



## EXPERIENCE OF PALEOTECTODYNAMIC ANALYSIS OF RANK COMPONENTS OF MESOZOIC-CENOZOIC MOVEMENTS AND DEFORMATIONS USING THE EXAMPLE OF THE CENTRAL PART OF BUKHARO-KHIVA REGION

R.A. Umurzakov <sup>1</sup>✉, H.A. Akhmedov <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tashkent State Technical University, 2 Universitetskaya St, Tashkent 100095, Uzbekistan

<sup>2</sup>Karshi Engineering Economics Institute, 225 Mustaqillik Ave, Karshi 180100, Uzbekistan

**ABSTRACT.** The article describes the methodological basis and some first experience results of applying paleotectodynamic analysis of tectonic movements rank components and deformations to study the features of geological development of a certain territory of the Bukhara-Khiva region central part in the Mesozoic – Cenozoic. The relevance of the work is determined by the need to revise the traditional methods of historical and structural analysis, based on which the conditions of formation and age of oil and gas structural traps are determined to improve the reliability of prognostic works. Paleotectodynamic analysis, as a new direction of studying the geologic evolution history, provides an assessment of the duration of manifestation of tectodynamic systems (paleotectonic stresses, tectonic movements and deformations) of different ranks in geologic history, study of the paleotectonic development of rank components of tectonic movements and deformations in the intervals of tectodynamic system action, determination of the relative age of formation of structural elements, their inheritance, as well as determination of the relative age of formation of structural elements, their inheritance, role or contribution to the geological evolution. The main indicator, on the basis of which the possibility to identify an independent (integral) tectodynamic system is determined, is the stress field type and deformation regime. In the Mesozoic – Cenozoic of the western part of the Tien Shan, five phases of alternating change of tectonic stress fields of the first (for this region) rank and associated deformation regimes were identified. In the first approximation, they correspond to: Early – Middle Jurassic, Late Jurassic, Cretaceous, Paleogene, and Neogene-Quaternary time. On this basis, the paper substantiates the necessity to revise and modify the classical methods of historical-structural (paleotectonic) analysis, which should be performed for each rank component separately, taking into account the interaction of both peer-to-peer and multi-rank elements. In this approach, the most important indicator is the feedback sign between different rank elements of tectodynamic systems. On the example of the central part of the Bukhara-Khiva oil-and-gas-bearing region, paleotectonic maps-schemes of three ranks for the above-mentioned time intervals were obtained. The previously unknown features of the structural plans of different horizons and their evolution in the Mesozoic – Cenozoic history were established. They served as a basis for further traditional historical-structural analysis with the construction of isopachic triangles along the selected intervals for each rank component in order to assess the tectonic conditions and time of formation of anticlinal oil and gas traps.

**KEYWORDS:** paleotectonic analysis; rank analysis; paleotectonic stresses; movements; deformation; deformation mode; tectonic evolution; tectodynamic system; oil and gas; traps

**FUNDING:** Not specified.



EDN: HGQTSZ

### RESEARCH ARTICLE

**Correspondence:** Rakhimjan A. Umurzakov, [umruzok54@gmail.com](mailto:umruzok54@gmail.com)

Received: February 11, 2024

Revised: April 12, 2024

Accepted: April 15, 2024

**FOR CITATION:** Umurzakov R.A., Akhmedov H.A., 2024. Experience of Paleotectodynamic Analysis of Rank Components of Mesozoic-Cenozoic Movements and Deformations Using the Example of the Central Part of Bukhara-Khiva Region. *Geodynamics & Tectonophysics* 15 (3), 0764. doi:10.5800/GT-2024-15-3-0764

## ОПЫТ ПАЛЕОТЕКТОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАНГОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИХ ДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА

Р.А. Умурзаков<sup>1</sup>, Х.А. Ахмедов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2, Узбекистан

<sup>2</sup>Каршинский инженерно-экономический институт, 180100, Карши, пр-т Мустакиллик, 225, Узбекистан

**АННОТАЦИЯ.** В статье приводится описание методической основы и отдельных результатов первого опыта применения палеотектодинамического анализа ранговых составляющих тектонических движений и деформаций для изучения особенностей геологического развития отдельно взятой территории центральной части Бухаро-Хивинского региона в мезозое – кайнозое. Актуальность работы определяется необходимостью пересмотра традиционных методов историко-структурного анализа, на основе которых определяются условия формирования и возраст структурных ловушек нефти и газа для повышения достоверности прогнозных работ. Палеотектодинамический анализ, как новое направление изучения истории геологической эволюции, предусматривает оценку длительностей проявления тектодинамических систем (палеотектонических напряжений, тектонических движений и деформаций) разных рангов в геологической истории, изучение особенностей палеотектонического развития ранговых составляющих тектонических движений и деформаций в интервалах действия тектодинамических систем, определение относительного возраста формирования структурных элементов, их унаследованности, роли или вклада в общий процесс эволюции. Основным показателем, на основе которого определяется возможность выделения самостоятельной (целостной) тектодинамической системы, является тип поля напряжений и деформационный режим. В мезозое – кайнозое западной части Тянь-Шаня было выделено пять фаз чередования смены полей тектонических напряжений первого (для данного региона) ранга и связанных с ними деформационных режимов. В первом приближении они соответствуют ранней – средней юре, поздней юре, мелу, палеогену и неоген-четвертичному времени. Исходя из этого, в работе приводится обоснование необходимости пересмотра и модификации классических методов историко-структурного (палеотектонического) анализа, который необходимо выполнять по каждой ранговой составляющей отдельно, с учетом взаимодействия как одноранговых, так и разноранговых элементов. При таком подходе наиболее важным показателем выступает знак обратной связи между разноранговыми элементами тектодинамических систем. На примере центральной части Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона получены палеотектонические карты-схемы трех рангов за указанные выше интервалы времени. Установлены неизвестные ранее особенности структурных планов различных горизонтов и их эволюции в мезозойско-кайнозойской истории. Они послужили основой для дальнейшего традиционного историко-структурного анализа с построением изопахических треугольников по выделенным интервалам для каждой ранговой составляющей с целью оценки тектонических условий и времени формирования антиклинальных ловушек нефти и газа.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** палеотектодинамический анализ; ранговый анализ; палеотектонические напряжения; движения; деформация; деформационный режим; тектоническая эволюция; тектодинамическая система; нефть и газ; ловушки

**ФИНАНСИРОВАНИЕ:** Не указано.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Данные палеотектонических исследований имеют важное значение для понимания особенностей развития территорий и используются при решении задач нефтегазовой геологии. Это отмечается многими исследователями, и обычно описание палеотектонических исследований приводится наряду с рассмотрением структурно-тектонических показателей, которые определили особенности распределения залежей нефти и газа [Rudkevich, 1974; Mashkovich, 1976; Neuman, 1984]. Не останавливаясь детально на истории появления данного вида анализа и применения в различных регионах, следует подчеркнуть те нововведения, ко-

торые отличают наши исследования от предыдущих. Прежде всего, поясним, в чем заключается используемый нами термин «палеотектодинамический» и о каких ранговых составляющих MZ-KZ тектонических движений говорится в статье.

Термином «тектодинамика» Г.П. Горшков предлагал формулировать направление по изучению тектонических напряжений. Известна попытка выделения А.В. Пэком [Pack, 1939] специальных подразделений – «динамической тектоники» и «кинетической тектоники». Однако с появлением «тектонофизики», нацеленной на изучение механизмов образования деформационных структурных элементов [Gzovsky, 1954],

такая необходимость отпала. С развитием тектонофизики и геотектоники термином «тектодинамика» П.Н. Николаевым было обозначено новое направление – ранговый анализ полей тектонических напряжений, тектонических движений и деформаций как составных элементов выделяемых тектодинамических систем разных рангов [Nikolaev, 1992]. Была разработана методика тектодинамического (или «тектонодинамического») анализа, объединяющая в себе совокупность методов выделения и изучения иерархии «тектодинамических систем», представляющих собой модель взаимодействия тектонических полей напряжений, тектонических движений и деформаций разных рангов в определенном объеме земной коры, характеризующемся свойствами целостности. Следует отметить, что некоторые исследователи используют термин «тектонодинамический» в ином смысле (например [Dyakonov, Bely, 1993; Sbitneva, 2021]). Чтобы не было путаницы, по-видимому, все же следует придерживаться терминологии в редакции самого П.Н. Николаева, используя термин «тектодинамический».

Исследования деформаций и напряжений с учетом разделения их на иерархические уровни (в том числе с учетом возрастных показателей) получили широкое развитие в работах [Sherman, 2015; Sim et al., 2018; Gintov et al., 2013; Goncharov et al., 2012; Seminsky, 2015; Cheremnykh, Dekabryov, 2023; Umurzakov, 2023]. В последние годы в связи с возросшей потребностью выделения различных этапов действия полей напряжений получены новые данные о характере проявления тектонических напряжений в разновозрастных горных породах [Cheremnykh, Dekabryov, 2023]. Применительно к изучению истории геологической эволюции земной коры отдельных территорий в пределах континентов исследования выполнялись с изучением структурных парагенезов деформаций [Sankov et al., 2015], деформационных режимов с реконструкцией палеонапряжений различных геологических интервалов времени [Gintov, 2005; Umurzakov, 2023]. На основе анализа особенностей тектонических движений и деформаций в мезозойско-кайнозойской истории западной части Тянь-Шаня удалось установить длительности и конкретные интервалы проявления палеотектодинамических систем разных рангов [Umurzakov, 2023]. Была предложена методика палеотектодинамических исследований, которая названа историко-тектодинамическим (или палеотектодинамическим) анализом. По своей сути палеотектодинамический анализ представляет собой новое направление изучения истории геологической (тектодинамической) эволюции отдельных регионов с выделением иерархии палеотектодинамических систем разных рангов, изучения особенностей их развития во времени и в пространстве. В работе [Umurzakov, 2023] было отмечено, что главным показателем, на основе которого определяется возможность выделения самостоятельной (целостной) тектодинамической системы, является тип поля напряжений и деформационный режим. В

