

УДК 551.24

DOI: 10.24930/2500-302X-2025-25-1-5-23

## Строение и эволюция тектонической структуры юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и Прикаспийского нефтегазоносного остаточного океанического бассейна в позднем докембрии – кайнозое

Т. Н. Хераскова, Ю. А. Волож, М. П. Антипов, И. С. Патина

Геологический институт РАН, 119017, г. Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 1, e-mail: kheraskova.tatiana@yandex.ru

Поступила в редакцию 22.02.2024 г., принята к печати 07.06.2024 г.

**Объект исследования.** Юго-восточная часть Восточно-Европейской платформы и Прикаспийский нефтегазоносный бассейн. **Цель исследования.** Проанализировать изменение строения и эволюцию тектонической структуры юго-восточной части Восточно-Европейской платформы с позднего докембрия до кайнозоя. Выяснить причину возникновения в Прикаспийской впадине крупного нефтегазоносного бассейна. **Метод исследования.** Геологическая интерпретация данных сейсмопрофилирования, показанная в геофизических полях и отражающих горизонтах. Площадное распространение разновозрастных комплексов пород по данным бурения. **Результаты.** История юго-восточной части Восточно-Европейской платформы разделена на ряд этапов. В конце среднего рифея – первой половине позднего рифея возник эпигренвильский суперконтинент Родиния (около 1000 млн лет). Континент Балтика вошел в состав суперконтинента Родиния. В конце позднего рифея – раннем венде возникли Центрально-Русский и Московский авлакогены, фиксирующие начало распада суперконтинента Родиния, кадомский орогенез и причленение Скифии. Территория Прикаспийской депрессии превратилась в прогиб, в который поступало большое количество обломочного материала со стороны кадомского орогена. **Выводы.** Анализ изменений строения тектонической структуры региона с позднего докембрия до кайнозоя показал его кардинальные изменения от глубоководного бассейна с утоненной корой, до мелководного солеродного бассейна. Изменения происходили не постепенно, а в течение 9 этапов крупных структурных перестроек. 9-й этап создал условия для возникновения в Прикаспийской впадине крупной нефтегазоносной провинции.

**Ключевые слова:** сейсмические разрезы, океанический бассейн, нефтегазоносность, тиманиды, кадомиды, варисциды, Восточно-Европейская платформа, Скифская плита, Туранская плита

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Госзадания ГИН РАН по плану научно-исследовательских работ РАН

## The structure and evolution of the tectonic structure of the southeastern part of the East European Platform and the Caspian oil and gas residual oceanic basin in the Late Precambrian – Cenozoic

Tatiana N. Kheraskova, Yuri A. Volozh, Michail P. Antipov, Irina S. Patina

Geological Institute, RAS, 7/1 Pyzhevsky lane, Moscow 119017, Russia, e-mail: kheraskova.tatiana@yandex.ru

Received 22.02.2024, accepted 07.06.2024

**Research subject.** The southeastern part of the East European Platform and the Caspian oil and gas basin. **Aim.** The analysis of the structural and evolutionary changes of the tectonic structure of the southeastern part of the East European Platform from the Late Precambrian to the Cenozoic and revealing the cause of the occurrence of a large oil and gas basin in the Cis-Caspian depression. **Materials and Methods.** Geological interpretation of seismic profiling data, shown in geophysical fields and reflecting horizons. Areal distribution of rock complexes of different ages according to drilling data. **Results.** The history of the southeastern part of the East European Platform is divided into a number of stages. At the end

**Для цитирования:** Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Антипов М.П., Патина И.С. (2025) Строение и эволюция тектонической структуры юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и Прикаспийского нефтегазоносного остаточного океанического бассейна в позднем докембрии – кайнозое. *Литосфера*, 25(1), 5-23. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-1-5-23>. EDN: AQBQWW

**For citation:** Kheraskova T.N., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Patina I.S. (2025) The structure and evolution of the tectonic structure of the southeastern part of the East European Platform and the Caspian oil and gas residual oceanic basin in the Late Precambrian – Cenozoic. *Lithosphere (Russia)*, 25(1), 5-23. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2025-25-1-5-23>. EDN: AQBQWW

© Т.Н. Хераскова, Ю.А. Волож, М.П. Антипов, И.С. Патина, 2025

of the Middle Riphean – the first half of the Late Riphean, the Epigrenville supercontinent Rodinia arose (about 1000 million years). The Baltic continent became part of the Rodinia supercontinent. At the end of the Late Riphean – Early Vendian, the Central Russian and Moscow aulacogens emerged, fixing the beginning of the collapse of the Rodinia supercontinent, Cadomian orogeny, and the attachment of Scythia. The Cis-Caspian area turned into a trough, which received a large amount of detrital material from the Cadomian orogen. *Conclusion.* The analysis of the tectonic structural changes during the Late Precambrian up to the Cenozoic demonstrated drastic evolution of its structure from a deep-sea basin with thin crust to a shallow salt basin. These changes did not occur gradually, but over the course of 9 stages of major structural changes. The ninth stage created the conditions for the emergence of a large oil and gas province in the Caspian region.

**Keywords:** seismic profiles, oceanic basin, oil and gas potential, timanides, variscides, cadomides, East European platform, Scythian and Turan platforms

#### Funding information

The paper was carried out within the framework of the State Task of the GIN RAS according to the plan of scientific research of the Russian Academy of Sciences

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы существенно возрос интерес к поиску новых месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых (Волож, Быкадоров и др. 2021, Курчавов, 2023, Башкова, Кожевникова и др. 2023, Казанцева Т.Т., 2023). Кажется необходимым и далее развивать эту тематику.

Район исследований представляет собой очень сложную зону сочленения трех крупных структур: Восточно-Европейской платформы, складчатого сооружения тиманид и варисцид складчатого сооружения Урала, а также кадомид Скифско-Туранской молодой платформы. Средне- и позднепалеозойская история развития была рассмотрена нами ранее (Оренбургский тектонический узел..., 2008, Буш и др., 2000, Сухоруков и др., 2016). В последнее время была произведена переобработка большого количества сейсмических материалов, в результате чего их качество значительно улучшилось. Появилась возможность более детально показать строение и состав верхнедокембрийско-палеозойского комплекса отложений этого сложного тектонического узла и тем самым более объективно оценить его нефтегазовый потенциал. Кроме того, в мезо-кайнозой произошло существенное усложнение строения Прикаспийского бассейна из-за активизации движений по сдвигам различных направлений.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач была проведена детальная геологическая и седиментологическая интерпретация серии временных и глубинных сейсмических разрезов территории зоны сочленения юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, Предуральского прогиба, Башкирско-

го антиклинория и северного склона Скифско-Туранской молодой платформы. Это позволило выявить ряд неизвестных ранее особенностей строения этой территории, проследить этапы формирования ее структур. В результате были составлены новые структурно-фациальные карты для рифейского, вендско-раннекембрийского, ордовикского, девонского и мезо-кайнозойского этапов развития.

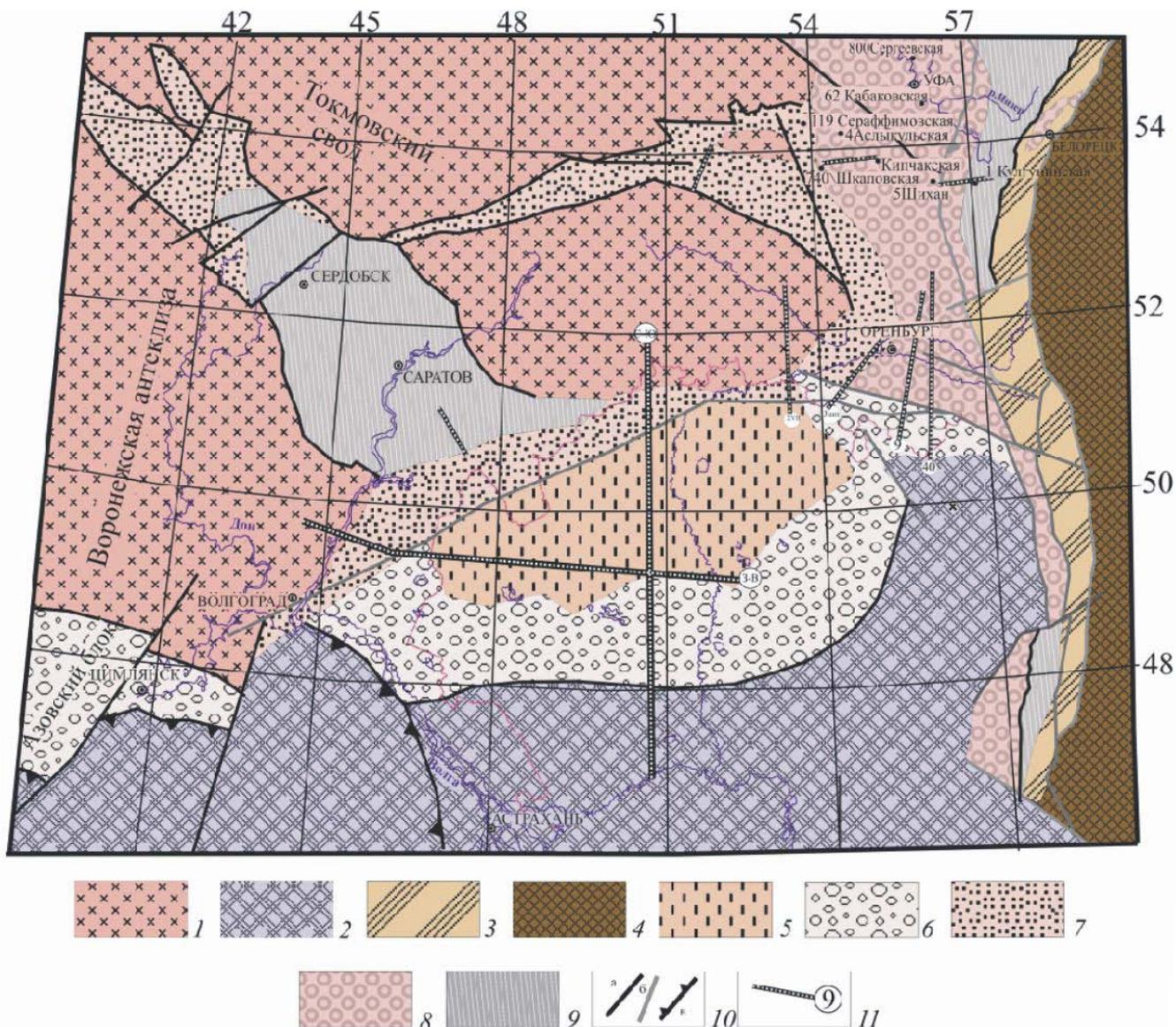
## ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученные в ходе этих работ результаты должны существенно уточнить представления о Прикаспийской впадине и строении осадочного чехла юго-восточной части Восточно-Европейской платформы, что в итоге позволит проследить этапы формирования и эволюции крупнейшей Прикаспийской нефтегазоносной провинции и, возможно, увеличить ее нефтегазовый потенциал. Это исследование является завершением серии палеорекоконструкций древних структур, проведенных нами ранее (Моссаковский и др., 1993, Хераскова и др., 2015, Хераскова, 2019, Хераскова, 2023).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

### Районирование территории и принципы расчленения сейсмических разрезов

В разрезах земной коры наиболее крупными подразделениями являются метаморфический фундамент (консолидированная кора) и осадочный чехол. Границей между ними служит преломляющий горизонт «d<sub>0</sub><sup>к</sup>» с граничной скоростью 5.8–6.6 км/с по обрамлениям Центрально-Прикаспийской депрессии и 6.6–7.0 км/с в пределах последней. По возрасту консолидированной коры на рассматриваемой территории различается три крупных блока (рис. 1):



**Рис. 1.** Структурная схема рифейского сейсмического комплекса юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и ее обрамления

1 – Восточно-Европейская платформа (континент Балтика); 2 – Кадомиды (Скифская и Туранская плиты); 3 – Складчатая область Тиманид (доуралид); 4 – Складчатая область варисцид; 5 – Прикаспийский остаточный океанический бассейн; 6 – Молассы - рифейский складчатый комплекс осадочного чехла кадомид; 7 – Верхний рифей внутреннего шельфа пассивной окраины Балтики в составе Родинии; 8 – Восточно-Оренбургское поднятие; 9 – Пачелмский авлакоген; 10 – Разломы: а – докембрийские, б – палеозойские, в – надвиги и покровы; 11 – сейсмические разрезы и их номер (цифра в кружке): 1 – сейсмогеологический разрез через Пачелмский авлакоген по линии Сердобск–Верхозимская; 2 – глубинный сейсмический разрез через устье Пачелмского авлакогена (профиль 010762); 3 – глубинный сейсмический разрез через Серноводско-Абдулинский авлакоген (Профиль Кипчак); 4 – Профиль Шихан-Кулгунино; 5 – временной сейсмический разрез – Профиль №9 (скважины Копанская, Бердянская) через зону сочленения Восточно-Европейской платформы с кадомидами Скифско-Туранской плиты; 6 – сейсмогеологический разрез – Профиль XVII Карачаганак через северный борт Центрально-Прикаспийской депрессии; 7 – составной временной сейсмический разрез: Профили 7 + 40 через Камско-Бельский авлакоген, Восточно-Оренбургское поднятие, Прикаспийскую впадину и Туранский террейн; 8 – сейсмогеологический разрез Волгоград-Челкар (западная часть) через западную часть Центрально-Прикаспийской депрессии (запад-восток); 9 – сейсмогеологический разрез Прикаспийской впадины (Центрально-Прикаспийская депрессия): Профиль север-юг.

