УДК 551.24:552.578

СТРУКТУРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ФУНДАМЕНТА ЧЕРНОМОРСКО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА И ИХ ЭВОЛЮЦИЯ В ПОЗДНЕМ ПАЛЕОЗОЕ—КАЙНОЗОЕ

© 2022 г. Б. В. Сенин¹, В. Ю. Керимов², Р. Н. Мустаев^{2, *}, М. И. Леончик¹

¹АО "Южморгеология", д. 20, ул. Крымская, 353461 Геленджик, Россия ²Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, д. 23, ул. Миклухо-Маклая, 117997 Москва, Россия

> *e-mail: r.mustaev@mail.ru Поступила в редакцию 09.08.2021 г. После доработки 14.12.2021 г. Принята к публикации 26.01.2022 г.

На основе применения метода структурно-картографического анализа геолого-геофизических материалов построена серия моделей структурно-геодинамических систем фундамента Черноморско-Каспийского региона на период от конца палеозоя до неогена, отражающих историю становления современного тектонического облика региона в контексте изменяющихся во времени полей геодинамических напряжений и выполнено их сопоставление с размещением скоплений углеводородов в осадочном чехле. Регион исследований охватывает акватории Черного, Азовского и Каспийского морей, прилегающие равнинные и горные территории десяти приморских государств, в том числе России. В результате проведенного анализа моделей определено наличие трех источников геодинамических импульсов – внетерриториального (внешнего), территориального (регионального) и местного, расположенного в контуре конкретной структурно-геодинамической системы, - которые создают суммарное силовое поле, формирующее структурный облик фундамента региона на каждом из этапов его развития. Важным результатом наших исследований, имеющим прогностическое значение, является вывод о длительном сохранении режима повышенной подвижности зон тектонического контакта между блоками фундамента молодых платформ и некоторых областей девних платформ региона, что является фактором, создающим комплекс благоприятных условий для образования углеводородных скоплений в перекрывающем эти зоны осадочном чехле.

Ключевые слова: Черноморско-Каспийский регион, фундамент, структурно-геодинамические системы, эволюция, поздний палеозой, мезозой, кайнозой, условия формирования углеводородного потенциала

DOI: 10.31857/S0016853X22010076

введение

Реконструкция и анализ геодинамических условий формирования осадочных бассейнов платформенных и орогенных областей, ключевых элементов их внутренней структуры, обеспечения процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов является составной частью современной теории и практики прогноза и оценки перспектив нефтегазоносности территорий и акваторий.

Одним из этапов восстановления этих условий является изучение и моделирование структурообразующих процессов на уровне фундамента региона, участвующих в формировании его современного тектонического облика, распределении бассейновых структур его осадочного чехла и эндогенной составляющей режимов, которые обеспечивают необходимые условия для возникновения и распределения его углеводородного потенциала [42].

В период 1940—80-х гг. проводился ряд широкомасштабных комплексных геологических исследований структур Северной Евразии и юга России, были получены и обобщены данные по геологии, тектонике и истории развития орогенных областей Кавказа, Крыма, Скифско-Туранской платформы и всего Черноморско-Каспийского региона [3, 8—10, 17, 23, 30, 31, 38, 39, 45, 60]. Получили отражение материалы, характеризующие глубинную структуру региона, морфологию поверхности и строение его фундамента, общую и новейшую тектонику [7, 33, 45, 48, 51, 52, 55, 56, 59, 63]. В этот период были выполнены площадные геофизические исследования в акваториях региона, которые позволили построить первые модели глубинного геологического строения и тектоники шельфовых зон и глубоководных впадин — Черноморской и Каспийской, оценить мощность заполняющего их осадочного разреза и обосновать его стратификацию [1, 15, 18, 19, 44, 53].

Изучение геологической структуры Черноморско-Каспийского региона и прилегающих территорий и акваторий привело к созданию моделей его тектоно-геодинамической эволюции, в контексте развития общей структуры пояса Тетис, начиная с позднего палеозоя [63, 75, 78, 79].

В середине 1990-х гг. исследователями был получен большой объем данных с применением современных геолого-геофизических методов и, в результате интерпретации полученных и ретроспективных геологических данных, проведено уточнение и обновление разработанных ранее моделей строения и геодинамики, также созданы новые модели развития Черноморско-Каспийского региона и, в частности, его морских бассейнов – Азово-Черноморского и Каспийского, континентальных платформенных областей региона [2, 5, 11–14, 16, 29, 34, 36, 50, 58, 62, 64, 66–70, 72–74, 77].

Хотя были проведены значительные исследования геологии, тектоники и геодинамики Черноморско-Каспийского региона, тем не менее, мы полагаем, что геологическое строение региона, взаимодействие структур фундамента на разных этапах тектогенеза, особенности процесса тектонического развития региона и формирование его минерально-сырьевой базы, — все это предполагается направлением современных и актуальных исследований.

Целью нашей статьи является разработка современной модели тектонической зональности региона, выявление в его структуре разновозрастных структурно-геодинамических систем и оценка их возможной роли в формировании современного тектонического облика Черноморско-Каспийского региона.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

Черноморско-Каспийский регион соответствует центральной части Паратетиса, которая граничит со следующими структурами:

- складчатые сооружения Карпат (на западе),

 – блоковые ступени южного погружения Восточно-Европейской платформы (на севере),

 – система межбассейновых сводовых и валообразных поднятий и выступов Турана, разделяющих тектонические депрессии Каспийского и Аральского морей (на востоке),

– Анатолийско–Иранская система микроплит и массивов (на юге).

Характерной чертой геологического строения региона является его субширотная зональность, выраженная последовательной сменой в меридиональном направлении поясов развития разновозрастных структурно-тектонических комплексов в границах, определяемых южной окраиной Восточно-Европейской платформы и северной окраиной Анатолийско-Иранской системы микроплит и массивов (рис. 1).

Южная окраина Восточно-Европейской платформы сформирована на архей—протерозойском кристаллическом фундаменте, представленном южными склонами Украинского щита и его Приазовского массива, восточным погружением складчатых структур Донецкого кряжа и южной частью Прикаспийской впадины (см. рис. 1). В Северном Каспии южной части Прикаспийской впадины соответствует Южно-Эмбенская зона прогибов, отделенная от материковой части впадины Астрахано-Актюбинской зоной поднятий докембрийского фундамента.

Изученная сейсморазведкой и бурением часть осадочного разреза южной окраины платформы датируется интервалом от силура—девона до позднего кайнозоя, однако сейсмические данные по северо-каспийской части ее окраины указывают на присутствие в разрезе и более древних (протерозой—нижний палеозой) отложений осадочного чехла [12, 14].

Южная граница платформы очерчивается системами разломов (или сутурами) – Черноморско-Северо-Азовской и Донецко-Астраханско-Южно-Эмбенской, южнее которых располагается Южно-Евразийский пояс подвижных платформ (см. рис. 1).

Южно-Евразийский пояс включает Мизийскую плиту и Скифско-Туранскую платформу, которая в пределах региона состоит из трех плит (см. рис. 1):

- Скифская (на западе);
- Южно-Туранская (на востоке);
- Устюртская (на северо-востоке).

Скифская и Южно-Туранская плиты разделены глубинным Аграхан—Гурьевским (Атырауским) разломом северо-восточного простирания [14]. Между Южно-Туранской и Устюртской плитами расположена складчатая гряда Мангыстау, в осевой части которой обнажаются дислоцированные пермско-триасовые отложения.

В фундаменте плит сочетаются складчато-метаморфические комплексы и интрузивные тела





спийская впадина, 4 – Черноморско–Северо-Азовская сутура, 5 – Донецко–Астраханско–Южно-Эмбенская система разломов/сутура; *Южно-Евразийский пояс* банский прогиб, 12 – Терско-Каспийский прогиб, 13 – Устюртская плита; Альнийско-Гималайский складчато-орогенный пояс (северная ветвь): 14 – Крымско-Структурные элементы (цифровые индексы в кружках) – Восточно-Европейская платформа: 1 – Украинский щит и его склоны, 2 – Донецкий кряж, 3 – Прика*чодвижных платформ*: 6 – Мизийская плита, 7 – Скифская плита, 8 – Южно-Туранская плита, 9 – кряж Карпинского, 10 – гряда Мангыстау, 11 – Индоло-Ку-Кавказская складчаго-орогенная система, 15 – Черноморская глубоководная впадина, 16 – Рионо-Куринский межгорный прогиб, 17 – Южно-Каспийская глубоководная впадина, 18 — Гограндаг-Окаремская ступень/Западно-Копетдагский форланд. 19 — Балкано-Закавказская складчато-орогенная система, 20 — Ма-*I* – древние платформы (кратоны); *2*–*3* – области: *2* – перикратонных погружений, *3* – подвижных платформ; *4* – зоны передовых/краевых прогибов: *a* – на платформенном основании, δ – на орогенном основании (форланды); 5 – складчато-орогенные области; δ – континентальные микроплиты и массивы; 7 – межгорные и орогенные прогибы; 8 – альпийские прогибы на киммерийском плитном основании: а – в орогенной зоне, б – в Южно-Каспийской впадине; 9 – текпокавказско-Биналудская складчато-орогенная система, 21 – Анатолийско–Иранская система микроплит и массивов.

прогибов; 11 – области земной коры глубоководных котловин: а – океанической и субокеанической, б – переработанной в процессе рифтогенеза; 12 – герцин-*14–15 –* зоны коллизионных дислокаций в палеозойском разрезе платформы: 14 – древней, 15 – подвижной; 16 – зоны коллизионных дислокаций в разрезе потонические впадины внутренних морей; 10 – погребенные фрагменты субконтинентальных плит и массивов в структуре: a – морских впадин, б – межгорных ские тектонические элементы в структуре платформ: a-погребенные кряжи, $\delta-$ складчатые гряды; 13- киммерийские складчатые гряды в структуре платформ; движной платформы: *а* – палеозойско–мезозойском, δ – раннемезозойском; 17 – зоны коллизионных дислокаций в мезозойско–кайнозойском разрезе складчаго-орогенных областей; 18 – окраинные складчатые прогибы морских впадин: *а* – в глубоководной зоне, *б* – в зоне коллизионных дислокаций; 19 – зоны разпомов: а – сдвиговые, б – взбросо-надвиговые, в – прочие; 20 – границы: а – платформенных областей, б – орогенных областей альпийского пояса, в – региональных систем прогибов и поднятий, г – прочие гранитоидов верхнего палеозоя-нижнего триаса, массивы докембрия, несущие дислоцированные фрагменты палеозойского чехла. Осадочный чехол плит сформирован преимущественно отложениями юры—кайнозоя, к которым в некоторых глубоких прогибах снизу причленяются отложения среднего-верхнего триаса, включающего осадочные, а также вулканогенные комплексы. Дислоцированные отложения верхней перми—триаса объединяются в переходный (или тафрогенный, по [30, 31]) комплекс.

