

Харченко В.М. (ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет»)

ПАЛЕОСТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПОГРЕБЕННЫХ СТРУКТУР (НА ПРИМЕРЕ ЗОНЫ ПРЕДКАВКАЗЬЯ И СЕВЕРНОГО КАВКАЗА)

*В качестве новой технологии предлагается палеоструктурно-геоморфологический метод выявления погребенных структур, перспективных на нефть и газ, основанный на анализе древних элементов рельефа по имеющимся структурным картам и геолого-геофизическим профилям территорий Предкавказья и Северного Кавказа. **Ключевые слова:** палеоструктурно-геоморфологический метод, структурные карты, Прикаспийская впадина, кряж Карпинского, Предкавказский прогиб, анализ мощностей и фаций, антиклинальные поднятия, структуры растяжения, залежь УВ, структуры центрального типа.*

Kharchenko V.M. (The North Caucasian Federal University)

PALEOSTRUCTURAL GEOMORPHOLOGICAL METHOD TO DETECTION OF BURIED OIL AND GAS STRUCTURES (FOR EXAMPLE CISCAUCASIA AND NORTH CAUCASUS ZONES)

*As a new technology offered paleostructural geomorphological method for detecting buried structures, looking for oil and gas, based on the analysis of ancient elements of the relief from the available structural maps and geological and geophysical profiles Ciscaucasia areas and the North Caucasus. **Key words:** paleostructural geomorphological method, structural maps, Caspian depression, boules Karpinski, Ciscaucasian the deflection, capacity analysis and facies, anticlinal uplift, structure stretching, hydrocarbon deposit, structure of the central type.*

Территория Северного Кавказа и Предкавказья находится в очень выгодном географо-экономическом положении, где давно известны многочисленные месторождения нефти и газа, которые открыты в основном в мезо-кайнозойском осадочном чехле на глубинах до 4 км. В последнее время исследования по дальнейшим поискам месторождений нефти и газа нацелены как на палеозойский комплекс пород фундамента на глубинах свыше 4 км, так и на поиски новых месторождений в мезо-кайнозойском чехле, приуроченных к трещинным коллекторам различных горных пород, в том числе и глинистым. Для решения этих задач требуются новые научные обоснования и подходы.

Геофизические методы выявления структур, перспективных на нефть и газ, обходятся дорого. На глубинах свыше 5 км требуются специальные геофизические глубинные методы, и прежде чем применять их, нужен иной подход, который был бы экономически эффективным и служил надежной основой для использования сейсмических методов. В связи с этим предлагается новый палеоструктурно-геоморфологический метод выявления погребенных структур на глубинах до 10 км, в основе которого лежит анализ размыва древних поверхностей и мощностей отложений осадочного чехла.

Этот метод является существенным дополнением в развитии известного структурно-геоморфологического метода, который должен использоваться (практически не используется) на первом этапе поисковых работ на нефть и газ. На этом этапе по характеру рельефа выявляются различные структурные элементы земной коры, в том числе и антиклинальные поднятия, к которым приурочиваются залежи углеводородов (УВ). В последнее время этот метод существенно дополнен так называемым структурно-метрическим методом В.М. Харченко [5], который основан на анализе структур центрального типа. По существу предлагается анализ имеющихся структурных карт, где по сейсмическим данным отражены в форме изогипс поверхности древнего рельефа и, только в редких случаях, настоящие геологические структуры — антиклинали и синклинали. Чаще всего все выступы погребенного рельефа интерпретируются как антиклинальные структуры. Анализируя палеорельеф и мощности осадочных пород, можно выявить настоящие антиклинальные поднятия, в ядре которых находятся древние породы.

Основным методом выделения и интерпретации структур центрального типа служат традиционный структурно-геоморфологический и малоизвестный структурно-морфометрический (сейсмоаэрокосмический) методы (по В.М. Харченко).

На основе структурно-геоморфологического метода наиболее перспективными на нефть и газ являются структуры растяжения, которые в рельефе выделяются по рисунку гидросети, а конкретно по центростремительно-центробежному рисунку. Эти рисунки отражают вертикальные положительные движения и сопровождаются образованием горстов в центральной части. На земной поверхности они выражены понижениями рельефа.

