



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

В.Г. КУЗНЕЦОВ^{1,2}, Л.М. ЖУРАВЛЕВА^{1,*}

¹ ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»
65, Ленинский пр-т, г. Москва 119991, Россия

² Институт проблем нефти и газа Российской академии наук
3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В статье рассматривается и обсуждается вариант образования и развития Прикаспийской впадины как результат дробления юго-восточного угла Восточно-Европейской платформы и выдвигание из нее по трехлучевой системе разломов жесткого блока — Устюрта.

Цель. Восстановление истории формирования и геологического развития Прикаспийской впадины.

Материалы и методы. В работе использованы результаты собственных исследований, а также многочисленные публикации по проблеме геологического строения и геологического развития региона.

Результаты. В результате исследования реконструирована история становления и развития Прикаспийской впадины, от образования краевого котловинного моря Палеотетиса к платформенной синеклизе. Выдвижение жесткого блока — Устюрта — привело при снятии нагрузки к подъему всей юго-восточной части платформы, денудации додевонских отложений, которые как реликтовые местами сохранились в грабенообразных прогибах и на склонах новообразованной глубоководной депрессии. При перемещении этого блока на восток — юго-восток от него «откалывались» отдельные блоки, на которых как отмельных участках формировались изолированные карбонатные платформы и рифы. В конце ранней перми в связи с замыканием Палеотетиса на месте современной Прикаспийской впадины сформировалось краевое котловинное море. Оно было изолировано с востока горными сооружениями Урала, с юга — кряжем Карпинского и дислокациями в пределах современного Мангышлака. Это в условиях аридного климата привело к формированию мощной соленосной толщи кунгура, которая и заполнила глубоководную впадину.

Ключевые слова: Прикаспийская впадина, Устюрт, рифообразование, изолированная карбонатная платформа

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование частично финансировано в рамках задачи FMME-2025-0012 ИПНГ РАН.

Для цитирования: Кузнецов В.Г., Журавлева Л.М. Основные этапы формирования и развития Прикаспийской впадины. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка.* 2025;67(4):158—170. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2025-67-4-158-170>
EDN: [ZKUBQO](https://www.edn.ru/)

Статья поступила в редакцию 20.04.2025

Принята к публикации 05.06.2025

Опубликована 22.12.2025

* Автор, ответственный за переписку

MAIN STAGES IN THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF CASPIAN DEPRESSION

VITALY G. KUZNETSOV^{1,2}, LILIYA M. ZHURAVLEVA^{1,*}

¹ National University of Oil and Gas “Gubkin University”
65, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia

² Oil and Gas Research Institute of the RAS
3, Gubkin str., Moscow 119333, Russia

ABSTRACT

Background. The article examines and discusses a possible scenario for the formation and development of the Caspian Depression as a result of fragmentation of the southeastern corner of the East European Platform and the advancement of a rigid block — Ustyurt — from this platform along a three-ray fault system.

Aim. To reconstruct the history of formation and geological development of the Caspian Depression.

Materials and methods. The authors' own data, as well as numerous publications on the problem of geological structure and geological development of the area under study, were used.

Results. The study reconstructs the evolution of the Caspian Depression from the formation of the marginal basin sea of Paleotethys toward a platform syncline. The advancement of the rigid block — Ustyurt — led, upon the removal of the load, to the uplift of the entire southeastern part of the platform and denudation of pre-Devonian deposits. These deposits are partially and strictly locally were preserved as relics in graben-like depressions and on the slopes of the newly formed deep-water depression. During the movement of this block toward the east or southeast, individual blocks split off therefrom, on which, as shoal areas, isolated carbonate platforms and reefs were formed. At the end of the Early Permian, in connection with the closure of Paleotethys, a marginal basin sea formed in the place of the modern Caspian Depression. It was isolated from the east by the mountain structures of the Urals, from the south — by the Karpinsky Ridge and dislocations within the modern Mangyshlak. Under arid climate conditions, this led to the formation of a thick salt-bearing stratum of the Kungurian stage, which filled the deep-water depression.

Keywords: Caspian Depression, Ustyurt, reef formation, isolated carbonate platform

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: the research is partly funded through the task FMME-2025-0012, ORGI RAS.

For citation: Kuznetsov V.G., Zhuravleva L.M. Main stages in the formation and development of Caspian depression. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2025;67(4):158—170. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2025-67-4-158-170>
EDN: [ZKUBQO](https://www.edn.ru/)

Manuscript received 20 April 2025

Accepted 05 June 2025

Published 22 December 2025

* Corresponding author

Прикаспийская впадина — одна из глубочайших, если не самая глубокая депрессия континентального блока Земли. Исследованием ее геологического строения и развития, причем с разных сторон, занимался и занимается широкий круг специалистов разного профиля, и большинство построений так или иначе исходит из положения об интенсивном прогибании, которое, во-первых,

обусловило большую глубину впадины и, во-вторых, привело к базификации — экологизации основания — фундамента.

Не ставя целью приводить и обсуждать существующие мнения об образовании и развитии такой экзотической и во многом уникальной структуры, как Прикаспийская впадина, заметим, что принципиальное отличие от существующих представлений

о ее строении и происхождении было высказано и обосновано в опубликованных в журнале «Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический» статьях [10], которые в значительной степени изменили не только представления о строении и развитии самой впадины, но и в более общем плане изменили ряд базовых тектонических представлений вообще.

Современные комплексные исследования в этом плане принадлежат сотрудникам Геологического института РАН, и результаты этих исследований достаточно полно опубликованы [4, 5, 18, 19 и др.]. При этом остаются неясными причины того, что в самой впадине имеются приподнятые блоки, на которых в те или иные периоды палеозоя шло мелководноморское карбонатонакопление в виде карбонатных платформ типа Астраханской и изолированных рифов типа Тенгиз, Кашаган, Карачаганак и др.

Материалом для изучения поставленных в работе вопросов послужили результаты собственных исследований геологии региона, а также анализ, в том числе критический, многочисленных опубликованных данных и представлений, которые отражены в библиографическом списке.