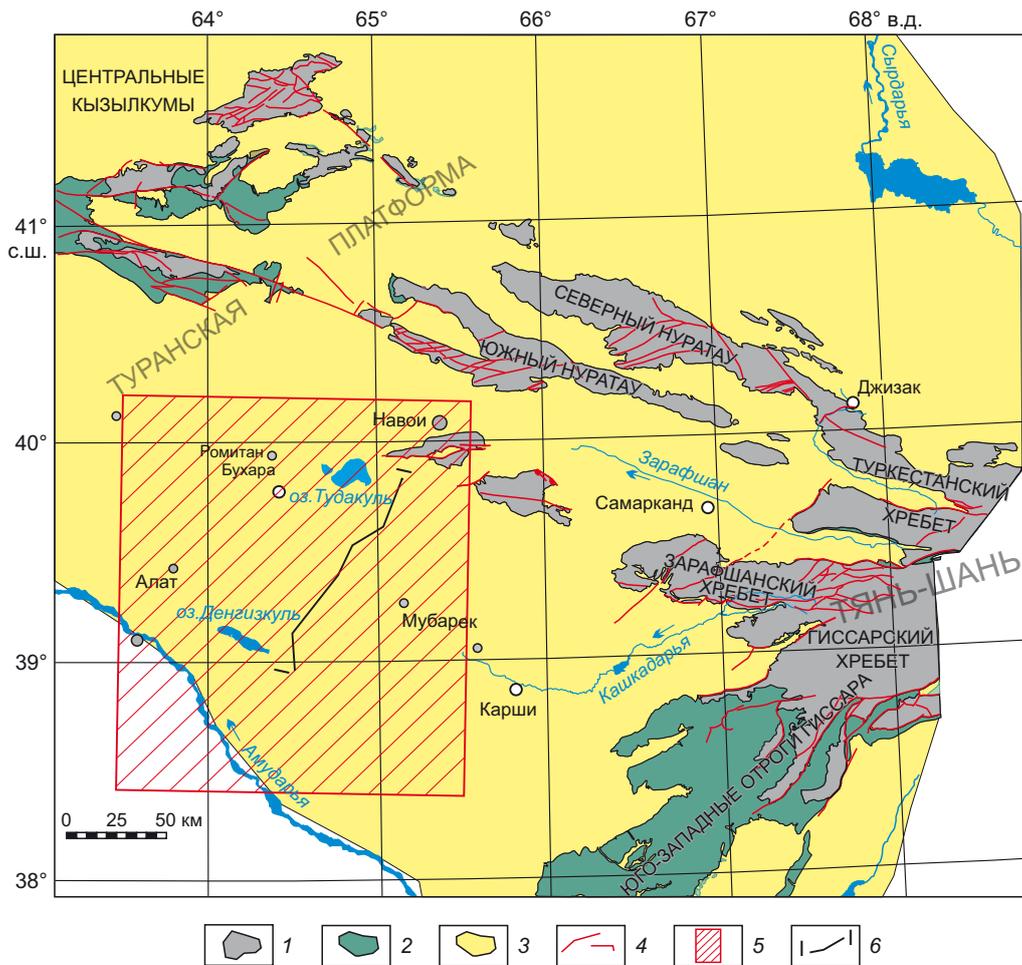
мезозое – кайнозое западной части Тянь-Шаня было выделено пять фаз чередования смены полей тектонических напряжений и деформационных режимов. Поскольку они генетически связаны с разными группами воздействующих факторов, их изучение должно быть соответствующим. Это обстоятельство требует модификации классических методов историко-структурного (палеотектонического) анализа – его необходимо выполнять по каждой ранговой составляющей отдельно, с учетом взаимодействия их между собой, с оценкой их вклада в общую картину деформации.

Апробация методики палеотектодинамического анализа в условиях западной части Тянь-Шаня и прилегающей территории Туранской плиты позволила установить характерные интервалы времени проявления деформационных режимов [Umurzakov, 2023] (смена условно «активных» и условно «пассивных» фаз): пермтриас – средняя юра; средняя – поздняя юра; поздняя юра – ранний мел; поздний мел – палеоцен – эоцен; олигоцен – неоген-четвертичный период. Каждый из этих интервалов характеризуется своим типом поля тектонических напряжений, определяющим целостность тектодинамической системы. Ниже приводится описание результатов выделения по этим временным интервалам разноранговых составляющих тектонических движений и деформаций на примере территории (рис. 1) центральной части Бухаро-Хивинского региона (БХР).

## 2. СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И НОВЕЙШЕЙ СТРУКТУРЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Самыми древними породами, вскрытыми в скважинах, являются докембрийские (площадь Ташкудук, скв. 2, 3, 4) [Bogdanov, 2018]. Они представлены амфиболитами, гнейсами сланцевой текстуры. Кембрийские и силурийские породы – это кристаллические сланцы кварц-альбит-амфиболового состава с хлоритизацией и графитизацией верхних отложений. Девонские отложения – это известняки и доломиты, они встречаются реже. Верхнюю часть разреза палеозоя слагают отложения нижне- и среднекаменноугольного, верхнекаменноугольно-пермского (рис. 2) возраста (Бештепе, Караулбазар) [Bogdanov, 2018]. Юрские отложения залегают на эродированной поверхности палеозоя. Они подразделяются на три формации (рис. 2): терригенную (нижнесреднеюрская), карбонатная (средневерхнеюрская: келловой – киммеридж), соляно-ангидритовую (верхнеюрская: титон) [Babaev, 1966; Nugmanov, 1986, 2010]. Наиболее представительные разрезы юрских отложений вскрыты на площадях Кульбешкак (скв. 7), Янгиказган (скв. 6), Учкыр (скв. 31) [Bogdanov, 2018].

Меловые отложения подразделяются на три части [Babaev, 1966; Davlyatov, 1971; Yegamberdiyev et al., 1976]: нижняя – красноцветная, молассовая формация, которая объединена в неоком-апт; средняя – терригенно-глауконитовая формация – альб-сенон; верхняя,



**Рис. 1.** Обзорная карта-схема исследуемого региона с элементами геологии. Элементы геологического строения: 1 – выходы палеозойских образований; 2 – выходы мезозойских отложений; 3 – кайнозойский покров; 4 – разрывные нарушения; 5 – исследуемая территория центральной части Бухаро-Хивинского региона; 6 – линия профиля схематического геологического разреза.

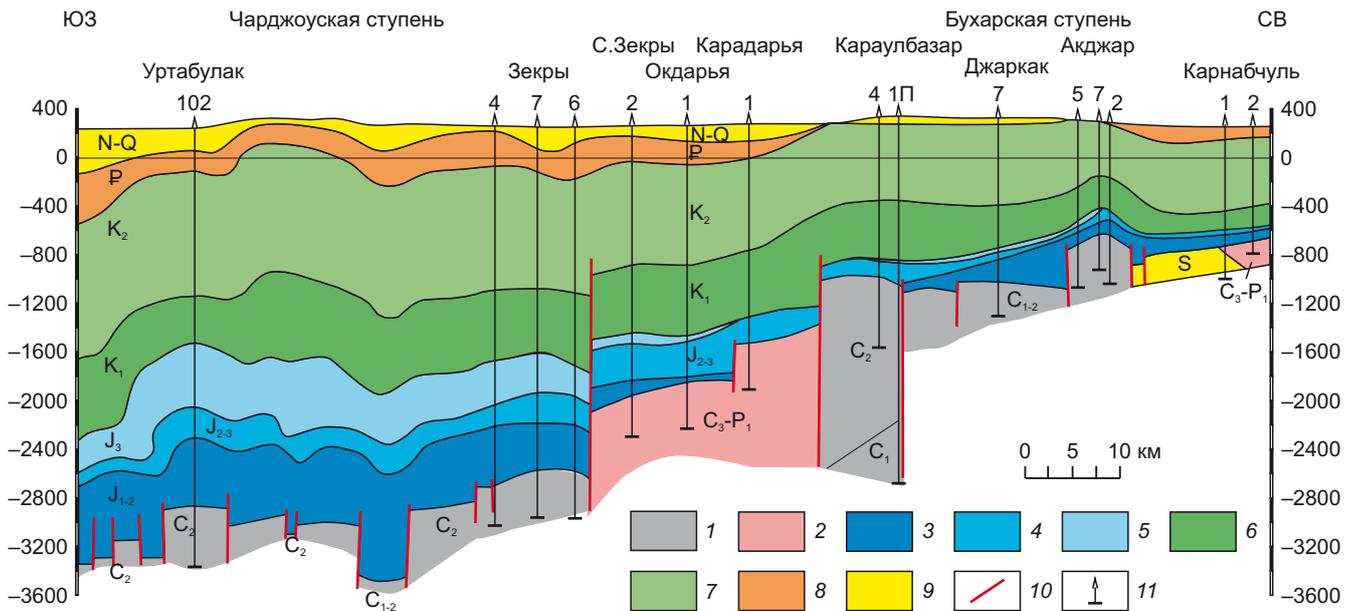
**Fig. 1.** Overview map-diagram of the studied region with elements of geology. Elements of geological structure: 1 – outcrops of Paleozoic formations; 2 – outcrops of Mesozoic deposits; 3 – Cenozoic cover; 4 – rupture violations; 5 – the studied area of the central part of Bukhara-Khiva region; 6 – line of profile of schematic geological section.

неоднородного генезиса, представленная морскими, лагунными и по периферии зон осадконакопления – породами континентального происхождения. Общая мощность пород мела составляет 1900–2100 м, они выдержаны по всему региону, представлены в основном терригенными образованиями (переслаиванием песчаников, алевролитов, глин, гравелитов, известняка-ракушечника) и лишь в верхней части – отложениями прибрежно-морского происхождения.

Разрез палеогена начинается с позднего палеоцена бухарским ярусом (P<sub>1</sub>), представленным известняками с включениями гипса. Местами встречаются и терригенные отложения. На площади Алат (юго-запад территории) в известково-гипсовой толще отмечены прослойки мелкозернистых песчаников [Babaev, 1966]. В этой работе отмечается, что палеоцен и эоцен сложены тонкозернистыми терригенно-карбонатными фациями, а олигоцен – более грубыми, глинистыми образованиями. Олигоценные (P<sub>3</sub>) отложения резко отлича-

ются от подстилающих эоценовых глин литологическим составом, окраской пород и типом ископаемых органических остатков. Они представлены глинами, алевролитами, песчаниками с красноватым оттенком. Общая мощность палеогеновых отложений 566 м (Зап. Бештепе, скв. 1), что обусловлено преднеогеновым размывом поверхности палеогена.

Неогеновая система в нижней части представлена красноцветными глинами нижнего миоцена (агитминская свита). Плиоцен сложен песчаниками с чередованием глинистых отложений. Породами верхнего плиоцена являются серые песчаники, пески с прослоями глин. Между нижнемиоценовыми – среднеплиоценовыми образованиями и верхним плиоценом почти на всей территории отмечаются размывы. Мощность неогеновых отложений 400–600 м. В сводах поднятий отмечены размывы, что свидетельствует о значительной дифференциации тектонических движений в неогене.