Вдоль зоны контакта предкавказской части Скифской плиты и Восточно-Европейской платформы сформировано протяженное поднятие фундамента – кряж Карпинского (см. рис. 1). В его структуре, погребенной под мел-кайнозойским осадочным чехлом, сочетаются продолжения складчатых зон Донбасса и выступающие блоки предполагаемого докембрийского фундамента.

На южной окраине Скифской плиты, обращенной к складчато-орогенному сооружению Большого Кавказа, сформированы Индоло-Кубанский и Терско-Каспийский краевые (передовые) прогибы, в которых значительную часть осадочного разреза составляют кайнозойские отложения. Приорогенные борта прогибов представляют собой зоны дислокации молодых осадочных толщ (форланды), возникающие вследствие давления со стороны разрастающихся орогенов и содержащие многочисленные структурные ловушки углеводородов.

К югу от Южно-Евразийского пояса подвижных платформ расположены системы региональных структурных элементов, относящиеся к Альпийско-Гималайскому складчато-орогенному поясу. На уровне фундамента Альпийско-Гималайский пояс отличается от расположенного севернее платформенного пояса значительной дифференциацией образующих его структур по возрасту складчатости и метаморфизма — от докембрийского и палеозойского до позднепалеозойского, мезозойского и раннекайнозойского. Их объединение в составе консолидированной коры этого пояса произошло в альпийскую эпоху тектогенеза [4].

Северным элементом Альпийско-Гималайского складчато-орогенного пояса является Крымско-Кавказская складчато-орогенная система, которая в своей западной части отделяет районы подвижной Скифской плиты от глубоководной впадины Черного моря (см. рис. 1).

Крымско-Кавказская складчато-орогенная система состоит из двух сегментов, разделенных Таманским, или Керченско-Таманским прогибом [12, 44, 53]: Крымский сегмент (первый сегмент) рассматривается нами как новейший эпиплатформенный ороген, возникший за счет сводово-глыбовых дислокаций киммерийского фундамента южной окраины Скифской плиты вследствие развития к югу от него глубоководных раздвиговых впадин Черного моря;

 Кавказский сегмент (второй сегмент) является инверсионным орогеном, который возник на месте морского рифтового бассейна мезозойского или более древнего возраста, полностью замкнувшегося предположительно в палеоцене—эоцене.

В районе западного побережья Южного Каспия простирания складчатых зон Крымско-Кавказской системы, сложенных юрскими, меловыми и нижнекайнозойскими отложениями, приобретают южное направление и не прослеживаются в акваторию южной части Каспийского моря, за пределы западного материкового склона его глубоководной котловины.

К югу от Крымско-Кавказской орогенной системы расположена Черноморско-Южно-Каспийская система прогибов и впадин, основной объем которых заполнен кайнозойскими отложениями. Эта система включает три сегмента – Черноморский, Рионо-Куринский и Южно-Каспийский (см. рис. 1). Из них Черноморский и Южно-Каспийский сегменты (первый и третий сегменты) структурно соответствуют глубоководным впадинам – Черноморской и Южно-Каспийской, а Рионо-Куринский сегмент (второй сегмент) соответствует межорогенному прогибу, разделяющему структуры Большого и Малого Кавказа.

Основной объем разреза глубоководных впадин, достигающего толщин 14—16 км и более, составляют отложения кайнозоя, преимущественно – олигоцена—голоцена. По сейсмическим данным их наиболее погруженные участки местами лишены геофизического гранитного слоя. В бортовых зонах впадин обнаруживаются как признаки развития складчатых и блоковых структур на уровне палеозойско—мезозойского (герцинско—киммерийского) фундамента, так и складчатых структур и диапиров, местами сопровождаемых грязевым вулканизмом, в кайнозойском чехле, особенно характерных в зонах впадин, примыкающих к активным орогенам.

Черноморская впадина с юга окаймляется структурами Балкано-Закавказской складчатоорогенной системы, которая на востоке кулисообразно замещается Малокавказско-Биналудской складчато-орогенной системой, ограничивающей с юга Куринскую часть межорогенного прогиба и Южно-Каспийскую глубоководную впадину (см. рис. 1). Южное ограничение Черноморско-Каспийского региона образовано Анатолийско-Иранской системой микроплит и массивов, имеющих докембрийский (или докембрийско-палеозойский) возраст основных блоков, образующих их фундамент. Структуры этой системы не входят в пределы Черноморской и Южно-Каспийской впадин, однако движения ее отдельных блоков и микроплит оказывают влияние на развитие этих впадин и образующих их структурных элементов.

Для Черноморско-Каспийского региона характерна и поперечная зональность, которая выражается в разделении каждой из зон на платформенные или орогенные, поднятые или погруженные массивы, а также на локальные впадины в пределах систем прогибов. Эта зональность определяется поперечными (субмеридиональными, северо-западными и северо-восточными) нарушениями, которые представлены глубинными сдвигами, сбросо-сдвигами, сбросами или флексурами, связанными со структурой консолидированной коры на уровне комплексов докембрия-палеозоя.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При аналитическом изучении структуры и тектонической зональности фундамента закрытых платформенных территорий, объем вещественных характеристик образующих его пород, как правило, ограничен сравнительно небольшим числом вскрывших его глубоких скважин. В исследование общих закономерностей и особенностей строения фундамента входит:

 структурно-морфологический анализ картируемых сейсморазведкой глубинных поверхностей раздела;

 комплексный анализ и интерпретация геологических карт исследуемых платформенных территорий и их орогенного обрамления, карт естественных геофизических полей;

 – корреляция выделяемых объектов с прилегающими районами выходов их предполагаемых аналогов на дневную поверхность (щиты, горноскладчатые сооружения, единичные обнажения и их группы в пределах платформы).

Картографический метод, его модификации и технологические подходы применялись в разное время для решения структурно-аналитических задач геологии в континентальных и морских регионах, в том числе — для построения мелкомасштабных тектониких моделей [6, 25, 27, 32, 40, 41, 46, 47, 50, 51, 54].

Модификация этого метода, определяемая как структурно-картографический анализ и использованная для решения задачи настоящего исследования, включала ряд последовательных стадий:

 – разработка актуализированной структурной модели поверхности фундамента исследуемого региона;

 графический анализ поверхности, выделение систем положительных и отрицательных структурных элементов в ее структуре с линеаризацией их границ, и формирование промежуточной модели блоково-зональной структуры фундамента;

 определение геологического возраста проецируемых на поверхность фундамента элементов блоково-зональной структуры с формированием схемы геологического строения поверхности фундамента;

 прогнозная оценка принадлежности структурных элементов, отраженных в морфологии поверхности фундамента к той или иной эпохе тектогенеза;

 создание модели тектонической зональности фундамента;

– анализ полученной модели, с вычленением из ее состава разновозрастных структурно-геодинамических систем (СГС), под которыми понимаются совокупности элементов структуры фундамента, объединяемые однотипной (общей) реакцией на геодинамические воздействия со стороны внешнего или внутреннего (по отношению к системе) источника тектонической энергии в течение определенной фазы тектогенеза.

Данные начальных стадий разработки актуализированной модели поверхности фундамента, ее блоково-зональной структуры и схемы геологического строения были получены нами при подготовке материалов к Тектонической карте южного обрамления Восточно-Европейской платформы, они заложены в основу анализа для решения задач настоящего исследования с привлечением новых данных сейсмотектоники Азово-Черноморского бассейна и акватории Каспийского моря [50, 76].

Модель тектонической зональности фундамента региона строилась нами по принципу отображения разновозрастных складчатых, вулканогенно-складчатых и метаморфических структурно-вещественных комплексов (систем) фундамента с учетом их последующей переработки. Этот принцип в разных модификациях был применен в региональных картографических моделях тектоники Северной Евразии и СССР и в Карте консолидированной коры Каспийского региона [29, 51, 52]. В состав фундамента включался переходный структурно-формационный комплекс региона, образующий его верхний этаж и облада-

ГЕОТЕКТОНИКА № 1 2022

ющий определенными перспективами нефтегазоносности.

В качестве главных факторов структурообразования фундамента и его последующей переработки рассматривались контракционные и деструктивные тектонические процессы, часто сопровождаемые разномасштабными магматическими явлениями. Контракционные процессы формируют тектонические системы (структурновещественные комплексы) фундамента, в результате одно- или многоактного циклов сжатия, скучивания, смятия, складкообразования, динамометаморфизма, орогенеза. Деструктивные процессы приводят к образованию новых тектонических систем за счет разрушения и переработки сформированных ранее структурно-вещественных комплексов в результате одно- или многоактного циклов растяжения, рифтогенеза, дробления, погружения и т.д.

В глобальном и региональном масштабах контракционные и деструктивные процессы не разделялись на отдельные эпохи сжатия и растяжения, но реализовались в общем процессе тектогенеза, являясь геодинамически сопряженными, коррелируемыми по времени (с учетом инерционности передачи геодинамического импульса в литосфере) и равнозначными в процессе формирования структуры консолидированной земной коры [24, 36, 37, 57]. Наличие корреляции между этими процессами рассматривалось нами в качестве одного из критериев оценки времени образования комплексов фундамента в случаях отсутствия прямых геологических данных.

При определении структурно-геодинамических систем, принадлежащих разным геохронологическим интервалам и вычленении их из общего тектонического пространства, представленного в модели тектонической зональности фундамента региона, мы использовали принцип тектонопар, применяемый для анализа глобальной кинематики литосферы [26, 49]. Тектонопары были определены как системы равновеликих, пространственно и парагенетически связанных структурных элементов с противонаправленным динамо-кинетическим развитием, в которых синхронизировано развитие поднятий, впадин и приводящих к их возникновению геодинамических процессов растяжения и сжатия [26, 49].