Особый интерес в плане нефтегазоносности представляют собой структуры центрального типа с комбинированным рисунком гидросети (центробежно-центрально-стремительным), диагностирующие зоны растяжений, к которым, по нашему мнению, приурочиваются нетрадиционные коллекторы в глинистых толщах.

На примере зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины рассмотрим новый палеоструктурно-геоморфологический метод.

Проблема геологической интерпретации зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины, выделяемой как Каракульско-Смушковская зона дислокаций, возникла давно. Однако она стала реально решаться только в последние 15–20 лет, с началом глубокого бурения в юго-западной части Прикаспийской впадины и получения геофизического материала на глубину 10 км и более. Согласно современным взглядам М.П. Антипова, Ю.А. Воложа, А.Н. Дмитриевского и др. [2, 3, 4] зона сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского представляется как полоса надвигов протяженностью несколько сотен километров и шириной до нескольких десятков километров. В этой зоне выделяются поднадвиговой структурный этаж, сложенный терригенно-карбонатным комплексом пород девона, карбона и нижней перми и надвиговой комплекс пород верхне-каменноугольно-

нижнепермского возраста, представленный дислоцированной терригенной толщей. Дислоцированный верхне-каменноугольно-нижнепермский комплекс является аллохтоном, а нижний структурный этаж недислоцированного комплекса пород девона, карбона и перми — автохтоном.

Особое место занимает регионально распространенная пачка гравелитов, конгломератов, доломитовых и кремнисто-карбонатно-глинистых пород, которая перекрывает как недислоцированные породы нижнего этажа, так и частично дислоцированные породы аллохтона. Перекрывают эту пачку терригенные и соленосные отложения кунгурского яруса и породы верхней перми. Граница несогласия воздымается в южном направлении, углы ее наклона составляют от

5–10 до 45–60° (рис. 1, 2, 3), указывая на явную границу размыва.

Согласно имеющимся представлениям о структурных планах этой зоны, на сейсмогеологических профилях обычно выделяются «антиформы» структуры, которые, как правило, отождествляются с антиклиналями. Последние обычно и являются объектом для поисков нефти и газа. По кровле сакмарско-артинских отложений выделяются протягивающиеся на несколько десятков километров Сухотинский, Алексеевский, Каракульский и другие валы. По отражающим горизонтам в ассельских отложениях отмечается Чкаловский вал, а по горизонту верхнего карбона (1П) — ряд протяженных валообразных поднятий. Все структуры по различным горизонтам в плане, как правило, смещены

относительно друг друга и, таким образом, не являются унаследованными. Глубина залегания сейсмических горизонтов составляет в среднем 2–3, 3–4 (пермские отложения Р) и 4–8 км (каменноугольные отложения С, горизонт 1П). Можно рассмотреть и проинтерпретировать ряд сейсмогеологических и временных разрезов по всей Каракульско-Смушковой зоне от Чкаловской площади (на западе) до Уланской и Красносельской (на востоке).

Так, на сейсмогеологическом профиле Сухотинско-Чкаловского участка (рис. 1, 2) выделяются многочисленные отражающие границы, наклоненные в северном направлении под углами от 0 до 45°. На глубине 3600–4000 м отмечается значительное выполаживание поверхности на протяжении 1–1,5 км с дальнейшим погружением ее на север на глубину 6300 м. Далее отмечается опять ее выполаживание с незначительным погружением (до 20°) на север. Эти участки выполаживания интерпретируются геофизиками как кровельные части антиклинальных структур различного возраста, по отметкам которых и строились структурные карты (соответственно по кровле сакмарско-артинских, ассельских отложений нижней перми и по горизонту 1П верхнего карбона). На-