**Рис. 2.** Схематический геологический разрез по профилю I-I (по [Bogdanov, 2018], с уточнениями и дополнениями). 1–9 – геологические образования разного возраста: 1 – палеозойские, преимущественно карбоновые, 2 – позднекарбоновые – пермские, 3 – раннесреднеюрские, 4 – среднепозднеюрские, 5 – позднеюрские, 6 – раннемеловые, 7 – позднемеловые, 8 – палеогеновые, 9 – неоген-четвертичные; 10 – разрывные нарушения; 11 – буровые скважины.

**Fig. 2.** Schematic geological section along profile I-I (according to [Bogdanov, 2018], with clarifications and additions). 1–9 – geological formations of various ages: 1 – Paleozoic, mainly carboxylic, 2 – Late Carboniferous-Permian, 3 – Early Middle Jurassic, 4 – Middle Late Jurassic, 5 – Late Jurassic, 6 – Early Cretaceous, 7 – Late Cretaceous, 8 – Paleogene, 9 – Neogene-Quaternary; 10 – rupture faults; 11 – boreholes.

На рис. 3 приводится обобщенная карта новейшего структурного плана территории. Здесь проявляют себя преимущественно относительно невысокие поднятия – на северо-западе – Газлийское (300–500 м), в средней части – Каганское (300–500 м), Испанлы-Чандырское (200–400 м), Мубарекское (200–400 м), Кандымское (200–450 м), несколько южнее – Денгизкульское (200–300 м), Култакское (300–600 м).

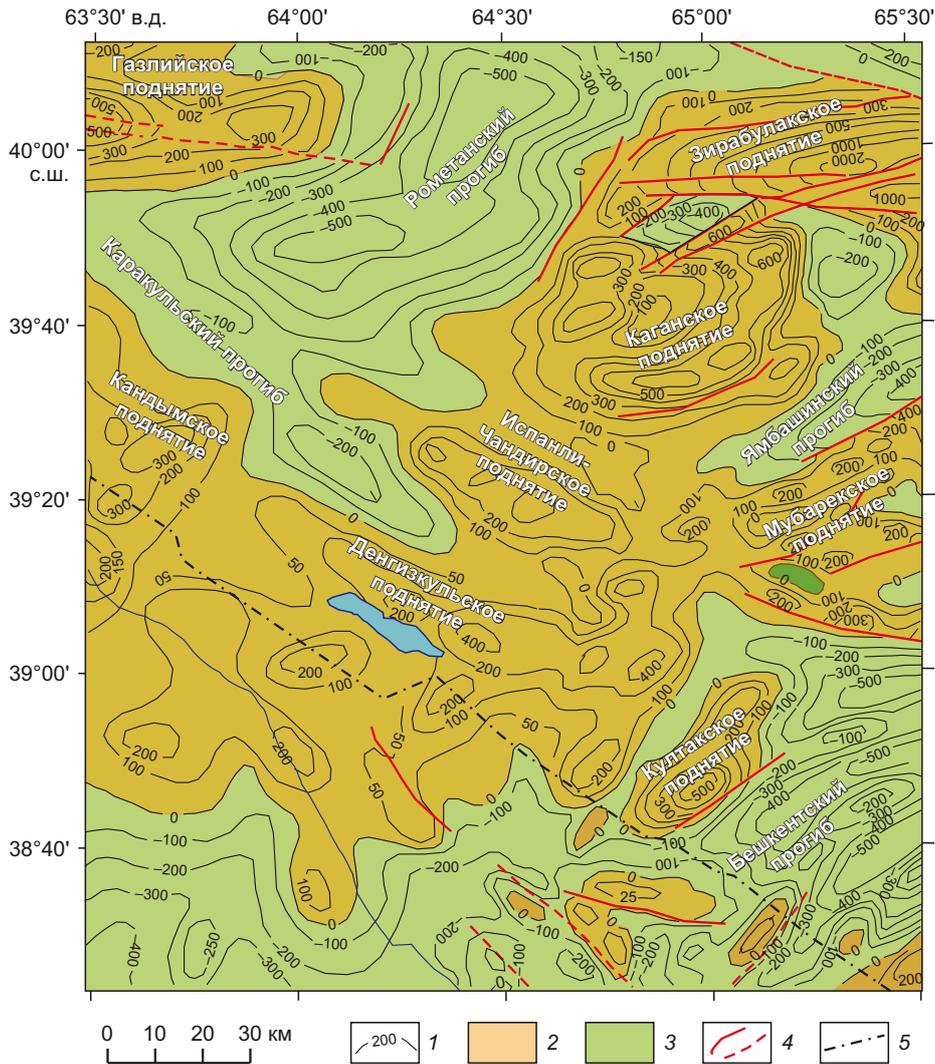
Лишь в северо-восточной части наблюдается Зирабулакское поднятие с максимальными значениями до 1500–2000 м. Газлийское и Каганское поднятия разделяет обширный Рометанский прогиб (–400...–500 м) северо-восточного (юго-западного) простираения, который в юго-западной части сочленяется с Каракульским прогибом (–100...–200 м) северо-западного (юго-восточного) простираения. В восточной части территории отмечается относительно узкий Ямбашинский прогиб (–100...–400 м), разделяющий Мубарекское и Каганское поднятия. В юго-западной части территории представлен фрагмент Бешкентского прогиба (–200...–500 м), который к востоку сочленяется с Кашкадарьинским.

Такой структурный план характерен для приповерхностной части территории, где структурные планы глубоких горизонтов отличаются от изложенного (как будет показано ниже) и имеют структурные элементы преимущественно северо-западного (юго-восточного) простираения. Здесь же в качестве одного из главных элементов в разрезе выделяется Учбаш-Каршинская

(УБК) флексурно-разрывная зона (ФРЗ), протягивающаяся от южных склонов Газлийского поднятия вдоль северо-западной части Каракульского прогиба, ограничивая Бешкентский прогиб в северо-восточной части. Она разделяет территорию исследований по кровле палеозойского основания на Чарджоускую и Бухарскую ступени. Характерной особенностью БХР является ступенчатое погружение поверхности фундамента с северо-востока на юго-запад. Палеозойское основание залегает на глубине от 700 до 5000 м и более. Таким образом, территория исследований представляет собой сложную тектоническую картину наложения разновозрастных тектонических движений и деформаций, для изучения которой был привлечен ранговый палеотектодинамический анализ.

### 3. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА РАЗЛОЖЕНИЯ НА РАНГОВЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ

Для анализа были привлечены практически все имеющиеся палеотектонические материалы, полученные предыдущими исследователями. Палеотектонический анализ по региону проводили А.Г. Бабаев, М.Э. Эгамбердыев, А.Х. Нугманов и др. Наиболее поздними являются работы А.Х. Нугманова по изучению зависимости нефтегазовой продуктивности ловушек от времени их формирования [Nugmanov, 1981, 2004, 2009], а также условий формирования и закономерностей размещения ловушек нефти и газа в юрских отложениях в



**Рис. 3.** Схематическая карта новейшей структуры центральной части БХР (составили Р.А. Умурзаков, Х.Р. Ахмедов в 2022 г. на основе опубликованных данных).

1 – изолинии амплитуд новейших деформаций, в метрах; 2 – области поднятий; 3 – области опусканий; 4 – разрывные нарушения, выраженные на поверхности; 5 – государственная граница.

**Fig. 3.** Schematic map of the latest structure of the central part of the BHR (compiled by R.A. Umurzakov, H.R. Akhmedov in 2022 based on published data).

1 – isolines of amplitudes of the latest deformations, in meters; 2 – areas of uplifts; 3 – areas of lowering; 4 – rupture disturbances expressed on the surface; 5 – state border.

целом и в карбонатных отложениях в частности [Nugmanov, 2010]. Для разложения тектонических движений на ранговые составляющие в качестве исходных карт послужили палеотектонические карты с элементами мощностей отложений, полученные А.Х. Нугмановым для различных интервалов геологического времени. Для их построения использовано большое число скважин, из которых к исследуемому региону относятся около 320. Эти данные были дополнены новыми материалами скважин – всего по центральной части БХР использовано более 400 скважин, позволивших дополнить и уточнить карты изопакит изученных интервалов. Построение ранговых палеотектонических карт проводилось для «активных» и «пассивных» фаз ритмов первого ранга, для которых характерны

различные поля тектонических напряжений, определяющие деформационные режимы [Umurzakov, 2023]. Этим фазовым интервалам наиболее соответствуют отрезки времени: ранняя – средняя юра, поздняя юра, мел, палеоген и неоген четвертичный.

Для получения ранговых карт по каждому из выделенных интервалов использована методика декомпозиции [Nikolaev, 1992] с расчетами средних значений мощности методом «скользящей средней» на различных окнах, размеры которых соответствуют масштабным параметрам тектодинамических систем [Umurzakov, 1989, 2011, 2012]. В исследуемом регионе поперечные размеры площадок (окон) осреднения составили 10, 25 и 95 км. Элементы структурного плана, соответствующие первой (нижней для региона) ранговой

составляющей, получены путем осреднения с окном 95×95 км. Для определения второй ранговой составляющей от средних значений амплитуд, полученных с окном 25×25 км, вычитались осредненные значения с окном 95×95 км. Значения составляющей третьего ранга определялись на основе вычитания осредненных значений с окном 25×25 из значений, полученных с окном 10×10 км. Таким образом, для каждого интервала времени (активных и пассивных фаз) были составлены схематические палеотектонические карты первого, второго и третьего ранга в значениях вертикальных амплитуд движений и деформаций.

#### **4. ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНЫХ ПЛАНОВ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ПАЛЕОТЕКТОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗНЫХ РАНГОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА В МЕЗОЗОЕ – КАЙНОЗОЕ**

В результате выполненных исследований составлены структурные карты тектонических движений и деформаций трех рангов (условно 1, 2 и 3-го), которые проявили себя в интервалах: в ранней – средней юре, в поздней юре, в мелу, в палеогене и в неогене – квартере. Их анализ позволил выявить неизвестные ранее особенности палеотектонического развития территории в мезозое – кайнозое.

