редкие известняки с прослоями аргиллитов имеют пористость до 27%. В целом толща нижнего-среднего девона может считаться перспективной на обнаружение хороших коллекторов. К сказанному стоит добавить, что непосредственно ниже скважиной Д-2 была вскрыта вплоть до забоя мощная толща аргиллитов ниж-

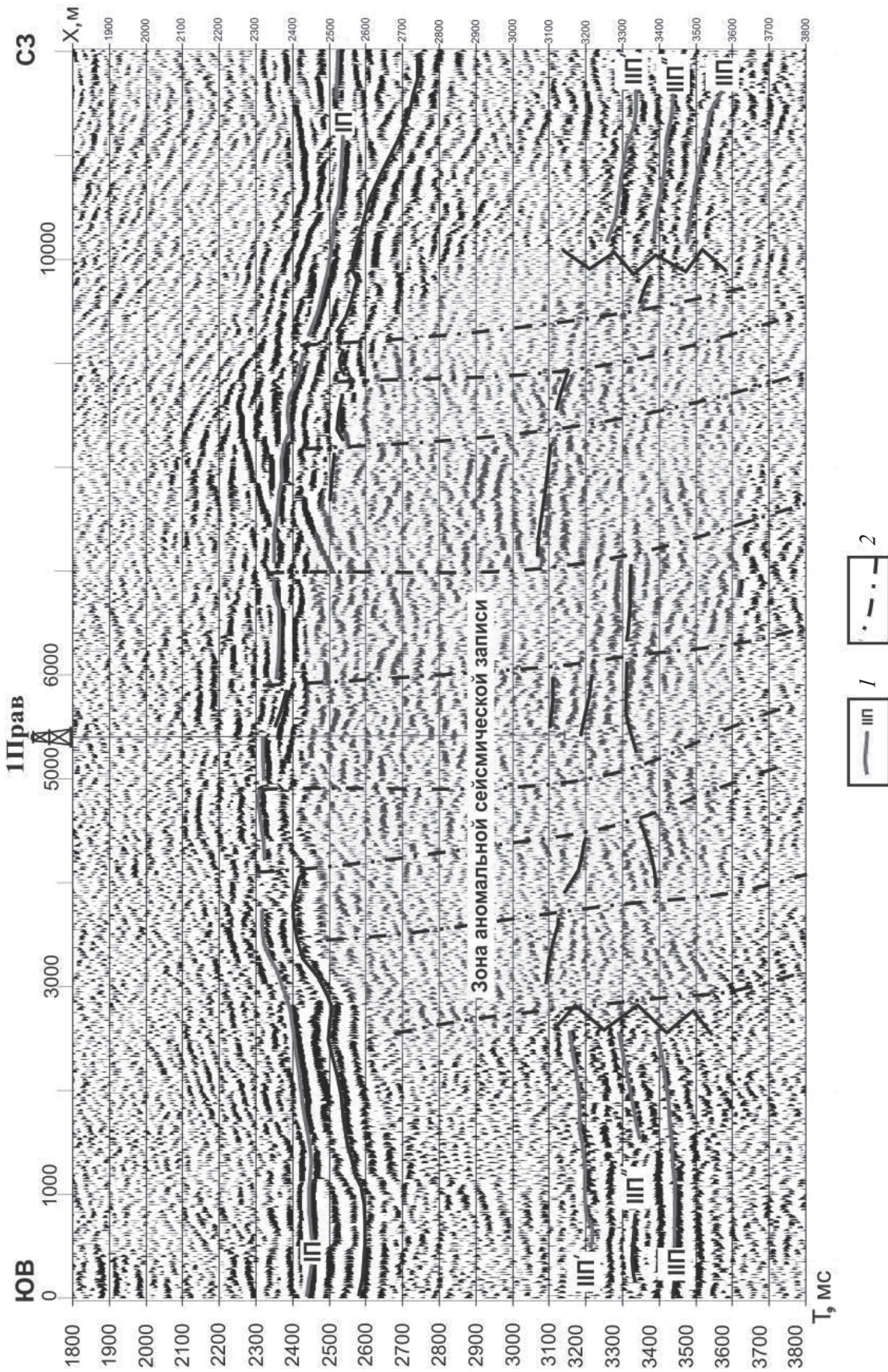


Рис. 5. Проявление аномальной сейсмической записи в волновом поле. Правобережная площадь. 1 – отражающие горизонты; 2 – разрывные нарушения