**Fig. 1.** The distribution scheme of the Riphean seismic complexes of the East European platform and its framing (modified after Bush, Kazmin, 2008, Orenburg tectonic node..., 2013, Sukhorukov, Yatskevich, et al., 2016).

1 – East European platform (Baltica craton); 2 – Cadomides (Scythian and Turan platforms); 3 – Folded Timanid (PreUrals) region; 4 – Folded variscid region; 5 – Caspian residual oceanic basin; 6 – Molasses. 7 – the Upper Riphean of the inner shelf of the passive margin of the Baltica as part of Rodinia; 8 – the East Orenburg uplift; 9 – the Pachelma aulacogen; 10 – Faults: a – Precambrian, b – Paleozoic, c – thrusts; 11 – seismic profiles and their number (number in a circle): 1 – seismogeological section across the Pachelma Aulacogen along the line Serdobsk – Verkhozimskaya; 2 – deep seismic section through the mouth of the Pachelma aulacogen (profile 010762); 3 – deep seismic section through the Sernovodsk-Abdulinsk aulacogen (Kipchak profile); 4 – Shikhan-Kulgunino profile; 5 – time seismic section – profile No.9 (Kopanskaya, Berdyanskaya wells) through the junction zone of the East European Platform with the Cadomides of the Scythian-Turan platform; 6 – seismogeological section – Profile XVII Karachaganak through the northern side of the Central Precaspian depression; 7 – composite time seismic section: Profiles 7 + 40 through the Kama-Belsk aulacogen, the East Orenburg uplift, the Precaspian Depression and the Turan terrane; 8 – the Volgograd-Chelkar seismogeological section (western part) through the western part of the Central Precaspian Depression (west-east); 9 – the seismogeological section of the Precaspian Depression (Central Precaspian depression): The north-south profile.

Большую часть территории занимает Восточно-Европейская платформа (континент Балтика) с архейско-раннепротерозойским возрастом фундамента (континентальной коры). Восточнее областей развития Восточно-Европейской платформы расположены блоки с позднепротерозойским тиманским (доуральским) 570-550-532.2±9.1 млн лет возрастом фундамента (Херасков, 1967, Пучков, 2003, Kuznetsov et al., 2007, Willner et al., 2019), образующими узкую прерывистую полосу в Предуралье. Фундамент Восточно-Прикаспийского геоблока Скифско-Туранской плиты Центрально-Евразийской молодой платформы, имеет кадомский (панафриканский возраст) 595–605 млн лет (Хераскова, 2010, The Vou-Azzer glaciation, 2012).

В чехле каждого мегаблока по структурным особенностям В.Н. Соболевской, 1973, затем Б.А. Соколовым (Тектоника молодых платформ, 1984), были выделены складчатый комплекс осадочного чехла и недеформированный осадочный чехол. Для анализа строения рассматриваемой территории применен метод стадийного анализа Земной коры и сейсмических разрезов, а также взаимоотношений комплексов различного ранга (рис. 2).

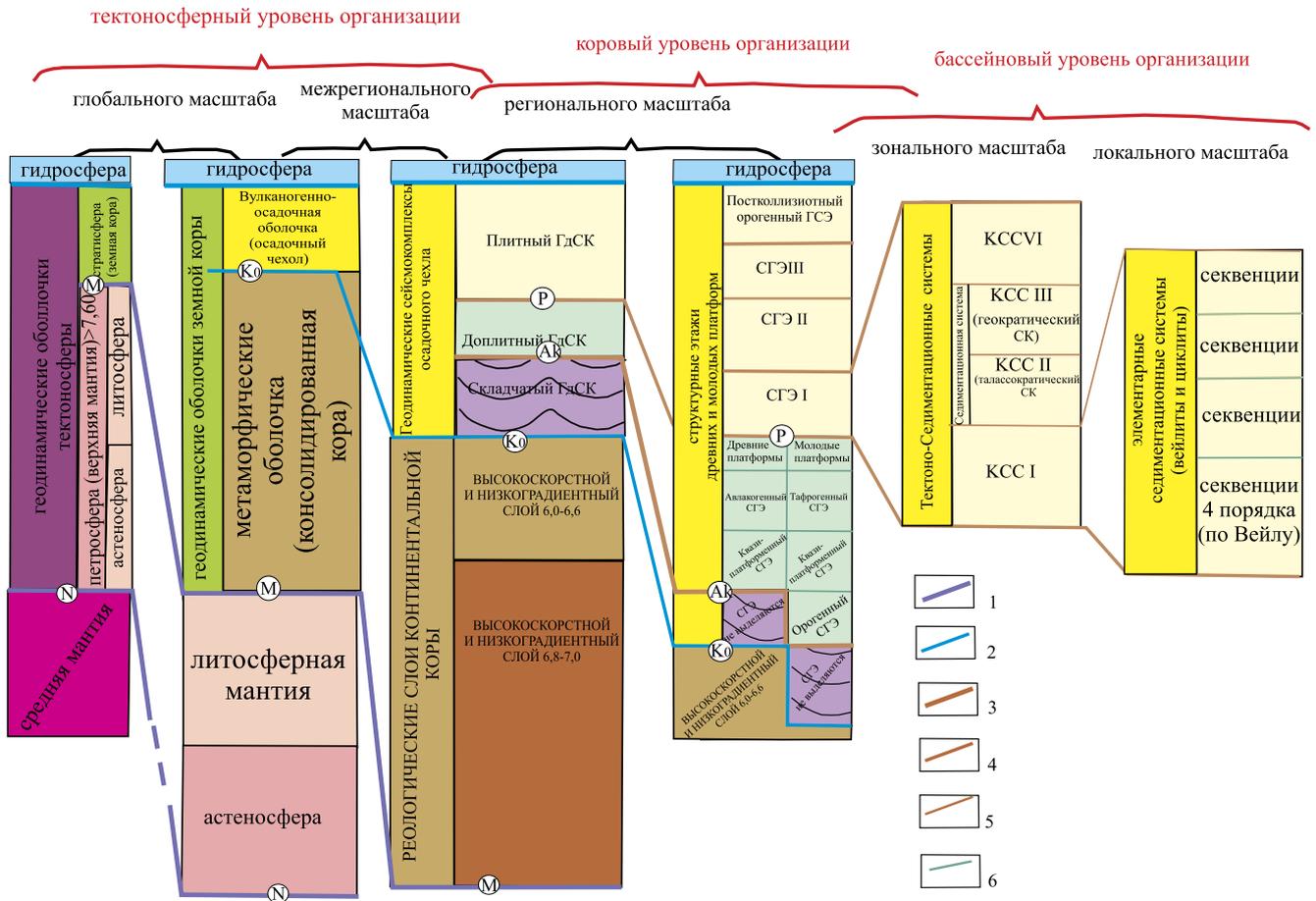
Из приведенной (см. рис. 2) схемы следует, что формированию каждого нового сейсмического этажа предшествует крупная структурная перестройка региона. На сейсмических разрезах каждый этаж ограничен опорными отражающими горизонтами, выделяемыми на всей территории осадочного бассейна. По особенностям волнового поля и единичным привязкам к скважинам можно сделать выводы о строении и возрасте сейсмо-стратиграфических подразделений, а также об их ранге. Эта схема является примером методического руководства для стадийного анализа других территорий и позволяет более уверенно судить о значимости, строении, ранге и типе сейсмо-стратиграфических объектов.

### Состав и строение верхнепротерозойского (рифейско-нижневендского) комплекса отложений

*Конец раннего протерозоя-ранний рифей (1640–1350 млн лет).* В это время на Восточно-Европейской платформе (континенте Балтика) происходило накопление протоплатформенного чехла (Хераскова, 2023). Вдоль восточной и юго-восточной границы Восточноевропейской платформы формируются осадочные бассейны Тимано-Прикаспийской континентальной окраины, образования которых доступны наблюдению на Тимане, Башкирском антиклинории, частично в Пачелмском авлакогене, На примере которого Н.С. Шатский выделил этот тип структур (Шатский, Избранные труды Том 1, стр. 587)

В Пачелмском авлакогене нижнерифейский комплекс имеет большую мощность (более 1000м) и отличается фациальной изменчивостью (рис. 3). Так в районе г. Саратов (см. рис. 1) нижний рифей с разрывом залегает на породах кристаллического фундамента и с разрывом же перекрывается среднедевонскими образованиями. Мощность отложенный составляет 410 м. Чередуются пачки от 2–5 м до 20–30 м красноцветных разнозернистых песчаников кварцевого и кварцево-полевошпатового состава с линзами гравелитов, пачки серых, розовато-серых, мелкозернистых, хорошо отсортированных кварцевых и кварцево-полевошпатовых разновидностей, зеленовато-серых и пятнистых глинистых алевролитов и аргиллитов. В районе Сердобска отложения достигают мощности 1066 м (Сухоруков, Яцкевич, Писаренко и др., 2016). Здесь начинают преобладать более мелкозернистые разновидности пород.

В Рязано-Сердобской структурно-фациальной зоне (см. рис 1, см. рис. 3) нижний рифей также представлен (Сухоруков, Яцкевич, Писаренко и др., 2016) терригенными отложениями. Красноцветные разнозернистые песчаники с массивной



**Рис. 2.** Схема стадийного анализа Земной коры и сейсмо-стратиграфических разрезов (Оренбургский тектонический узел..., 2013).

Типы сейсмостратиграфических границ: 1-2 геодинамические: 1 – глобальная поверхность срыва (детachment), 2 – региональная поверхность срыва, сопровождаемая метаморфизмом и переходящая в складчатое несогласие; 3-4 – тектоно-стратиграфические: 3 – складчатое структурное несогласие, 4 – угловое несогласие; 5-6 хроностратиграфические (изохронные): 5 – эрозионно-седиментационное несогласие, 6 – стратиграфическое несогласие.

Типы сейсмостратиграфических границ и сейсмостратиграфических подразделений: ССК – сейсмостратиграфический комплекс, ГдСК – геодинамический сейсмокомплекс, СГЭ – сейсмогеологический этап, КССК – квазисинхронный сейсмокомплекс. Сейсмические горизонты, ограничивающие сейсмостратиграфические подразделения более низкого ранга (сейсмостраты): М и К<sub>0</sub>-глобально прослеживаемые горизонты, Ак – трансрегионально прослеживаемый горизонт, Р-регионально прослеживаемый горизонт. Геологическая природа горизонтов «Ак» и «Р» установлена данными бурения. Цветом выделены типы сейсмостратиграфических границ: А – стадийные (хронозначимые, полихронные): геодинамические, тектоно-стратиграфические и хроностратиграфические (изохронные)

Сокращения (аббревиатура) (в порядке иерархической соподчиненности): геодинамический, структурно-тектонический, либо дислокационный комплекс (СТК), сейсмогеологический этап (СГЭ), квазисинхронный сейсмокомплекс (КССК), сейсмический комплекс (СК), сейсмоформация (СФР) и сейсмofация (СФ).

**Fig. 2.** Types of seismostratigraphic boundaries: 1-2 – geodynamic: 1 – global fault surface (detachment), 2 – regional décollement surface, accompanied by metamorphism and turning into folded unconformity; 3-4 – tectono-stratigraphic: 3 – folded structural unconformity, 4 – angular unconformity; 5-6 chronostratigraphic (isochronous): 5 – erosion-sedimentation unconformity, 6 – stratigraphic unconformity.

Types of seismostratigraphic boundaries and seismostratigraphic units: SSK – seismostratigraphic complex, GdSK-geodynamic seismic complex, SGE – seismogeological stage, KSSK – quasi-synchronous seismic complex. Seismic horizons divide seismostratigraphic sequences of the different geological nature (seismostrata): “M” and “K<sub>0</sub>” are global units. “Ak” and “R” is established by drilling data and these horizons are regional or transregional units. The types of seismostratigraphic boundaries are distinguished by color: A-stage (chrono-visible, polychronous): geodynamic, tectonic-stratigraphic and chronostratigraphic (isochronous).

Abbreviations (according of hierarchical order): geodynamic, structural-tectonic, or dislocation complex (STK), seismogeological stage (SGS), quasi-synchronous seismic complex (QSSC), seismic complex (SC), seismic formation (SFR) and seismofacies (SF).

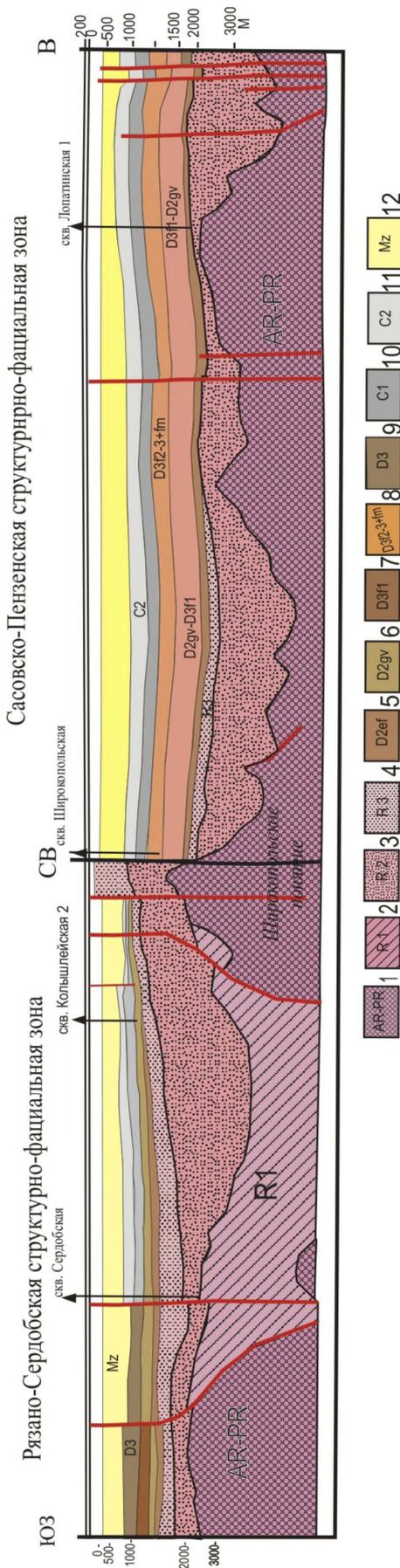


Рис. 3. Сейсмогеологический разрез через Пачелмский авлакоген по линии Сердобск-Верхоzimская.