Не рассматривая и не комментируя подробно различные представления о происхождении этой своеобразной структуры, в настоящей статье авторы развивают и обосновывают один из вариантов образования и развития Прикаспийской впадины, идея которого была высказана ранее [11].

В целом предполагается рассмотреть и обсудить три блока вопросов: 1 — образование самой впадины и ее развитие в палеозое; 2 — карбонатонакопление и типы карбонатных формаций палеозоя Прикаспийской впадины и ее обрамления; 3 — нерешенные и спорные положения и, в связи с этим, направления и задачи дальнейших исследований.

Образование Прикаспийской впадины и схема ее развития в палеозое

Прежде чем обсуждать развитие этой структуры, рассмотрим некоторые детали в строении впадины и ее обрамления.

Во-первых, в отличие от западного, северного и северо-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы, где широко и достаточно полно представлены образования нижнего палеозоя, в обрамлении Прикаспийской впадины этих образований (за единичными исключениями) нет и осадочный чехол начинается только с отложений среднего девона.

Во-вторых, отложения нижнего палеозоя в виде исключения выполняют грабен, локализованный под Оренбургским валом, — структуру, в целом не типичную для тектонического строения Урало-Поволжья. Кроме того, образования этого возраста выявлены и по западному ограничению Прикаспийской впадины в зоне Линевско-Уметовской системы грабенов [15]: ордовикско-нижнесилурийские структуры установлены на Перещепновской и Восточно-Кудиновской площадях западного обрамления Прикаспийской впадины, а также по южному обрамлению Соль-Илецкого выступа, на его границе с самой впадиной. Это принципиально очень важное «исключение» из общей картины.

В-третьих, что очень существенно, к северо-западному углу Прикаспийской впадины подходит окончание Рязано-Саратовского прогиба и залегающего в его основании Пачелмского авлакогена. При этом непосредственно в зоне сочленения данной структуры с впадиной система разломов, ограничивающих этот авлакоген, «раздваивается», и одна ветвь, одно направление разломов существенно сбросового характера протягивается субширотно (в современных координатах); вторая — субмеридионально. Являются ли эти субмеридиональная и субширотная структуры авлакогенами или системой сбросовых нарушений — вопрос открытый, хотя представляется, что более вероятен второй вариант. Важно само наличие подобных дислокаций.

Существенные тектонические дислокации аналогичной ориентировки имеются и севернее Прикаспийской впадины — это Серноводско-Абдулинский авлакоген, разделяющий Татарский и Оренбургский выступы фундамента и выполненный рифейскими образованиями бавлинской свиты, и упомянутый выше грабен под Оренбургским валом.

Субмеридиональная система дислокаций, отражающая соответствующие разломы в фундаменте, имеется и вдоль западного борта Прикаспийской впадины, которая разделяет склон Воронежского щита — Приволжскую моноклираль — на две части.

Еще одной важной чертой геологического строения этого региона, казалось бы, непосредственно не относящейся к Прикаспийской впадине, является наличие примыкающей к ней тектонической структуры — Устюрта — жесткого блока, обрамленного складчатыми образованиями, которые более подробно будут рассмотрены ниже.

Возвращаясь непосредственно к Прикаспийской впадине, следует напомнить, что согласно

палеотектоническим реконструкциям литосферных плит территории СССР «В ордовике произошел раскол северной (в современных координатах восточной. — В.К.) окраины Восточной Европы, где была сформирована протяженная (почти 3000 км) внутриконтинентальная рифтовая зона, соединявшаяся, очевидно, с мировой рифтовой системой. В дальнейшем на месте этой рифтовой зоны возник Уральский палеоокеан» [8. Кн. 2. С. 291]. Небольшое, в определенной степени географическое, точнее, палеогеографическое замечание. Современная восточная граница Восточно-Европейской платформы имеет субмеридиональное простирание. На отмеченных выше реконструкциях Л.П. Зоненшайна с соавторами она имеет практически субширотную ориентировку и располагается в экваториальной зоне. Подобное положение, судя по картам в этой работе, сохраняется по крайней мере в течение всего палеозоя. Такая ориентировка вызывает сомнения, так как в ряде случаев противоречит геологическим данным. Так, по восточной границе платформы (опять-таки в современном положении) в перми в пределах Печорской синеклизы развиты угленосные толщи, а в Прикаспийской впадине — соленосные отложения, то есть фиксируется смена гумидного климата на аридный. Столь разные палеогеографические, или, точнее, палеоклиматические обстановки не могли одновременно существовать в экваториальной зоне, то есть хотя бы для перми реконструкция не точна. На картах Скоттисе современная Восточно-Европейская платформа под названием Baltica в течение палеозоя перемещалась из южной полушария в северную. При этом ее восточная граница опять-таки в современных координатах имела ССЗ–ЮЮВ ориентировку, что, скорее всего, ближе к реальной ситуации. Поэтому в тексте настоящей статьи постоянно будет использовано сочетание «восточная окраина платформы», хотя в палеозое подобное положение могло меняться, и данное выражение имеет чисто условное значение.

Обращаясь к анализу возникновения Уральского палеоокеана как части Палеотетиса, следует отметить, что «отрыв» части «жесткого» блока и его движение к востоку (в современных координатах) в виде «Казахского микроконтинента» произошел, в общем, по более или менее прямой линии в пределах северной и центральной части границы платформы в целом, а на ее юге, где существовала трехлучевая система разломов, произошло выкалывание и выдвигание жесткого — Устьюртского — блока

с образованием на этом месте коры «океанического» типа.

Положение об Устьюрте как части древней платформы было высказано авторами процитированной выше двухтомной монографии, однако они полагали, что он возник и начал отодвигаться от платформы из Днепровско-Донецкого авлакогена [8. Кн. 1. С. 63]. Последнее менее вероятно как по географическому положению, так и по строению разрезов Устьюрта, а также несомненно в соответствии геоморфологии Устьюрта и указанного авлакогена.