В нашем исследовании привлечены следующие материалы:

 актуализированная структурная модель поверхности разновозрастного фундамента Черноморско-Каспийского региона и сформированная на ее базе геологическая схема этой поверхности, созданные авторами на предыдущих стадиях исследований [12–14, 50]; – серия структурных карт по опорным горизонтам в осадочном чехле впадин Черного, Азовского и Каспийского морей в кровле пермскотриасовых, юрских, нижне- и верхнемеловых, палеоцен—эоценовых и майкопских (олигоцен—миоцен) отложений и мощностей разделяемых ими толщ [12–14];

 коррелятные структурные построениями по прикавказской континентальной части Скифской плиты;

данные государственных геологических съемок изучаемого региона в границах Российской Федерации масштаба 1 : 1000000 и мелкомасштабных геологических карт по прилегающим зарубежным территориям [9, 10, 13, 17, 46];

 данные геофизических съемок и сводные карты геофизических полей Черноморско-Каспийского региона, разработанные в предшествующий период исследований [12–14];

 данные глубокого бурения по 260 поисковым площадям в российских и зарубежных секторах Черного, Азовского и Каспийского морей и их побережий на 347 площадях предкавказской континентальной части Скифской плиты [12–14];

 материалы, характеризующие глубинное геологическое строение и тектонику фундамента платформенных, орогенных и глубоководных областей региона [4, 5, 7, 11. 24, 30, 31, 45];

мелкомасштабные обзорные картографические модели тектоники фундамента [29, 33, 34, 48, 51–53].

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ФУНДАМЕНТА

На начальной стадии построения модели тектонической зональности фундамента, в основу которой заложена структурная модель его поверхности, нами была разработана схема зонально-блоковой структуры фундамента. Наша схема основана на визуальном анализе и выделении в структуре его поверхности положительных и отрицательных форм и их границ, маркируемых зонами наибольших градиентов этой поверхности, и выполнено трассирование выраженных в морфологии поверхности фундамента крупных транзитных линейных объектов (рис. 2).

Положительные элементы на схеме представлены изометричными или угловатыми массивными формами (массивами) с наиболее высоким гипсометрическим уровнем залегания поверхности фундамента, часто – с его выходами на дневную поверхность на щитах или сводах антеклиз древних платформ. Этим элементам соответствуют: Украинский, Воронежский и Аравийский массивы (см. рис. 2).





1 – положительные элементы (глыбово-блоковые зоны и массивы) структуры поверхности фундамента иобласти поднятий: а – наибольших, б – умеренных; 2 – отрицательные элементы структуры поверхности фундамента (палеобассейны) и области погружений: а – наибольших, б – умеренных; 3 – линейные структуры: а – тектонические линеаменты, б – граница Паратетиса; 4 – трансрегиональные линеаменты; 5 – места землетрясений Местами они образованы также изометричными или протяженными зональными (линейными) группировками меньших по размерам глыб и блоков (глыбово-блоковыми системами), умеренно или относительно глубоко погруженными под осадочный чехол и сохраняющими морфологически выраженные признаки массивной структуры.

Взаимное расположение выделяемых положительных элементов позволяет предполагать наличие определенного структурно-морфологическго сродства между их группами, которое может являться следствием их генетических связей на отдельных этапах геологической истории. Это сродство отмечается во взаимоотношениях следующих глыбовых и глыбово-блоковых систем (см. рис. 2):

 Трансильванско-Мизийская и Балкано-Западно-Понтийская (или зона Истранджа);

 Родопско-Фракийская и Западно-Анатолийская;

- Украинский массив и Северо-Черноморская;

 Каспийско-Карабогазская и Западно-Туранская.

Вторая группа элементов представлена отрицательными бассейновыми формами, которые образованы зонами глубоко, до 15–20 км (местами >20 км), погруженного фундамента, в структуре поверхности которого отсутствуют явно выраженные морфологические признаки наличия массивных элементов (см. рис. 2).

Схема зонально-блоковой структуры фундамента региона характеризует системы структурных трендов, по которым развиваются разновозрастные и генетически различные элементы его внутренней тектонической зональности. Модель этой зональности строится на следующей стадии исследований путем детализации картины зонально-блоковой структуры с привлечением дополнительной геолого-геофизической информации, прогноза и оценки ее структурно-вещественного содержания, природы и времени образования ее элементов [4, 5, 7, 9–14, 36, 43, 58] (рис. 3).

Черноморско-Каспийский регион, включая его континентальную и морскую составляющие, в представленной модели наложен на субширотные тектонические пояса и зоны, которые последовательно сменяют друг друга в порядке омоложения с севера на юг, к полосе развития современных глубоководных котловин Черного и Каспийского морей, и последующего удревнения к полосе развития Анатолийско–Иранских массивов и представлены (см. рис. 3):

 – карельским (местами переработанным байкальским тектогенезом) фундаментом докембрийских Восточно-Европейской и Аравийской платформ (см. рис. 3, индексы 1, 2, 3, 4);

 – байкальским, герцинским и киммерийским фундаментом Мизийской плиты, Скифско-Туранской подвижной платформы (см. рис. 3, индексы 5, 6, 7, 11, 12);

 преимущественно альпийскими и новейшими тектоническими комплексами северных (Крымско-Кавказской и Копетдагской) ветвей Альпийско-Гималайского складчато-орогенного пояса (см. рис. 3);

– альпийскими и новейшими глубокими депрессионными структурами Черноморско-Южно-Каспийской зоны с локальными участками океанической, субокеанической или существенно утоненной континентальной коры (см. рис. 3);

 – альпийскими и новейшими сопряженными Балкано-Закавказской и Малокавказско-Биналудской складчато-орогенными зонами, состоя-

Рис. 3. Модель тектонической зональности фундамента Черноморско-Каспийского региона.

Обозначены индексы крупных массивов и глыбовых систем (цифры в кружках) – древнейшие кратонизированные массивы: 1 – Украинский, 2 – Воронежский, 3 – Аравийский; добайкальские глыбовые системы, активизированные в позднем докембрии и раннем палеозое: 4 – Астраханско-Актюбинская, 5 – Устюртско-Приуральская; байкальские глыбовые системы (в том числе активизированные в палеозое): 6 – Ростовско-Ставропольская, 7 – Трансильванско-Мизийская, 8 – Родопско-Фракийская, 9 – Западно-Анатолийская, 10 – Восточно-Анатолийская, 11 – Каспийско-Карабогазская, 12 – Западно-Туранская, 13 – Южно-Каспийская, 14 – Ирано-Афганская.

Тектонические зоны, сформированные процессами контракционного тектогенеза с преобладанием условий сжатия и скучивания (1-12): 1-6 – метаморфические и вулканогенно-складчатые комплексы исходного фундамента: 1 – свеко-карельские и более древние, 2 – готско-гренвильские, дальсландские и байкальские, 3 – уральские, герцинские, 4 – киммерийские, 5 – раннеальпийские, 6 – позднеальпийские и новейшие/неотектонические; 7-12 – метаморфические и складчатые комплексы повторной переработки более древнего фундамента: 7 – комплексы: a – байкальские, δ – каледонские, 8 – герцинские, 9 – киммерийские, 10 – ларамийские, 11 – позднеальпийские и неотектонические; r = 6айкальские, δ – каледонские, 8 – герцинские, 9 – киммерийские, 10 – ларамийские, 11 – позднеальпийские и неотектонические, 12 – океанический и субокеанический фундамент, образованный магматическими комплексами глубоководных котловин; тектонические зоны, сформированные процессами деструктивного тектогенеза с преобладанием условий растя-жения (13-17): 13-17 – блоковые и блоково-вулканогенные комплексы рифтогенных и прочих зон деструкции/глыбово-блокового дробления исходного фундамента: 13 – байкальские, 14 – герцинские, 15 – киммерийские, 16 – ларамийские, 17 – позднебайкальские и неотектонические; 18-21 – киммерийско–альпийские магматические комплексы разного состава и происхождения: 18 – древнекимерийские, 19 – новокимерийские, 20 – альпийские, 21 – полихронные (киммерийские и альпийские); 22 – тектонические единицы: a – граница структурных комплексов, 6 – разломы, линеаменты; 23 – кольцевые мегаструктуры; 24 – государственная граница



щими из элементов разнородного и разновозрастного фундамента и ограничивающими с юга Черноморско-Каспийский регион (см. рис. 3);

– байкальским, герцинским и киммерийским фундаментом Анатолийско-Иранской системы микроплит и массивов (см. рис. 3, индексы 8, 9, 10, 13, 14);

В структуре большинства тектонических поясов и зон фундамента, имеющих возраст от палеозоя до кайнозоя, присутствуют глыбово-бло-

35

ГЕОТЕКТОНИКА № 1 2022

ковые элементы докембрийской или раннепалеозойской консолидации. Они могут входить в состав древних ядер антиклинориев складчатых или складчато-орогенных зон или образуют основание антеклиз и крупных сводовых поднятий подвижных платформ рассматриваемого региона (см. рис. 3).

Вытянутая с севера на юг современная структура (неоген-четвертичная) мегавпадины Каспийского моря состоит из Северо-Каспийского. Средне-Каспийского и Южно-Каспийского бассейнов, разделенных Мангышлакским и Апшерон-Прибалханскими порогами. Данная структура пересекает исследуемые более древние тектонические пояса и зоны фундамента вкрест их простирания. Северная часть Северо-Каспийского бассейна наложена на область развития исходного карельского складчато-метаморфического фундамента Прикаспийской впадины Восточно-Европейской платформы [14, 29, 34, 35]. Эта область ограничена с юга морскими продолжениями Донецко-Астраханской и Южно-Эмбенской глубинных шовных зон, вблизи которых древний исходный фундамент испытал вторичные дислокации деструктивного и коллизионного характера в позднем докембрии и палеозоераннем мезозое. Эти дислокации, по нашему мнению, являлись следствием влияния тектонических процессов в расположенных южнее бассейнах Палеотетиса и Мезо-Тетиса.

Часть Северо-Каспийского бассейна, расположенная к югу от названных шовных зон, и основная площадь Средне-Каспийского бассейна пересекают пояс развития исходного герцинского фундамента Скифско-Туранской подвижной платформы. Сочленение комплексов фундамента Скифской и Туранской плит в ее составе проходит в Среднем Каспии по Аграхан-Атыраускому (Гурьевскому) глубинному разлому сбросо-сдвиговой (или сдвиго-раздвиговой) природы [14].

На уровне осадочного чехла Аграхан—Атырауский разлом выражен полосой рассредоточенных, кулисообразно расположенных локальных нарушений, горизонтальными (наблюдаемыми в плане) флексурами-сигмоидами отдельных структурных зон или локальными изменениями мощностей отложений над зоной разлома.

Особенностью структуры исходного герцинского фундамента Скифско-Туранской подвижной платформы является смена с севера на юг зоны развития герцинских дислокаций палеозойских отложений, лежащих на переработанном докембрийском фундаменте и свойственных погребенному кряжу Карпинского и Бузачинскому своду, зоной омоложения (реактивации) фундамента. Здесь герцинские зоны дислокаций и выступы допалеозойских массивов, характерные для Центрального Предкавказья, сочетаются со структурами киммерийского тектонического цикла, возникшими в результате рифтогенной и коллизионной переработки исходного (первичного) фундамента и осадочного чехла.