1 – архей – протерозой, 2 – нижний рифей, 3 – средний рифей, 4 – верхний рифей, 5 – средний девон эйфель, 6 – верхний девон нижний фран, 8 – верхний девон средний – верхний фран – фамен, 9 – верхний девон нерасчлененный, 10 – нижний карбон, 11 – средний карбон нерасчлененный, 12 – мезозой.

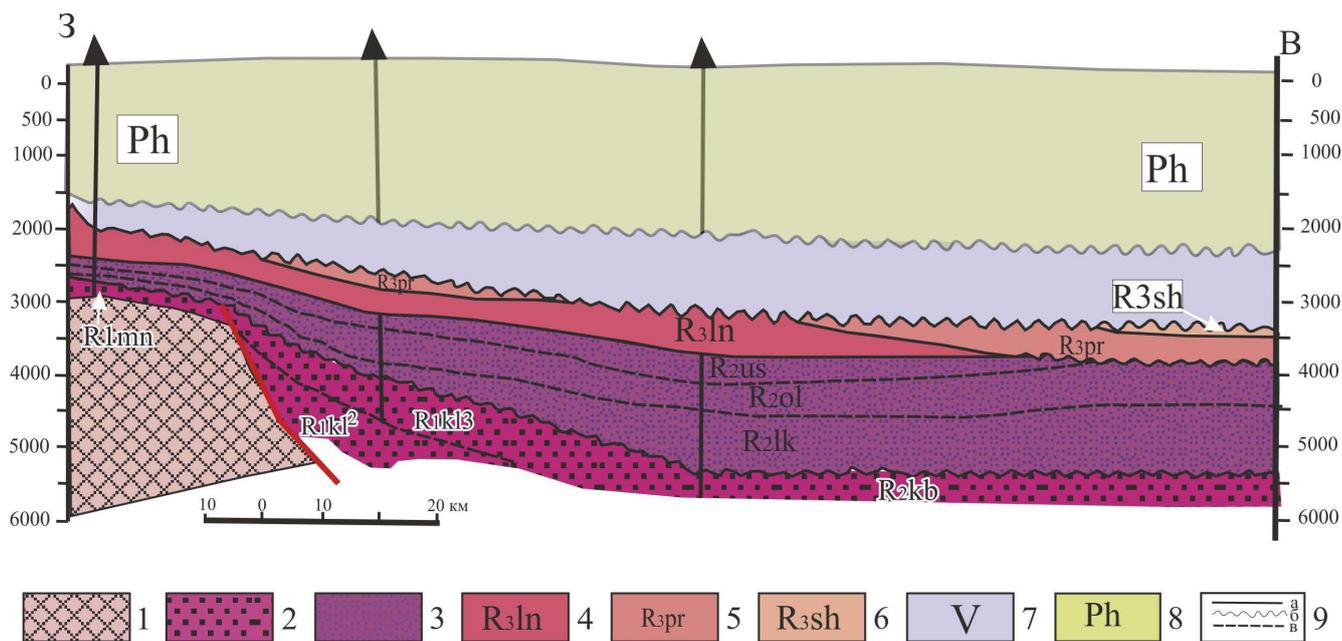
Fig. 3. Seismogeological section through the Pachelma aulakogen along the Serdobsk-Verkhozimskaya line.

1 – Archean – Proterozoic, 2 – Lower Riphean, 3 – Middle Riphean, 4 – Upper Riphean, 5 – Middle Devonian Givetian, 6 – Middle Devonian Eifelian, 7 – Upper Devonian Givetian, 8 – Upper Devonian Famen, 9 – Upper Devonian undivided, 10 – Lower Carboniferous, 11 – Middle Carboniferous, 12 – Mesozoic.

текстурой и гравелиты представляют собой фацию речных русел и каналов временных потоков, основная масса которых тяготеет к разломам юго-западной (Рязано-Сердобской) ветви Пачелмского авлакогена, где образуется глубокий врез. Видимо, здесь находилась основная зона транзита обломочного материала, поступающего из северо-западной части Балтийского кратона. Хорошо отсортированные мелкозернистые разности фиксируют мелководно-морской бассейн шельфового типа. Доля этой фации в общем парагенезе достигает 70%. В Башкирском антиклинории в составе нижнего рифея также преобладают терригенные отложения, однако они включают трахибазальты с возрастом 1615–1608 млн лет. Выше залегают углеродисто-глинистые накопления с прослоями доломитов (Козлов, Пучков, Краснобаев и др., 2011).

В более южных и центральных частях платформы в это же время формировались отдельные эпиконтинентальные бассейны, в которых накапливались кварцевые песчаники скелетного типа (фалаховая формация) (Келлер, 1973). Стратотипом этого комплекса считается иотний Балтийского щита и шокшинские кварцито-песчаники (Симанович, 1966). Структурно-вещественный комплекс, накопившийся в этот отрезок времени, развит фрагментарно из-за более позднего размыва в начале девона. За пределами авлакогенов он отделен от фундамента преимущественно по сейсмическим и небольшому количеству геологических данных (см. рис. 2) (Хераскова, 2015).

Конец ранне-средний рифей (1400–1350 млн. л). В середине рифея Восточно-Европейская платформа подверглась деструкции и рифтогенезу. Расширился раннерифейский Пачелмский авлакоген и возник Камско-Бельский. Среднерифейский комплекс (см. рис. 1, см. рис. 3) залегают несогласно, в том числе и на кристаллическом фундаменте, образуя четкий сейсмо-стратиграфический горизонт, связанный с синрифтовой стадией развития авлакогенов. По данным А.А. Клевцовой (2000), ему предшествовала эпоха поднятий, перерыв осадконакопления и формирование кор выветривания, размыв раннерифейского протоплатформенного чехла. Отложения представлены молассоподобными терригенными породами, сходными с грабеновыми формациями начальной стадии растяжения континентальных рифтов. Источниками сноса служили близлежащие выходы пород фундамента. Мощность отложений изменяется от нескольких метров до 700–1000 м (см статью в журнале *ГЕОТЕКТОНИКА*, 2020, № 5, с. 29-54).



**Рис. 4.** Сейсмогеологический Кипчакский разрез через Камско-Бельский авлакоген (составлен с использованием данных (Пучков, Козлов, 2012). Местоположение профиля показано на рис. 1.

1 – Архейско-раннепротерозойский фундамент; 2–4 – доплитный комплекс осадочного чехла: 2 – предрифтовый (СГЭ); 3 – разделен на свиты:  $R_{2lk}$ ,  $R_{2ol}$ ,  $R_{2us}$  (ССК); 4 – синрифтовый (СГЭ) (ССК), 5–7 – пострифтовый (СГЭ); 5 – плитный комплекс осадочного чехла (СГЭ); 6–7 – вендский структурно-геологический этап; 8 – палеозойский структурно-геологический этап; 9 – геологические границы: согласные (а), несогласные (б), границы отдельных сейсмокомплексов, свит и подсвит (в). Индексами обозначены сеймостратиграфические комплексы: Ph – палеозой, V (R3sh) – венд; свиты:  $R_{3sh}$  – шиханская,  $R_{3pr}$  – приютовская,  $R_{3ln}$  – леонидовская,  $R_{2us}$  – усинская,  $R_{2ol}$  – ольховская,  $R_{2lk}$  – тукаевская, Калтасинская свита: подсвиты:  $R_{1kb}$  – кабаковская,  $R_{1kl3}$  – ашитская,  $R_{1kl2}$  – арланская,  $R_{1mn}$  – минаевская.

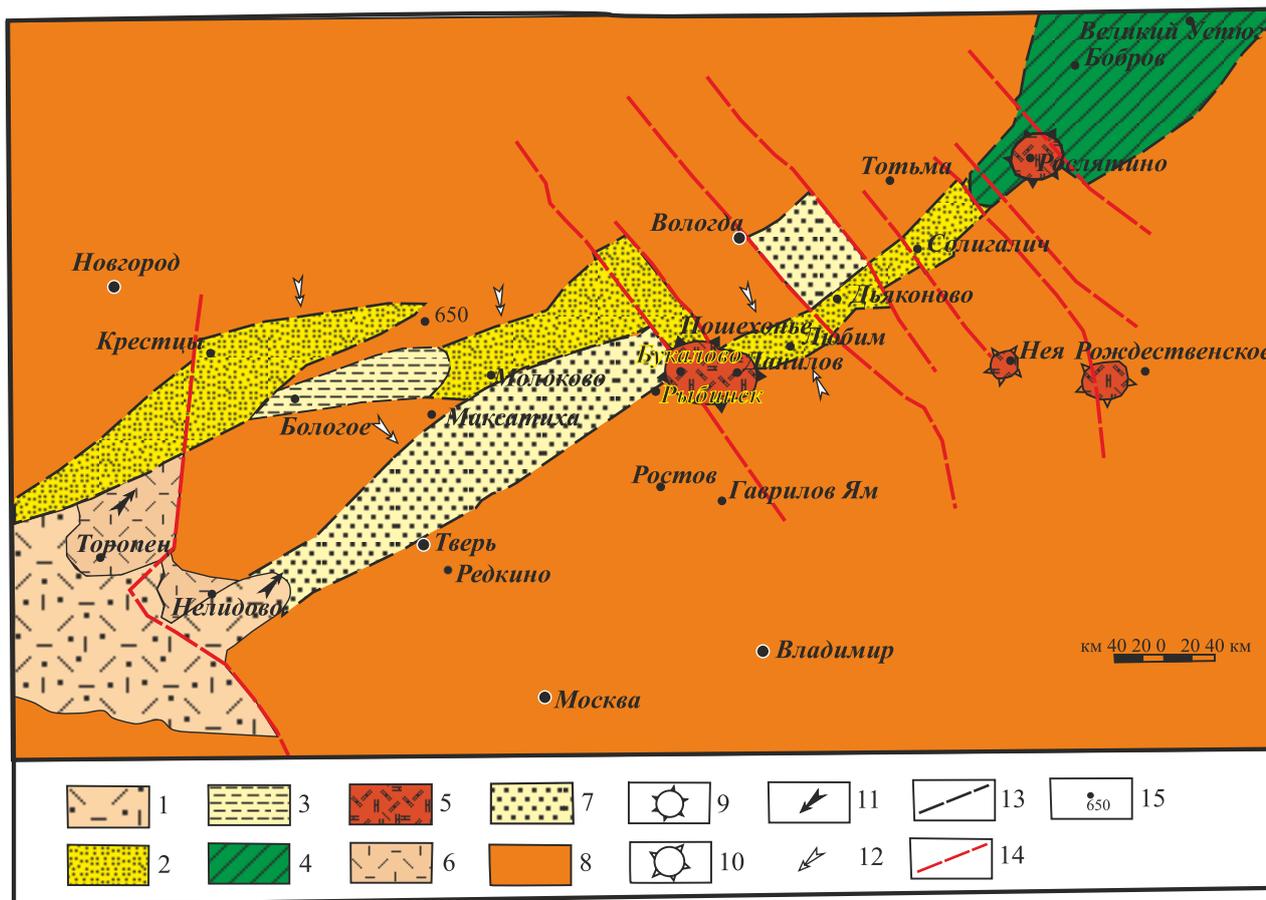
**Fig. 4.** Seismogeological Kipchak section through the Kama-Belsk aulacogen (compiled using data by Puchkov, Kozlov, 2012). The profile location is shown in Fig. 1.

1 – Archean-Early Proterozoic basement; 2–4 – preplate complex of sedimentary cover: 2–3 – pre-drift (SGE); 3 – divided into formations (suites) ( $R_{2lk}$ ,  $R_{2ol}$ ,  $R_{2us}$  (SSK); 4 – synrift (SGE) (SSK), 5–7 – postrift (SGE); 5 – the plate complex of the sedimentary cover (SGE); 6–7 – Vendian structural and geological stage, 8 – Paleozoic structural and geological stage 9 – geological boundaries: conformity (a), unconformity (b), boundaries of individual seismic complexes, formations and sub-formations (c). The indices mark seismostratigraphic complexes: Ph – Paleozoic, V – Vendian, formations:  $R_{3sh}$  – Shikhanskaya,  $R_{3pr}$  – Priyutovskaya,  $R_{3ln}$  – Leonidovskaya,  $R_{2us}$  – Usinskaya,  $R_{2ol}$  – Olkhovskaya,  $R_{2lk}$  – Tukaevskaya, Kaltasinskaya formation: sub-formations:  $R_{1kb}$  – Kabakovskaya,  $R_{1kl3}$  – Ashitskaya,  $R_{1kl2}$  – Arlanskaya,  $R_{1mn}$  – Minaevskaya

Пачелмский авлакоген (см. рис. 1, рис. 3), на примере которого Н.С. Шатский выделил этот тип структур, имеет разломные ограничения и сложную горст-грабеновую структуру. Между этими системами грабенов располагается полоса осевых горстов (Широкопольское поднятие). На крайнем юго-востоке на широте г. Уральска Пачелмский авлакоген расширяется и сочленяется с осадочным чехлом Прикаспийской впадины. Структура зоны сочленения характеризуется мозаично-блоковым строением, из-за существенной переработки в девоне и карбоне (Шебалдин, 2008) (см. рис. 1).