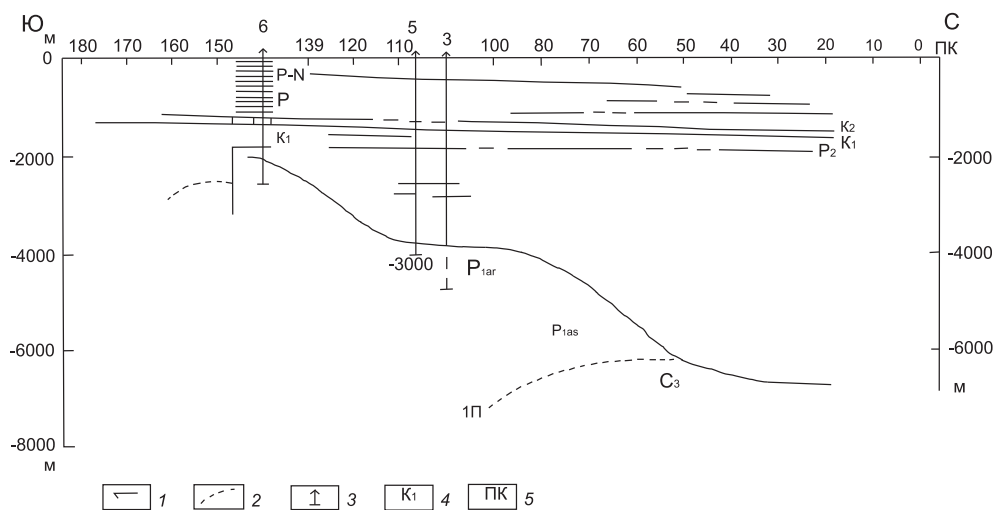


Рис. 1. Сейсмический профиль 35.2.82 в пределах Чкаловской площади зоны сочленения кража Карпинского и Прикаспийской впадины: 1 — отражающие горизонты; 2 — тектонические нарушения; 3 — проектные и пробуренные скважины; 4 — индексы геологического возраста; 5 — пункты взрывов через каждые 50 м

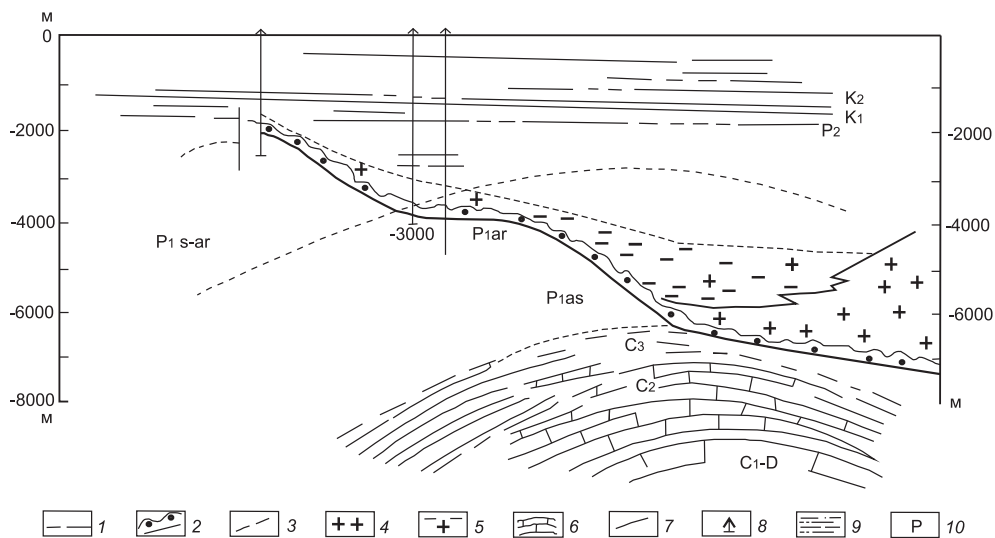


Рис. 2. Результат интерпретации сейсмического профиля 35.2.82: 1 — отражающие горизонты; 2 — ангидрит-доломитовая пачка докунгурских пород, приуроченных к эрозионной поверхности предкунгурского рельефа; 3 — предполагаемые геологические границы; 4 — соленосные отложения кунгурского яруса; 5 — галопелиты; 6 — карбонатные отложения карбона; 7 — тектонические нарушения; 8 — проектные и пробуренные скважины; 9 — терригенные отложения карбона; 10 — возрастные индексы