Первоначально, после отрыва и выдвигания жесткого блока Устьюрта, глубоководная Прикаспийская впадина была по площади меньше той, которая картируется к началу кунгурского соленакопления. В ее юго-западной части существовала мелководная зона в виде Астраханской карбонатной платформы; не исключено, что подобная мелководная полоса, возможно, простиралась и по южному обрамлению Прикаспийской впадины в виде тех образований, которые рисуются как изолированные карбонатные банки: Каратон-Пустынная, Северо-Каспийская группа и др. Были эти образования изолированными банками или частью общего расчлененного шельфа — вопрос вторичный. Вообще обсуждение связей Прикаспийского моря с находящимися южнее областями — вопрос, требующий специального рассмотрения и анализа, но на одном моменте хотелось бы остановиться. И тут необходимо коснуться интересной детали.

В европейской части Земли (естественно, в современных границах), в том числе в пределах России (Восточно-Европейской платформы) принято трехчленное деление каменноугольной системы, а в Северной Америке — двухчленное — это миссисипий и пенсильваний. В Прикаспийской же впадине временная граница миссисипий — пенсильваний фиксируется достаточно четко — это прекращение формирования Астраханской платформы, длительный перерыв в течение конца среднего и позднего карбона и лишь затем перекрытие ее отложениями нижней перми [1].

Аналогичен разрез и площади Карачаганак, где в течение позднего визе — серпухова формировалась крупная атолловидная постройка, в течение башкира — позднего карбона седиментация отсутствовала, а в поздней перми на одном краю общего карбонатного массива предшествующего возраста шло формирование крупного куполовидного рифа. Подобные временные

соотношения, зафиксированные в виде осадочных образований, практически синхронны событиям Северо-Американского континентального блока, который отделялся от Прикаспийского участка морями Палеотетиса. Другими словами, геологические события Палеотетиса нашли свое однотипное выражение как в Северной Америке, так и в Прикаспийском котловинном море этого палеоокеана.

Надо, однако, заметить, что подобное влияние американской части Палеотетиса сказалось практически только в пределах глубоководной части Прикаспийского котловинного бассейна. На обрамляющих его северном и западном шельфах, а также на жестком блоке Устюрта и его обрамлении процессы определялись воздействием Панталассы, а, точнее, его обширного шельфа в пределах Восточно-Европейской платформы. Здесь седиментация и смена литологических типов отложений в целом соответствовала тому, что происходило на Восточно-Европейской платформе, когда карбонатное осадкообразование в верейское и, частично, каширское время сменялось терригенным.

Поскольку возник вопрос об участии и значении Устюрта в формировании Прикаспийской впадины, следует кратко рассмотреть строение последнего.

Еще в начале тридцатых годов прошлого столетия А.Д. Архангельский предполагал, что под Устюртом располагается жесткая докембрийская глыба, а сам Устюрт является частью древней Восточно-Европейской плиты, которая «...первоначально выступала клином на юго-восток в пределы современного Устюрта», и это обусловило «...расщепление единой массы среднеазиатских горных сооружений на Уральскую и Копетдагскую ветви», поскольку «...Восточно-Европейская плита первоначально выступала клином на юго-восток в пределы современного Устюрта» [2. С. 359].

В свете сказанного полезно изложить некоторые более современные сведения о строении Устюрта.

Эта структура, по крайней мере ее часть, рисуется на тектонических картах как Северо-Устюртская впадина эпигерцинской платформы, что встречает ряд противоречий, касающихся строения и развития ее в палеозое. Так, по результатам специального целенаправленного изучения фундамента Туранской плиты было показано, что «...фундамент Северо-Устюртской впадины имеет каледонский, а возможно, и более древний возраст» [17. С. 159]. В более поздних работах указывается, в частности, спокойное залегание

недислоцированных отложений среднего и верхнего палеозоя на фундаменте, который считается байкальского возраста [14]. Подобный допалеозойский возраст фундамента рисуется на ряде тектонических карт [3, 6 и др.].

Важно также отметить значительную общность строения палеозойских, точнее, средне- и частично верхнепалеозойских отложений Восточно-Европейской платформы и Устюрта. В обоих случаях это карбонатные толщи верхнего девона — турне, среднего визе — серпухова — намюра и разделяющие их терригенные комплексы нижнего визе. При этом возникает вопрос: если на платформе, юго-восточный угол которой после выдвижения Устюрта был приподнят, досреднедевонские отложения не формировались или были денудированы, то на Устюрте подобного подъема не было и отложения нижнего палеозоя, возможно, в виде останцов, сохранились в основании разреза или пути перемещения этого блока.

Рассматривая изначально Устюртский блок как часть юго-восточной окраины Восточно-Европейской платформы, интересно в самом общем виде сравнить его строение со строением уже северо-восточной части этой платформы — Печорской синеклизой, имеющей протерозойский возраст фундамента [16. С. 3 и далее], и одновременно обсудить проблему, почему в одном случае при раскрытии Уральского палеоокеана как части Палеотетиса на юге произошел отрыв и выдвижение жесткого блока — Устюрта, в то время как на севере подобного события не было. Дело, видимо, в том, что на севере и на юге был несколько различный характер дизъюнктивной тектоники. В частности, на севере преобладала субмеридиональная в современных координатах система разломов, в то время как на юге существовала трехлучевая система подобных нарушений в виде отмеченных выше Пачелмского авлакогена, Сарпинской и Новоалексеевской дислокаций — «классическая» ситуация для отрыва и выдвижения геоблоков, что и произошло в данном конкретном случае. На севере регион современной Печорской синеклизы сохранился в составе древней платформы, а на юге по системе трехлучевых разломов произошел отрыв углового блока, его выдвижение, удаление из состава платформы с образованием с одной стороны «остатка» древней платформы с протерозойским фундаментом в виде Устюрта, а с другой — Прикаспийского котловинного моря как краевой части Уральского палеоокеана, которая и приобрела черты платформенной синеклизы в лучшем случае лишь с конца перми (рис. 1).