него палеозоя (не менее 400 м!) с пористостью, превышающей на отдельных интервалах 22% [16]. Эти породы вместе с филлитовыми сланцами и редкими кварцитовидными песчаниками почти нацело представляют буровой шлам, что, скорее всего, неслучайно и позволяет предположить высокую степень нарушенности их толши.

Перспективы нефтегазоносности всего девонско-нижнекаменноугольного комплекса, в отсутствие хороших коллекторов, могут связываться с локальными зонами разуплотнения, представленными участками повышенной трещиноватости, а также зонами интенсивного выщелачивания, разделенными участками плотных слабопроницаемых пород. Это подтверждается, например, повышенной газоносностью отложений франского яруса D_3 в скв. Правобережная 1.

Таким образом, по геофизическим данным на всех уровнях земной коры Астраханского свода устанавливаются уникальные особенности ее строения и состояния, которые придают ей аномальный характер. К таким особенностям относятся отражательный комплекс «рефлективности» в низах консолидированной коры, его характерные «очаговые» структуры, присутствие волноводов в верхах консолидированной коры, участки проявления в осадочном чехле и фундаменте зон аномальной сейсмической записи (АСЗ), характерные для так называемых АКЗ (аномальных кольцевых зон) Западной Сибири, «газовых труб» (gas chimney) и VAMP-structure (velocity and amplitude structure) многих нефтегазоносных районов мира. Уникальное Астраханское газоконденсатное месторождение и другие месторождения, сконцентрированные в пределах Астраханского свода, находятся в прямой связи с выявленными чертами строения и состояния земной коры. Присутствие здесь этих скоплений УВ доказывает, по крайней мере, что они неслучайны, находятся в каком-то отношении с выявленной ситуацией, возможно, объясняющей их появление.

Отмеченные аномальные особенности земной коры района Астраханского свода были учтены нами при создании новой геодинамической модели. Они тесно связаны друг с другом и обусловлены глубинными процессами дегазации мантии. Снизу вверх от границы Мохо выделяют следующие зоны (см. рис. 4):

– зона ориентированного пластического течения и связанных с ним куполовидных деформаций в нижней коре. Возможно, она развита в основании нижней коры за счет присоединения к ней серпентинизированной части мантии, преобразованной (разуплотненной) под воздействием флюида;

– зона однородной сейсмически прозрачной верхней коры, возможно, находящейся в аморфизованном состоянии в условиях насыщения флюидом. На отдельных участках в виде локальных объемов цилиндрической или воронкообразной формы эта зона проникает в нижнюю кору вплоть

до ее основания. Возможно, здесь фиксируются структуры прорыва глубинным флюидом нижней коры при сверхвысоких давлениях;

– зона волноводов в верхней «консолидированной» коре, нередко на границе так называемого фундамента и осадочного комплекса. Она представлена разуплотненным слоем с пониженными механическими свойствами благодаря насыщению флюидом;

– зона локальных хрупких дислокаций, повышенной проницаемости и гидротермальной проработки (структуры очаговой трещиноватости) в осадочном подсолевом комплексе палеозоя. Она интерпретируется как область разгрузки флюида и локализации скоплений УВ в породах карбонатной платформы под экраном солей средней перми.