##### **4.1. Особенности развития структурных планов составляющих движений и деформаций тектодинамических систем первого ранга**

На рис. 4, а–д, приводятся палеотектонические карты-схемы движений и деформаций 1-го ранга, которые проявили себя в отмеченных интервалах времени: в ранней – средней юре (рис. 4, а), в поздней юре (рис. 4, б), в меловое (рис. 4, в), в палеогеновое (рис. 4, г), в неоген-четвертичное (рис. 4, д). Анализ этих графических материалов показывает характер изменения структурных планов по мере геологического развития региона от ранней средней юры до неоген-четвертичного периода включительно. Вначале северо-восточная часть исследуемой территории, судя по относительно меньшим мощностям, представляется как обширное относительное поднятие, а юго-восточная часть, судя по величине мощностей, как крупная область погружения (рис. 4, а). Такая картина наблюдается и во 2 (рис. 4, б), и в 3-й фазе (рис. 4, в). Вместе с этим наблюдается постепенное наступление области погружения в сторону поднятий с небольшим разворотом по часовой стрелке. В ранней и средней юре впадина имеет субширотное простираание, в поздней юре простираание области опусканий меняется и в меловое время приобретает отчетливое северо-западное (юго-восточное) направление и имеет наибольшее (по площади) распространение (рис. 4, в). Наблюдается тенденция расширения области погружения по часовой стрелке, и в палеогене структурный план имеет вид контактовой зоны обширной впадины и поднятия субмеридиональной ориентировки (рис. 4, г).

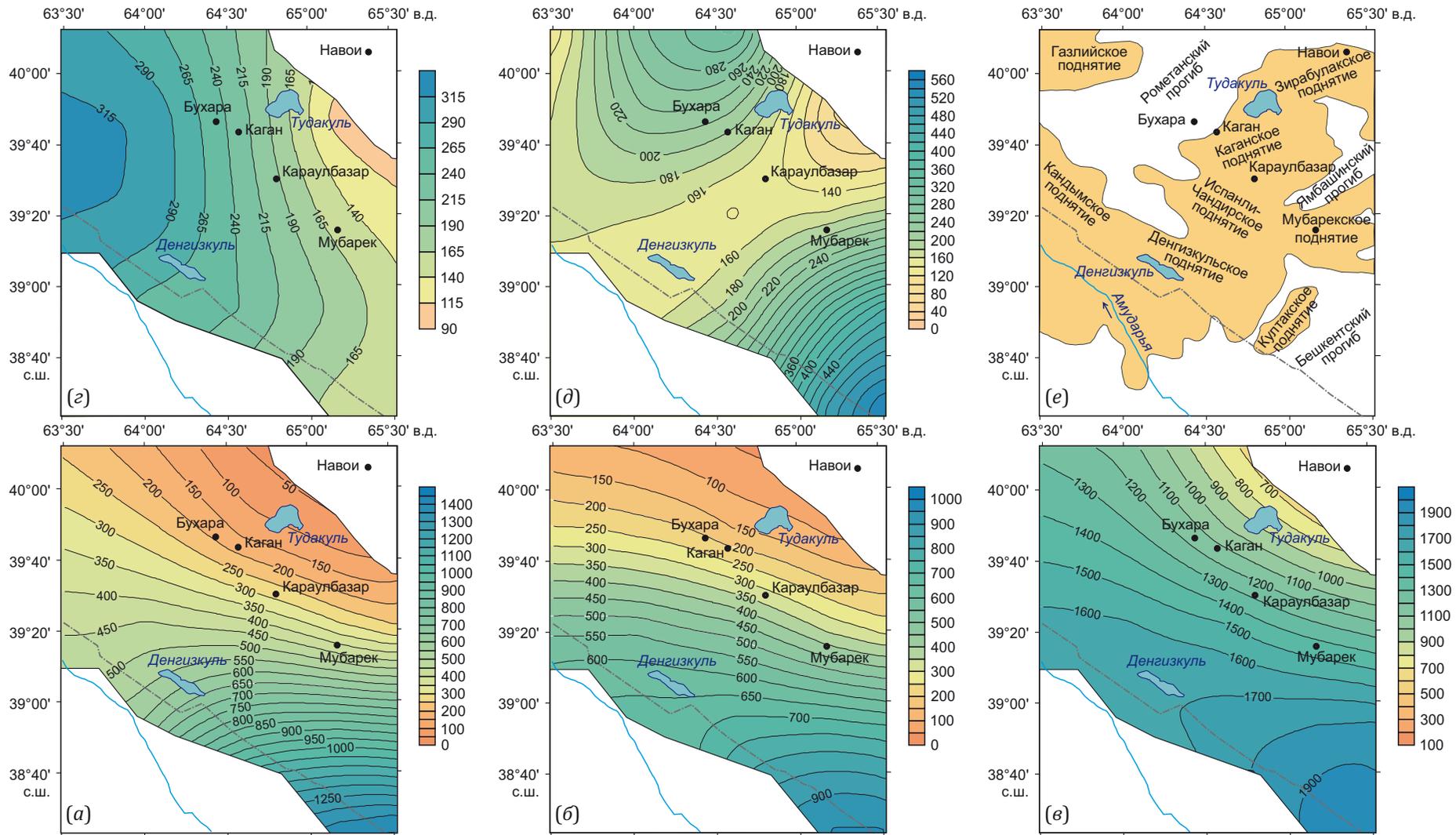
Условную границу между опусканием и поднятием можно провести вдоль линии оз. Тудакуль – Караулбазар – Мубарек. Обширная территория в районе к западу от меридиана Бухара – оз. Денгизкуль (куда приурочены участки новейших структур – Газлийского поднятия, Рометанского прогиба Кандымского и Денгизкульского поднятий (см. рис. 3)) представляется областью опускания 1-го ранга (рис. 4, г). В неоген-четвертичное время структурный план движений и деформаций имеет уже другой вид – наблюдается крупная положительная структура северо-западной (юго-восточной) ориентировки с приподнятой северо-восточной частью (рис. 4, д).

Область поднятия имеет большее распространение, объединяет участки новейших поднятий – Денгизкульского, Испанлы-Чандырского и Каганского (рис. 4, д). Крупная положительная структура северо-восточной ориентировки с северо-западной стороны граничит с Рометанским прогибом, а в юго-восточной части – с Бешкентским.

##### **4.2. Особенности развития структурных планов составляющих движений и деформаций тектодинамических систем второго ранга**

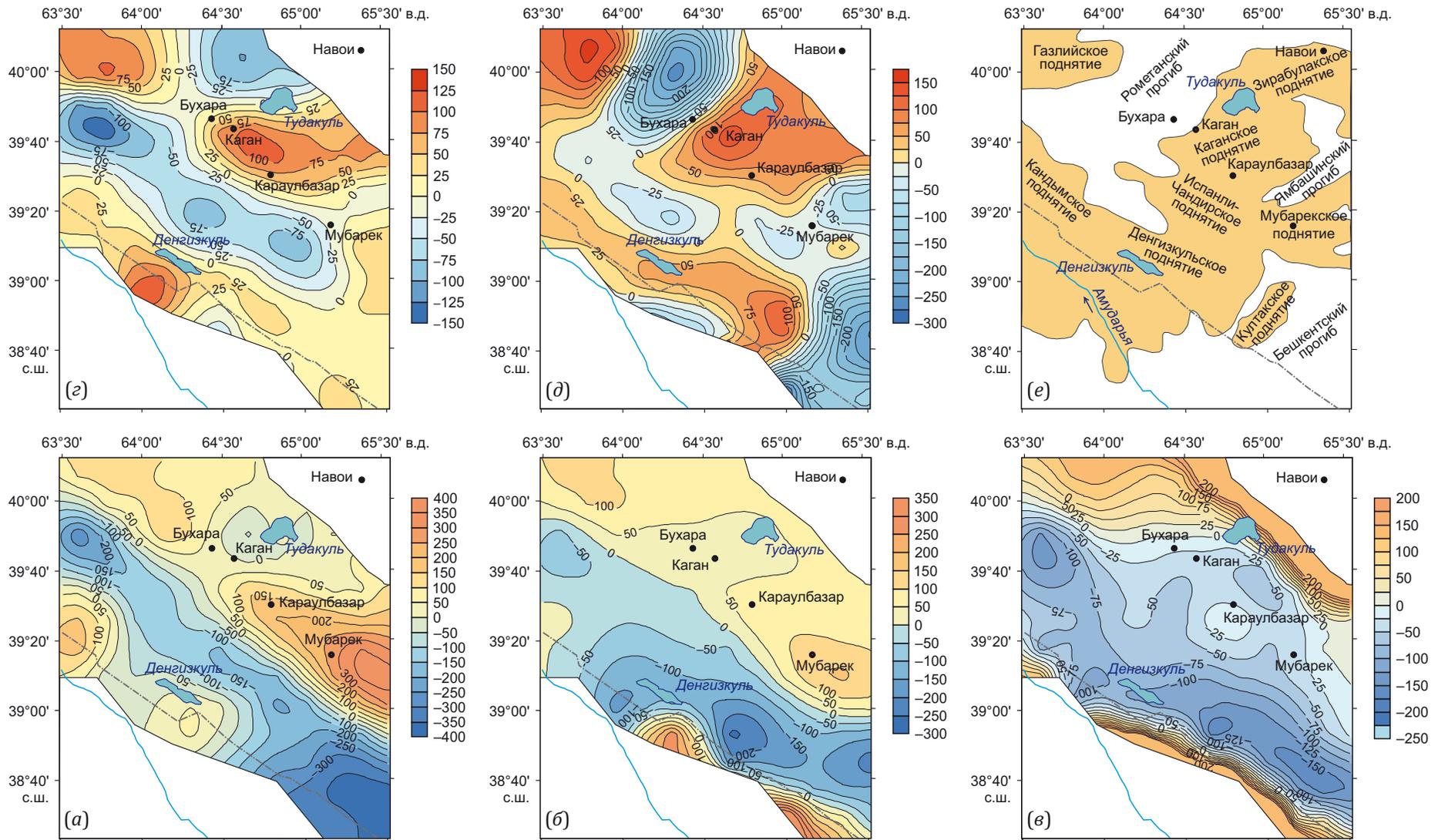
Палеотектонические карты-схемы второго ранга за указанные интервалы времени отличаются другим структурным планом (рис. 5). Их анализ показывает, что каждая фаза характеризуется своеобразным структурным планом – имеются сходства и различия. В нижнесреднеюрское время на уровне второго ранга отмечены несколько зон относительных поднятий: Мубарекская, Бухаро-Газлийская, Кандымская и небольшое отдельное Денгизкульское. Мубарекская зона отделяется от Бухаро-Газлийской небольшой седловиной (в районе Кагана), которая соединяет небольшую Тудакульскую впадину с крупной зоной относительных опусканий северо-западного простираания – от участка Бешкентского прогиба до Каракульской впадины (рис. 5, а).