*Поздний рифей (1000–700 млн л).* Около 1000 млн л назад в результате гренвилльской орогении сформировался суперконтинент Родиния (Rogers, 1996). Балтика вошла в состав Тимано-Прикаспий-

ской части пассивной рифтогенной окраины Родинии (Li, Bogdanova et al., 2008, Хераскова, 2010). Ее характеризуют терригенно-карбонатные фации прибрежно-морского происхождения (Сухоруков и др., 2015), типичные для эпиконтинентального бассейна застойного типа внутренней части шельфа. Эта окраина располагалась вдоль северного, восточного и юго-восточного края Восточно-Европейской платформы (современные координаты). Обилие перерывов и несогласий отражает флуктуации уровня моря в мелководном эпиконтинентальном бассейне (см. рис. 1, рис. 5). Вероятно, бассейн представлял собой часть внутреннего шельфа рифейского палеоокеана. Приведенные данные заставляют относить структурно-вещественный комплекс позднего рифея к морским отложе-



**Рис. 5.** Среднерусский авлакоген. Литолого-палеогеографическая схема. (Составлена по данным Херасковой и др., 2001 с изменениями)

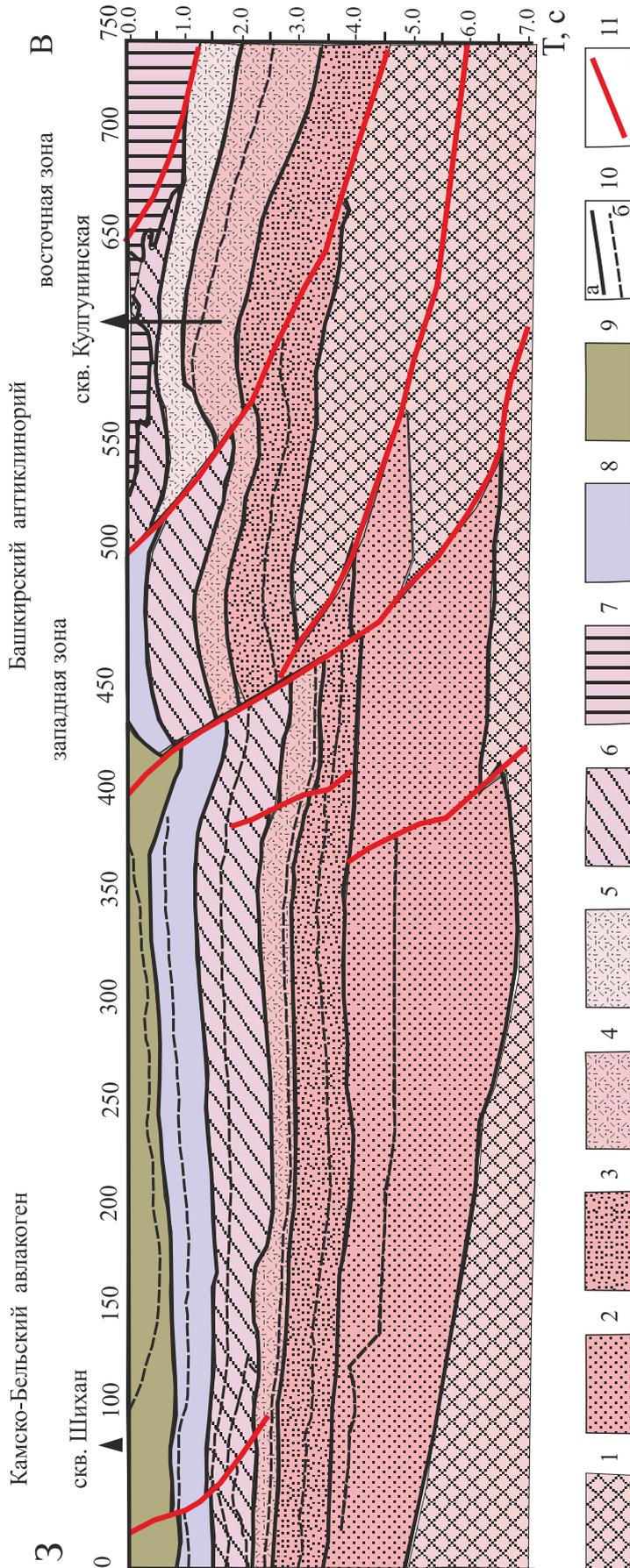
*Фации:* 1 – флювиальных отложений с участием пород ледникового генезиса; 2 – фация красноцветных аллювиально-пролювиальных отложений; 3 – пестроцветных песчано-глинистых отложений озерного происхождения; 4 – пестроцветных песчано-глинистых отложений прибрежно-морского происхождения; 5 – кристаллокластические туфы, редко лавы кремнекислого состава; 6 – туффиты, пирокласто-осадочные породы; 7 – нерасчлененные отложения, выделенные по данным сейсмопрофилирования; 8 – области размыта и отсутствия отложений верхней части верхнего рифея – нижнего венда; 9 – предполагаемые вулканические центры, размытые в позднем венде; 10 – предполагаемые вулканические центры, размытые в позднем венде; 11 – направление сноса обломочного материала ледникового происхождения; 12 – направление сноса зрелого обломочного материала – продуктов размыта рифейского палеоплатформенного чехла; 13 – активные разломы; 14 – фациальные границы; 15 – местоположение буровых скважин и мощность отложений в метрах.

**Fig. 5.** The Central Russian aulacogen. Lithological and paleogeographic scheme. (modified by Kheraskova, et al. 2001)

*Facies:* 1 – fluvial deposits with rocks of glacial genesis; 2 – red-colored alluvial–proluvial deposits; 3 – variegated sandy-clay lake deposits; 4 – variegated sandy-clay deposits of coastalmarine origin; 5 – crystalloclastic tuffs, rarely lavas of silicic acid composition; 6 – tuffites, pyroclastic sedimentary rocks; 7 - undifferentiated sediments defined by seismic data; 8 – areas of erosion and absence of deposits of the upper part of the Upper Riphean – Lower Vendian; 9 – supposed volcanic centers eroded in the Late Vendian; 10 – supposed volcanic centers eroded in the Late Vendian; 11 – the transposition directs of glacial detrital material; 12 – the direction of transposition of detrital material – products of erosion of the Riphean paleoplatform cover; 13 – active faults; 14 – facies boundaries; 15 – location of boreholes and sediment thickness in meters.

ниям палеоплатформенного чехла. Этап формирования палеоплатформенного чехла фиксирует время существования эпигренвиллского суперконтинента Родиния. На этапе 850–800 млн. лет начался этап раскола и распада суперконтинента Родиния, сопровождавшийся общим поднятием территории и частичным размытом осадочного чехла Родинии (Хераскова, 2010).

*Конец рифея – ранний венд (700–570 млн. л).* С этим периодом связана новая крупная структурная перестройка и окончательный распад остатков Родинии. Началась амальгамация другого суперконтинента – Палеогондваны. В конце позднего рифея – раннем венде также завершилась докембрийская история развития Пачелмского авлакогена. Мощность комплекса изменяется от 100 до более 700 м.



**Рис. 6.** Временной сейсмический разрез через зону сочленения Камско-Бельского авлакогена и Башкирского антиклинория – профиль Шихан – Кулгунинская (интерпретирован с использованием материалов Сергеевой Н.Д., Пучкова В.Н., Ратова А.А., Козлова О.В., 2018).

1 – архей-протерозой, 2 – сигаевская свита (костинская, норкинская, ротковская, минаевская), 3 – калтаинская свита; 4–5 средний рифей; 4 – кабаковская свита (kb), 5 – (R<sub>2</sub>tk-ol); 6–7 – верхний рифей: леонидовская, приотовская, шиханская свиты нерасчлененные, 7 – салиховская свита; 8 – венд; 9 – палеозой; 10 – стратиграфические границы отдельных сейсмокомплексов: свит (a) и подсвит (б); 11 – разломы.

**Fig. 6.** Time seismic section through the junction zone of the Kama-Belsk aulocogene and Bashkir anticlinorium – Shik-han – Kulguninskaya profile (interpreted using materials by Sergeeva N.D., Puchkov V.N., Ratov A.A., Kozlov O.V., 2018).

1 – Archaean-Proterozoic, 2 – Sigaevskaya formation (Kaltasinskaya, Norkinskaya, Rotkovskaya, Minaevskaya formations undivided), 3 – Kaltasinskaya formation (kl); 4–5 – middle Riphean: 4 – Kabakov formation (kb), 5 – (R<sub>2</sub>tk-ol); 6–7 – upper Riphean: Leonidovskaya, Priutovskaya and Shikhanskaya formations undifferentiated, 7 – Salikhovskaya formation; 8 – Vendian; 9 – Paleozoic; 10 – stratigraphic boundaries of individual seismic complexes: formation (a) and sub-formation (b); 11 – faults.

Его кровля была размыта во время структурной перестройки Восточно-Европейской платформы на рубеже раннего и позднего венда, затем в начале девона. Волновая картина этого комплекса отличается, по сравнению с подстилающим комплексом, меньшей выдержанностью отражающих горизонтов, часто волнистым и наклонным характером наслонения с боковым наращиванием разреза. Кроме того, концу рифея – началу венда соответствует новая глобальная эпоха рифтогенеза, связанная с заложением каледонских палеоокеанов. В этот период раскрылась северная ветвь палеоокеана Япетус, разделившая Лаврентию и Балтику, в результате чего возник самостоятельный континент Балтика (Восточно-Европейская платформа). На Балтике, под влиянием спрединга в океане Япетус, также возобновились процессы рифтогенеза. В это время возник Средне-Русский, Подмосковный и, скорее всего, Серноводско-Абдулинский авлакогены, субпараллельные Япетусу и имеющие, в отличие от субмеридиональных раннерифейских, субширотное простирание (современные координаты). В них накапливались пестроцветные терригенные отложения аркозового, полимиктового, реже кварцевого состава пролювиально-аллювиального, реже прибрежно-морского, озерного и ледникового генезиса, представлявшие собой продукты разрушения гранитизированного фундамента и эпигренвилевского платформенного чехла. Характерны молассоидные осадки мощностью до 1500 м, резко выклинивавшиеся за пределами прогибов. Иногда они сочетаются с вулканитами основного и кислого состава (дайки, силлы, отдельные потоки). Характерны туфовые вулканы (см. рис. 5). Эта ассоциация пород залегает с разрывом и несогласием на всех более древних образованиях. Преобладают пестроцветные терригенные отложения, плохо сортированные, слабо дифференцированные с беспорядочной текстурой или потоковыми типами слоистости, частично, возможно, связанные с таянием ледников (собственно тиллиты установлены Н.М. Чумаковым (Чумаков, 1980) только в Вольно-Оршанской впадине и северо-западной части Пачелмского авлакогена).

Как видно на рисунке 5, Среднерусский авлакоген разбит серией поперечных разломов субмеридионального простирания на ряд блоков. Вероятно, это связано с заложением каледонских палеоокеанов и раскрытием северной ветви палеоокеана Япетус, разделившего Лаврентию и Балтику. Движения по поперечным разломам завершились проявлениями эксплозивного магматизма (см. рис. 5).

*Пачелмский авлакоген* прослеживается в виде системы интенсивных сопряженных линейных отрицательных и положительных аномалий гравитационного и магнитного полей. Это дало возможность предполагать присутствие разломов и корней структуры, уходящих на глубину более 20 км

(Буш, Казьмин, 2008). Вероятно, Пачелмский авлакоген наследует раннепротерозойскую зону сочленения Сарматского и Волго-Уральского континентальных блоков фундамента Восточно-Европейской платформы (Bogdanova et al., 2001). Кроме того, под Пачелмским авлакогеном наблюдается некоторое утонение земной коры. Пачелмский авлакоген заполнен преимущественно отложениями рифея. Последние движения по разломам произошли уже в мезозое (см. рис. 3).