На современном этапе развития наших представлений о размещении скоплений УВ в земной коре все более очевидной становится их связь с проявлениями флюидизации и аморфизации геологической среды под воздействием глубинного флюида. На верхних уровнях земной коры по сейсмическим данным фиксируются пути миграции УВ-содержащего флюида вдоль глубинных разломов и зон повышенной трещиноватости – их зон разгрузки. В ряде случаев это непосредственно подтверждается специальными геохимическими исследованиями вскрытых бурением пород, в вертикальном разрезе которых обнаружены характерные проявления зональных гидротермальных изменений [17–19, 20–22]. В результате применения методики инверсионного термогидродинамического моделирования были получены интересные данные о глубинной гидротермальной циркуляции на примере резервуара Рогожниковского нефтяного месторождения в риолито-дацитовой толще пермо-триаса (Западная Сибирь). Они показали, что его заполнение тесно связано с поступлением в резервуар восходящего флюидного потока [23]. Подобные исследования было бы целесообразно провести и на полигоне Астраханского ГКМ, где уже имеются для этого необходимые условия и данные предыдущих многолетних наблюдений.

Уже в настоящее время можно сделать некоторые существенные выводы. Залежи газоконденсата в пределах Астраханского свода сформированы и продолжают накапливаться в зонах интенсивной «очаговой» трещиноватости и повышенной пористости карбонатных пород нижнего-среднего карбона, очевидно, являющихся областью разгрузки действующей флюидодинамической системы. Судя по геофизическим данным, влияние этой системы распространяется на весь объем земной коры Астраханского свода. Следовательно, при дальнейшем изучении необходимо использование в пределах выбранных участков и скважин полигона специальных геодинамических параметров, отражающих состояние земной коры, динамику процессов внутри нее и влияние отбора газа при разработке месторождения.



Как показано на примере отдельных объектов [19], различные геофизические, геодезические и геохимические показатели, отслеживаемые в режиме мониторинга геолого-геофизической среды, позволяют обнаружить динамику современных движений, вариаций гравитационного и волнового поля, изменения плотности нефти и содержания в ней газа и конденсата, флюктуаций содержания гелия в попутном газе и т. п. Анализ данных таких наблюдений на известных, уже достаточно изученных объектах позволит выбрать комплекс эффективных параметров для прогноза и поисков новых месторождений даже в, казалось бы, хорошо освоенных районах, откроет новые перспективы на гораздо более серьезных глубинах. К известным признакам нефтегазоносности и общегеологическим критериям о наличии локальных структур, «ловушек» и «покрышек» присоединятся данные о состоянии недр, геодинамической активности глубинных разломов, о присутствии глубинных флюидодинамических систем и зон их разгрузки. На стадии прогноза возрастет роль глубинных геофизических исследований (МОГТ-ГСЗ, КМПВ, МТЗ и др.), разработка их новых модификаций для оценки характера и степени аномальности состояния и строения земной коры, выработки более четких признаков аномальных волновых полей для уверенной интерпретации геофизических материалов. В меньшей степени окажется важным использование современных геохимических методов для изучения состава флюида, его эволюции и зональности изменения среды на путях его миграции, а также методов моделирования процессов функционирования реальных флюидодинамических систем, формирующих скопления УВ.