Такой структурный план, но с увеличением зоны относительных поднятий, прослеживается во второй фазе (в поздней юре) (рис. 5, б). Область поднятия имеет общую северо-западную ориентацию и объединяет Газлийское и Мубарекское поднятия. Между ними наблюдается небольшой пониженный участок седловидной формы. В южной части территории отмечается крупная зона опусканий, объединяющая три участка (с максимальной мощностью отложений): Бешкентский, Култакский и Денгизкульский (рис. 5, б). Отдельно проявляется относительное поднятие вблизи Кандыма, к северу от которого размещается впадина, пространственное положение которой соответствует Каракульской. С востока эта впадина ограничена небольшой перемычкой, соединяющей Кандымское поднятие с Мубарек-Газлийской областью поднятий. Граница юго-западного крыла Мубарек-Газлийской области поднятий совпадает с зоной, известной как Учбаш-Каршинская (УБК) флексурно-разрывная зона (ФРЗ). Весьма



**Рис. 4.** Структурный план движений и деформаций первого ранга интервалов времени: (а) – нижней – средней юры; (б) – поздней юры; (в) – мела; (г) – палеогена; (д) – неоген-четвертичного; (е) – упрощенная схема положения новейших поднятий и прогибов из рис. 3. Здесь и далее: изолинии – мощность отложений, в метрах; коричневый цвет – относительное поднятие, зеленый – относительное опускание.

**Fig. 4.** Structural plan of movements and deformations of the first rank of time intervals: (a) – Lower – Middle Jurassic; (б) – Late Jurassic; (в) – chalk; (г) – Paleogene; (д) – Neogene-Quaternary; (е) – simplified diagram of the position of the newest uplift and lowering from Fig. 3. Here and further: isolines – thickness of deposits, in meters; colors mean: brown – relative lifting, green – relative lowering.



**Рис. 5.** Структурный план движений и деформаций второго ранга интервалов времени: (а) – нижней – средней юры; (б) – поздней юры; (в) – мела; (г) – палеогена; (д) – неоген-четвертичного; (е) – упрощенная схема положения новейших поднятий и прогибов из рис. 3.

**Fig. 5.** Structural plan of movements and deformations of the second rank of time intervals: (а) – Lower – Middle Jurassic; (б) – Late Jurassic; (в) – chalk; (г) – Paleogene; (д) – Neogene-Quaternary; (е) – simplified diagram of the position of the newest uplift and lowering from Fig. 3.

вероятно, что формирование такого структурного плана 2-го ранга позднеюрских движений связано с активизацией в это время блоковых вертикальных движений домезозойского фундамента по УБК ФРЗ. Она разделяет территорию на Бухарскую ступень, относительно более приподнятую по кровле палеозоя, и Чарджоускую, относительно пониженную. Судя по значениям изолиний, суммарная амплитуда перемещения за время действия второго ранга в интервале поздней юры может составить около 275–400 м (рис. 5, б). Формирование такого структурного плана можно связывать с общей тектодинамической картиной напряженного состояния региона в это время, которая характеризуется субмеридиональной ориентировкой оси ( $\sigma_1$ ) растяжения при вертикальной ориентировке оси ( $\sigma_2$ ) сжатия и субширотной промежуточной оси ( $\sigma_3$ ) [Umurzakov, 2023].

Значительное расширение области опусканий с формированием крупной впадины северо-западной ориентировки наблюдается в интервале 3-й фазы движений (в пределах мелового времени) (рис. 5, в). Видно отступление поднятия (или наступления впадины) на северо-востоке при общем сохранении простирания.

Структурный план движений и деформаций второго ранга 4-й фазы (в пределах палеогенового времени, рис. 5, г) выглядит по-другому. Здесь проявилось Каганское поднятие – в средней части территории и на северо-западе – фрагмент Газлийского поднятия, которые разделяются небольшой перемычкой (рис. 5, г).

Она разделяет также Рометанский прогиб на севере с крупной протяженной зоной прогибов северо-западной (юго-восточной) ориентировки – от участка Каракуль на западе, протягиваясь между Каганским и Денгизкульским поднятиями до Мубарекского поднятия. В южной части территории отмеченная зона прогибов граничит с зоной поднятий северо-западного (юго-восточного) простирания, которая объединяет Култакское, Денгизкульское и Кандымское поднятия (рис. 5, г).

В неоген-четвертичное время (рис. 5, д) в северной части территории Каганское и Зирабулакское поднятия объединены в единую зону поднятий северо-восточной ориентировки. В южной части по небольшой по ширине перемычке эта зона соединяется с зоной Денгизкульских поднятий, которая тянется на северо-запад, объединяя Култакское, Денгизкульское и Кандымское поднятия. Эта зона поднятий в восточной части причленяется к Бешкентскому прогибу, в средней части граничит с Каракульской впадиной.

Каган-Зирабулакская зона поднятий в западной части находится в сочленении с Рометанским прогибом, который имеет такую же ориентировку, но в южной части соединяется с Каракульским прогибом северо-западного простирания (рис. 5, д). При сопоставлении структурных планов палеотектонических карт второго ранга 4 (рис. 5, г) и 5-й фаз (см. рис. 4, д) тектонических деформаций можно видеть, что положение отдельных новейших структурных элементов 5-й фазы

стало оформляться еще во время 4-й (в палеогене), однако в 5-ю фазу больше появляются элементы северо-восточной ориентировки.

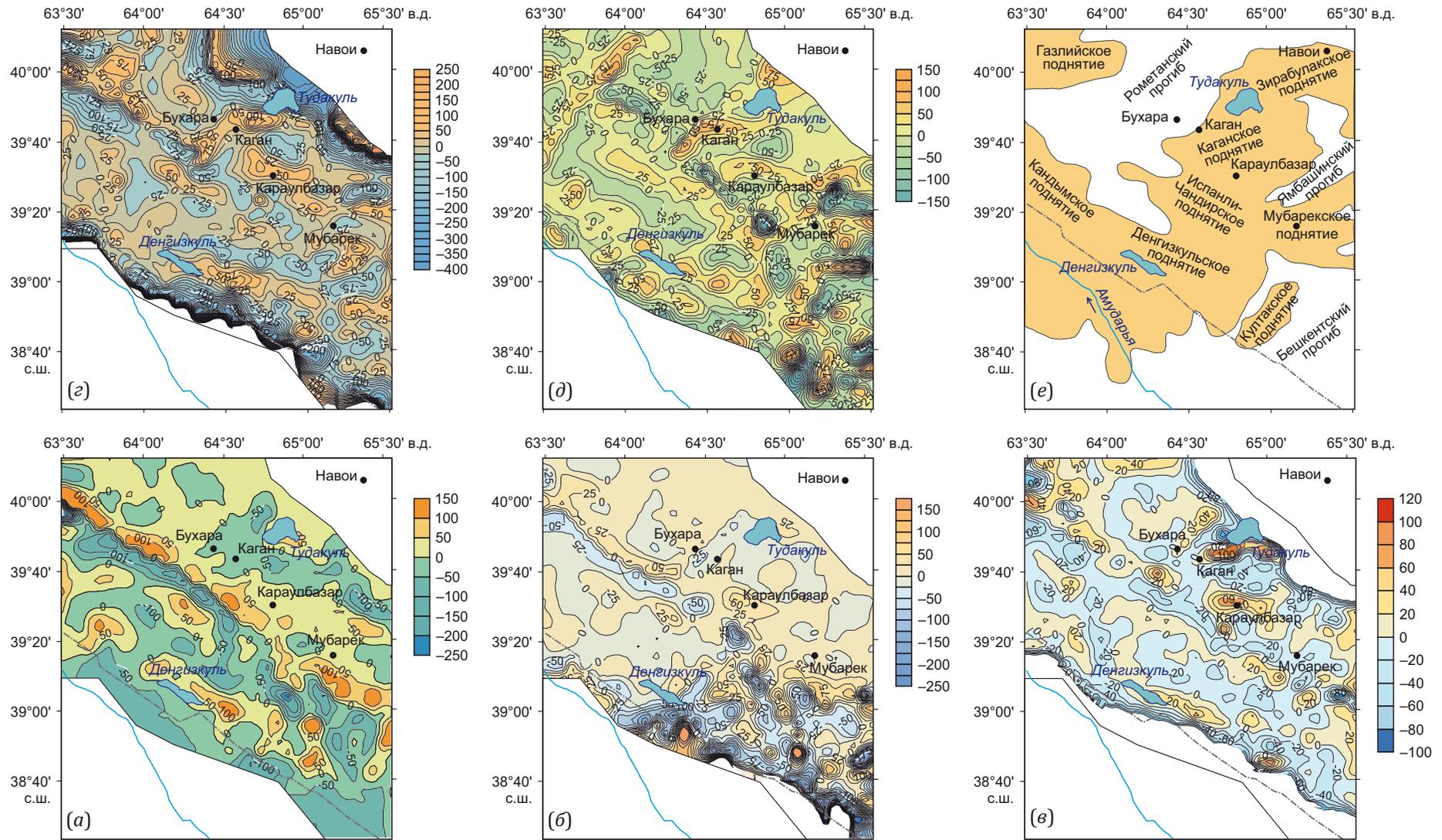
Таким образом, анализ палеотектонических карт второго ранга показывает, что в пределах каждой фазы первого, второго и третьего ритма тектонических движений первого (регионального) ранга структурные планы различны, за небольшим исключением сходства общего структурного рисунка 2 (позднеюрской) и 3-й (меловой) фазы, а также положений отдельных зон прогибов и поднятий 4 (палеогеновой) и 5-й (неоген-четвертичной) фазы. В различные фазы движений и деформаций мезозойско-кайнозойской истории имели место самостоятельные структурные преобразования и неоген-четвертичные элементы не являются унаследованными от юрских, как это отмечалось А.Х. Нугмановым [Nugmanov, 2009]. Вместе с тем по этим материалам однозначно видно, что отражение элементов ступенчатого строения домезозойского фундамента (Бухарская и Чарджоуская ступени) в осадочном чехле мезозойских отложений начало проявляться с позднеюрского времени. Признаков отражения их в ранне-среднеюрское время не обнаружено. В палеогеновое и неоген-четвертичное время не видно также единой активности развития блоков ступени по зоне УБК ФРЗ.