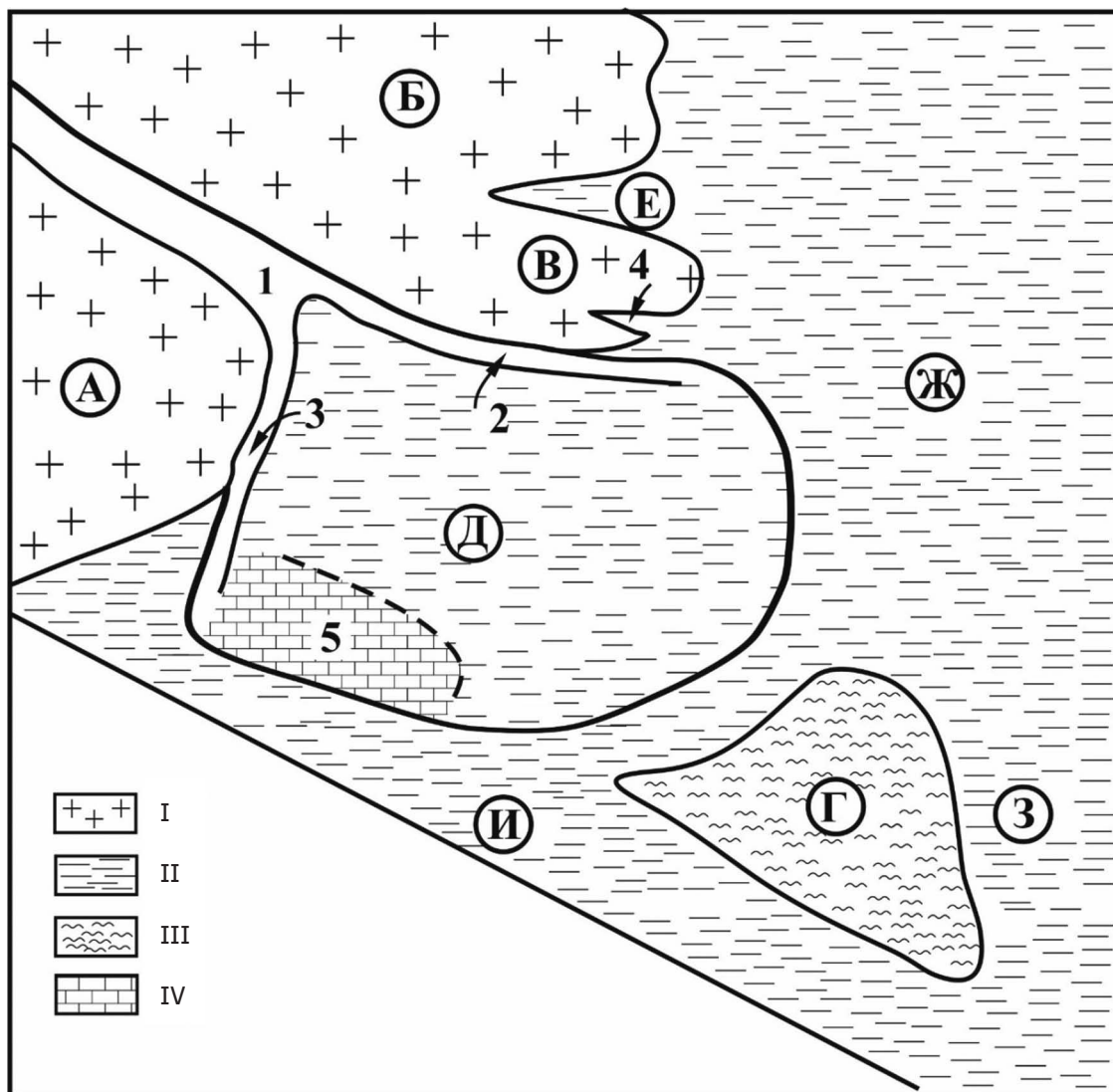


Рис. 1. Схема основных тектонических элементов юго-востока Восточно-Европейской платформы и ее обрамления в палеозое: I — поднятия фундамента Восточно-Европейской платформы; II — глубоководные прогибы разного уровня и различного происхождения; III — отмельные мелководные зоны с карбонатнакоплением; IV — Уstyurt — жесткий блок с докембрийским основанием. А — Воронежская антеклиза, Б — Волго-Уральская антеклиза, В — Оренбургский выступ фундамента, Г — Уstyurt, Д — Прикаспийская впадина — краевое котловинное море Уральского палеоокеана как части Палеотетиса, Е — Серноводско-Абдулинский авлакоген, Ж — Уральский палеоокеан как часть Палеотетиса; в конце перми — горно-складчатая система Урала, З — Мугоджары, И — кряж Карпинского и зона дислокаций Мугоджар (Донбасс-Туаркырская, Сарматско-Туаркырская зона). 1 — Пачелмский авлакоген, позднее — Рязано-Саратовский прогиб, 2 — Новоалексеевская система дислокаций, 3 — Сарпинская система дислокаций, 4 — грабен под Оренбургским валом, 5 — Астраханская карбонатная платформа

Fig. 1. Scheme of the main tectonic elements of the southeast of the East European platform and its framing in the Paleozoic: I — uplifts of the basement of the East European platform; II — deep-water depressions of different levels and various origins; III — shallow water zones with carbonate accumulation; IV — Ustyurt — a rigid block with a Precambrian basement. A — Voronezh anteclise, B — Volga-Ural anteclise, B — Orenburg basement uplift, Г — Ustyurt, Д — Caspian depression — marginal basin sea of the Ural paleo-ocean, E — Sernovodsk-Abdulino aulacogen, Ж — Ural paleo-ocean as part of Paleotethys; at the end of the Permian — Ural mountain-fold system, З — Mugodzhary, И — Karpinsky ridge and Mugodzhary dislocation zone (Donbass-Tuarkyr, Sarmatian-Tuarkyr zone). 1 — Pachelma aulacogen, later — Ryazan-Saratov depression, 2 — Novoalekseevskaya system of dislocations, 3 — Sarpinskaya system of dislocations, 4 — graben under the Orenburg swell, 5 — Astrakhan carbonate platform

Полезно добавить, что фундамент восточной части Восточно-Европейской платформы в области между Печорской и Прикаспийской впадинами — Волго-Уральской антеклизы в широком понимании этой структуры — в основе своей архейский и нижнепротерозойский.