Библиографический список

1. Бродский А. Я., Шайдаков В. А., Шлезингер А. Е., Штунь С. Ю. Строение верхней мантии и консолидированной коры в зоне сочленения кряжа Карпинского и Астраханского свода // Докл. РАН. 1993. Т. 333, № 3. С. 341–343.
2. Бродский А. Я., Воронин Н. И., Миталев И. А. Модель глубинного строения зоны сочленения кряжа Карпинского и Астраханского свода // Отечественная геология. 1994. № 4. С. 50–53.
3. Пыхалов В. В. Геодинамическая модель формирования земной коры и осадочного чехла Астраханского свода и ее значение для оценки фильтрационно-емкостных свойств карбонатных отложений по данным геофизических методов. Астрахань, 2009. 152 с.
4. Костюченко С. Л., Егоркин А. В. Прикаспийский задуговой бассейн – новый взгляд на ранние этапы эволюции // Разведка и охрана недр. 2004. № 4. С. 18–20.
5. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность / под ред. Ю. А. Воложа, В. С. Парасыны. М., 2008. 221 с.
6. Карус Е. В., Саркисов Ю. М. Об антистратиформном характере разреза кристаллического основания континентальной земной коры // Докл. АН СССР. 1986. Т. 289, № 1. С. 176–179.
7. Саркисов Ю. М., Кудымов В. М., Овчаренко А. В., Берзин П. Г., Сулейманов А. К. Новые данные о составе, структуре и геодинамике континентальной коры // Советская геология. 1992. № 3. С. 88–96.
8. Гарагаи И. А. Глубинные аномалии коровых напряжений в зоне подсолевых месторождений углеводородов Северного Прикаспия // Геомеханика. Разрушение и дилатансия. Нефть и газ : сб. трудов ИФЗ. М., 2010. 640 с.
9. Бродский А. Я., Пыхалов В. В., Тинакин О. В., Токман А. К., Комаров А. Ю. Развитие разрывных нарушений и зон очаговой трещиноватости и их влияние на распределение ФЕС девонско-каменноугольных отложений Астраханского свода // Газовая промышленность. 2010. № 5. С. 22–25.
10. Николаевский В. Н., Шаров В. И. Разломы и реологическая расслоенность земной коры // Физика Земли. 1985. № 1. С. 16–28.
11. Каракин А. В., Камбарова А. Н. Динамическая модель коровых волноводов // Геоинформатика. 1997. № 1. С. 10–17.
12. Павленкова Н. И. Флюидный режим верхних оболочек Земли по геофизическим данным // Генезис углеводородных флюидов и месторождений. М., 2006. С. 47–55.
13. Рихтер Я. А. Внутриплитная региональная геодинамика : Прикаспийская впадина и ее обрамление. Саратов, 2012. 116 с.
14. Сегалович В. И., Волож Ю. А., Антипов М. П., Васильев О. А. Природа Северо-Каспийской гравитационной аномалии // Геотектоника. 2007. № 3. С. 30–45.
15. Бродский А. Я., Пыхалов В. В. Модель формирования зон повышенной трещиноватости в палеозойских отложениях Астраханского свода // Недра Поволжья и Прикаспия. 2006. Вып. 47. С. 16–23.
16. Захарчук В. А., Козий Н. М., Бадалова В. А. Распределение коллекторов в девонско-нижнекаменноугольных отложениях Астраханского свода // Южно-российский вестн. геологии и географии и глобальной энергии. Науч.-техн. журн. 2003. № 3. С. 35–39.
17. Багдасарова М. В. Роль гидротермального процесса в формировании коллекторов нефти и газа // Геология нефти и газа. 1997. № 9. С. 42–46.
18. Багдасарова М. В. Современные гидротермальные системы и их связь с формированием месторождений нефти и газа // Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. М., 2000. С. 100–115.
19. Багдасарова М. В., Сидоров В. А. Современная геодинамика глубинных разломов и формирование полезных ископаемых // 1-е Кудрявцевские чтения : Всерос. конф. по глубинному генезису нефти : тез. докл. М., 2012. С. 222–230.
20. Коробов А. Д., Коробова Л. А., Кинелева С. И. Природа жильных коллекторов углеводородов Шаимского района (Западно-Сибирская плита) // Отечественная геология. 2005. № 4. С. 3–9.



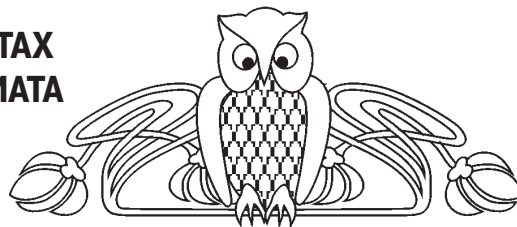
21. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Нефтегазоперспективный рифтогенно-осадочный формационный комплекс как отражение гидротермальных процессов в породах фундамента и чехла // Геология нефти и газа. 2011. № 3. С. 14–23.
22. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Роль глубинного тепло-массопереноса в формировании коллекторов и фазовой зональности углеводородов рифтогенно-осадочного

комплекса Западной Сибири // 1-е Кудрявцевские чтения : Всерос. конф. по глубинному генезису нефти : тез. докл. М., 2012. С. 280–284.