Мы предполагаем, что палеозоны герцинского фундамента Скифско–Туранской платформы и его подзоны, переработанные в мезозое, соответствуют материковым окраинам Лавруссии эпох Палеотетиса и Мезотетиса [78].

Распространение пояса фундамента Скифско-Туранской платформы ограничено на юге системой Северо-Кавказской, Западно-Каспийской и Туркменской шовных зон, которые разделяют Скифско-Туранскую подвижную платформу и альпийскую складчато-орогенную систему Кавказа—Копетдага с входящей в нее Южно-Каспийской впадиной [14, 28].

Особенностью структуры фундамента Южно-Каспийской впадины является отсутствие прямой структурной связи между складчато-орогенными структурами Кавказа и Копетдага, которые не трассируются через впадину, не происходит их взаимного замещения по простиранию и, соответственно, они не образуют единую складчатоорогенную зону.

Мезозойско-кайнозойские складчатые зоны Восточного Кавказа на западной окраине этой впадины не прослеживаются по простиранию далее на юго-восток, но отклоняются к югу и между Апшеронским полуостровом и Бакинским архипелагом погружаются под более молодые отложения западного борта Южно-Каспийской впадины.

Мел-кайнозойские складчатые зоны Западного Копетдага на восточной окраине Южно-Каспийской впадины также отклоняются к югу. Таким образом, складчато-орогенные структуры Кавказа и Копетдага связаны только зоной тектонического шва, ограничивающего с юга Скифско-Туранскую подвижную платформу и имеющего сбросовую или, возможно, сбросово-сдвиговую природу [14–28].

Складчатость кайнозойских отложений, развитая вдоль этого тектонического шва со стороны Южно-Каспийской впадины, имеет чехольное происхождение (иное, чем в орогенах) и представлена структурами волочения и, в большей степени, нагнетания пластичного глинистого материала вдоль зон отдельных разломов.

Обрамление Южно-Каспийской впадины складчато-орогенными структурами предполагает наличие [14, 35, 55]:

 относительно жесткого массива в пределах впадины, занимающего район современной Туркменской террасы и имеющего предположительно допалеозойский возраст;

 субмеридиональной кайнозойской зоны растяжения (рифтогена (?)), разделяющей этот массив и складчато-орогенные структуры Большого и Малого Кавказа;

 – субширотной зоны растяжения, которая отделяет его от складчато-орогенной зоны Эльбурса.

Ядро предкавказского сегмента Скифской плиты образовано Ростовско-Ставропольской глыбовой системой, которая ограничена с севера палеозойскими складчатыми структурами восточного периклинального погружения Донбасса, сформированными на рифтованном докембрийским основании, его погребенным аналогом, соответствующим кряжу Карпинского и узкой надшовной Тузлов-Манычской системой рифтогенных прогибов.

Западная часть Ростовско-Ставропольской глыбовой системы, представленная Ростовским блоком, рассматривается как юго-восточная оконечность Приазовского выступа эпикарельской Восточно-Европейской платформы [36, 57]. Однако в палеозое и мезозое этот блок испытал сильные геодинамические воздействия, связанные с развитием к югу от него рифтогенных и складчатых структур фундамента Скифской плиты, данный блок был оторван от Приазовского выступа и смещен на северо-восток по системе сдвигов в направлении кряжа Карпинского [43, 50]. В нашей модели Ростовский блок включен в состав Скифской плиты (см. рис. 2, см. рис. 3).

С юга Ростовско-Ставропольская глыбовая система окаймляется поясом преимущественного развития палеозойского складчатого фундамента. Его южная, обращенная к Кавказу, и юго-восточная, обращенная к Среднему Каспию, зоны переработаны рифтогенезом и складкообразованием киммерийского тектонического цикла. Признаки переработки и сопутствующих проявлений вулканизма в позднем триасе известны в Приазовском и Прикаспийском районах этого сегмента Скифской плиты [9].

Структурные элементы западной, Азово-Черноморской части рассматриваемого региона ориентированы по простиранию тектонических поясов и зон фундамента.

Области древнейшего фундамента, соответствующего карельскому тектоническому циклу, на западе региона представлены юго-западным и южными склонами Украинского щита и Приазовского массива, морские продолжения которых установлены сейсморазведкой и бурением в северной половине Северо-Западного шельфа Черного моря и вблизи северного побережья Азовского моря [5, 12].

Фундамент Мизийской и Скифской подвижных плит занимает Западный и Северо-Западный шельфы Черного моря, почти всю территорию Крымского полуострова, бо́льшую часть акватории Азовского моря и имеет разнородную структуру.

Азово-Северо-Черноморский сегмент Скифской плиты сформирован на докембрийском фундаменте, переработанном палеозойскими и киммерийскими движениями. Признаки его палеозойской тектоно-магматической переработки выявлены в Азовском море (скв. Матросская) и нефтегазопоисковыми скважинами 1950–60 гг. в Степном Крыму, а структурно-вещественные свидетельства развития в южной краевой зоне плиты киммерид представлены таврической серией, которая на юге Крымского п-ова образует ядро мегантиклинория эпиплатформенного орогена Крымских гор [10, 36, 39].

Развитие докембрийских глыбовых систем и палеозойско-киммерийских структурно-вещественных комплексов фундамента Предкавказья тектонически контактирует с расположенными южнее альпийскими и новейшими структурными зонами фундамента (см. рис. 3). Они включают как альпийские и новейшие складчатоорогенные зоны Большого и Малого Кавказа, так и активированные на этих этапах тектогенеза элементы. Данные элементы имеют более древнюю тектоническую зональность с подчинением их новым, характерным для этих эпох, полям геодинамических напряжений и их включением в сформированные под действием этих напряжений новые структурные планы.

Осадочный чехол Кавказско-Прикавказской и Прикрымской зон акватории Черного моря, а также зон, примыкающих к орогену Восточного Понта и некоторых глубоководных районов Черноморской впадины, подстилается фундаментом, который относится к киммерийскому и альпийскому циклам тектогенеза. Он включает переработанные деструктивными процессами альпийского цикла фрагменты более древней — домезозойской или допалеозойской коры, относящиеся к реликтовой, глубоко погруженной и погребенной под позднекайнозойским впадинным чехлом Эвксинской плите.

Наряду с зонами киммерийского фундамента в глубоководной области Черного моря присутствуют участки новообразованной в мелу—раннем кайнозое океанической или субокеанической коры. При этом участки наиболее поздних по времени дислокаций пород фундамента в большинстве случаев приурочены к пограничным зонам между его областями, имеющими различный геологический возраст [13].

СТРУКТУРНО-ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Результаты заключительной стадии исследования условий развития региональной структуры фундамента Черноморско-Каспийского региона представлены серией непалинспастических реконструкций структурно-геодинамических систем для позднего палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Непалинспастические реконструкции структурно-геодинамических систем выполнялись нами для геохронологических эпох, соответствующих этапам формирования основных элементов структуры фундамента Черноморско-Каспийского региона и определяемых ими особенностей распределения, строения и развития осадочных бассейнов:

 позднепалеозойской (поздний палеозой– ранний триас (?), эпоха завершения герцинского цикла тектогенеза);

мезозойской (триас-поздняя юра-ранний мел, киммерийский тектонический цикл);

– альпийской (от средней-поздней юры—раннего мела до начала эоцена включительно);

 неотектонической (от среднего эоцена до плейстоцена включительно).

При выделении региональных структурно-геодинамических систем определялась вероятная связь наблюдаемых структурно-морфологических особенностей фундамента с одним из трех основных геодинамических режимов структурообразования:

 общего (многоосного или одноосного противонаправленного, нормального или косопоперечного) сжатия, преобладающего поднятия или относительной платформенной стабилизации территории;

 – общего (многоосного, нормального или косопоперечного) растяжения и погружения, с обстановками осевых или краевых зон и внутренних поднятий депрессионных структур;

 переменного (пульсирующего режима) с преобладанием обстановок растяжения или сжатия.

Принадлежность выделенных систем к тому или иному геодинамическому режиму устанавливалась нами из конфигурации структурных элементов поверхности фундамента и их отображения в разновозрастных стратиграфических интервалах вышележащего осадочного разреза на основе анализа их структурных планов, мощностей и комплекса геологических характеристик, при этом анализ картографических материалов и данных бурения был нами дополнен [2, 4, 12–14, 16, 59, 70–72] полученными данными и уточнены:

 – состав пород, условия их залегания и дислокаций;

 – формационный состав осадочных, метаморфических и магматических комплексов;

– наличие размывов;

- характер несогласий и т.д.

Основу каждой из выделяемых структурногеодинамических систем, как правило, составляют тектонопары (или геодинамопары) подсистем сжатия и растяжения, взаимодействие которых определяет структурный облик каждой из систем на разных этапах развития региона.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Позднепалеозойские структурно-геодинамические системы (СГС)

На этапе формирования позднепалеозойских структурно-геодинамических систем (СГС) в Черноморско-Каспийском регионе в рамках полученной модели выделяется до одиннадцати структурно-геодинамических систем преимущественно субширотного простирания, сочетающих в своей структуре зоны сжатия и растяжения (рис. 4).

Наиболее северной из них является структурно-геодинамическая система Южной окраины Восточно-Европейской платформы, в которой сочетаются области, возникшие в результате общего сжатия и устойчивого слабого поднятия крупных массивов Украинского щита и Воронежской антеклизы, и две области переменных режимов (см. рис. 4). В одной из них, соответствующей Прикаспийской впадине, преобладают условия общего растяжения и погружения, обусловленные на данном этапе собственными источниками ее геодинамической эволюции. В другой области, соответствующей современному складчатому Донбассу, преобладают условия сжатия и поднятия с участками локализованного орогенеза. Источники напряжения сжатия в этой области расположены к югу от нее и, как мы полагаем, связаны с крупной областью растяжения на юге Азова – северо-востоке Черного моря. Из данной области напряжения растяжения и сжатия распространяются на север и северо-восток через систему жестких массивов (глыб) фундамента -Приазовского и Ростовского.