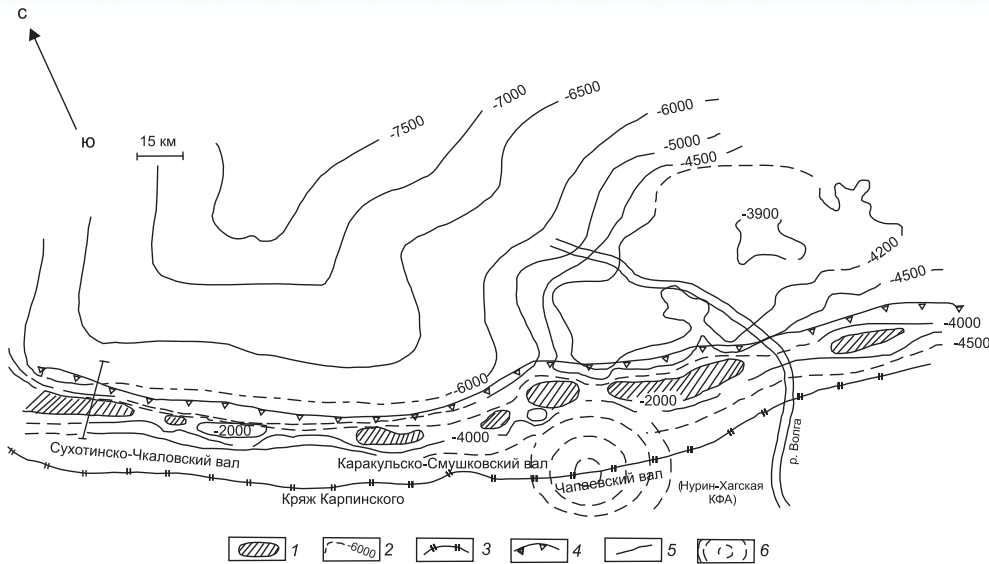


Рис. 3. Схематическая структурная карта зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины: 1 — изогипсы докунгурского горизонта II (крючья ангидрит-доломитовой и кремнисто-глинисто-карбонатной пачек); 2 — изолинии подсолевого горизонта III; 3 — северная граница кряжа Карпинского (герцинского складчатого фундамента); 4 — северная граница Калмыцко-Астраханского герцинского передового прогиба; 5 — местоположение сейсмопрофиля 35.2.82; 6 — Нурин-Хагская кольцевая космофотоаномалия