Несколько отклоняясь от основной темы, но, тем не менее, оставаясь в ее рамках, полезно обсудить вопрос о причинах появления и наличия субширотных (в очередной раз повторим — в современных координатах) дислокаций, и прежде всего разломов и грабенов, которые присутствуют на юге в Прикаспийской впадине и ее обрамлении и отсутствуют в Печорской синеклизе. Дело, видимо, в том, что развитие южной части Восточно-Европейской платформы, в отличие от ее северо-восточного угла, происходило под воздействием двух мобильных краевых зон палеоокеанов. Как отмечают авторы обстоятельного анализа позднекембрийских и палеозойских событий на Восточно-Европейской платформе и смежных палеоокеанических областях [18], в конце кембрия — ордовике по восточной окраине платформы формировалась система рифтов Сакмарской, Елецкой, Лемвинской и Малопечорской зон, что позднее привело к образованию Уральского палеоокеана как части Палеотетиса, а на юге платформы в Прикаспии возник Тугароченский рифт как часть системы обрамляющих Прото- и Палеотетис структур, которые обеспечили формирование субширотных разломов, в том числе грабенов, типа такого, который развит под Оренбургским валом, а также Новоалексеевского, который вместе с Сарпинским образовали трехлучевую систему, обеспечившую выдвигание Устюртского блока. Другими словами, на юго-востоке Восточно-Европейской платформы существовала система взаимно перпендикулярных дизъюнктивных дислокаций, в том числе тех, которые «очертили» Прикаспийскую впадину в ее современных границах. На севере же, повторим — в современных координатах, — жесткий блок с покрывающими его мелководными бассейнами распространялся и севернее современной Печорской синеклизы, и отложения этих бассейнов распространены под акваторией современного Баренцева моря.

Для завершения вопросов по сравнительному анализу двух экзогональных, по терминологии В.С. Журавлева [7], впадин Восточно-Европейской платформы — Печорской и Прикаспийской следует отметить и повторить, что первая развивалась как платформенная синеклиза в течение

всего фанерозоя, в то время как Прикаспийская — в течение палеозоя, по крайней мере до средней — поздней перми представляла собой краевое котловинное море Палеотетиса и приобрела черты платформенной синеклизы в лучшем случае лишь с конца перми.

Возвращаясь непосредственно к объекту исследования — Прикаспийской впадине — следует констатировать, что выдвигание блока из юго-восточного угла платформы привело к резкому снижению вертикальных нагрузок. Это, в свою очередь, согласно законам изостазии вызвало подъем астеносферы и, как следствие, всего юго-восточного угла платформы. Именно этим можно объяснить отсутствие осадочного чехла — если в кембрии и ордовике и были какие-либо осадки, то они, а частично подстилающие их породы фундамента, были денудированы и материал шел на заполнение глубокой впадины. Видимо, именно этот тип отложений существует на склонах Соль-Илецкого выступа в зоне его сочленения с Прикаспийской впадиной. Здесь скважинами вскрыты отложения ордовика суммарной мощностью около 1400 м, которые представлены кварцевыми песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов и известняков. Не исключено, что эти отложения являются уже склоновыми образованиями Прикаспийского краевого котловинного моря Уральского палеоокеана как части Палеотетиса. При этом, как справедливо указывают авторы обстоятельного анализа докембрийских и палеозойских событий, на развитие последнего влияли и задуговые бассейны Палеотетиса [18].

Вместе с тем полного заполнения и «выравнивания» дна не произошло, и в девоне впадина была глубоководной с некомпенсированным осадконакоплением. На границах мелководных «шельфовых» участков с преимущественным карбонатонакоплением в позднем девоне, карбоне и ранней перми до артинского века включительно формировались протяженные рифовые системы.

Факт подъема юго-восточного угла Восточно-Европейской платформы может быть объяснен в рамках упомянутого выше представления о наличии плюма, действие которого могло, во-первых, обусловить указанный подъем и, во-вторых, определить базификацию и, соответственно, ликвидацию и отсутствие гранитного слоя.

Этот вариант в данном случае представляется менее применимым по двум обстоятельствам. Во-первых, если можно так выразиться, территориальная или, в более общей формулировке, пространственная сопряженность Палеотетиса

и Прикаспийской впадины как его части — краевого котловинного моря. Во-вторых, синхронность заложения и развития этого палеоокеана и заложения и развития Прикаспийской впадины, которая оказала явное влияние на прилегающие участки платформы, что, в частности, зафиксировано указанным выше наличием грабена с соответствующим осадочным выполнением под Оренбургским валом.

Рассматривая непосредственно процессы движения Устюртского блока, следует отметить, что с этим массивом тоже происходили определенные изменения, в частности, от него по мере передвижения «откалывались» отдельные блоки того или иного размера. Поскольку их поверхность была выше, и часто существенно выше дна окружающего бассейна, то здесь уже в девоне — карбоне — ранней перми на них или по их обрамлению могли накапливаться мелководные карбонатные осадки, в том числе формироваться рифы. Таковы, например, отмеченные выше массив Карачаганак и Приморская платформа. В конечные этапы перемещения Устюрта внутриблоковые связи несколько ослабевали, напряжения усиливались, и число таких блоков-останцов возрастало, в результате чего в «тыловой» части Устюртского мегаблока откалывалось больше подобных «локальных» блоков — отмельных участков, чем в начальные этапы отрыва и перемещения. В итоге на востоке впадины образовался ряд отмельных участков, где формировались изолированные карбонатные платформы, нередко окруженные рифами, а также отдельные крупные рифовые массивы: Тенгиз, Кенкияк, Урихтау, Башенколь; возможно, как часть основного Устюртского блока — Енбек-Жаркамыйский и Южно-Эмбинский шельфы.