С южной границей этой системы кулисообразно сопряжены структурно-геоднамические системы Крымско-Кавказская, Северо-Скифская и Донецко-Астраханская, имеющие северо-запад-





7 – растяжения и погружения в подвижных областях, 8 – сжатия и поднятия в подвижных областях; 9 – условия развития локализованных складчаго-орогенных Обозначены индексы структурно-геодинамических систем (цифры в кружках): 1 – южной окраины Восточно-Европейского кратона, 2 – Донецко-Астраханско-Бузачинско-Эмбенская, 3 – Северо-Скифская (Скифская), 4 – Крымско-Кавказская, 5 – Западно-Туранская, 6 – Западно-Черноморская, 7 – Восточно-Чер-*I–3* – области общего (многоосного) или противонаправленного (нормального или косопоперечнего) сжатия: *I* – преобладающего поднятия или относительной стабилизации в условиях кратонов, 2 – подвижных платформ, 3 – складчато-орогенных поясов/систем сводообразования, складчатости, общего или локального орогенеза; 4 – области общего (многоосного), нормального или косопоперечного растяжения и погружения в регионах преобладающего развития коры разных гипов: a – осевые (рифтогенные (?)) троги с локальным развитием участков коры переходного или океанического типа, б – интенсивного дробления и погружения материковых глыб и блоков, *е* – относительного сжатия и слабого поднятия в поясах и зонах общего растяжения; 5–8 – области переменного/пульсируюшего (реверсивного) геодинамического режима с преобладанием: 5– растяжения и погружения в границах кратонов, δ – сжатия и поднятия в границах кратонов, и сводово-блоковых сооружений; 10 – линейные элементы: а – границы структурно-геодинамических подсистем, б – разрывные нарушения, крупные тектонические линеаменты; II – структурно-геодинамические системы и их индексы; IZ – элементы нефтегазоносности осадочного чехла: а – месторождения нефти, номорская, 8 – Понто-Закавказская, 9 – Южно-Каспийская, 10 – Южно-Туркменская/Копетдагская, 11 – Анатолийско-Иранская, 12 – Мизийская. месторождения газа, в – площади, не давшие положительного результата; 13 – государственная граница ное простирание и принадлежащие в современной структуре Скифской плите и в меньшей степени — Большому Кавказу. На юго-западной окраине каждой системы находится зона растяжения (рифтоген (?)). Наиболее выраженной из них и, вероятно, характеризуемой наиболее мощным (главным (?)) раздвиговым потенциалом является та, которая связана с Крымско-Кавказской структурно-геодинамической системой. Она включает не менее трех длительно функционирующих узлов растяжения — Западно-Кавказского, Закавказского и Восточно-Кавказского, возможно, охвативших всю толщу земной коры, сформированной в более ранние периоды.

Возникновение на северо-восточных и восточных флангах структурно-геодинамических систем зон общего сжатия и локального орогенеза обусловлено распорным воздействием со стороны Тузлов-Манычской и Крымско-Кавказской систем.

Расположенная восточнее Западно-Туранская структурно-геодинамическая система объединяет относительно стабильные платформенные массивы Устюртский, Среднекаспийско-Карабогазский и Амударьинский и включает Мангышлакскую зону растяжения, которая, в отличие от большинства структурно-геодинамических систем, расположена не в окраинной, а во внутренней области системы, разделяя ее северную и южную подсистемы.

Определенной спецификой характеризуются структурно-геодинамические системы глубоководных впадин Черного моря и Южного Каспия.

В западной части Черного моря расположена крупнейшая в регионе Западно-Черноморская двухосная раздвиговая система. Одна из ее осей, имеющая северо-западное простирание, лежит на оси крупнейшего трансевропейского тектонического линеамента — линии Тейссейре—Торнквиста. Другая, субширотная ось соответствует простиранию оси всей Черноморской впадины и Предбалканского (Нижнекамчийского) прогиба.

Вполне обособленной и самостоятельной единицей рассматриваемого времени, возможно, является Восточно-Черноморская структурногеодинамическая система, соответствующая Эвксинской палеоплите. Так же, как и Западно-Туранская структурно-геодинамическая система, она характеризуется не краевым, а срединным расположением зоны, в которой преобладают геодинамические условия растяжения и погружения.

Сложное сочетание районов проявления переменных режимов, в поле развития которых сопрягаются зоны преобладания обстановок растяжения и сжатия и тех, в которых реализуются обстановки нормального грабен-рифтогенного растяжения и сопряженного с ними орогенеза, характеризует Понто-Закавказскую структурногеодинамическую систему.

Условия общего сжатия, относительной платформенной стабилизации и малоконтрастных движений свойственны Мизийской и Анатолийско-Иранской структурно-геодинамическим системам.

Мезозойские структурно-геодинамические системы

Наиболее общей структурно-геодинамической особенностью этого времени является сужение зон развития активных геодинамических процессов и их смещение во внутренние районы области Паратетиса (рис. 5). На этом фоне происходит изменение конфигураций структурно-геодинамических систем, расположенных к северу от Понто-Закавказской системы. Части существовавших в палеозое систем, характерных для Предкавказья, реформируются и возникают две новые части - Северо-Скифская и Восточно-Скифская объединяются в одну систему Черноморская и Южно-Каспийская структурно-геодинамические системы. Западно-Туранская система разделяется на две – Устюртскую и собственно Западно-Туранскую системы. Мы предполагаем что это разделение может быть обусловлено активизацией геодинамических процессов и связанных с ними рифтогенных и орогенных процессов в Каратау-Мангышлакской зоне, Среднем Каспии и прилегающих районах Дагестанского побережья Каспия.

Структурно-геодинамическая система южной окраины Восточно-Европейского кратона, в силу относительной геодинамической инертности, скорее всего, не изменяла своей внешней конфигурации. Однако, саморазвитие структурообразующих напряжений в Прикаспийской впадине могло привести к перераспределению в ее границах и прилегающих зонах кратона участков преобладающих поднятий и погружений и возникновению локальной складчатости.

Обстановки относительной стабилизации в мезозое сохранялись в системе Мизийской плиты, возможно — с некоторым расширением занимаемой ею площади за счет включения в ее периметр района герцинских дислокаций Наневско-Крапецкой зоны современного Западно-Черноморского шельфа [12].

Такой же обстановкой характеризуется Северо-Скифская (или Донецко-Астраханская) система, вновь сформированная на месте ранее ак-





Обозначены структурно-геодинамические системы (индексы в кружках): 1 – южной окраины Восточно-Европейского кратона, 2 – Мизийская, 3 – Донецко-Астраханская/Северо-Скифская, 4 – Восточно-Скифская, 5 – Устюртская, 6 – Западно-Туранская, 7 – Северо-Черноморско-Кавказская, 8 – Черноморско-Южно-Каспийская, 9 – Понто-Закавказская, 10 – Анатолийско-Иранская.

 – области общего (многоосного) или противонаправленного (нормального или косопоперечнего) сжатия: 1 – преобладающего поднятия или относительной стабилизации в условиях кратонов, 2 – подвижных платформ, 3 – складчато-орогенных поясов/систем сводообразования, складчатости, общего или локального орогенеза; 4 – области общего (многоосного), нормального или косопоперечного растяжения и погружения в регионах преобладающего развития коры разных гипов: a – осевые (рифтогенные (?)) троги с локальным развитием участков коры переходного или океанического типа, б – интенсивного дробления и погружения материковых глыб и блоков, *в* – относительного сжатия и слабого поднятия в поясах и зонах общего растяжения; 5–8 – области переменного/пульсируюшего (реверсивного) геодинамического режима с преобладанием: 5-растяжения и погружения в границах кратонов, δ – сжатия и поднятия в границах кратонов, 7—растяжения и погружения в подвижных областях, 8— сжатия и поднятия в подвижных областях; 9— условия развития локализованных складчато-орогенных и сводово-блоковых сооружений; 10 – линейные элементы: a – границы структурно-геодинамических подсистем, б – разрывные нарушения, крупные тектонические линеаменты; II – структурно-геодинамические системы и их индексы; 12 – элементы нефтегазоносности осадочного чехла: а – месторождения нефти, 5 – месторождения газа, в – площади, не давшие положительного результата; 13 – государственная граница l - 3

54°0'0"

58°0'0"

42°0'0"

36°0'0"

30°0'0"

"0.0₀Zt

54°0'0"

5

тивных структурно-геодинамических систем и включающая в свой состав также узкую Северо-Крымско-Северо-Азовскую зону.

Переменный геодинамический режим с преобладанием поднятий и небольшими участками стабилизации, которые соответствуют блокам древнего фундамента, свойствен Восточно-Скифской структурно-геодинамической системе. Режим относительной стабилизации соответствует Устюртской структурно-геодинамической системе.

Расположенная южнее Западно-Туранская система, испытывала, вероятно, геодинамическое влияние с юга, со стороны южно-каспийского сегмента Черноморско–Южно-Каспийской системы. Имея, возможно, небольшой потенциал структурообразования в Центрально-Магышлакским районе развития раздвиговых напряжений, она характеризуется переменными режимами, с преобладанием на разных участках обстановок растяжения и сжатия, и сохранением относительно стабильных ядер в районах Песчаномысско-Ракушечной и Карабогазской глыб Среднего Каспия и прилегающих с востока территорий.

Высокий уровень геодинамической активности, сочетающей процессы раздвигообразования, складчатости и орогенеза, сохраняется в границах Северо-Черноморско-Кавказской структурно-геодинамичской системы. Данная система с учетом высокого уровня генерализации построений в настоящей работе коррелируется с результатами палеотектонических реконструкций Крымско-Кавказской окраины Палеотетиса [4]. Северо-Черноморская структурно-геодинамическая система на юге контактирует с другой, столь же активной, Черноморско–Южно-Каспийской системой.

Особенностью этой системы, как следует из представленной модели, является активизация раздвиговых процессов во внутренней области Эвксинской палеоплиты на востоке Черного моря, представляющая очередную фазу деструкции этой единой в палеозое и, возможно, ранее — реликтовой структуры земной коры.

Сохраняются условия активного растяжения в западной части Черноморской впадины; объединяется в обширную и протяженную раздвиговую структуру серия депрессионных образований Восточного Кавказа, Закавказья и северо-западного, приапшеронского района Южного Каспия.

На южном, Понто-Закавказском ограничении Черноморско-Каспийского региона устанавливается, в основном, переменный геодинамический режим, включающий районы и зоны растяжения и преобладающего погружения, сжатия и локального орогенеза, а также участки относительной стабилизации.

Альпийские структурно-геодинамические системы

В течение этого тектоно-геодинамического цикла продолжается расширение территорий, характеризуемых условиями относительной стабилизации режима и смещением на юг зон развития активных геодинамических процессов растяжения, сжатия и соответствующего им структурообразования (рис. 6).

На южной окраине Восточно-Европейского кратона сохраняются условия относительной стабилизации периодически, возможно, нарушаемой эпизодами активизации за счет геодинамических импульсов, приходящих с юга, со стороны Черноморского сегмента Черноморско-Южно-Каспийской структурно-геодинамической системы. На их вероятность могут указывать результаты реконструкции полей напряжений в центральном и западном районах Донбасса за пределами региона исследований, показавшие здесь наличие фаз альпийской активизации сжатия [47].