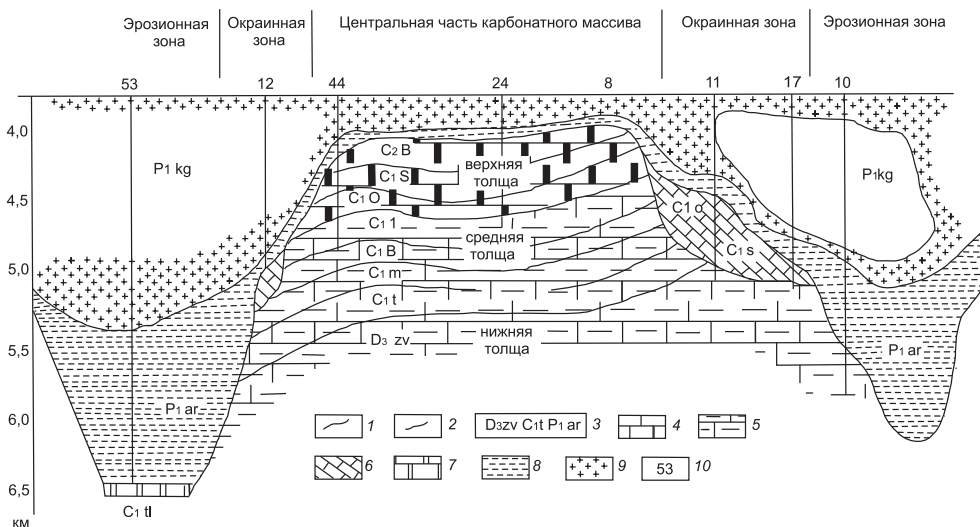


Рис. 4. Геологический разрез через Тенгизское поднятие (по Г.А. Фадеевой и В.И. Котельникову с уточнениями В.П. Карпова, 2003; с позиции эрозионно-тонической теории): 1 — поверхность размыта; 2 — стратиграфические границы; 3 — геологический возраст; 4 — известняки органогенно-обломочные неглинистые; 5 — известняки органогенно-обломочные глинистые; 6 — известняки биогермные неглинистые; 7 — известняки черные (неизученные); 8 — преимущественно терригенные отложения; 9 — соль; 10 — номера скважин

клонная отражающая поверхность прослеживается практически по всей территории Каракульско-Смушковской зоны деформаций (на Алексеевской, Красносельской, Уланской и других площадях). По данным А.Ф. Ильина на территории Астраханского газоконденсатного месторождения (ГКМ) выделяется поверхность регионального перерыва в осадконакоплении, к которой приурочены гравелиты, конгломераты и кремнисто-карбонатные отложения нижнепермского (докунгурского) возраста [3].

Таким образом, для зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины можно построить це-

лостную модель. Погребенный кряж Карпинского представляет собой складчатое сооружение, которое выделяется на глубине 2–8 км и более. Оно сформировано дислоцированными каменноугольными отложениями, осложненными надвигами или простыми сбросами с амплитудами в десятки и сотни метров. Эти отложения слагают, по существу, южное крыло антиклинория (валообразного поднятия) почти наполовину «срезанного» предкунгурским размытием (рис. 3). Склон эрозионной поверхности сложен конгломерат-ангидрит-доломитовой пачкой. Поверхность размыта имеет региональное распространение, а на территории Астраханского свода формирует своеобразный для этого района палеорельеф. Так, по данным А.Ф. Ильина и др. [3], на территории Астраханского ГКМ в ранней перми существовал перерыв в осадконакоплении, о чем свидетельствует выпадение из разреза кроме нижнепермских отложений верхней части башкирского яруса, полностью московского яруса и всего верхнего карбона.

В ранней перми формировался древний рельеф. Он представлял собой денудационно-аккумулятивную равнину с типичными формами рельефа в виде увалообразных холмов, разделенных и осложненных ложбинами стока шириной до 20 км. Из мезоформ рельефа были развиты карстовые впадины в карбонатных породах.

К западу и югу от Астраханского свода палеорельеф резко изменялся и представлял собой аккумулятивно-денудационный (горный) рельеф высотой от 3 до 5 км.

Этот погребенный горный рельеф с выраженным водоразделом, северным склоном и террасовидными площадками фиксируется данными сейсмозаземки (рис. 2, 3, 4). Современный структурный план вырисовывается в виде валообразного поднятия, срезанного в северной части эрозионными процессами в результате воздымания территории и, вероятно, одновременно

осложненного надвигами в его южной части. Надвиги и мелкая складчатость могли образоваться как в результате общего горизонтального сжатия, так и за счет сил гравитации, поскольку верхние горизонты структуры находились на высоких гипсометрических отметках.

Таким образом, в зоне сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского реконструируется протяженное (сотни километров) валообразное поднятие (может быть названо Калмыцко-Астраханским), северная часть которого срезана эрозией. Поднятие сложено терригенно-карбонатным комплексом карбона и, вероятно, девона. На глубине более 8–10 км этому валообразному поднятию, как и в пределах Астраханского свода, соответствует выступ кристаллического докембрийского фундамента. Вышележащие отложения девона и карбона облекают этот выступ и погружаются во внутреннюю часть Прикаспийской впадины. Один из таких выступов по геофизическим данным фиксируется и на земной поверхности в виде космической фотоаномалии (КФА) размером в поперечнике до 56 км. Эта Нурин-Хагская КФА располагается к югу от Касаткинского месторождения, в плане совпадает с Чапчаевским поднятием на глубине 3,6–4 км и является, по существу, аналогом Тенгизского месторождения нефти [1] (рис. 4, 5).