В итоге подобных перемещений и образования глубокой впадины сформировалось краевое котловинное море Уральского палеоокеана. Об открытых связях этого внутреннего бассейна с палеоокеаном свидетельствует, например, тот факт, что в девоне в пределах западного бортового уступа обитала фауна уральского облика, в то время как западнее на коротком расстоянии это была уже фауна Центрального девонского поля [9].

Во второй половине карбона началось замыкание Уральского палеоокеана, что в итоге привело к формированию складчатого и, что в данном случае более важно, Горного Урала, который к середине перми ограничил Прикаспийский бассейн с востока. При этом собственно Урал и его продолжение — Мугоджары — оказались ограниченными с юга жестким блоком

Устюрта. Одновременно тектонические движения на юге привели к формированию кряжа Карпинского и складчатых сооружений Мангышлака. Это общее поднятие Восточно-Европейской платформы и изоляция бассейнов, покрывающих ее восточную часть, по крайней мере, примерно до современной долготы р. Волги, обусловили повышение солености вод бассейнов, покрывающих восточную часть платформы и мощное соленакопление в кунгуре, которое, в целом, заполнило ранее не компенсированную осадконакоплением депрессию, и с этого времени Прикаспийская впадина развивалась как обычная платформенная синеклиза.

Карбонатонакопление и типы карбонатных формаций Прикаспийской впадины и ее обрамления

Первоначальное карбонатонакопление в Прикаспийской впадине, а точнее, в ее обрамлении датируется средним девонем, когда формировалась автохтонная терригенная формация эйфеля — начала франа, в которой на определенных временных уровнях происходило карбонатонакопление и локально — рифообразование. Подобные объекты распространены по западному, северо-западному и северному обрамлению Прикаспийской впадины. С семилукского — доманиковского времени позднего девона и до кунгурского века перми с теми или иными перерывами в начале визе, среднем карбоне (верейском, местами каширском веках) карбонатонакопление продолжалось до кунгурского века перми, когда мощное соленакопление заполнило глубоководную впадину и Прикаспийский бассейн как часть Палеотетиса перми прекратил свое существование.

Поскольку карбонатонакопление и рифообразование как часть его рассматривались в ряде публикаций [12, 13 и др.], основное внимание в данном случае следует обратить на частный случай — рифообразование в самой впадине.

Локализация рифовых построек, равно как и других типов карбонатных отложений, определяется рядом причин.

Некоторые рифовые сооружения в самой западной части Прикаспийского глубоководного бассейна начали формироваться на сводах локальных тектонических поднятий, которые оказались в зонах достаточной освещенности и, соответственно, развития фотосинтезирующих организмов. Существенно более мощное, а главное — принципиально более важное и разнообразное по типам карбонатонакопление, в том числе рифообразование, определялось здесь другими

факторами, причем генетическая интерпретация этих образований далеко не всегда является общепринятой.

В крайне упрощенном и обобщенном виде здесь можно выделить три типа карбонатных образований: одиночные изолированные рифы, изолированные отмели с карбонатонакоплением, которые ныне обозначаются как карбонатные платформы, нередко с рифовым обрамлением, и карбонатные шельфы, также с возможным рифовым обрамлением на границах этих шельфов с глубоководными участками бассейнов.

Общей причиной формирования подобных карбонатных образований было, повторим, выдвижение Устюртского блока и то, что по мере передвижения на восток — восток — юго-восток от него откалывались отдельные блоки того или иного, но существенно меньшего размера. Поскольку их поверхность была выше, а нередко существенно выше дна водоема, здесь, в зоне фотосинтеза уже в девоне, а достоверно в карбоне — ранней перми на их поверхности и на их границах формировались карбонатные отложения, в том числе рифовые постройки.

Полезно отметить, что такая ситуация вовсе не единична и исключительна, подобные «останцы» с последующим мелководным карбонатонакоплением на их поверхности известны в других регионах при существенно более крупных и даже грандиозных тектонических перестройках. Так, при распаде Пангеи в результате движения литосферных плит и отделения Африканского блока от Евразийского в новообразующемся Тетисе в пределах современной Италии, Испании и южной Франции описаны достаточно многочисленные образования подобного рода — останцы — разного размера [20—22]. В качестве примера можно отметить триасовые изолированные карбонатные платформы Селла, Латемар, Соссолунго, Чернера в Доломитовых Альпах, верхнеюрские Бургундская и Центральная во Франции, Фрицан в северной Италии и Словении и др.

Возвращаясь непосредственно к объекту исследования, следует указать, что наряду с относительно небольшими отчетливо изолированными блоками, на которых формировались рифы, а также небольшие, обрамленные рифами отмели с карбонатонакоплением — карбонатные платформы, — здесь в пределах восточной бортовой зоны Прикаспийской впадины находится относительно узкая, но протяженная полоса развития карбонатных отложений, которые описываются как Енбек-Жаркамысский и Южно-Эмбинский шельфы.

Относительно этих образований важно решить вопрос: это действительно шельфы Устюртского блока — микроконтинента или вытянутые в субмеридиональном направлении изолированные карбонатные платформы.

В пределах Енбек-Жаркамысского шельфа, примем пока этот термин, установлены два карбонатных комплекса — верхнемосковско-верхнекаменноугольная толща КТ-I, перекрывающая терригенные отложения турне — среднего визе, сложенная известняками и доломитами с пачками ангидритов в ее верхах, и окско-башкирская КТ-II, сложенная преимущественно известняками. Толщи эти разделены терригенными отложениями мощностью до 350—500 м. К западу, в сторону собственно впадины, мощности карбонатных отложений резко сокращаются, замещаются глубоководными кремнисто-карбонатно-глинистыми отложениями. При этом высота визейско-нижнемосковского уступа достигает 1000—1200 м, а верхнемосковско-верхнекаменноугольного — 500—600 м. Важно подчеркнуть, что более молодой уступ смещен относительно древнего, причем такое смещение составляет около 20 км.