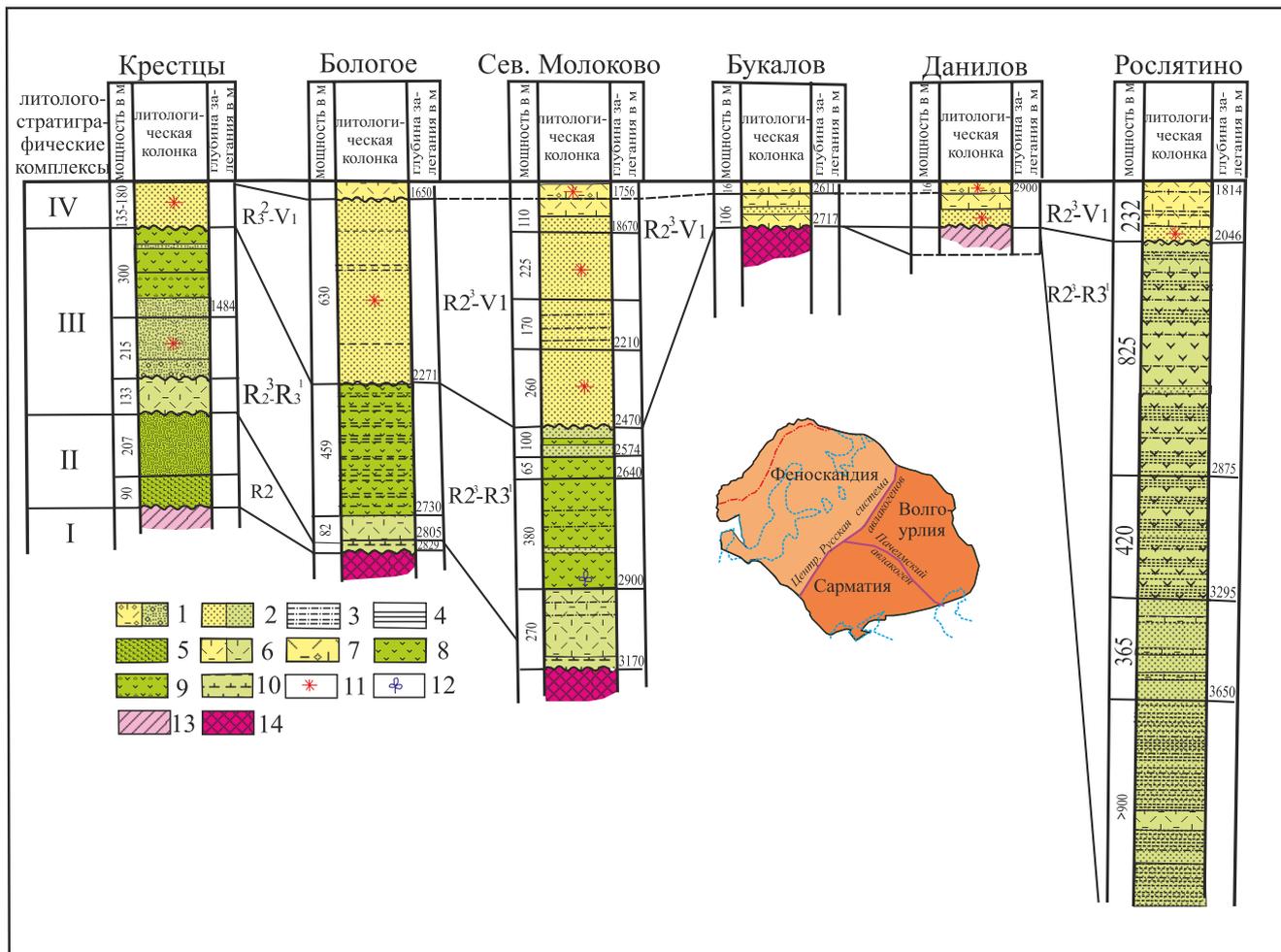
*Камско-Бельский авлакоген.* Эта структура приурочена к восточной окраине Восточно-Европейской платформы и примыкает к аллохтону Башкирского антиклинория. Камско-Бельский авлакоген представляет собой односторонний грабен и отличается асимметричным строением, а также изменением состава, полноты разреза и мощности отложений с запада на восток (см. рис. 1).

*Серноводско-Абдулинский авлакоген* (рис. 8) представляет собой грабен, отходящий на запад от Камско-Бельского авлакогена. Эта структура протягивается в широтном направлении на расстояние 325–330 км (см. рис. 1). В западной части он резко сужен до 15–20 км. Восточнее его поперечник увеличивается до 45–50 км, а в зоне сочленения с Камско-Бельским авлакогеном достигает 145–150 км. В его основании выделено четыре мульды, разделенные выступами фундамента. (Овчаренко, Шлезингер и др., 2006). Синрифтовый комплекс здесь имеет позднерифейско (криогений)-ранневендский возраст, фиксирующий период распада суперконтинента Родиния (Хераскова, 2001).

Верхнедокембрийские отложения Серноводско-Абдулинского авлакогена представлены красноватыми конгломератами, гравелитами, и песчаниками, которые развиты в прибортовых частях Серноводско-Абдулинского авлакогена, а тонкообломочные породы в виде тонких прослоев тяготеют к его центральным частям.

*Эдиакарий, поздний венд–ранний кембрий (570–530 млн лет)* отличается тектоническими процессами, описанными как панафриканская, кадомская, бразильская, байкальская, тиманская складчатости. В это время при закрытии Мозамбикского океана и коллизии обрамлявших его палеоконтинентов возник новый суперконтинент Палеогондвана (Хераскова, и др., 2010). Масштабные аккреционные процессы охватили также восточные и южные окраины Восточно-Европейской платформы. В результате на восточной окраине возникла покровно-складчатая область кадомид (тиманид). В результате кадомской орогении Восточно-Европейский кратон увеличил свои размеры (рис. 7, рис. 8).

Эта весьма своеобразная ассоциация пород залегает с разрывом и несогласием на всех более древних образованиях, включая кристаллический фундамент (см. рис. 8) своеобразие этих отложений во многом определяется положением Балтики



**Рис. 7.** Схема сопоставления разрезов по скважинам Центрально-Русской системы авлакогенов (Хераскова, и др., 2001 с изменениями).

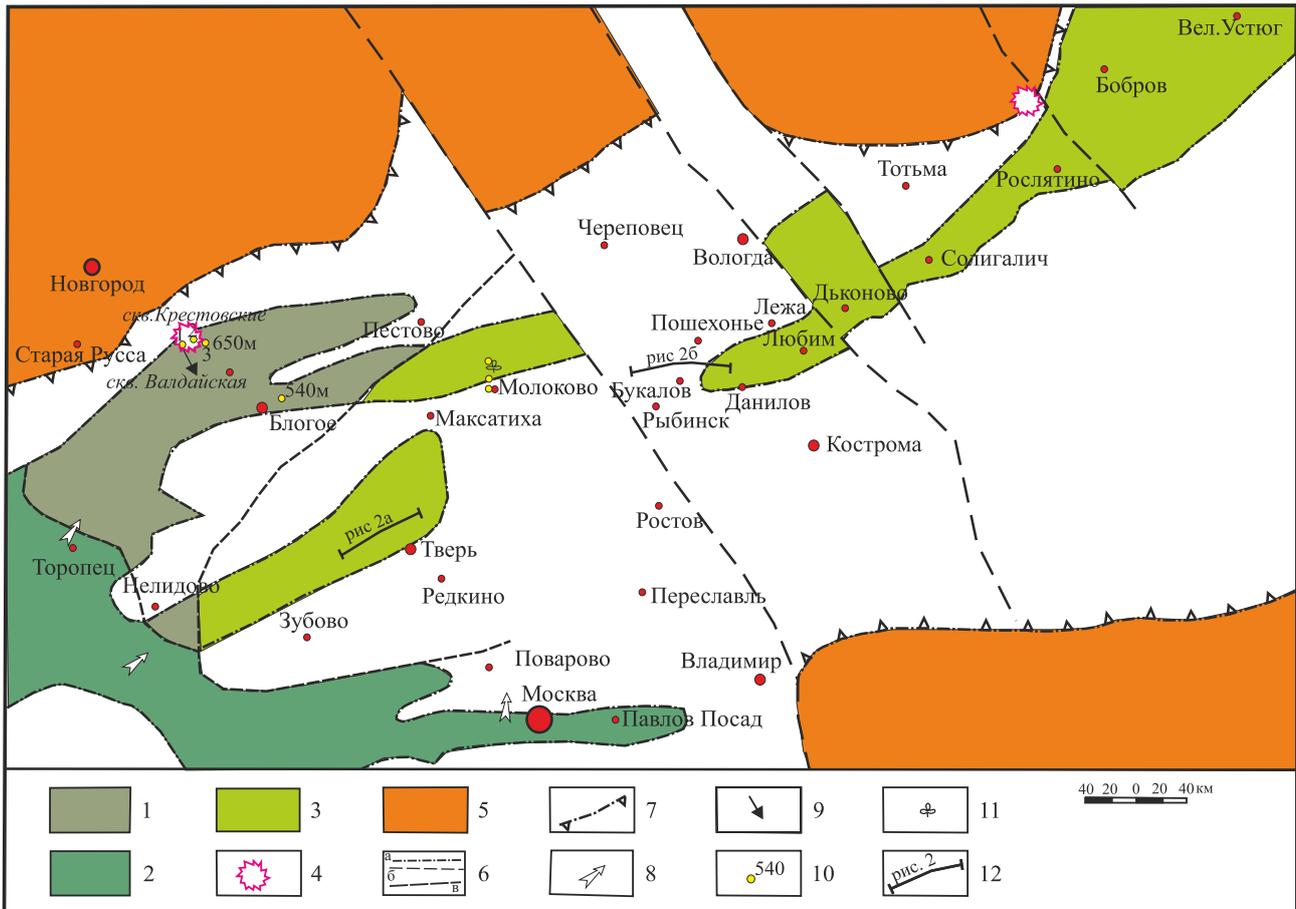
Римскими цифрами обозначены структурно-вещественные комплексы, показанные на рисунке: I – верхи нижнего протерозоя- архея, II–III – рифей (зеленый цвет), IV – конец рифея-ранний венд (желтый цвет).  
 1 – средне-крупнозернистые песчаники, иногда с примесью гравия; 2 – мелкозернистые песчаники; 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты и глинистые сланцы; 5 – базальты и диабазы; 6 – риолиты; 7 – туфы и туффиты кремнекислого и среднего состава; 8 – мелкозернистые туффиты и туфопелиты; 9 – туфовые брекчии; 10 – известковистые породы; 11 – красноцветные породы; 12 – места находок микрофоссилий; 13 – структурно-вещественный комплекс верхов нижнего протерозоя-нижнего рифея, 14 – архей-нижний протерозой.

**Fig. 7.** Diagram of correlation of borehole's sections in the Central Russian aulacogen system (Kheraskova et al., 2001 with changes).

Roman numerals indicate the structural and material complexes shown in the figure: I – the upper parts of the Lower Proterozoic-Archaeal, II–III – Riphean (green), IV – the end of the Riphean-Early Vendian (yellow).  
 1 – medium-coarse-grained sandstones, sometimes with gravel material; 2 – fine-grained sandstones; 3 – siltstones; 4 – mudstones and clay shales; 5 – basalts and diabase; 6 – rhyolites; 7 – tuffs and tuffites of silicic acid and medium composition; 8 – fine-grained tuffites and tuffopelites; 9 – tuff breccias; 10 – calcareous rocks; 11 – red-colored rocks; 12 – sites of microfossils; 13 – structural and material complex of the upper parts of the Lower Proterozoic-Lower Riphean, 14 – Archean-Lower Proterozoic.

в это время в высоких широтах, вблизи южного полюса (палеомагнитные данные) (Хераскова, 2001). Осадконакопление определяли ледниковые и флювиогляциальные процессы (лапландский горизонт тиллитов и тиллоидов) (Чумаков, 1980). В верхах разреза распространены диамиктиты с валунами

гранитов рапакиви, а также аргиллиты с включением редких зерен кварца крупнопесчаной размерности, похожие на отложения тающих льдов. Этот комплекс включает вулканогенные породы. Отличительной их особенностью является калиевая специализация (типоморфные минералы – микро-



**Рис. 8.** Литолого-палеогеографическая схема центральной части Восточно-Европейской платформы конца среднего – первой половины позднего рифея.

1–3 фации: 1 – песчаная пестроцветная прибрежно-морского происхождения; 2 – песчано-алевролитовая – туфовая пестроцветная прибрежно-морского и мелководно-морского генезиса; 3 – алевро-глинисто-туффитовая сероцветная; 4 – предполагаемые центры извержений; 5 – предполагаемые области размыва; 6 – границы современного распространения отложений (а), фациальные границы (б), разломы (в); 7 – предполагаемая былая минимальная площадь распространения отложений; 8 – направление сноса обломочного материала; 9 – направление сноса обломочного материала аркозового состава; 10 – местоположение скважин и мощность вскрытых ими отложений; 11 – местонахождение микрофоссилий; 12 – местоположение разрезов, приведенных на рис. 9.

**Fig. 8.** Lithological and paleogeographic scheme of the central part of the East European Platform of the late Middle – first half of the Late Riphean.

1–3 facies: 1 – sandy variegated coastal-marine origin; 2 – sandy-siltstone – tuff variegated coastal-marine and shallow-marine genesis; 3 – gray siltstone-clay-tuffites; 4 – suspected eruption centers; 5 – suspected erosion areas; 6 – boundaries of the modern distribution of sediments (and), facies boundaries (b), faults (c); 7 – the estimated former minimum area of sediment distribution; 8 – the transport’s direction of detrital material; 9 – the transport’s direction of arkose detrital material; 10 – the location of wells and the thickness deposits were discovered; 11 – the location of microfossils; 12 – the location of the profiles given in Fig. 9.

клин, кварц, биотит, резко подчинен альбит). Преобладают кристаллокластические, витро-кристаллокластические туфы, а также туфо-лавы, в которых может присутствовать резургентный материал. Пирокластическую природу часто имеет и матрикс диамиктитов. На рассматриваемой территории вулканогенные породы ранее ошибочно описывались как песчаники. Мощность комплекса изменяется от 50 м (Крестцовский авлакоген) до бо-

лее 1500 м (скв. Солигалич, Среднерусский авлакоген). В последнем заметно увеличивается роль грубообломочных накоплений.

По времени образования (конец рифея-начало венда) рассматриваемый комплекс соответствует глобальной эпохе рифтогенеза, связанной с распадом суперконтинента Родиния, заложением каледонских палеоокеанов (Scotese, 1994; Хераскова, 2001б), отделением Лаврентии от Австралии и Ан-

тарктиды. Рифтогенные структуры конца рифея – начала венда в центральной части Балтики частично наследовали грабены среднего рифея, частично являются новообразованными. Видимо, сформировались и соединились Крестцовский и Средне-русский авлакогены, образуя Центрально-Русскую рифтовую систему.

Центрально-Русская система разделена зоной Рыбинского поперечного разлома, возникшей, вероятно, как зона скола со сдвиговой составляющей при вращении Балтики, и косой коллизии с Протуральской островной дугой во время кадомской орогении (на рубеже раннего и позднего венда). Возникновение этой зоны скола было возможной причиной позднерифейско-ранневендского рифтогенеза в Центральной части Восточно-Европейской платформы и субширотное (в современных координатах) простирающиеся позднерифейско-ранневендских рифтогенных структур, поперечное по отношению к среднерифейским.