Предлагаемая геологическая модель основывается не только на новой интерпретации геофизических данных, но и на большом сходстве с моделью тектонического строения зоны сочленения герцинид Уральской складчатой области и восточной части Русской плиты. Последняя описана в публикациях по проблемам геоструктурного районирования, где предлагается также

концепция, в основе которой лежат представления о том, что в период формирования Уральской геосинклинали восточная часть Прикаспийской впадины, как и вся восточная часть Русской плиты, составляла борт этой зоны и, следовательно, развивалась вместе с ней, хотя и отличалась некоторыми специфическими чертами в связи с положением ее на окраине древней платформы. Только с началом инверсии Уральской геосинклинали (в кунгурское время) Прикаспийская впадина стала интенсивно погружаться. Погружение сопровождалось накоплением мощных толщ нижнепермских, верхнепермских и мезозойско-кайнозойских отложений.

Перспективность нефтегазоносности подсолевого комплекса с позиций второго варианта геологической модели, вероятно, необходимо связывать в основном с регионально распространенной конгломерат-ангидрит-доломитовой пачкой пород сакмарско-артинского возраста, которая, как было показано, приурочена к региональной поверхности несогласия и залегает на глубине от 2 до 7 км. Эта поверхность предкунгурского регионального несогласия и размыва может служить проводником углеводородов из нижележащего регионально продуктивного подсолевого комплекса карбона и девона.

В зоне сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины основным наиболее перспективным объектом поисков для нефти и газа является погребенное валообразное поднятие, сложенное терригенно-карбонатным комплексом пород девона и карбона (рис. 2, 3). Принимая во внимание его масштабность и региональное простирание Калмыцко-

Астраханского вала в водораздельной части древнего рельефа или на террасовидных площадках перспективным является только конгломерат-ангидрит-доломитовый горизонт.

Опираясь на данные геофизических исследований и глубокого бурения, для зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины возможно признать существование двух вариантов геологической модели, которые базируются как на современных представлениях о тектонике плит, так и на классических понятиях о зонах сочленения складчатых областей и предгорных прогибов. В нашей модели отрицается интерпретация геофизических материалов с выделением антиклинальных структур по антиформным отражающим горизонтам и предлагается рассматривать отража-