#### 4.3. Особенности развития структурных планов составляющих движений и деформаций тектодинамических систем третьего ранга

Анализ структурных планов движений и деформаций тектодинамических систем третьего ранга показывает, что по сравнению со структурным планом 2-го ранга здесь имеют место как обособленные проявления отдельных локальных поднятий и впадин, так и отдельные их зоны. Такие зоны, например, в ранне-среднеюрское время приобрели характерную линейно вытянутую форму в основном северо-западного (юго-восточного) простирания (рис. 6, а). Они разделены впадинами и прогибами, вытянутыми вдоль поднятий. В южной части территории можно выделить зону поднятий Денгизкуль-Култакской группы, а в западной части – локальные поднятия в районе Кандымского участка. Они представлены в виде цепочки обособленных поднятий, отдельные из которых соединены узкими седловинками (например, Денгизкульско-Култакская).

К северу от них наблюдается узкая зона впадин, вытянутая в северо-западном направлении – от юго-западной части Бешкентского прогиба до Каракульского участка. В юго-западной части территории форма зоны прогибов отличается от северо-западной, где она приобретает четко выраженную узкую вытянутую форму. Севернее этой зоны прогибов наблюдается цепочка локальных поднятий северо-западного простирания: от участка Мубарек, с южной стороны Караулбазара, до восточной окраины Газлийского участка.

Структурные планы территории к юго-западу и северо-востоку от этой зоны различаются. В южной части



**Рис. 6.** Структурный план движений и деформаций третьего ранга интервалов времени: (а) – нижней – средней юры; (б) – поздней юры; (в) – мела; (г) – палеогена; (д) – неоген-четвертичного; (е) – упрощенная схема положения новейших поднятий и прогибов из рис. 3.

**Fig. 6.** Structural plan of movements and deformations of the third rank of time intervals: (a) – Lower – Middle Jurassic; (б) – Late Jurassic; (в) – chalk; (г) – Paleogene; (д) – Neogene-Quaternary; (е) – simplified diagram of the position of the newest uplift and lowering from Fig. 3.

прогибы имеют четкую линейную вытянутость и более глубокие четко выраженные замкнутыми изолиниями локальные поднятия (рис. 6, а). В северо-восточной части территории впадины более широкие, не имеют такой вытянутости, имеют меньшую амплитуду на фоне более плоской равнинной территории без явных локальных поднятий – район Рометанского прогиба, Бухары, Кагана, оз. Тудакуль (рис. 6, а). Такая особенность структурного плана может свидетельствовать о влиянии блоковых подвижек домезозойского фундамента по зоне Учбаш-Каршинской ФРЗ с формированием Бухарской и Чарджоуской ступеней, а также ступени в более южной части территории, которая названа авторами Амударьинской (рис. 6, а). В палеотектонической карте-схеме третьего ранга 2-й фазы (в пределах позднеюрского времени) сохраняется северо-западная ориентировка локальных поднятий лишь на Каганско-Газлийском участке (рис. 6, б).

Здесь наблюдается узкая вытянутая зона поднятий, которая граничит на юго-западе с узким прогибом. На юго-восточном продолжении наблюдаются обособленные отдельные локальные поднятия и впадины, которые не объединяются в вытянутые зоны.

В общем, почти вся юго-восточная часть территории характеризуется набором бессистемных локальных поднятий и впадин (рис. 6, б). Эта площадь является более опущенной по сравнению с остальной частью территории. Резко выраженной границы, разделяющей территорию на ступени, не наблюдается. Видна лишь четко выраженная Каганско-Газлийская зона узких прогибов и опусканий на фоне общего относительно более спокойного структурного плана. Эта зона пространственно совпадает с северо-западной частью Учбаш Каршинской ФРЗ (рис. 6, б).

На палеотектонической карте-схеме третьего ранга 3-й фазы (в пределах мелового времени) структурный план имеет свои особенности (рис. 6, в). Прежде всего он характеризуется весьма малыми амплитудами положительных и отрицательных движений третьего ранга. Наблюдается сходство с предыдущими картами в общей северо-западной ориентировке элементов. В северо-восточной части территории отмечены субширотные ориентировки поднятий и впадин. В целом обращает на себя внимание то, что структурный план третьего ранга 3-й фазы представлен наложением двух основных ориентировок структурных элементов: северо-западной в северо-западной и южной части территории и субширотной, которая больше проявляется в северо-восточной части территории (рис. 6, в).

Палеотектоническая карта-схема третьего ранга 4-й фазы (в пределах палеогенового времени) тектонических движений приводится на рис. 6, г. Как видно, в ней вновь преобладают северо-западные (юго-восточные) ориентировки структурных элементов, как это наблюдалось в раннесреднеюрское время (рис. 6, а). Структурный план отличается незначительным преобладанием положительных структурных элементов и едва заметным наложением в центральной части эле-

ментов структуры северо-восточной (юго-западной) ориентации.

Увеличение в структурном плане элементов северо-восточной (юго-западной) ориентации наблюдается в палеотектонической карте 5-й фазы, которая проявилась в интервале неоген-четвертичного времени (рис. 6, д). Здесь отчетливо наблюдается серия как минимум из трех наиболее протяженных параллельных зон поднятий северо-восточной ориентировки: первая, на северо-западе, между Газлийским и Рометанским участками; вторая протягивается вблизи Бухары, между Рометанским и Каганским участками; третья, менее выраженная, тянется от Мубарека до Денгизкуля (рис. 6, д). К юго-востоку от этой зоны цепочка локальных структур (поднятий и впадин) приобретает субмеридиональную ориентировку (их наблюдается две).

Общий структурный план характеризуется наложением в основном двух ориентировок – северо-восточной (юго-западной) и северо-западной (юго-восточной) (рис. 6, д). Следует отметить, что в зонах поднятий и опусканий северо-западной ориентировки наблюдаются преимущественно северо-восточные ориентировки локальных впадин в пределах этих зон.

Это обстоятельство может свидетельствовать о более глубинном генезисе и более стабильном проявлении северо-западной составляющей тектонических движений при кратковременном и импульсном генезисе приповерхностных элементов северо-восточного простирания. Это обстоятельство не нашло своего отражения в проведенных ранее исследованиях [Nugmanov, 2010; Hikmatullaev et al., 2013; Shoymuratov, 2020; Khalismatov et al., 2021].

## 5. ОБСУЖДЕНИЕ

В платформенных территориях, к которым относится исследуемый регион, обычно выделяется три категории зон нефтегазоаккумуляции [Bakirov, 1973; Bakirov et al., 2012; Rudkevich, 1974]: 1) области и районы внутриплитных поднятий первого порядка; 2) области и районы бортов впадин и мегапрогибов, осложненных уступами, ступенями, наличием цепочки линейных структур, а также полос выклинивания различной протяженности, литологическим замещением одних пород другими, несогласиями стратиграфического и тектонического типа; 3) участки выступов во впадинах, к которым приурочены поднятия второго порядка. Исследуемая территория Бухарской и Чарджоуской ступеней относится ко второй категории, где имеют место осложнения бортов впадин и поднятий различными структурными элементами. До настоящего времени исследователи придерживаются такой схемы геологического строения при исследованиях нефтегазонасыщенности этого региона [Sivaykova, Khafizov, 2017]. Такое разделение основано на приуроченности этих зон к геоструктурным элементам различных порядков, что уже, в первом приближении, имеет под собой элементы структурно-иерархического подхода. Следует отметить, что элементы рангового анализа применительно

к изучению нефтегазоносности впервые использовал В.А. Зайцев на примере платформенной территории России [Zaitsev, 1997]. Эти исследования были нацелены на поиск связей распределения месторождений углеводородов с новейшими структурными элементами [Ryabukhina et al., 2002; Zaitsev, 2003]. Однако, в отличие от предыдущих исследований ранговый палеотектодинамический анализ охватывает весь мезозойско-кайнозойский интервал, имеет обоснование выделения иерархических уровней, связанных с определенными деформационными режимами и полями тектонических напряжений соответствующих тектодинамических систем разного ранга [Umurzakov, 1989, 2011, 2012, 2023; Zaitsev, 2021].

В рамках системной тектодинамической модели тектоносферы связь между распределением газонефтеносности и структурными формами территории приобретает качественно новую окраску. Она определяется не только структурной формой, но и динамическими и кинематическими показателями тектодинамики, видом обратной связи между системами разного ранга и др., т.е. имеет интегрированный, комплексный характер. В работе [Zaitsev, 2021] отмечено, что «в такой иерархически построенной системе полей напряжений, деформаций и перемещений формирование газового или нефтяного месторождения наиболее тесно будет связано с тектодинамическим рангом, наиболее близким по масштабному уровню. Выделив тектонические структуры именно этого ранга из общей интегральной картины, мы получаем возможность в значительной степени увеличить величину корреляции между ними, что позволяет в конечном итоге делать прогноз более достоверным и точным» [Zaitsev, 2021]. К этому следует, пожалуй, добавить, что в создание благоприятных условий для накопления залежей углеводородов (формирование зон миграции, разного вида ловушек, их возрастной фактор и др.) участвует не один ранг тектодинамической системы, но и другие, более низшие и более высшие, вклад которых еще предстоит исследовать. В связи с этим ранговый тектодинамический анализ имеет значение для прогнозирования не только места скопления залежей, но и природы их формирования.

В работах А.Х. Нугманова [Nugmanov, 2004, 2009, 2010] было отмечено, что на формирование структур ловушек немаловажное влияние оказывают палеогеографические, геохимические условия, а также время их формирования. Эти показатели, несомненно, являются объектами палеотектонических исследований, которые и требуют методологически новых подходов, одним из примеров которых является обсуждаемый в настоящей статье ранговый палеотектодинамический анализ. Полученные первые результаты свидетельствуют о возможности в значительной степени увеличить информативность используемых материалов и повысить достоверность прогнозных работ.

Одним из выводов А.Х. Нугманова, сделанного по результатам «традиционного» палеотектонического

анализа, является то, что он считает формирование ловушек в течение всего юрско-палеогенового времени унаследованным и прерывистым. К таким зонам были отнесены участки конседиментационного сокращения мощности отдельных подразделений юрско-палеогенового разреза, где вероятность формирования ловушек являлась высокой. Несмотря на обеспеченность проведенных исследований скважинными и другими материалами, предыдущим исследователям не удалось выявить степень нарушенности более поздними деформациями перспективных юрских и меловых горизонтов. Возможно поэтому сделаны выводы, что новейшие структурные формы в пределах БХР не являются перспективными на нефть и газ. Однако применение рангового палеотектодинамического анализа позволило получить серию палеоструктурных карт за различные интервалы времени действия палеотектодинамических систем разного ранга, в которых весьма отчетливо отражается вклад каждой ранговой составляющей в общий процесс деформирования геологической среды.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые для исследуемой территории был проведен ранговый палеотектонический анализ истории формирования структурных планов в различные фазы тектонических движений и деформаций выделенных палеотектодинамических систем трех рангов.