23. Кирюхин А. В. Диагностика восходящих потоков флюида в продуктивных вулканогенных резервуарах на основе инверсионного термогидродинамического моделирования // Там же. С. 112–115.

УДК 55:372.8

О ПРОБЛЕМАХ И ЦЕННОСТНЫХ ПРИОРИТЕТАХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БАКАЛАВРИАТА (на примере программ геофизического направления)



М. И. Рыскин

Саратовский государственный университет
E-mail: riskinmi@yandex.ru

Представлены актуальные проблемы перехода на двухуровневую систему образования в российской высшей школе. Предлагается в рамках бакалавриата отойти от традиционной физико-математической ориентации программ геофизического направления в сторону геологических приоритетов. Рассмотрены некоторые аспекты реализации этой идеи на примере программы курса геофизики.

Ключевые слова: модернизация, бакалавриат, магистратура, геофизические методы разведки, самостоятельная работа студентов, геологическая природа геофизических аномалий.

**About the Problems and Value Priorities of Educational
Baccalaureate System (with Geophysical Area Programs
as an Example)**

M. I. Riskin

The vital problems of passage to the two-bin system of formation in the Russian higher school are represented. It is proposed within the framework [baccalaureate] to go away from the traditional physico-mathematical orientation of the programs of geophysical direction to the side of geological priorities. Some aspects of the realization of this idea based on the example of the program of the course of geophysics are examined.

Key words: modernization, baccalaureate, geophysical prospecting, geological nature or physical anomalies.

Первое десятилетие XXI века в нашей стране проходило под лозунгом *всеобщей модернизации*. И хотя по большей части это были разговоры, но в сфере образования происходят заметные деформации.

Здесь уместно напомнить, что высшая школа оказалась одним из немногих институтов, которым удалось устоять в эпоху перестройки. Перестройка, в конце концов, завершилась тем, что мы стали жить совсем в другом государстве – сменился экономический строй, страна стала иначе именоваться, сократилась ее территория и пр. Но высшая школа уцелела. Однако в последующие годы она стала заметно деградировать. Особенно значительные

сдвиги произошли в возрастной структуре преподавательского корпуса, как следствие, существенно снизилась его научная продуктивность. Удастся ли изменить ситуацию в лучшую сторону в процессе нынешней модернизации? Однозначный ответ на этот вопрос дать трудно. Чтобы приблизиться к истине, *необходимо уяснить основные тренды идущих преобразований*.

О двух направлениях преобразований

В первую очередь следует, по-видимому, назвать *создание системы высококатегорийных университетов: федеральных и национальных исследовательских*. Предполагается, что в них произойдет усиление кадрового состава преподавателей, учебный процесс будет органично связан с научной работой студентов, существенно улучшится материально-техническая база, повысится социальный статус профессорско-преподавательского состава. Все это будет обеспечено достойным уровнем государственного финансирования и, наряду с этим, собственными заработками вузов за счет создания сети научно-производственных подразделений коммерческого толка, где будут придумывать, производить инновационные продукты и торговать ими. Насколько это реально? Трудно представить, что люди, родившиеся и воспитанные в системе ценностей, где наука и торговля, как гений и злодейство, – две вещи несовместные, сумеют быстро «перековаться». Скорее всего, процесс перерождения окажется достаточно длительным и проблемным, соответствующая выучка не будет достигнута без создания сети специальных бизнес-инкубаторов и т. п.

Возникают и другие вопросы: за счет чего и кого на самом деле повысится категорийность, поднимется научный статус? Что будет с гигантским массивом прочих вузов, не вошедших в число избранных? Если судить по практике одного из таких НИУ, магистральными направлениями выбраны научные стажировки и закупки