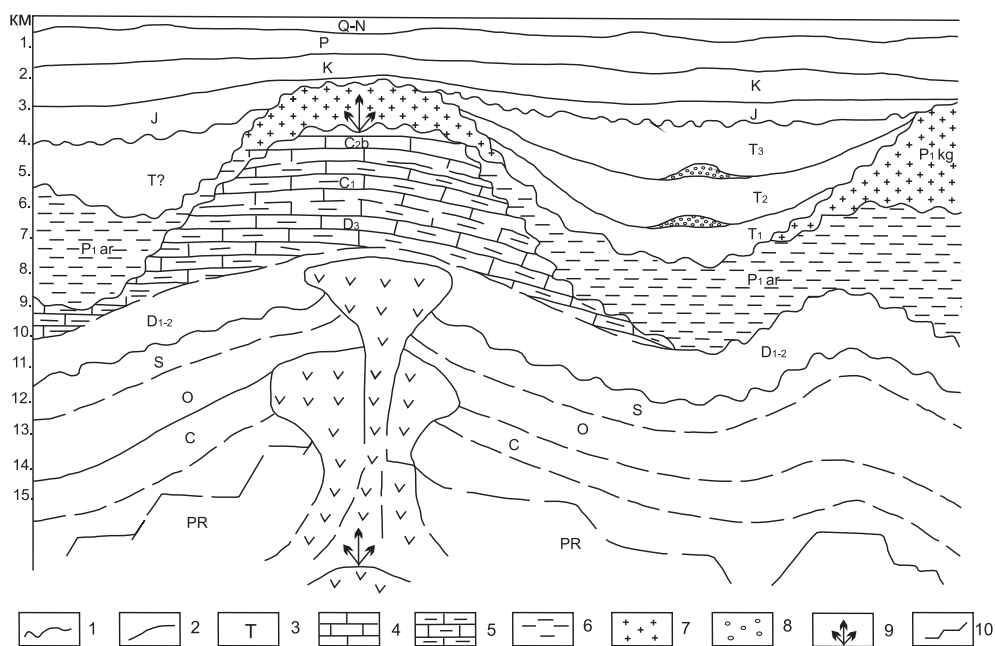


Рис. 5. Геолого-тектоническая модель Нурин-Хагской перспективной площади на нефть и газ с позиций эрозионно-тектонической теории и результатов интерпретации одноименной структуры центрального типа СЦТ (В.М. Харченко 1983–2004). Аналог Тенгизского месторождения нефти в Казахстане и Астраханского ГКМ: 1 — поверхность размыва; 2 — стратиграфические границы; 3 — геологический возраст; 4 — известняки органогенные (нефтенасыщенные); 5 — известняки глинистые; 6 — глины; 7 — соли; 8 — газовая залежь; 9 — внедрение астенолита, распределение полей тектонических напряжений; 10 — складчатый фундамент

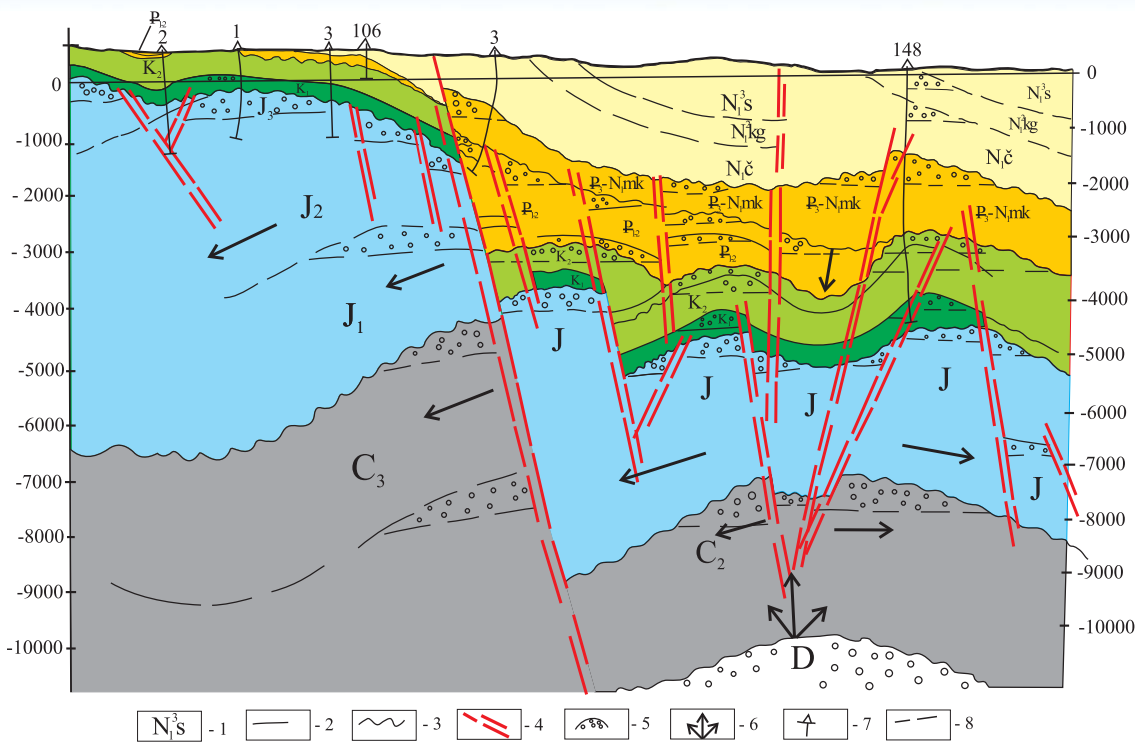


Рис. 6. Геолого-тектоническая модель глубинного строения предполагаемой структуры растяжения района Дагестанского клина Восточного Предкавказья в зоне сочленения Скифской плиты и альпийской складчатой зоны, выявленной согласно новому структурно-геоморфологическому методу на основе профиля по скв. 1–2–148: 1 — геологический возраст; 2 — геологическая граница; 3 — поверхность размытия; 4 — тектонические нарушения; 5 — залежи углеводородов; 6 — направление тектонических движений; 7 — буровые скважины; 8 — предполагаемые границы