На уровне первого ранга в ранней и средней юре, поздней юре и в меловое время наблюдается общее стабильное расширение области опусканий (северо-западной ориентировки) с небольшим разворотом границы поднятие – опускание по часовой стрелке. В палеогеновое время отмечено резкое изменение ориентировки структуры поднятие – впадина на субмеридиональное. В неоген-четвертичное время также наблюдается резкое изменение структурного плана – появляется крупное поднятие северо-восточной ориентировки.

На уровне второго ранга в ранней и средней юре и поздней юре наблюдается общее сходство структурных планов с расширением области опусканий в меловое время. Палеогеновое время отмечается увеличением области поднятий и обособлением Денгизкульского, Каганского и Газлийского поднятий, разделенных прогибами. К этому времени относится появление Рометанского прогиба. В неоген-четвертичное время наблюдается относительное усиление поднятия и уменьшение области прогибаний с частичным сохранением структурного плана, заложенного в палеогене, с появлением перемычки между Каганским, сводовым, и Денгизкульским, линейно вытянутым, поднятиями.

Анализ структурных планов палеотектонических карт третьего ранга, полученных для различных фаз деформаций, показывает, что в отложениях нижне-среднеюрского времени локальные структуры сохраняют, с небольшим исключением, свое положение в поздней юре и, частично, в меловое время. Изменение

структурного плана в основном наблюдается в палеогеновое и неоген-четвертичное время. Вместе с северо-западными появляются зоны локальных поднятий северо-восточного и субширотного простирания.

Первый опыт рангового палеотектодинамического анализа в отдельной центральной части Бухаро-Хивинского региона позволил получить неизвестные ранее особенности структурных планов различных горизонтов и их эволюции в мезозойско-кайнозойской истории. Они послужили основой для дальнейшего историко-структурного анализа с построением изопачических треугольников по выделенным интервалам для каждой ранговой составляющей с целью оценки времени формирования антиклинальных ловушек нефти и газа. Их рассмотрение предусматривается в будущих научных статьях.

### 7. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы с удовлетворением отмечают содействие со стороны сотрудников и коллег Ташкентского государственного технического университета, Каршинского инженерно-экономического института, Института геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений (г. Ташкент), оказанное при выполнении исследований, и выражают им благодарность.

### 8. ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Р.А. Умурзаков – автор методики; определение алгоритма расчетов; контроль достоверности результатов; основной вклад в исследование. Х.Р. Ахмедов – сбор, обработка материалов; интерпретация и анализ.

R.A. Umurzakov – author of the method; determination of calculation algorithm; control of reliability of results; the main contribution to the study. H.R. Akhmedov – collection, processing of materials; interpretation and analysis.

### 9. РАСКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ / DISCLOSURE

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с этой рукописью.

Both authors declare that they have no conflicts of interest relevant to this manuscript.

### 10. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Babaev A.G., 1966. Geotectonic History of Western Uzbekistan and Regional Patterns of Oil and Gas Accumulation. Nedra, Leningrad, 372 p. (in Russian) [Бабаев А.Г. Геотектоническая история Западного Узбекистана и региональные закономерности размещения скоплений нефти и газа. Л.: Недра, 1966. 372 с.].

Bakirov A.A., 1973. Geological Basis for Subsurface Forecasting. Nedra, Moscow, 344 p. (in Russian) [Бакиров А.А. Геологические основы прогнозирования недр. М.: Недра, 1973. 344 с.].

Bakirov A.A., Bakirov E.A., Gabrielants G.A., Kerimov V.Y., Mstislavskaya L.P., 2012. Theoretical Foundations for Forecasting the Oil and Gas Content of the Subsoil. Vol. 1. Nedra, Moscow, 412 p. (in Russian) [Бакиров А.А., Бакиров Э.А.,

Габриэлянц Г.А., Керимов В.Ю., Мстиславская Л.П. Теоретические основы прогнозирования нефтегазоносности недр. М.: Недра, 2012. Т. 1. 412 с.].

Bogdanov A.N., 2018. Criteria for Assessing Oil and Gas Potential of Pre-Jurassic Rock Complex in Bukhara-Khiva Oil and Gas Region of Uzbekistan. Petroleum Geology. Theoretical and Applied Studies 13 (1) (in Russian) [Богданов А.Н. Критерии оценки перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса пород Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона Узбекистана // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т. 13. № 1]. [https://doi.org/10.17353/2070-5379/5\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/5_2018).

Cheremnykh A.V., Dekabryov I.K., 2023. Tectonic Stresses in the Chersky Fault Zone (Baikal Rift System). Geodynamics & Tectonophysics 14 (5), 0722 (in Russian) [Черемных А.В., Декабрёв И.К. Тектонические напряжения в зоне разлома Черского (Байкальская рифтовая система) // Геодинамика и тектонофизика. 2023. Т. 14. № 5. 0722]. <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-5-0722>.

Davlyatov Sh.D., 1971. Tectonics of Oil and Gas Regions of Western Uzbekistan. Fan, Tashkent, 176 p. (in Russian) [Давлятов Ш.Д. Тектоника нефтегазоносных районов Западного Узбекистана. Ташкент: Фан, 1971. 176 с.].

Dyakonov A.I., Bely N.I., 1993. Tectonodynamic Criteria for Separate Forecast of Oil and Gas Content. VNIIOENG, Moscow, 128 p. (in Russian) [Дьяконов А.И., Белый Н.И. Тектонодинамические критерии отдельного прогноза нефтегазоносности. М.: ВНИИОЭНГ, 1993. 128 с.].

Gintov O.B., 2005. Field Tectonophysics and Its Application in Studies of Deformation of the Earth's Crust. Phoenix, Kiev, 572 p. (in Russian) [Гинтов О.Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры. Киев: Феникс, 2005. 572 с.].

Gintov O.B., Murovskaya A.V., Mychak S.V., 2013. Field Tectonophysics in Solutions of Geodynamic Evolution Problems of the Ukraine Territory. Geodynamics & Tectonophysics 4 (3), 281–299 (in Russian) [Гинтов О.Б., Муровская А.В., Мычак С.В. Полевая тектонофизика в решении проблем геодинамического развития территории Украины // Геодинамика и тектонофизика. 2013. Т. 4. № 3. С. 281–299]. <https://doi.org/10.5800/GT-2013-4-3-0101>.

Goncharov M.A., Raznitsin Yu.N., Barkin Yu.V., 2012. Specific Features of Deformation of the Continental and Oceanic Lithosphere as a Result of the Earth Core Northern Drift. Geodynamics & Tectonophysics 3 (1), 27–54 (in Russian) [Гончаров М.А., Разницин Ю.Н., Баркин Ю.В. Особенности деформации континентальной и океанической литосферы как следствие северного дрейфа ядра Земли // Геодинамика и тектонофизика. 2012. Т. 3. № 1. С. 27–54]. <https://doi.org/10.5800/GT-2012-3-1-0060>.

Gzovsky M.V., 1954. On the Problems and Content of Tectonophysics. Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Geophysical Series 3, 244–263 (in Russian) [Гзовский М.В. О задачах и содержании тектонофизики // Известия АН СССР. Серия геофизическая. 1954. № 3. С. 244–263].

Hikmatullaev B.S., Safonova L.N., Yakhyaev A.A., 2013. Geological Structure and Prospects of Oil and Gas Content

of the Uchbash-Karshinsky Flexural-Rupture Zone. *Uzbek Journal of Oil and Gas* 2, 27–30 (in Russian) [Хикматуллаев Б.С., Сафонова Л.Н., Яхьяев А.А. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Учбаш-Каршинской флексурно-разрывной зоны // *Узбекский журнал нефти и газа*. 2013. № 2. С. 27–30].

Khalismatov I.Kh., Khozhiev B.I., Shomurodov S.E., Isanova R.R., 2021. On the Prospects of Oil and Gas Content of the Central Part of the Zarafshan Depression. *Petroleum Geology. Theoretical and Applied Studies* 16, 2 (in Russian) [Халисматов И.Х., Хожиев Б.И., Шомуродов Ш.Э., Исанова Р.Р. К вопросу о перспективах нефтегазоносности центральной части Зарафшанской впадины // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2021. Т. 16. № 2]. [https://doi.org/10.17353/2070-5379/17\\_2021](https://doi.org/10.17353/2070-5379/17_2021).

Mashkovich K.A., 1976. *Methods of Paleotectonic Research in the Practice of Oil and Gas Prospecting*. Nedra, Moscow, 221 p. (in Russian) [Машкович К.А. Методы палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа. М.: Недра, 1976. 221 с.].

Neuman V.B., 1984. *Theory and Methodology of Paleotectonic Analysis*. Nedra, Moscow, 80 p. (in Russian) [Нейман В.Б. Теория и методика палеотектонического анализа. М.: Недра, 1984. 80 с.].

Nikolaev P.N., 1992. *Methodology of Tectonodynamic Analysis*. Nedra, Moscow, 295 p. (in Russian) [Николаев П.Н. Методика тектонодинамического анализа. М.: Недра, 1992. 295 с.].

Nugmanov A.Kh., 1981. On Dependence of Oil and Gas Productivity of Traps on Time of Their Formation. *Uzbek Geological Journal* 3, 19–26 (in Russian) [Нугманов А.Х. О зависимости нефтегазовой продуктивности ловушек от времени их формирования // *Узбекский геологический журнал*. 1981. № 3. С. 19–26].

Nugmanov A.Kh., 1986. *Conditions of Formation and Regularity of Oil and Gas Traps in Jurassic Deposits of South-Western Uzbekistan*. Fan, Tashkent, 205 p. (in Russian) [Нугманов А.Х. Условия формирования и закономерности размещения ловушек нефти и газа в юрских отложениях Юго-Западного Узбекистана. Ташкент: Фан, 1986. 205 с.].

Nugmanov A.Kh., 2004. The Cause of Formation of Mainly Gas and Oil Bearing Productive Strata in Sedimentary Basins. In: *Abstracts of the 32nd International Geological Congress (August 20–28, 2004, Florence, Italy)*. Part 2. IUGS, p. 1393.