Подобное строение разрезов дает основание сделать два важных вывода. Во-первых, что это были не изолированные отмели, а именно шельфовые, примыкающие к Устюртскому блоку участки, откуда, возможно, и поступал терригенный, в том числе глинистый материал. Во-вторых, это показывает, что Устюрт и Восточно-Европейская платформа развивались более или менее синхронно, поскольку именно в эти временные интервалы — начала визе и начала среднего карбона, хотя и с некоторым смещением, на платформе также формировались терригенные комплексы. Скорее всего, это было результатом если не глобальных, то региональных эвстатических колебаний, в частности относительного снижения уровня Уральского палеоокеана.

Заключение

В виде определенного заключения — некоторые вопросы, которые полезно обсудить, снять противоречия, более подробно исследовать, обосновать выводы и наметить некоторые возможные направления дальнейших исследований.

Прежде всего целесообразно оценить хотя бы полуколичественно возможности образования восьми-десятикилометровых по мощности докунгурских подсолевых отложений в самой Прикаспийской впадине за счет поставки материала для хотя бы частичного заполнения

образовавшейся глубокой депрессии с областей Воронежского щита и Волго-Уральской антеклизы, где, как было отмечено выше, отложения этого возраста отсутствуют и которые, по крайней мере до среднедевонского времени, служили или могли служить областью денудации. О том, что подобные поставки материала и, соответственно, его осаждение реально существовали, свидетельствуют отмеченные выше примеры наличия преимущественно обломочных отложений на склонах Соль-Илецкого выступа — кварцевых песчаников с прослоями алевролитов, аргиллитов и известняков мощностью около 1400 м, а также известняков с прослоями аргиллитов, алевролитов, мергелей, а иногда и гравелитов силура [18. С. 38, 40].

Следующий вопрос, требующий уточнения, связан с отмеченным выше фактом наличия длительного перерыва в течение конца среднего и в позднем карбоне в пределах Астраханской платформы и площади Карачаганак. Действительно, здесь отсутствовало какое-либо осадконакопление или, что характерно именно для глубоководной седиментации, осаждение все же существовало, но в связи с очень малой скоростью и, как следствие, очень малыми мощностями оно просто «пропускается», особенно учитывая тот факт, что подобные разрезы здесь исследуются только по материалам бурения при ограниченном отборе керна.

Второй комплекс проблем связан с Устюртским блоком.

Возвращаясь ко времени отрыва Устюртского блока и его перемещения на восток — юго-восток, интересно детально изучить его разрезы, в частности, в его западном ограничении, с точки зрения наличия здесь нижнепалеозойских отложений. Если на платформе, в ее юго-восточном углу отложения этого возраста в связи с воздыманием были полностью денудированы, то в этом блоке они могли хотя бы частично, фрагментарно сохраниться и, с одной стороны, подтвердить предложенную схему, а с другой — существенно детализировать раннепалеозойскую историю региона.

Далее, важно уточнить и выяснить строение и, что важно, возраст фундамента и, соответственно, соотношение последнего с таковым платформы. В рамках этого же объекта следует изучить и восстановить историю формирования самого Устюрта, в частности формирование его

современной морфологии. Ранее было отмечено, что его морфология существенно, если не сказать принципиально, не соответствует тому, чтобы быть оторванной и выдвинутой из зоны ДДВ и Донбасса. Строго говоря, его треугольная форма отличается и от изометричной относительно прямоугольной морфологии Прикаспийской впадины. Полезно повторить, что краевые части «Палеоустюрта» (примем пока этот условный термин) могли быть переработаны в процессах герцинского орогенеза и вошли в состав обрамляющих его складчатых поясов, либо хотя бы частично вошли в состав фундамента Туранской плиты. Произошло это дробление во время перемещения всего блока в раннем палеозое или позднее, уже на стадии герцинского орогенеза — вопрос открытый, но для проблемы формирования Прикаспийского глубоководного бассейна это не принципиально. Другое дело, что эти существенно более мелкие «останцы» могли служить цоколем, на котором могли формироваться одиночные изолированные рифы. Подобная ситуация, кстати, имеет место в палеозое Гарца в Германии.

Наконец, что неоднократно отмечалось выше, интересно и важно установить источник или источники глинистого материала соответствующих пачек, разделяющих карбонатные толщи Устюрта. Были ли это восточные области самого Устюрта или какие-то объекты вне его. Для Восточно-Европейской платформы основным источником подобного материала были Балтийский и Воронежский щиты и продукты их денудации, но, как отмечено выше, на восток Прикаспийской впадины через глубоководное Прикаспийское море и смежные районы Уральского океана эти продукты поступать не могли. Важно поэтому, повторим, установить, была ли источником этого материала восточная часть Устюрта или какие-то другие области.

Возвращаясь к началу статьи и ее заголовку, следует повторить, что в палеозое, точнее в силуре — ранней перми, она представляла собой краевое котловинное море палеозойских океанов, а с поздней перми, мезозое и кайнозое — платформенную синеклизу.