#### СОСТАВ И СТРОЕНИЕ ПАЛЕОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОГО КОМПЛЕКСА ОТЛОЖЕНИЙ И СТРОЕНИЕ ПРИКАСПИЙСКОГО ОСАДОЧНОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА В ПОЗДНЕМ ДОКЕМБРИИ-КАЙНОЗОЕ

После распада Родинии в конце рифея территория Прикаспийского бассейна представляла собой пассивную окраину Балтики, примыкающую к Прототетису. Период распада Родинии зафиксирован периодом рифтогенеза и формированием авлакогенов. В интервале 595–605 млн лет на юго-востоке Балтики проявилась кадомская орогения и приращение Скифии (рис. 9). Территория Прикаспийской депрессии превратилась в прогиб, в который поступало большое количество обломочного материала со стороны кадомского орогена.

В конце кембрия – раннем ордовике началась деструкция и рифтогенез на восточном крае Балтики и заложение Уральского палеоокеана, а также сопряженного с ним Тугаракчанского рифта. В результате этих процессов территория Прикаспия превратилась в полузамкнутый эпиконтинентальный шельфовый бассейн в тыловой части окраинных морей Уральского Палеоокеана. Осадки этого бассейна в современной структуре Прикаспийской впадины сохранились лишь частично. Большая северо-западная часть была размыва во время структурной перестройки в девоне (рис. 10–11). По данным скважины Упрямовская 1 эти отложения слагают надсолевой комплекс, представленный четвертичной (100 м), неоген-палеогеновой (424 и 401 м), меловой (1013 м), юрской (640 м), триасовой (1268 м), пермской (1436 м) системами. Надсолевой комплекс сложен преимущественно терригенными породами: глинами, аргиллитами, песками, песча-

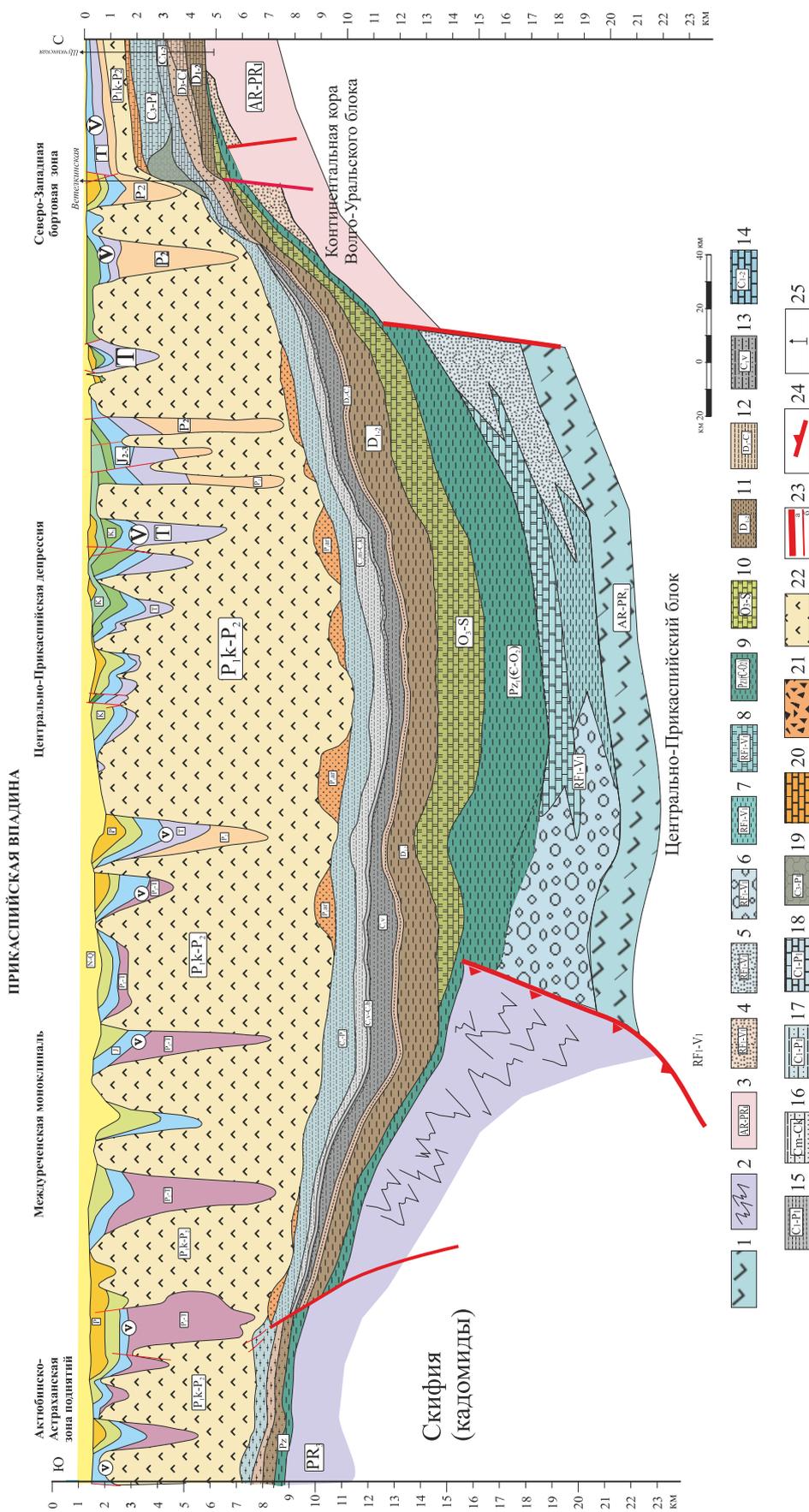
никами и алевролитами. Среди терригенных пород карбонатные образования имеют подчиненное значение и отмечаются в отложениях верхнего мела, верхней юры и среднего триаса. Сложены они известняками и мергелями. Известняки, в основном, представлены глинистыми разностями.

В позднекаменноугольно-раннепермское время началась частичная компенсация палеозойского глубоководного бассейна, зона максимальных мощностей смещается несколько южнее относительно московско-касимовского времени. Периферийные части Прикаспийской впадины характеризуются наличием мощных грубообломочных тел артинского возраста, образованных конусами выноса. Эти конусы распространены вдоль всех бортов впадины и достигают мощности более 1 км. По направлению к центру бассейна мощность комплекса резко сокращается и составляет обычно не более 100–200 м. Состав комплекса также изменяется, преобладающими становятся глинистые породы.

В конце артинского века в результате коллизии Восточно-Европейского и Казахстанского континентов закончилось формирование Уральского складчатого пояса, обусловившее окончательное формирование Прикаспийского внутриконтинентального глубоководного бассейна, близкого по условиям осадконакопления к орогенной впадине. В этот замкнутый бассейн начало поступать с окружающих поднятий большое количество терригенного материала, формируя мощные конуса выноса, в том числе эрозионного типа. Глубины этого палеобассейна, восстановленные на основании оценки высот седиментационных уступов карбонатной платформы на северо-западе и по высоте уступов внутривпадинных карбонатных построек, к началу кунгура достигли 2 км. В кунгурское время бассейн был заполнен мощными соленосными отложениями [Астраханский карбонатный..., 2008].

Рассмотренные особенности состава и строения подсолевых девонско-нижнепермских отложений Северо-Западного борта Прикаспийской впадины и ее восточного и юго-восточного обрамления позволяют заключить, что разрезы в целом имеют трансгрессивно-регрессивный характер. Перерывы в осадконакоплении и частичные размывы подстилающих отложений возникали как под влиянием крупных тектонических перестроек, так и под влиянием колебаний уровня мирового океана в том числе и из-за развития крупных оледенений. Предпермское снижение уровня моря (на сотни метров) привело к осушению карбонатного палеошельфа и внутривпадинных поднятий. Новая береговая линия обозначилась высокоамплитудным позднекаменноугольным шельфовым уступом, который, воздымаясь над поверхностью моря, подвергся интенсивной волновой эрозии.

Окончательная береговая линия зафиксировала местоположение края раннепермского седимен-



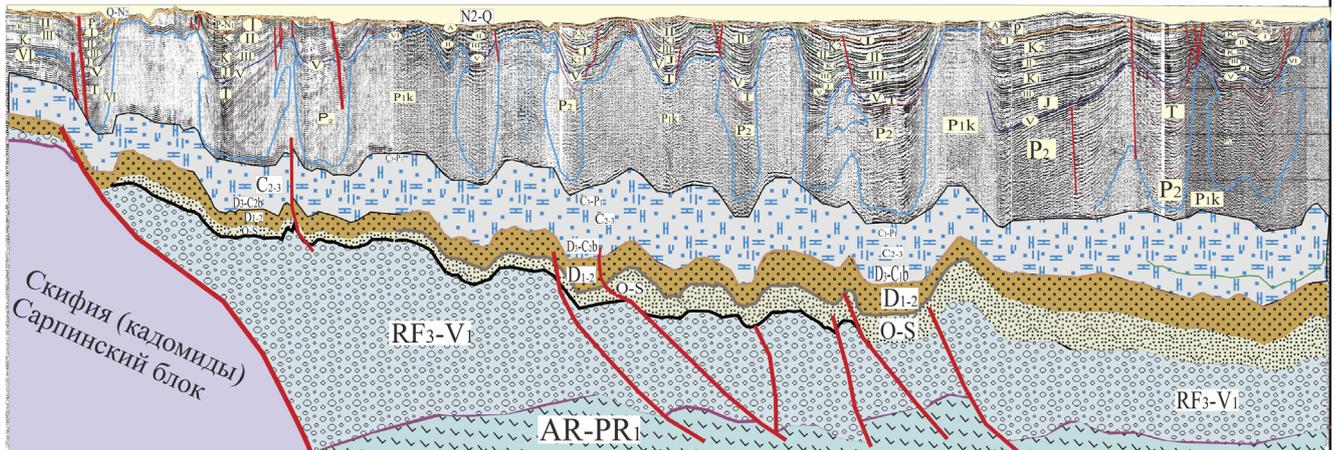
**Рис. 9.** Сейсмологический разрез Север – Юг через Центральную-Прикаспийскую депрессию (Оренбургский тектонический узел, 2008 с изменениями, Буш и др., 2000, Сухоруков В.И. и др., 2016).

1 – утоненная кора, по свойствам близкая к океанической, 2 – рифейские комплексы аккреционного складчатого пояса кадомид, 3 – метаморфические породы, 4–5 – породы терригенного состава, 6 – молассы, 7 – породы глинистого состава, 8 – доломитизированные известняки, 9 – породы глинистого состава, 10 – доломитизированные известняки, 11–12 – породы глинистого состава, 13 – породы терригенно-глинистого состава, 14 – известняки С1-2, 15 – породы глинистого состава, 16–17 – породы терригенно-глинистого состава, 18 – известняки С1-Р1, 19 – карбонатный риф, 20 – известняки Р1, 21 – конусы выноса обломочного материала, 22 – соляные купола, 23 – разломы крупные (а) и более мелкие (б), 24 – надвиги, 25 – скважины.

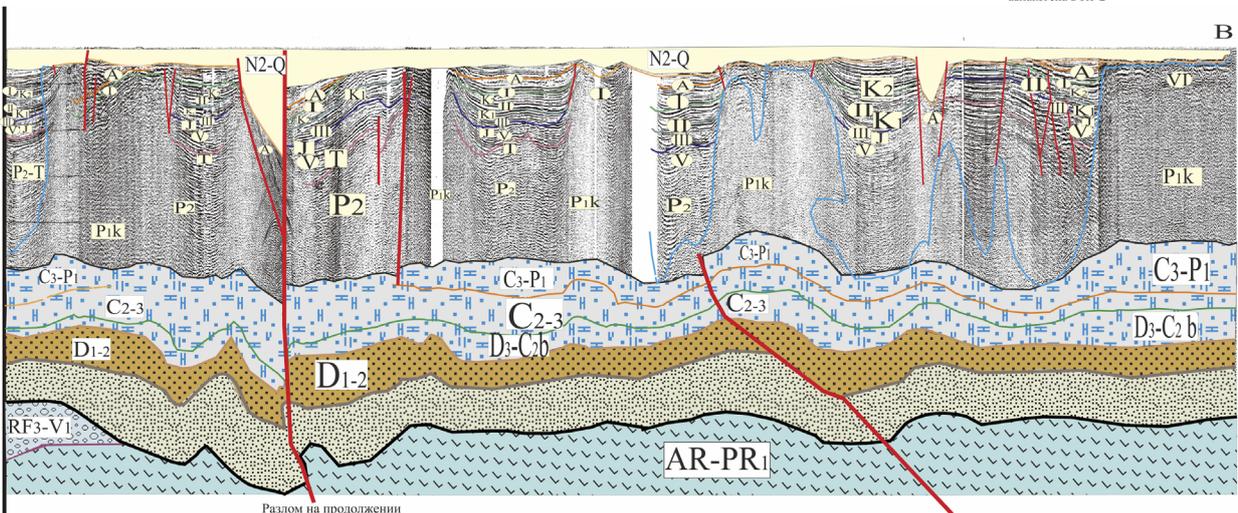
**Fig. 9.** Seismic geological section across the Central Precaspian depression (Orenburg tectonic ..., 2013 with modifications).