Аналогичные режимы в это время охватывают также практически всю территорию Скифской плиты, за исключением ее каспийского фланга, где формируется зона переменных режимов с преобладанием растяжения и погружения, и ее южной окраины, где закладываются зоны предгорных прогибов.

Сходные условия устанавливаются также в Мизийской, Устюртской структурно-геодинамических системах и значительных по площади районах Западно-Туранской системы. Условия относительной стабилизации в границах этих систем не исключают возможности проявления здесь колебательных движений, регулирующих распределение положительных и отрицательных платформенных структур. Переменные режимы характерны для окраин некоторых из этих систем, обращенных к зонам межглыбовых взаимодействий.

Структурно-геодинамические системы прежней эпохи, сочетающие зоны сжатия и растяжения в районах Черного моря, Кавказа и Южного Каспия объединились в одну общую Черноморско-Кавказско-Южно-Каспийскую систему. При этом относящийся к ней район палеозойско-мезозойской (или более древней (?)) Эвксинской палеоплиты утрачивает свою целостность и обособленность и распадается на ряд зон и областей, каждая из которых характеризуется самостоятельным геодинамическим трендом, согласованным с общим режимом развития Черноморской впадины.

Понто-Закавказская и Анатолийско-Иранская структурно-геодинамические системы в основных чертах сохраняют установившийся ранее





Обозначены структурно-геодинамические системы (индексы в кружках): 1 – южной окраины Восточно-Европейского кратона, 2 – Скифская, 3 – Устюртская, 4 – Мизийская, 5 – Черноморско-Кавказско-Южно-Каспийская/Западно-Туркменская (или – Черноморско-Южно-Каспийская), 6 – Западно-Туранская, 7 Понто-Закавказская, 8 – Анатолийско-Иранская.

I–*3* – области общего (многоосного) или противонаправленного (нормального или косопоперечнего) сжатия: *I* – преобладающего поднятия или относительной стабилизации в условиях кратонов, 2 – подвижных платформ, 3 – складчато-орогенных поясов/систем сводообразования, складчатости, общего или локального 7 – растяжения и погружения в подвижных областях, 8 – сжатия и поднятия в подвижных областях; 9 – условия развития локализованных складчато-орогенных орогенеза; 4 – области общего (многоосного), нормального или косопоперечного растяжения и погружения в регионах преобладающего развития коры разных гипов: *a* – осевые (рифтогенные (?)) троги с локальным развитием участков коры переходного или океанического типа, *б* – интенсивного дробления и погружения материковых глыб и блоков, *е* – относительного сжатия и слабого поднятия в поясах и зонах общего растяжения; 5–8 – области переменного/пульсирующего (реверсивного) геодинамического режима с преобладанием: 5 –растяжения и погружения в границах кратонов, 6 –сжатия и поднятия в границах кратонов, и сводово-блоковых сооружений; 10 – линейные элементы: а – границы структурно-геодинамических подсистем, б – разрывные нарушения, крупные тектонические линеаменты; II – структурно-геодинамические системы и их индексы; I2 – элементы нефтегазоносности осадочного чехла: а – месторождения нефти, 5 – месторождения газа, в – площади, не давшие положительного результата; 13 – государственная граница режим с определенным усилением роли в них процессов сжатия и орогенеза.

Новейшие структурно-геодинамические системы

Характерной общей чертой новейших структурно-геодинамических систем Черноморско-Каспийского региона является локализация наиболее активных процессов растяжения, сжатия и связанного с ними структурообразования в его южной части, тогда как его северная часть является областью платформенной стабилизации с преобладающим развитием колебательных движений (рис. 7). Лишь южная окраина этой области, примыкающая к поясу активных движений, прихватывается этими движениями и включается в его состав.

Южно-Евразийскому поясу подвижных платформ соответствуют Мизийская, Скифская и Устюртско-Западно-Туранская структурно-геодинамические системы, характеризуемые на новейшем тектоно-геодинамическом этапе условиями преобладания обстановок относительной стабилизации.

Наиболее выраженные процессы растяжения и погружения, как и сопутствующие им процессы сжатия и орогенеза связаны с Черноморско-Каспийской структурно-геодинамической системой. Обстановки регионального растяжения реализуются, главным образом, во впадинах Черного моря и Южного Каспия. Обстановки сжатия, поддерживающие орогенные процессы, в основном, характерны для южной периферии глубоких морских впадин, а также, локально, для северной периферии Черноморской впадины в зоне ее контакта со Скифской плитой и с южной периферией Скифской структурно-геодинамической системы. В контур Черноморско-Каспийской структурногеодинамической системы, также входит зона переменных геодинамических режимов, сформированная на южной окраине Скифской плиты.

В основных чертах сохраняется характерный для предыдущих этапов режим перемежающихся по степени активности геодинамических обстановок в Малокавказско-Биналудской системе, что может быть связано с ее расположением на векторе давления со стороны Аравийского массива, ориентированном с юго-запада на северо-восток в направлении Восточного Кавказа-Северного Каспия, и периодическим получением со стороны этого массива импульсов сжатия—растяжения.

Структурно-геодинамические системы и скопления углеводородов

Для оценки возможных связей между разновозрастными структурно-геодинамическими системами и распределением в осадочном чехле около 680 известных на сегодня в Черноморско-Каспийском регионе скоплений нефти, газа и конденсата было выполнено их картографическое сопоставление (см. рис. 4, см. рис. 5, см. рис. 6, см. рис. 7). Общей чертой распределения углеводородных скоплений является тяготение преимущественно нефтяных и нефтесодержащих месторождений к Каспийско-Прикаспийской и Прикавказской областям развития структурногеодинамических систем фундамента, а газовых и конденсатных — к Центральной и Азово-Черноморской областям.

Палеозойская структурно-геодинамическая система была сформирована значительно ранее большинства месторождений региона [12–14] (см. рис. 4). Накопленные в период ее формирования в соответствующих ей бассейновых структурах осадочного чехла нефтегазоматеринские горизонты на значительных пространствах были существенно метаморфизованы или уничтожены движениями позднегерцинской и нескольких последующих фаз тектогенеза и сопутствующими эндо- и экзогенными процессами.

Тем не менее, некоторые структурные элементы, сформированные в позднегерцинскую или более ранние фазы структурообразования и сохранившие относительную подвижность в позднейшие периоды, определенно повлияли на распределение месторождений, которые расположились вдоль ограничивающих или секущих их линейных тектонических зон (см. рис. 4).

Месторождения с существенным или абсолютным преобладанием газовой компоненты располагаются в областях развития структурногеодинамических систем фундамента региона, которые в мезозое и кайнозое характеризуются преимущественно условиями платформенной стабилизации или переменными режимами с преобладанием сжатия и слабых поднятий (см. рис. 5, см. рис. 6, см. рис. 7).

Месторождения с содержанием или преимуществом в их составе нефтяных компонент, в основном, приурочены к структурно-геодинамическим системам, которые характеризуются преобладанием погружений в течение мезозоя—кайнозоя или развитием переменных режимов с преобладанием растяжения и погружения.

В распределении групп месторождений часто проявляется линейно-поясная зональность, обусловленная отмеченной выше их приуроченностью к границам отдельных элементов структурно-геодинамических систем или их общим объединяющим контурам. Отмечаются также группы месторождений, соответствующих узлам сопря-





4 – Устюртско-Западно-Туранская, 5 – Черноморско- Каспийская, 6 – Закаспийско-Туркменская, 7 – Малокавказско-Биналудская, 8 – Анатолийско-Иран-Обозначены структурно-геодинамические системы (индексы в кружках): 1 – южной окраины Восточно-Европейского кратона, 2 – Скифская, 3 – Мизийская, ская.

стабилизации в условиях кратонов, 2 – подвижных платформ, 3 – складчато-орогенных поясов/систем сводообразования, складчатости, общего или локального орогенеза; 4 – области общего (многоосного), нормального или косопоперечного растяжения и погружения в регионах преобладающего развития коры разных и сводово-блоковых сооружений; 10 – линейные элементы: а – границы структурно-геодинамических подсистем, б – разрывные нарушения, крупные тектони-*I*–*3* – области общего (многоосного) или противонаправленного (нормального или косопоперечнего) сжатия: *I* – преобладающего поднятия или относительной гипов: a – осевые (рифтогенные (?)) троги с локальным развитием участков коры переходного или океанического типа, б – интенсивного дробления и погружения материковых глыб и блоков, *е* – относительного сжатия и слабого поднятия в поясах и зонах общего растяжения; 5–8 – области переменного/пульсирующего (реверсивного) геодинамического режима с преобладанием: 5– растяжения и погружения в границах кратонов, 6- сжатия и поднятия в границах кратонов, 7 – растяжения и погружения в подвижных областях, 8 – сжатия и поднятия в подвижных областях; 9 – условия развития локализованных складчато-орогенных ческие линеаменты; 11 – структурно-геодинамические системы и их индексы; 12 – элементы нефтегазоносности осадочного чехла: а – месторождения нефти, 5 – месторождения газа, в – площади, не давшие положительного результата; 13 – государственная граница жения или пересечения линейных пограничных структур.

Линейно-поясной характер распространения месторождений относительно разновозрастных структурно-геодинамических систем региона может рассматриваться как иллюстрация известного для новейшей эпохи тектогенеза факта существенной роли относительных движений структурных элементов по разделяющим их тектоническим нарушениям в развитии флюидных потоков углеводородов, формировании, переформировании и разрушении месторождений. Отсутствие выраженных признаков линейно-поясной зональности характерно для относимой к Черноморско-Каспийскому региону юго-восточной части Прикаспийской провинции (Южно-Эмбенская область), где расположение месторождений в надсолевом комплексе определяется процессами галокинеза и связанного с ними структурообразования в осадочном чехле (в том числе – образованием ловушек углеводородов) и имеет скорее нерегулярный (сетчато-узловой) характер.

выводы

По результатам анализа и реконструкции развития и эволюции структурно-геодинамических систем Черноморско-Каспийского региона и в рамках построенных в процессе исследования моделей могут быть сделаны следующие выводы.

1. Развитие Черноморско-Каспийского региона в период с позднего палеозоя до плейстоцена имело тенденцию постепенного затухания геодинамической активности, которое было направлено от северной границы Паратетиса к его внутренней области.

2. В северном поясе региона вследствие этого, за счет последовательного снижения геодинамической активности и стабилизации глыб и крупных блоков фундамента происходило формирование пояса подвижных платформ, несущих местами достаточно мощный платформенный чехол. Повышенная подвижность в пределах этих платформенных пространств сохраняется на тектонических границах между глыбами и блоками фундамента и их ассоциациями. Вдоль тектонических границ происходит миграция и поступление в вышележащий осадочный разрез глубинных флюидов, в том числе участвующих в генерации и формировании скоплений углеводородов (водород, глубинный метан). Над ними возникают зоны повышенной проницаемости осадочного разреза, обеспечивающие миграцию углеводородов, генерированных в бассейнах платформенного чехла, создаются условия для формирования

разнотипных структурных и седиментационных ловушек углеводородов.