ющие горизонты как поверхности древнего рельефа. В отличие от сложившихся представлений о непрерывности осадконакопления в этой зоне, в пермское время на основе изучения геофизического материала, данных бурения и литературных источников, мы констатируем наличие углового и стратиграфического несогласия между отложениями кунгурского яруса пермского периода и более древними толщами. По геофизическим данным и характеру залегания каменноугольно-нижнепермских пород представляется возможным выделить валообразное поднятие, «срезанное» и размытое в верхней части предкунгурским региональным перерывом (рис. 2, 3, 4).

По аналогии с зоной сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского проведен палеоструктурно-геоморфологический анализ одного из известных сейсмологических профилей Восточного Предкавказья. Представлена геолого-тектоническая модель глубинного строения, своеобразной структуры растяжения, где к прогибу мезо-кайнозойских отложений приурочивается сводная часть антиклинальной структуры, перспективной на нефть и газ в девонских и каменноугольных отложениях с возможной миграцией УВ по зонам субвертикальных разломов с насыщением коллекторов мезокайнозойских отложений (рис. 6).

Здесь также предполагается выделение Северо-Кавказского валообразного поднятия от Восточного Предкавказья к Центральному и далее Западному Предкавказью (в Азово-Кубанской впадине), где выделяется так называемый Предкавказский передовой прогиб, выполненный в основном осадочными породами мезозоя и кайнозоя. Особое значение здесь имеют мощные толщи (до 2500 м) майкопской серии, которые в свою очередь по представлению авторов и являются индикаторами глубинной антиклинальной структуры, с кото-

рой и связываются основные перспективы залежи нефти и газа. Эти представления имеют несомненный интерес, но, вероятно, требуют анализа не одного сейсмогеологического профиля, а целого ряда таких профилей Восточного Предкавказья, Центрального Предкавказья и возможно Западного Предкавказья. Все это является, вероятно, задачей особых исследований, выходящих за рамки отдельной статьи.

В работе приводятся глубинные геолого-тектонические модели структур растяжений, но, к сожалению, без описания механизма их формирования, роли вертикальных и горизонтальных движений; с ними можно ознакомиться в других работах автора [6, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдулов М.В. Строение земной коры по данным гравиметрии на Центральном и Западном Кавказе // Советская геология. — 1963. — № 9. — С. 73–89.
2. Анфилов В.Н., Хагай Ю.В. Гидроэкструзия — возможный механизм движения диапиров, куполов и мантийных плюмов // Геохимия. — 2006. — № 8. — С. 1–6.
3. Ильин А.Ф., Щучкина В.П., Григоров В.А. Палеогеографические предпосылки формирования пород-коллекторов Астраханского газоконденсатного месторождения // Геоморфология. — 1987. — № 11. — С. 35–38.
4. Федоров Д.Л. Генезис Астраханского газоконденсатного месторождения и возможное фазовое содержание углеводородов // Советская геология. — 1983. — № 7. — С. 11–19.
5. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий). — Ставрополь: СевКавГТУ, 2012.
6. Харченко В.М. Структуры растяжения, механизм образования, основные признаки выделения, нефтегазоносность / Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа: Матер. VII междунар. конф. — М.: ГЕОС, 2004.
7. Харченко В.М., Стасенко П.А. Вопросы зоны сочленения Кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины // Бюллетень МОИП. Изд-во МГУ. — 2007. — № 3. — С. 28–32.

© Харченко В.М., 2015

Харченко Владимир Михайлович // sitnikova.oksana@mail.ru