Nugmanov A.Kh., 2009. Oil and Gas Prospects of Western Uzbekistan and Priority Areas of Geological Exploration. *Uzbek Journal of Oil and Gas* 3, 24–26 (in Russian) [Нугманов А.Х. Перспективы нефтегазоносности Западного Узбекистана и приоритетные направления геологоразведочных работ // *Узбекский журнал нефти и газа*. 2009. № 3. С. 24–26].

Nugmanov A.Kh., 2010. Conditions of Accumulation and Peculiarities of Structure of Jurassic Carbonate Strata of Amu Darya Syncline. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields* 2, 15–18 (in Russian) [Нугманов А.Х. Условия накопления и особенности строения юрской

карбонатной толщи Амударьинской синеклизы // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. 2010. № 2. С. 15–18].

Pack A.V., 1939. *Crack Tectonics and Structural Analysis*. Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow–Leningrad, 152 p. (in Russian) [Пэк А.В. Трещинная тектоника и структурный анализ. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 152 с.].

Rudkevich M.Ya., 1974. *Paleotectonic Criteria of Oil and Gas Content*. Nedra, Moscow, 184 p. (in Russian) [Рудкевич М.Я. Палеотектонические критерии нефтегазоносности. М.: Недра, 1974. 184 с.].

Ryabukhina S.G., Dmitrievskaya T.V., Zaitsev V.A., 2002. The Latest Tectonics and Oil and Gas Prospects of the Mezen Syncline. In: *Problems of Geodynamics and Mineralogy of the East European Platform. Proceedings of the International Conference (October 14–18, 2002)*. Publishing House of the Voronezh State University, Voronezh, p. 299–302 (in Russian) [Рябухина С.Г., Дмитриевская Т.В., Зайцев В.А. Новейшая тектоника и перспективы нефтегазоносности Мезенской синеклизы // *Проблемы геодинамики и минерогении Восточно-Европейской платформы: Материалы международной конференции (14–18 октября 2002 г.)*. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2002. С. 299–302].

Sankov V.A., Parfeevets A.V., Miroshnichenko A.I., Sankov A.V., Bayasgalan A., Battogtokh D., 2015. Active Faults Paragenesis and the State of Crustal Stresses in the Late Cenozoic in Central Mongolia. *Geodynamics & Tectonophysics* 6 (4), 491–518 (in Russian) [Саньков В.А., Парфеевец А.В., Мирошниченко А.И., Саньков А.В., Баясгалан А., Баттогтох Д. Парагенез активных разломов и позднекайнозойское напряженное состояние земной коры центральной части Монголии // *Геодинамика и тектонофизика*. 2015. Т. 6. № 4. С. 491–518]. <https://doi.org/10.5800/GT-2015-6-4-0191>.

Sbitneva Ya.S., 2021. Tectonodynamic and Lithofacies Modeling as the Basis for Increasing the Level of Forecast of Oil and Gas Content in the Kosya Rogovskaya Depression. *Russian Oil and Gas Geology* 1, 105–120 (in Russian) [Сбитнева Я.С. Тектонодинамическое и литофациальное моделирование как основа повышения уровня прогноза нефтегазоносности в Косью-Роговской впадине // *Геология нефти и газа*. 2021. Т. 1. С. 105–120]. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2021-1-108-121>.

Seminsky K.Zh., 2015. Specialized Mapping of Crustal Fault Zones. Part 2: Main Stages and Prospects. *Geodynamics & Tectonophysics* 6 (1), 1–43 (in Russian) [Семинский К.Ж. Спецкартирование разломных зон земной коры. Статья 2: Основные этапы и перспективы // *Геодинамика и тектонофизика*. 2015. Т. 6. № 1. С. 1–43]. <https://doi.org/10.5800/GT-2015-6-1-0170>.

Sherman S.I., 2015. Genetic Sources and Tectonophysical Regularities of Divisibility of the Lithosphere into Blocks of Various Ranks at Different Stages of Its Formation: Tectonophysical Analysis. *Geodynamics & Tectonophysics* 6 (3), 387–408 (in Russian) [Шерман С.И. Генетические источники и тектонофизические закономерности разноранговой

делимости литосферы на различных этапах ее формирования: тектонофизический анализ // Геодинамика и тектонофизика. 2015. Т. 6. № 3. С. 307–408]. <https://doi.org/10.5800/GT-2015-6-3-0187>.

Shoymuratov T.Kh., 2020. Hydrodynamic Features of the Upper Jurassic Deposits of the Bukhara-Khiva Oil and Gas Region. *Actual Problems of Oil and Gas* 1 (28), 1–16 (in Russian) [Шоймуратов Т.Х. Гидродинамические особенности верхнеюрских отложений Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона // Актуальные проблемы нефти и газа. 2020. Вып. 1 (28). С. 1–16]. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2020-28.art5>.

Sim L.A., Marinin A.V., Bryantseva G.V., Gordeev N.A., 2018. Results of the Tectonic Stress Study of the Northern Eurasia Regions. *Geodynamics & Tectonophysics* 9 (3), 771–800 (in Russian) [Сим Л.А., Маринин А.В., Брянцева Г.В., Гордеев Н.А. Результаты изучения тектонических напряжений в регионах Северной Евразии // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9. № 3. С. 771–800]. <https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-3-0371>.

Sivaykova T.V., Khafizov S.F., 2017. Localization Features of Hydrocarbon Accumulations and Further Prospects of Bukhara-Khiva Region. *Oil Industry* 8, 64–67 (in Russian) [Сивайкова Т.В., Хафизов С.Ф. Закономерности размещения залежей различного типа и перспективы нефтегазоносности Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области // Нефтяное хозяйство. 2017. № 8. С. 64–67]. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2017-8-64-67>.

Umurzakov R.A., 1989. Analysis of Geological and Tectonic Data in Connection with the Problem of Seismic Zoning (on the Example of Certain Regions of Uzbekistan). *Uzbek Geological Journal* 3, 27–32 (in Russian) [Умурзаков Р.А. Анализ геолого-тектонических данных в связи с проблемой сейсмического районирования (на примере отдельных районов Узбекистана) // Узбекский геологический журнал. 1989. № 3. С. 27–32].

Umurzakov R.A., 2011. To the Methodology of Rank Historical and Structural Analysis of Tectonic Movements and Deformations. In: *Modern Problems of Geodynamics and Geoecology of the Intracontinental Orogens. Abstracts of Reports 5th International Symposium Dedicated to the 75th Anniversary of Yury A. Trapeznikov (June 19–24, 2011)*. Vol. 1. Research Station RAS, Bishkek, p. 299–305 (in Russian) [Умурзаков Р.А. К методике рангового историко-структурного анализа тектонических движений и деформаций // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Тезисы докладов 5-го международного симпозиума к 75-летию со дня рождения Ю.А. Трапезникова (19–24 июня 2011 г.). Бишкек: НС РАН, 2011. Т. 1. С. 299–305].

Umurzakov R.A., 2012. On Reconstruction of Paleotectonic Stresses at Certain Stages of the Alpine History of the Western Tien Shan. In: *Modern Problems of Geodynamics and Geoecology of the Intracontinental Orogens. Papers of the Fifth International Symposium Dedicated to the 75th*

Anniversary of Yury A. Trapeznikov (June 19–24, 2011). Vol. 2. Research Station RAS, Bishkek, p. 127–133 (in Russian) [Умурзаков Р.А. О реконструкции палеотектонических напряжений отдельных этапов альпийской истории Западного Тянь-Шаня // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Материалы докладов 5-го международного симпозиума к 75-летию со дня рождения Ю.А. Трапезникова (19–24 июня 2011 г.). Бишкек: НС РАН, 2012. Т. 2. С. 127–133].

Umurzakov R.A., 2023. Deformation Regimes and Low-Rank Paleotectonic Stresses of the Western Tien Shan in the Mesozoic – Cenozoic. *Geodynamics & Tectonophysics* 14 (1), 0687 (in Russian) [Умурзаков Р.А. Деформационные режимы и палеотектонические напряжения низшего ранга западной части Тянь-Шаня в мезозое – кайнозое // Геодинамика и тектонофизика. 2023. Т. 14. № 1. 0687]. <https://doi.org/10.5800/GT-2023-14-1-0687>.

Yegamberdyev M.E., Hikmatullayev B.S., Khakimov W.H., Anvarov R., Dzhuraev U., Umarov F.S., Usmanov Yu., 1976. *Facies, Paleogeography, Geochemistry of Oil and Gas Origin of Mesozoic of Southern and Western Uzbekistan*. Fan, Tashkent, 120 p. (in Russian) [Эгамбердыев М.Э., Хикматуллаев Б.С., Хакимов У.Х., Анваров Р., Джураев У., Умаров Ф.С., Усманов Ю. Фации, палегеография, геохимия нефтегазоносных отложений мезозоя Южного и Западного Узбекистана. Ташкент: Фан, 1976. 120 с.].

Zaitsev V.A., 1997. Methods of Rank Analysis of Paragenesis of Structures in Platform Territories. In: A.V. Luk'yanov (Ed.), *Structural Paragenesis and Their Ensembles. Materials of the Meeting (October 14–17, 1997)*. GEOS, Moscow, p. 52–64 (in Russian) [Зайцев В.А. Методы рангового анализа парагенеза структур на платформенных территориях // Структурные парагенезы и их ансамбли: Материалы совещания (14–17 октября 1997 г.) / Ред. А.В. Лукьянов. М.: ГЕОС, 1997. С. 52–64].

Zaitsev V.A., 2003. Rank Analysis of the Structures of the Platform Cover of the European North of Russia. In: *Tectonics and Geodynamics of the Continental Lithosphere. Proceedings of the XXXVI Tectonic Meeting (February 4–7, 2003)*. Vol. 1. GEOS, Moscow, p. 206–210 (in Russian) [Зайцев В.А. Ранговый анализ структур платформенного чехла Европейского Севера России // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: Материалы XXXVI Тектонического совещания (4–7 февраля 2003 г.). М.: ГЕОС, 2003. Т. 1. С. 206–210].

Zaitsev V.A., 2021. *Tectodynamic Model of Sedimentary Basins of the European North of Russia and Forecast of Oil and Gas Content*. Pero, Moscow, 124 p. (Electronic Edition) (in Russian) [Зайцев В.А. Тектодинамическая модель осадочных бассейнов Европейского Севера России и прогноз нефтегазоносности. М.: Перо, 2021. 124 с. (Электронное издание)]. Available from: [http://www.geodisaster.ru/uploads/images/Monografiya2021a%20\(3\).pdf](http://www.geodisaster.ru/uploads/images/Monografiya2021a%20(3).pdf) (Last Accessed January 12, 2024).