1 – thinned crust, similar with oceanic, 2 – Riphean complexes of the Cadomean accretionary fold belt, 3 – metamorphic rocks, 4–5 – terrigenous rocks, 6 – molasses, 7 – clayey rocks, 8 – dolomitized limestones, 9 – clayey rocks, 10 – dolomitized limestones, 11–12 – clayey rocks, 13 – terrigenous-clayey deposits, 14 – limestones C1-2, 15 – clay deposits, 16–17 – terrigenous-clayey deposits, 18 – limestones C1-P1, 19 – carbonate reef, 20 – limestones P1, 21 – clastic fans, 22 – salt domes, 23 – large (a) and smaller faults (b), 24 – thrusts, 25 – wells.

3

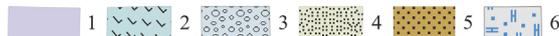


Разлом на продолжении западного осевого разлома Пачемского авлакогена. С ним связан эрозионный взрез в фундаменте, вероятно, по возрасту связан с эпохой рифтогенеза и формирования Пачемского авлакогена в R1-2



Разлом на продолжении восточного разлома осевой зоны Пачемского авлакогена. Раннепалеозойский (O3-S) эрозионный взрез, связанный с падением уровня моря

Центрально-Прикаспийская депрессия



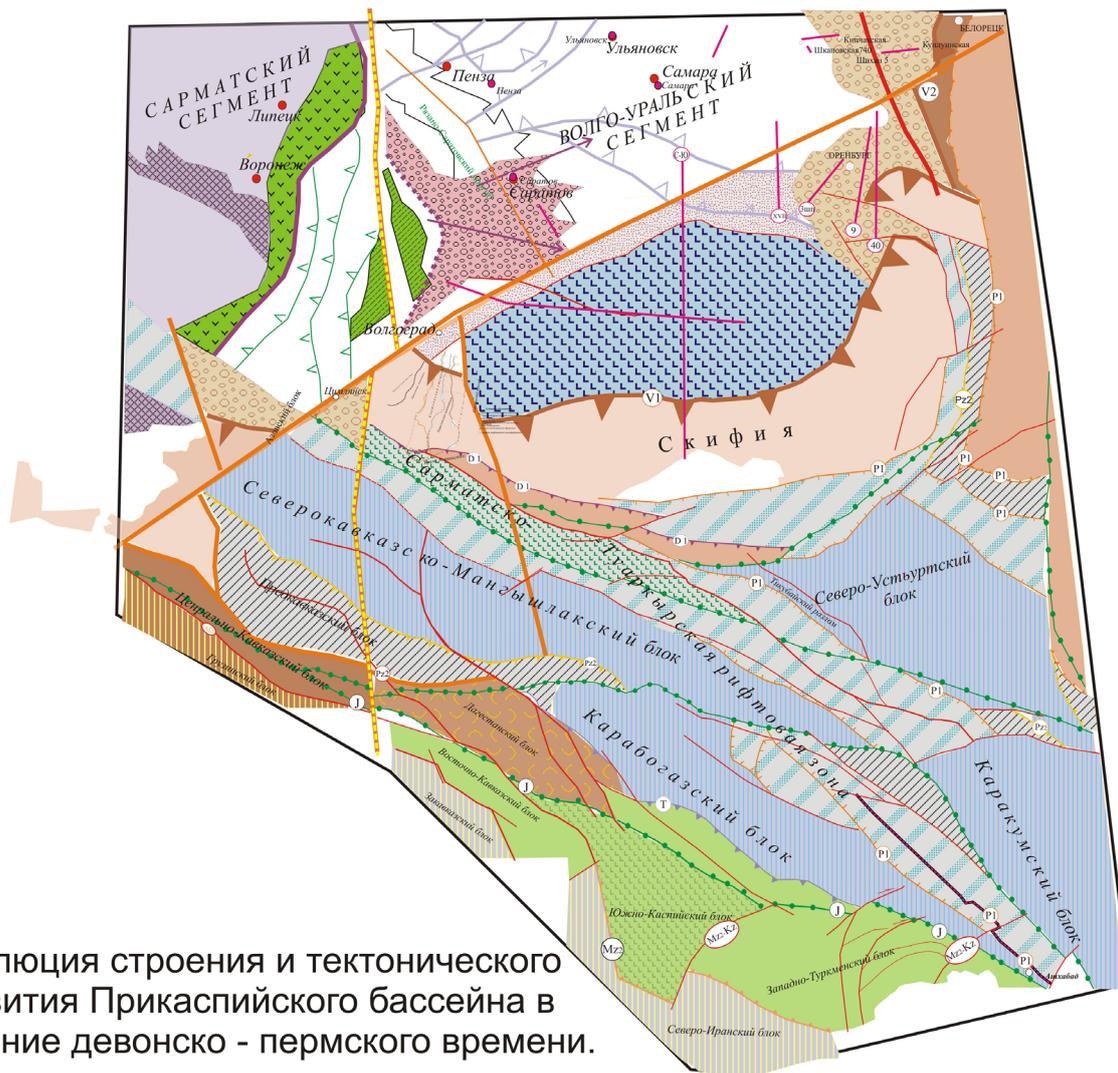
1 – континентальная кора, 2 – кора, по физическим свойствам, близкая к океанической  
 3 – молассы, 4–5 – терригенные отложения, 6 – терригенно-карбонатные отложения

**Рис. 10–11.** Разрезы (нижний разрез – продолжение верхнего) субширотного направления Запад-Восток через Центрально-Прикаспийскую депрессию. Голубые линии – кровля соленосных отложений. Состав пород определен по данным бурения (Оренбургский тектонический узел..., 2013).

**Fig. 10–11.** Sublatitude (West-East) sections across (lower section is the continuation upper one) the Central Pre-Caspian Depression. Blue lines are the top of salt deposits. The composition of the rocks was determined according to drilling data (Orenburg Tectonic node..., 2013).

тационно-эрозионного карбонатного палеошельфа и определила современные контуры ограничений Прикаспийской впадины. Величина падений уровня вод в Прикаспийском бассейне заметно усилилась во второй половине карбона после потери его связи с океаном. В результате при аридизации климата

в пермское время началось интенсивное падение уровня моря во впадине из-за выпаривания вплоть до осушения и засоления. Это привело как к эрозии бортов и склонов впадины, так и к возникновению каньонов и глубоких врезов, позднее заполненных терригенными осадками (см. рис. 10–11).



Эволюция строения и тектонического развития Прикаспийского бассейна в течение девонско - пермского времени.

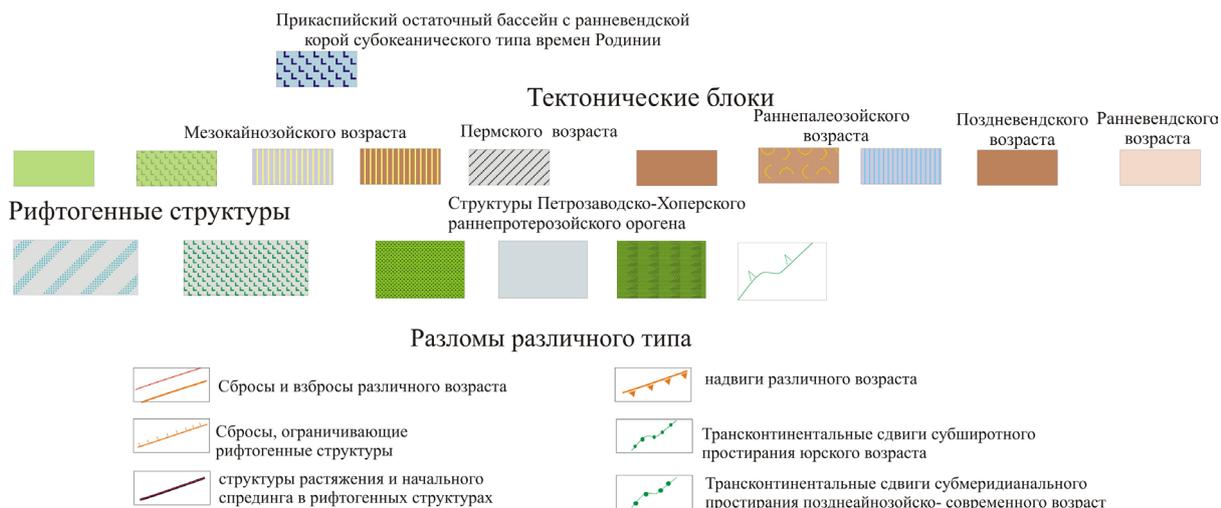


Рис. 12. Эволюция строения и тектонического развития Прикаспийского бассейна в течение девонско-пермского времени.

Fig. 12. Evolution of structure and tectonic development The Caspian basin during the Devonian-Permian time.

В позднекаменноугольно-раннепермское время началась частичная компенсация палеозойского глубоководного бассейна, зона максимальных мощностей смещается несколько южнее относительно московско-касимовского времени. Периферийные части Прикаспийской впадины характеризуются наличием мощных грубообломочных тел артинского возраста, образованных конусами выноса. Эти конусы распространены вдоль всех бортов впадины и достигают мощности более 1 км. По направлению к центру бассейна мощность комплекса резко сокращается и составляет обычно не более 100–200 м. Состав комплекса также изменяется, преобладающими становятся глинистые породы.

В конце артинского века в результате коллизии Восточно-Европейского и Казахстанского континентов закончилось формирование Уральского складчатого пояса, обусловившее окончательное формирование Прикаспийского внутриконтинентального глубоководного бассейна, близкого по условиям осадконакопления к орогенной впадине. В этот замкнутый бассейн начало поступать с окружающих поднятий большое количество терригенного материала, формируя мощные конуса выноса (рис. 12), в том числе эрозионного типа. Глубины этого палеобассейна, восстановленные на основании оценки высот седиментационных уступов карбонатной платформы на северо-западе и по высоте уступов внутривпадинных карбонатных построек, к началу кунгура достигли глубины 2 км. В кунгурское время бассейн был заполнен мощными соленосными отложениями (Астраханский карбонатный..., 2008).

Рассмотренные особенности состава и строения подсолевых отложений девонско-нижнепермского возраста Северо-Западного борта Прикаспийской впадины и ее восточного и юго-восточного обрамления позволяют заключить, что разрезы в целом имеют трансгрессивно-регрессивный характер. Перерывы в осадконакоплении и частичные размывы подстилающих отложений возникали как под влиянием крупных тектонических перестроек, так и под влиянием колебаний уровня мирового океана из-за развития крупных оледенений. Предпермское снижение уровня моря (на сотни метров) привело к осушению карбонатного палеошельфа и внутривпадинных поднятий. Новая береговая линия обозначилась высокоамплитудным верхнекаменноугольным шельфовым уступом, который, воздымаясь над поверхностью моря, подвергся интенсивной волновой эрозии. Окончательная береговая линия зафиксировала местоположение края раннепермского седиментационно-эрозионного карбонатного палеошельфа и определила современные контуры ограничений Прикаспийской впадины.

Величина падений уровня вод в Прикаспийском бассейне заметно усилилась во второй половине карбона после потери его связи с океаном.

В результате при аридизации климата в пермское время началось интенсивное падение уровня моря во впадине из-за выпаривания вплоть до осушения и засоления. Это привело как к эрозии бортов и склонов впадины, так и к возникновению каньонов и глубоких врезов, позднее заполненных терригенными осадками (см. рис. 10–11).

Как видно на приведенном выше рисунке, мезокайнозойский этап развития Прикаспийской впадины еще больше усложнил ее структуру. Появились новые структурные формы как растяжения, так и сжатия. Кроме того, ведущую роль приобрели трансконтинентальные сдвиги, преимущественно субширотного простирания. Это, вероятно, заметно увеличило площадь Прикаспийской впадины. Можно также предполагать, что Астраханский карбонатный массив некогда имел гораздо большие размеры. Его площадь заметно сократилась не только за счет конусов выноса обломочного материала, но и за счет листрических сбросов, обвалов и оползней. Подобное явление наблюдалось нами и ранее на территории Батеневского кряжа и Северном Тянь-Шане (Хераскова, 1990), а также на Южном Тянь-Шане (Лыточкин В.Н., Тынянов В.Ю., Хераскова Т.Н., Христенков П.А. Литол. и полезн. Ископ., 1991, № 4. С. 128-130).