3. В Центрально-Черноморско–Кавказско-Южно-Каспийском поясе активные геодинамические процессы являются наиболее длительными и сохраняются до настоящего времени, их активность выражается:

 в формировании высокоамплитудных орогенных структур;

 существовании глубоких впадин, сохраняющих реликтовые структуры древнего основания;

 огромном суммарном размахе структур поверхности фундамента — от вершинных поверхностей горного сооружения до подошвы осадочного чехла во впадинах (до 25—30 км), предполагающем наличие большого запаса потенциальной энергии для саморазвития тектонической структуры региона;

 в чрезвычайно высоком уровне его современной сейсмической активности.

4. В южном обрамлении Черноморско-Каспийского региона сформирована Анатолийско-Иранская система подвижных глыб преимущественно высокого стояния фундамента с относительно маломощным осадочным чехлом и широким распространением магматических явлений на разных этапах своего геологического развития. Эта система является буфером между Черноморско-Каспийским регионом и Аравийской глыбой (которая рассматривается как один из важнейших геодинамических факторов структурообразования этого региона), перераспределяющего приходящие с ее стороны геодинамические импульсы.

Буферная функция системы обусловлена тем, что согласно результатам выполненного регионального моделирования и более ранним субглобальным моделям, к концу палеозоя она вошла в состав герцинского складчатого пояса Тетис, окаймлявшего с юга континентальный ансамбль Лавруссия, который первым принимает на своей южной окраине геодинамические импульсы со стороны Аравийской плиты.

Часть энергии каждого импульса расходуется на установление нового уровня геодинамического равновесия и рассеяния (диссипации) в границах этого пояса и его элемента — Анатолийско-Иранской системы, а оставшаяся часть передается далее на север, во внутреннюю область Черноморско-Каспийского региона.

5. Суммарное силовое поле, создающее структурный облик фундамента региона на каждом из этапов его развития, формируется, как минимум, из трех функционально сопряженных источников геодинамических импульсов: внетерриториального (условно подлитосферного), связанного с глобальными геодинамическими системами и определяющего встречные движения Аравийской и Евразийской литосферных плит;

 регионального (условно подкорового), определяющего длительное функционирование региональных геодинамических систем и комплексов геодинамопар;

– местного (условно внутрикорового), определяющего функционирование геодинамопар в границах отдельных структурно-геодинамических систем региона.

6. Исследование крупных зон межглыбового и межблокового взаимодействия на уровне фундамента подвижных платформ, приводящего к деформациям перекрывающего плитного чехла и влияющего на условия осадкообразования и флюидообмена при его формировании, представляет значительный практический интерес для поиска и локализации нефтегазоперспективных объектов антиклинального и седиментационного происхождения, в том числе — на уровне глубокозалегающих горизонтов плитного чехла.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам АО "Южморгеология" (г. Геленджик, Россия) Р.Н. Ханжиян, Н.А. Ошеровой, Т.Б. Сенину, И.Ю. Гридасовой, оказавшим большую помощь в подборе материалов. Авторы благодарны сотрудникам АО "Союзморгео" (г. Краснодар, Россия).

Авторы благодарны также анонимному Рецензенту и рецензенту д. г.-м.н. М.Г. Леонову (ГИН РАН, г. Москва, Россия) за полезные комментарии, которые позволили улучшить статью.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00069-20-02 от 10 сентября 2020 г. (тема № АААА-А20-120092590017-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Альбом структурных карт и карт мощностей кайнозойских отложений Черноморской впадины. М 1:1500000. – М.: ГУГК СМ СССР, 1989. 11 карт.
- Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. – М.: Научный Мир, 2007. 172 с.
- Белоусов В.В. Большой Кавказ как тектоническая лаборатория. – В сб.: Проблемы геодинамики Кавказа. – М.: Наука, 1982. С. 9–13.
- Большой Кавказ в альпийскую эпоху. Под ред. Ю.Г. Леонова – М.: ГЕОС, 2007. 368 с.
- 5. Борков Ф.П., Головачев Э.М., Семендуев М.М., Щербаков В.В. Геологическое строение и нефте-

газоносность Азовского моря (по геофизическим данным). – Под ред. Я.П. Маловицкого – М.: ИГиРГИ, 1994. 188 с.

- Бурдэ А.И. Картографический метод исследований при региональных геологических работах. – Л.: Недра, 1990. 251с.
- Вольвовский И.С., Вольвовский Б.С. Разрезы земной коры территории СССР по данным глубинного сейсмического зондирования. – М.: Советское радио, 1975. 205 с.
- Геодинамика Кавказа. Под ред. В.А. Белова, М.В. Сатиана – М.: Наука, 1989. 216 с.
- 9. *Геология СССР.* Т. IX. Северный Кавказ. Под ред. А.В. Сидоренко М.: Недра, 1968. 759 с.
- 10. *Геология СССР.* Т. VIII. Крым. Под ред. А.В. Сидоренко М.: Недра, 1969. 576 с.
- Геофизические параметры литосферы южного сектора альпийского орогена. – Под ред. Б.С. Вольвовского, В.И. Старостенко – Киев: Наукова Думка, 1996. 216 с.
- Глумов И.Ф., Гулев В.Л., Сенин Б.В., Карнаухов С.М. Региональная геология и перспективы нефтегазоносности Черноморской глубоководной впадины и прилегающих шельфовых зон. – Под ред. Б.В. Сенина – М.: Недра, 2014. Ч. 1. 279 с.
- Глумов И.Ф., Гулев В.Л., Сенин Б.В., Карнаухов С.М. Региональная геология и перспективы нефтегазоносности Черноморской глубоководной впадины и прилегающих шельфовых зон. – Под ред. Б.В. Сенина – М.: Недра, 2014. Ч. 2. 181 с.
- 14. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря – М.: Недра, 2004. 342 с.
- Гончаров В.П., Непрочнов Ю.П., Непрочнова А.Ф. Рельеф дна и глубинное строение Черноморской впадины. – Под ред. А.П. Виноградова, Г.Б. Удинцева – М.: Наука, 1972. 120 с.
- 16. Гулиев И.С., Керимов В.Ю., Етирмишли Г.Д., Юсубов Н.П., Мустаев Р.Н., Гусейнова А.Б. Современные геодинамические процессы и их значение в восполнении запасов углеводородов в Черноморско-Каспийском регионе // Геотектоника. 2021. № 3. С. 96–112.
- Дубинский А.Я., Маценко Н.А., Потапенко Ю.А., Ростовцев К.О. Схематическая геологическая карта Предкавказья и прилегающих районов. М-61:1500000. – Врезка к Геологической карте Кавказа. М-61:500000. – Под ред. Д.В. Наливкина, В.И. Яркина – М.: МГ СССР, 1976. 9 листов.
- Земная кора и история развития Черноморской впадины. – Под ред. Ю.Д. Буланже, М.В. Муратова, С.И. Субботина – М.: Наука, 1975. 129 с.
- Каспийское море. Геология и нефтегазоносность / Под ред. Н.А. Крылова. М.: Наука, 1987. 295 с.
- Керимов В.Ю., Леонов М.Г., Осипов А.В., Мустаев Р.Н., Хай В.Н. Углеводороды в фундаменте шельфа Южно-Китайского моря (Вьетнам) и структурно-тектоническая модель их формирования // Геотектоника. 2019. № 1. С. 44-61.
- 21. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамическая концепция аккумуляции углеводородов в

ГЕОТЕКТОНИКА № 1 2022

природных резервуарах // ДАН. 2016. Т. 471. № 2. С. 187–190.

- 22. Керимов В.Ю., Рачинский М.З., Мустаев Р.Н., Осипов А.В. Геофлюидодинамические критерии прогнозирования нефтегазоносности в регионах Альпийской складчатости // ДАН. 2017. Т. 476. № 2. С. 209–212.
- Кириллова И.В., Люстих Е.А., Растворова В.А., Сорский А.А., Хаин В.Е. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. М.: ИФЗ АН СССР, 1960. 340 с.
- 24. Лукина Н.В., Макаров В.И., Трифонов В.Г., Волчкова Г.И. Корреляция тектонических событий новейшего этапа развития Земли. – Под ред. А.В. Пейве – М.: Наука, 1985. 174 с.
- Костенко Н.П. Развитие складчатых и разрывных дислокаций в орогенном рельефе. – М.: Недра, 1972. 320 с.
- 26. *Косыгин Ю.А*. Тектоника. М.: Недра, 1988. 462 с.
- 27. *Ласточкин А.Н.* Методы морского геоморфологического картографирования. — Л.: Недра, 1982. 272 с.
- Левин Л.Э., Сенин Б.В. Глубинное строение и динамика осадочных бассейнов в Каспийском регионе // ДАН. 2003. Т. 338. № 2. С. 216–219.
- Леонов Ю.Г., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Хераскова Т.Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. – М.: ГЕОС, 2010. 64 с.
- 30. Летавин А.И. Тафрогенный комплекс молодой платформы юга СССР. М.: Недра, 1978. 148 с.
- Летавин А.И. Фундамент молодой платформы юга России. – Под ред. Н.А. Крылова – М.: Наука, 1980. 178 с.
- 32. Макаров В.И., Сенин Б.В. Основные принципы, аспекты и проблемы дешифрирования и интерпретации линеаментов и кольцевых образований. В кн.: Космическая информация в геологии. Под ред. А.В. Пейве, А.В. Сидоренко, А.Л. Яншина М.: Наука, 1983. С. 305–321.
- 33. Международная тектоническая карта Европы и смежных областей. М-б 1 : 2500000. – Под ред. А.А. Богданова, В.Е. Хаина – М.: ГУГК (АН СССР, ЮНЕСКО, КГКМ), 1981.
- 34. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления. М-б 1 : 2500000. – Под ред. В.Е. Хаина, Н.А. Богданова – М.: Картография, 2003(а).
- 35. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления. М-б 1 : 2500000. – Объяснительная записка. – Под ред. В.Е. Хаина, Н.А. Богданова – М.: Научный Мир, 2003(б). 120 с.
- Милановский Е.Е. Геология России и ближнего зарубежья. М.: МГУ, 1996. 448 с.
- 37. Милановский Е.Е. О корреляции фаз учащения инверсий геомагнитного поля, понижений уровня Мирового океана и фаз усиления деформаций сжатия земной коры в мезозое и кайнозое // Геотектоника. 1996. № 1. С. 3–11.
- 38. *Милановский Е.Е., Хаин В.Е.* Геологическое строение Кавказа. М.: МГУ, 1963. 357 с.

- Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. – М.: ГОНТИ, 1960. 208 с.
- 40. Овсов М.К. Метод структурного анализа комплексных геолого-геофизических данных с целью прогноза и поисков полезных ископаемых. Автореф. дис. ... к. г.-м. н. – М.: МГГА, 1998. 18 с.
- 41. *Овсов М.К., Иванов А.И.* Структурный метод обработки геоданных // Российский геофизический журн. 1998. № 11–12. С. 78–86.
- Осадочные бассейны: методика изучения, строение, эволюция. Под ред. Ю.Г. Леонова, Ю.А. Воложа М.: Научный Мир, 2004. 526 с.
- 43. Попков В.И. Новые представления о тектонике Черноморско-Каспийского региона // Геология, география и глобальная энергия. 2011. Т. 41. № 2. С. 40–45
- 44. Пояснительная записка к альбому структурных карт и карт мощностей кайнозойских отложений Черноморской впадины. — М-б 1 : 1500000. — Под ред. Д.А. Туголесова — Геленджик: НИПИ-Океангеофизика, 1993. 71 с.
- 45. *Семов В.Н.* Глубинное строение юга СССР. М.: Недра, 1980. 228 с.
- 46. Сенин Б.В., Керимов В.Ю., Богоявленский В.И., Мустаев Р.Н., Леончик М.И. Нефтегазоносные провинции морей России и сопредельных акваторий. – М.: Недра, 2020. Кн.2. 340 с.
- 47. Стовба С.Н., Старостенко В.И., Мешкевич З.М., Сайнтот А. Изучение динамики и геологических процессов Днепрово-Донецкого палеорифта. – В кн.: Строение и динамика литосферы Восточной Европы (Результаты исследований по программе ЕUROPROBE). – Под ред. А.Ф. Морозова, Н.И. Павленковой, Н.В. Межеловского – М.: ГЕОКАРТ-ГЕОС, 2006. С. 307–314.
- 48. Структурная карта поверхности фундамента платформенных территорий СССР. М-б 1 : 2500000. – Под ред. В.В. Семеновича, Л.И. Ровнина, Н.В. Неволина – М.: МГ СССР, 1982. 16 листов.
- 49. Суворов А.И. Новейшая глобальная кинематика литосферы (на основе региональных тектонопар) // Геотектоника. 1978. № 2. С. 3–17.
- Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы – Под ред. В.Е. Хаина, В.И. Попкова – Краснодар: КубГУ, ГИН РАН, 2009. 213 с.
- 51. Тектоническая карта Северной Евразии. М-б 1 : : 5000000. – Под ред. А.В. Пейве, А.Л. Яншина – М.: ГИН АН СССР, 1979. 8 листов.
- 52. Тектоническая карта фундамента территории СССР. М-б 1 : 5000000. – Под ред. Д.В. Наливкина – М.: АН СССР, МГ СССР. 1974. 4 листа.
- 53. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б., Соловьев В.В., Хахалев Е.М. Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. М.: Недра, 1985. 215 с.
- 54. Филатов В.В., Светозерский О.Ю. Синергетические аспекты интерпретации геолого-геофизических данных. – М.: Геокарт–ГЕОС, 2010. Сер. Метод. Вып. 3. 136 с.

- Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. – М.: Недра, 1984. 344 с.
- 56. Хаин В.Е. Региональная геотектоника. Внеальпийская Европа и Западная Азия. М.: Недра, 1977. 359 с.
- 57. *Хаин В.Е., Лимонов А.Ф.* Региональная геотектоника (тектоника континентов и океанов). — Тверь: TEPC, 2004. 270 с.
- 58. Хаин В.Е., Попков В.И., Юдин В.В., Чехович П.А. Основные этапы тектонического развития Черноморско-Каспийского региона // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. 2006. № 2. С. 98–106.
- 59. Шлезингер А.Е. Структурное положение и развитие Мангышлакской системы дислокаций. – М.: Наука, 1965. 218 с.
- 60. Шолпо В.Н. Альпийская геодинамика Большого Кавказа. М.: Недра, 1978. 176 с.
- 61. Monograph of the Black Sea // Boll. Geof. Teor. Appl. (OGS, Trieste. Italy. 1988. Vol. XXX), pp. 324, 14 plates. (In English).
- Brunet M.-F., Granath J.W., Wilmsen M. South Caspian to Central Iran basins: Introduction // Geol. Soc. Spec. Publ. 2009. Vol. 312. P. 1–6.
- Dercourt J., Zonenshain L.P., Ricou L.E., et al. Geological evolution of the Tethys Belt from Atlantic to the Pamirs since the Lias // Tectonophysics. 1986. Vol. 123. P. 241–315.
- 64. Derman A.S., Senin B.V. Non-palinspastic paleogeographic evolution of the Black and Caspian Seas. – In AAPG's Inaugural Regional International Conference, July 9-12, 2000. Instanbul, Turkey, Abstr. p. 141. 8 plates.
- 65. *Kerimov V.Yu., Gordadze G.N., Mustaev R.N., Bondarev A.V.* Formation conditions of hydrocarbon systems on the sakhalin shelf of the sea of okhotsk based on the geochemical studies and modeling // Oriental J. Chem. 2018. Vol. 34. No. 2. P. 934–947.
- 66. Knapp C.C., Knapp J.H., Connor J.A. Crustal–scale structure of the South Caspian Basin revealed by deep seismic reflection profiling // Marin. Petrol. Geol. 2004. Vol. 21. No. 8. P. 1073–1081.
- Mangino S., Priestley K. The crustal structure of the Southern Caspian Region // Geophys. J. Int. Royal Astron. Soc. UK. 1998. Vol. 133. Is. 3. P. 630–648.
- Masson F, Djamour Y, Van Gorp S., Chéry J., Tatar M., Tavakoli F, Nankali H., Vernant P. Extension in NW Iran driven by the motion of the South Caspian Basin //

Earth Planet. Sci. Lett. 2006. Vol. 252. No. 1–2. P. 180–188.

- Motavalli-Anbaran S.H., Zeyen H., Brunet M.F., Ardestani V.E. Crustal and lithospheric structure of the Alborz Mountains (Iran) and surrounding areas from integrated geophysical modeling // AGU Bull. 2011. Vol. 30. No. 5. DOI ff.1029/2011NC002934ff.ffal-00610278
- Natal'ina B.A., Sengör A.M.C. Late Palaeozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms: The pre-history of the Palaeo–Tethyan closure // Tectonophysics. 2005. Vol. 404. P. 175–202.
- Okay A.L., Sengor A.M.C., Görür N. Kinematic history of the opening of the Black Sea and its surrounding regions // Geology. 1994. No. 2. P. 267–270.
- Popov S.V., Shcherba I.G., Stolyarov A.S., Gürs K., Kovas M., Krasheninnickov V.A., Nagimarosy A., Pinkhasov B.I., Röge F., Rusu A. Lithological-paleogeographic maps of Parathetys. – Paleontol. Inst. RAS, Moscow – Forschungsinstitut und Naturmuseum Senkenberg, Frankfurt-on-Main, 2003. 10 plates.
- 73. Popov S.V., Shcherba I.G., Ilyina L.B., Nevesskaya L.A., Paramonova N.P., Khodkarian S.O., Magyar I. Late Miocene to Pliocene paleogeography of the Parathetys and its relation to the Mediterranean // Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol. 2006. Vol. 238. P. 91–108.
- Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. – Ed.by A.G. Robinson – (Tulsa, Oklahoma, USA. AAPG Mem. 1997. Vol. 68), pp. 385.
- Savostin L.A., Sibuet J.C., Zonenshain L.P., Le Pishon X., Roulet M.J. Kinematic evolution of the Tethys Belt from the Atlantic Ocean to the Pamirs since Triassic // Tectonophysics. 1986. Vol. 123. P. 1–35.
- 76. Senin B.V., Leonchik M.I. Model of regional tectonics and hydrocarbon potential offshore Russia and foreign sectors of the Black Sea-Caspian Region, (5th St.-Petersburg EAGE Int. Conf. and Exhibit. 2012. AO13), P. 4. 31 plates.
- Thomas J.C., Grasso J.R., Bossu R., Martinod J., Nurtaev B. Recent deformation in the Turan and South Kazakh platforms, western central Asia, and its relation to Arabia–Asia and India–Asia collisions // Tectonics. 1999. Vol. 18. P. 201–214.
- Ziegler P. Evolution of Laurussia: A study in Late Paleozoic Plate Tectonics. – (Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Netherlands. 1989), P. 102. 14 plates.
- Zonenshain L.P., le Pichon X. Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins // Tectonophysics. 1986. Vol. 123. P. 181–211.

Structural-Geodynamic Systems of the Basement of the Black Sea–Caspian Sea Region: Evolution in the Late Paleozoic–Cenozoic

B. V. Senin^a, V. Yu. Kerimov^b, R. N. Mustaev^b, *, M. I. Leonchik^a

^aJSC "Yuzhmorgeologiya", bld. 20, Krymskaya str., 353461 Gelendzhik, Russia

^bOrdzhonikidze State University for Geological Prospecting, bld. 23, Miklukho-Maclay str., 117997 Moscow, Russia *e-mail: r.mustaev@mail.ru

Based on the application of the method of structural-cartographic analysis of geological and geophysical materials, a series of models of structural-geodynamic systems of the basement of the Black Sea–Caspian region (Upper Paleozoic–Neogene) was built, reconstructing the geological history of the formation of the modern

ГЕОТЕКТОНИКА № 1 2022

СЕНИН и др.

tectonic appearance of the region in time-varying geodynamic stress fields. They are compared with the location of hydrocarbon accumulations in the sedimentary cover. The research region covers the waters of the Black, Azov and Caspian seas, adjacent flat and mountainous territories of ten coastal states, including Russia. As a result of the analysis of the models, the presence of three sources of geodynamic impulses was determined – non-territorial (external), territorial (regional) and local, located in the contour of a specific structural-geodynamic system – which create a total force field that forms the structural appearance of basement of the region at each of its development stages. An important result of our research, which has prognostic value, is the conclusion about the long-term preservation of the regime of increased mobility of the tectonic contact zones between the basement of blocks of young platforms and some areas of the ancient platforms of the region, which is a factor that creates a set of favorable conditions for the formation of hydrocarbon accumulations in the sedimentary cover that overlaps these zones.

Keywords: Black Sea–Caspian region, basement, structural-geodynamic systems, tectonic evolution, Late Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic, conditions for the formation of hydrocarbon potential