## ВЫВОДЫ

Подводя итог сказанному, можно заключить, что проведенный нами анализ строения и эволюции тектонической структуры юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и Прикаспийского нефтегазоносного остаточного океанического бассейна с позднего докембрия до кайнозоя показал кардинальные преобразования его строения от глубоководного бассейна с утоненной корой, близкой по физическим свойствам к океанической до мелководного солеродного бассейна. Изменения происходили не постепенно, а в течение целого ряда этапов крупных структурных перестроек, подробно описанных выше.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Астраханский карбонатный массив: строение и нефтегазоносность (2008) (Под ред. Ю.А. Воложа и В.С. Парасыны). М.: Научный мир, 221 с.
- Башкова С.Е., Кожевникова Е.Е., Яковлева Ю.А., Карасева Т.В., Баталова А.В. (2023) Глубинное строение и перспективы нефтегазоносности протерозойского комплекса осадочного чехла Восточно-Европейской платформы. *Геотектоника*, (4), 82-102. <https://doi.org/10.31857/S0016853X23040033>
- Буш В.А., Ермаков Ю.Н., Уйманова Л.Н. (2000) Геодинамическая модель формирования позднеархейских-раннепротерозойских структур Воронежского массива. *Геотектоника*, (4), 14-24.
- Буш В.А., Казьмин В.Г. (2008) Кристаллический фун-

- дамент и складчатый комплекс Волго-Уральского, Прикаспийского и Предкавказского нефтегазоносных бассейнов *Геотектоника*, (5), 79-94.
- Волож Ю.А., Быкадоров В.А., Антипов М.П., Хераскова Т.Н., Патина И.С., Постникова И.С. (2021) О границах и районировании Прикаспийской нефтегазоносной провинции. *Георесурсы*, **23**(1). 70-80. <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.8>
- Келлер Б.М. (1973) Тектоническая история и формации верхнего докембрия М.: *ВИНИТИ*, (5), 1-120.
- Казанцева Т.М. Казанцева Т.Т. ISSN 2073-0128 (print). К стадийности развития земной коры в свете современных знаний *Нефтегазовое дело*, **21**(4), 6-18. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2023-4-6-18.>
- Клевцова А.А. (2000). Верхний протерозой–нижний палеозой Московской синеклизы. Проблема границ. Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, (М.: ВНИК ИОЭНГ). (12), 33-42.
- Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А. и др., (2011) Аршиний – новый стратон рифея стратотипических разрезов Южного Урала Геологический сборник. ИГ УНЦ РАН. (9), 3-8.
- Курчавов А.М. (2023) Некоторые геодинамические аспекты связи металлогении с магматической зональностью орогенных вулканоплутонических поясов. Литосфера, **23**(1), 5-20. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-5-20>
- Лыточкин В.Н., Тынянов В.Ю., Хераскова Т.Н., Христенков П.А. (1991) *Литол. и полезн. ископ.* (4), 128-130.
- Моссаковский А.А., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. (1993) Центрально-Азиатский складчатый пояс: Геодинамическая эволюция и история формирования. *Геотектоника* (6) 3-31
- Овчаренко А.В., Ермаков Б.В., Киревичев В.К., Михайлов И.Н., Семов В.Н., Шлезингер А.Е. (2006) Рифейско-вендский Серноводско-Абдулинский авлакоген Русской плиты и его нефтегазоносность *Бюлл. МОИП*. **81**(1), 3-15.
- Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность (2013) Волож Ю.А., Парасына В.С. (ред.). М.: Научный мир, 9-261.
- Пучков В.Н. (2003) Уралиды и тиманиды, их структурные связи и место в геологической истории Урало-Монгольского складчатого пояса. *Геология и геофизика*, **44** (1–2), 28-39.
- Пучков В.Н., Козлов П.С. Краснобаев А.А. (2012) Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург. Палеозойские U-Pb Shrimp-датировки магматических пород башкирского мегантиклинория. Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Институт геологии Уфимского научного центра РАН, г. Уфа. *Геологический сборник* № 9, Юбилейный выпуск. Сергеева Н.Д., Пучков В.Н., Рагов А.А., Козлова О.В. (2018) Стратиграфическая корреляция отложений рифея Волго-Уральской области и Южного Урала и их пространственное соотношение в зоне сопряжения складчатых и платформенных структур по сейсмическим материалам *Геологический вестник*. № 2. 79-95.
- Симанович И.М. (1966) Эпигенез и начальный метаморфизм шокшинских кварцито-песчаников. М.: Наука, (Тр. ГИН АН СССР). **153**, 121 с.
- Сухоруков В.И., Яцкевич С.В., Писаренко В.Ю., Писаренко Ю.А., Андреев Г.Н. (2016) Седиментационно-формационные особенности формирования рифейских отложений Пачелмско-Саратовского авлакогена. *Недра Поволжья и Прикаспия*. **86**(5), 18-43.
- Хграсков Н.П. (1967) Особенности строения и истории развития доуралид Южного Урала. Тектоника и формации, (Н.П. Херасков. Избранные труды), М.: Наука, (67-91).
- Хераскова Т.Н. (1990) Литология карбонатных отложений Батеневского кряжа. *Литология и полезные ископаемые*, **4**, (54-58).
- Хераскова Т.Н., Яковлев Д.В., Пиманова Н.Н., Березнер О.С. (2016) Геолого-геофизическое строение Алдано-Станового щита и зоны его сочленения с Центрально-Азиатским складчатым поясом: Трансекты ЗДВ и «Тында-Амурзет». Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Вып. 14, (295-297).
- Хераскова Т.Н., Буш В.А., Диденко А.Н., Самыгин С.Г. (2010) Распад Родинии и ранние стадии развития Палеоазиатского океана. *Геотектоника*, **1**, (5–28).
- Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Андреева Н.К., Воронцов А.К., Кагарманян Н.К., Певзнер Л.А., Сычкин Н.И., Коновальцев Ю.Б., Филин С.И. (2001) Новые данные о строении и условиях отложения рифейско-раннего венда в Центрально-Русской системе авлакогенов. Геологический Вестник центральных районов России. (1), 10-22.
- Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Сапожников Р.Б. (2015). Корреляция позднедокембрийских и палеозойских событий на Восточно-Европейской платформе и в смежных палеоокеанических областях. *Геотектоника*, (1), (31–59).
- Хераскова Т.Н., Сапожников Р.Б., Волож Ю.А. и Антипов М.П. (2006) Геодинамика и эволюция Северо-Восточно-Европейской платформы в позднем докембрии по данным регионального сейсмического профилирования. *Геотектоника* **40** (6), 434-449.
- Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Патина И.С., Сапожников Р.Б. (2023) Строение зоны сочленения микроконтинентов Сарматия, Волгоуралия и Фенноскандия в составе фундамента Восточно-Европейской платформы. Литосфера, **23**(3), 309-324. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-3-309-324>.
- Чумаков Н.М. (2015) Оледенения Земли, История, стратиграфическое значение и роль в биосфере. (Ред. Семихатов М.А). М.: ГЕОС, ГИН РАН. **611**, 160 с.
- Шебалдин В.П. Тектоника Саратовской области. (2008) Саратов: Саратовнефтегеофизика, 40 с.
- Li Z.X., Bogdanova S.W., DeWaele B., Ernst R.E., Fitzsimons I.C.W., Fuck R.A., Gladkochub D.P., Jacobs J., Karlstrom K.E., Lu S., Natapov L.M., Pease V., Pisarevsky S.A., Thrane K., Vernikovsky V. (2008) The Geodynamic map of Rodinia: asynthesis *Precam. Res.* **160** (1–2), (179-210). Appendix 1 (online).
- Scotese C.R., Golonka J., Ross M.I. (1994) Phanerozoic Paleogeographic and Paleoclimatic Modeling Maps. A.F. Embry, B. Beauchamp, and D.J. Glass (Editors), Pangea, Global Environments and resources, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir (17), 1-47.
- Willner A., Gopon M., Glodny J., Schertl H.P., Puchkov V.N. (2019) Timanide (Ediacaran-Early Cambrian) Metamorphism at the Transition from Eclogite to Am-

phibolite Facies in the Beloretsk Complex, SWUrals, Russia. *J. Earth Sci.*, 30-6, (1144-1165).

## REFERENCES

- Bashkova S.E., Kozhevnikova E.E., Yakovleva Yu.A., Karaseva T.V., Batalova A.V. (2023) Deep structure and prospects of oil and gas potential of the Proterozoic sedimentary cover complex of the East European Platform. *Geotectonics*, (4), 82-102. (In Russ) <https://doi.org/10.31857/S0016853X23040033>
- Bush V.A., Ermakov Yu.N., Uymanova L.N. (2000) Geodynamic model of the formation of Late Archean–Early Proterozoic structures of the Voronezh massif. *Geotectonics*, (4), pp. 14-24. (In Russ)
- Bush V.A., Kazmin V.G. (2008) Crystalline basement and folded complex of the Volga-Ural, Caspian and Pre-Caucasian oil and gas basins *Geotectonics*, (5), 79-94. (In Russ)
- Chumakov N.M. (2015) Glaciations of the Earth, History, stratigraphic significance and role in the biosphere. (Semikhvatov M.A. – editor): GEOS, M.: GIN RAS **611**, 160 p. (In Russ)
- Kazantseva T.M., Kazantseva T.T. Oil and gas business (2023). ISSN 2073-0128 (print). To the stage of development of the Earth's crust in the light of modern knowledge of the Oil and gas business. **21**(4), 6-18. (In Russ) <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2023-4-6-18>.
- Keller B.M. (1973) Tectonic history and formations of the Upper Precambrian M.: *VINITI*, (5). 1-120. (In Russ)
- Kheraskov N.P. (1967) Features of the structure and history of the development of the douralids of the Southern Urals. – In the book. Tectonics and formations (N.P. Kheraskov. Selected works), M.: Nauka, p. 67-91 (In Russ)
- Kheraskova T.N. (1990) Lithology of carbonate deposits of the Batenevsky ridge. *Lithology and usefulness fossils* (4), 54-56. (In Russ)
- Kheraskova T.N., Sapozhnikov R.B., Volozh Yu.A. and Antipov M.P. (2006) Geodynamics and evolution of the Northeast European Platform in the Late Precambrian according to regional seismic profiling data. *Geotectonics* **40**(6), 434-449. (In Russ)
- Kheraskova T.N., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A., Sapozhnikov R.B. (2015). Correlation of Late Precambrian and Paleozoic events on the Eastern European Platform and in adjacent Paleooceanic areas. *Geotectonics*, (1), 31-59. (In Russ)
- Kheraskova T.N., Bush V.A., Didenko A.N., Samygin S.G. (2010) The disintegration of Rodinia and the early stages of development of the Paleosianic Ocean. *Geotectonics*, (1), 5-28. (In Russ)
- Kheraskova T.N., Volozh Yu.A., Antipov M.P., Bykadorov V.A., Patina I.S., Sapozhnikov R.B. (2023) Junction zone structure of the Sarmatia, Volga-Uralia, and Fennoscandia microcontinents as part of the East European Platform basement. *Lithosphere* (Russia), **23**(3), 309-324. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-3-309-324>.
- Klevtsova A.A. (2000). Upper Proterozoic–Lower Paleozoic of the Moscow syncline. The problem of boundaries is Geology, geophysics and the development of oil fields, (Moscow: VNIK IOENG). (12), 33-42. (In Russ)
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A. et al., (2011) Arshinii – a new straton of the Riphean stratotypic sections of the Southern Urals. Geological collection. IG UNC RAS. (9), 3-8. (In Russ)
- Kurchavov A.M. (2023) Some geodynamic aspects of the relationship of metallogeny with the magmatic zonality of orogenic volcanoplutonic belts. *Lithosphere*, **23**(1), 5-20. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-1-5-20>. (In Russ)
- Kuznetsov N.B., Soboleva A.A., Udoratina O.V., Hertseva M.V., Andreichev V.L. (2007) Pre-Ordovician tectonic evolution and volcano-plutonic associations of the Timanides and northern Pre-Uralides, northeast part of the East European Craton *Intern. Assoc. for Gondwana Research.*, (**121**) 305-322. (In Russ)
- Li Z.X., Bogdanova SW, DeWaele B., Ernst R.E., Fitzsimons I.C.W., Fuck R.A., Gladkochub D.P., Jacobs J., Karlstrom K.E., Lu S., Natapov L.M., Pease V., Pisarevsky S.A., Thrane K., Vernikovsky V. (2008) The Geodynamic map of Rodinia: asynthesis Precam. Res **160** 1–2, 179-210. Appendix 1 (online).
- Lytochkin V.N., Tynyanov V.Yu., Kheraskova T.N., Khristenkov P.A. (1991) *Litol. and useful. Iskop.* (4), 128-130. (In Russ)
- Mossakovsky A.A., Ruzhentsev S.V., Samygin S.G., Kheraskova T.N. (1993) Central Asian folded belt: Geodynamic evolution and the history of formation. *Geotectonics*, 3-31. (In Russ)
- Orenburg tectonic node: geological structure and oil and gas potential (2013) Volozh Yu.A., Parasyina V.S. (ed.). M.: *Scientific World*, 9–261. (In Russ)
- Ovcharenko A.V., Ermakov B.V., Kirevichev V.K., Mikhailov I.N., Semov V.N., Schlesinger A.E. (2006) Riphean-Vendian Sulfur-water-Abdulinsky avlakogen of the Russian plate and its oil and gas potential *Byull. MOIP.* **81**, 1. 3-15. (In Russ)
- Puchkov V.N. (2003) Uralides and Timanides, their structural connections and place in the geological history of the Ural-Mongolian folded belt. *Geology and Geophysics*, **44** (1-2), 28-39. (In Russ)
- cotese, with Golonka, J., Ross, M.I., Phanerozoic Paleogeographic and Paleoclimatic Modeling Maps, in A.F. Embry, B. Beauchamp, and D.J. Glass (editors), (1994) Pangea, Global Environments and resources, Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir **17**, 1-47.
- Shaboldin V.P. Tectonics of the Saratov region (2008) Saratov: Saratovneftegeofizika, 40 p. (In Russ)
- Simanovich I.M. (1966) Epigenesis and initial metamorphism of Shokshinsky quartzite-sandstones. M.: Nauka, (Tr. GIN. Academy of Sciences. **153**), 121 p. (In Russ)
- Sukhorukov V.I., Yatskevich S.V., Pisarenko V.Yu., Pisarenko Yu.A., Andreev G.N. (2016) Sedimentation and formation features of the formation of Riphean deposits of the Pachelma-Saratov avlakogen. The bowels of the Volga region and the Caspian **86**, 5, 18-43. (In Russ)
- The Bou-Azzer glaciation, (2012), Precambrian Research <http://www.elsevier.com/locate/precambres> *ELSEVIER VOLUMES CONTENTS* February, 196-197.
- Volozh Yu.A., Bykadorov V.A., Antipov M.P., Kheraskova T.N., Patina I.S., Postnikov N.S. (2021). On the borders and zoning of the Caspian oil and gas province. *Georesources*, **23**(1), 70-80. (In Russ) <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.8>
- Willner A., Gopon M., Glodny J., Schertl H.P., Puchkov V.N. (2019) Timanide (Ediacaran–Early Cambrian) Metamorphism at the Transition from Eclogite to Amphibolite Facies in the Beloretsk Complex, SW Urals. Russia. *J. Earth Sci.*, **30**, 6, 1144-1165.