Завершая настоящую статью, авторы считают своей приятной обязанностью выразить благодарность рецензенту за сделанные замечания, учет которых способствовал улучшению качества изложения материала и аргументации основных положений статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов М.Р., Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н., Хераскова Т.П., Парасына В.С., Токман А.К., Танакин О.В., Ильин А.Р., Бродский А.Я., Глоговский В.М., Сапожников Р.Б. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность. М.: Научный мир, 2008. 221 с.
2. Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР. М.-Л.: Гос. научно-техническое геологоразведочное изд-во, 1932. 425 с.
3. Банковский С.Ю., Иванова Т.Д., Шеин В.С. Фациально-палеогеографическое картирование нефтегазоносных областей с учетом палеогеодинамических реконструкций плит (на примере юго-восточной части Восточно-Европейского континента). Геология и геодинамика нефтегазоносных бассейнов СССР. М., 1990. 196 с.
4. Волож Ю.А., Антипов М.П., Хафизов С.Ф. Об условиях формирования Прикаспийской впадины. Нефтяное хозяйство, 2024, № 5. С. 8—15.
5. Волож Ю.А., Мельников П.Н., Милетенко Н.В., Орешкин И.В., Петров Е.И., Хафизов С.Ф. Освоение ресурсов углеводородов глубоких горизонтов Прикаспийской нефтегазоносной провинции. Геология нефти и газа, 2024. № 5. С. 5—16.
6. Волож Ю.А., Сапожников Р.Б. Строение фундамента Западного Казахстана по геофизическим данным. Советская геология. 1974. № 2. С. 78—93.
7. Журавлев В.С. Сравнительная тектоника Печорской, Прикаспийской и Северо-Морской экзогональных впадин Европейской платформы. Тр. ГИН. Вып. 232. М.: Наука, 1972. 407 с.
8. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. М.: Недра, 1990. Кн. 1. 328 с. Кн. 2. 334 с.
9. Карпов П.А., Назаренко А.М., Нечаева М.А., Шевченко В.И. Стратиграфия девонских отложений Доно-Медведицкого вала и Терсинской депрессии. Тр. Волгоград. НИИ нефт. и газ. пром-ти. Вып. 1. М.: Гостоптехиздат, 1962. С. 17—38.
10. Кирюхин Л.Г., Сапожников Р.Б., Шлезингер А.Е., Яншин А.Л. Прикаспийский палеозойский глубоководный бассейн. Статья 1. Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1980. Т. 5. Вып. 6. С. 40—53. Статья 2. Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1981. Т. 56. Вып. 5. С. 29—39.
11. Кузнецов В.Г. Некоторые особенности развития Прикаспийской впадины. Фундаментальный базис новых технологий нефтяной и газовой промышленности. М.: Наука, 2000. С. 35—39.
12. Кузнецов В.Г. Палеозойские рифы Прикаспийской впадины и их нефтегазоносность. Статья 1. Геологическое развитие Прикаспийской впадины и распространение рифов. Изв. вузов. Геология и разведка. 2007. № 2. С. 6—14.
13. Кузнецов В.Г. Палеозойские рифы Прикаспийской впадины и их нефтегазоносность. Статья 2. Типы рифов Прикаспийской впадины и их нефтегазоносность. Изв. вузов. Геология и разведка. 2007. № 3. С. 6—14.
14. Оздоев С.М. Тектоника и нефтегазоносность Северного Устюрта. Алма-Ата: Наука, 1977. 101 с.
15. Рихтер Я.А. Современные проблемы геологии и нефтегазоносности Прикаспийской впадины. Изв. Саратовского ун-та. Нов. серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21. Вып. 4. С. 281—290.
16. Тимонин Н.И. Печорская плита: история геологического развития в фанерозое. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 240 с.
17. Фундамент, основные разломы Туранской плиты в связи с ее нефтегазоносностью. М.: Недра, 1970. 248 с.
18. Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Антипов М.Р., Быкадоров В.А., Постникова И.С. Корреляция позднедевонских и палеозойских событий на Восточно-Европейской платформе и смежных палеотектонических областях. Геотектоника. 2015. № 1. С. 31—59.
19. Хераскова Т.Н., Волож Ю.А., Антипов М.П., Быкадоров В.А., Постникова И.С. Особенности строения и развития юго-восточной части Восточно-Европейской платформы и Прикаспийской впадины. Геотектоника. 2020. № 5. С. 29—54.
20. Bosellini A. Progradation geometry of carbonate platforms: examples from the Triassic of Dolomites, Northern Italy. *Sedimentology*, 1984. V. 31. P. 1—24.
21. Bosellini A. Dynamics of Tethian Carbonate Platforms // Controls on Carbonate Platform and Basin Development. *SEPM Sp. Publ.* 1989. No. 44. P. 3—13.
22. Föllmi K.B. Evolution the Mid-Cretaceous Triad // *Lectures Notes in Earth Sciences*. Springer Verlag, Heidelberg, 1989. V. 23. 159 p.

REFERENCES

1. Antipov M.R., Volozh Ju.A., Dmitrievskij A.N., Heraskova T.P., Parasyna V.S., Tokman A.K., Tanakin O.V., Il'in A.R., Brodskiy A.Ya., Glogovskij V.M., Sapozhnikov R.B. *Astrakhan carbonate massif. Structure and oil and gas potential*. Moscow: Scientific World, 2008. 221 p. (In Russ.).
2. Arkhangelsky A.D. *The geological structure of the USSR*. Moscow — Leningrad: State Scientific and Technical Geological Exploration Publishing House, 1932. 196 p. (In Russ.).
3. Bankovsky S.Yu., Ivanova T.D., Shein V.S. Facies-paleogeographic mapping of oil and gas-bearing regions, taking into account paleogeodynamic reconstructions of plates (on the example of the southeastern part of the East European continent). *Geology and geodynamics of oil and gas basins of the USSR*. Moscow, 1990. 196 p. (In Russ.).
4. Volozh Yu.A., Antipov M.P., Hafizov S.F. On the conditions of formation of the Caspian basin. *Oil Industry*. 2024. No. 5. P. 8—15 (In Russ.).

5. Volozh Yu.A., Melnikov P.N., Miletenko N.V., Oreshkin I.V., Petrov E.I., Hafizov S.F. Development of hydrocarbon resources in the deep horizons of the Caspian oil and gas province. *Oil and Gas Geology*. 2024. No. 5. P. 5—16 (In Russ.).
6. Volozh Yu.A., Sapozhnikov R.B. The structure of the base of Western Kazakhstan according to geophysical data. *Soviet Geology*. 1974. No. 2. P. 78—93 (In Russ.).
7. Zhuravlev V.S. Comparative tectonics of the Pechora, Caspian, and North-Sea exogonal hollows of the European Platform. *Works of GIN RAS. Issue 232*. Moscow: Nauka Publ., 1972. 407 p. (In Russ.).
8. Zonenschein L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. *Tectonics of the lithospheric plates of the USSR territory*. Moscow: Nedra Publ., 1990. Book 1. 328 p. Book 2. 334 p. (In Russ.).
9. Karpov P.A., Nazarenko A.M., Nechaeva M.A., Shevchenko V.I. Stratigraphy of Devonian deposits of the Don-Medveditsk Shaft and the Tersin Depression. *Tr. Volgograd region Oil and Gas Research Institute. Issue 1*. Moscow: Gostoptekhizdat, 1962. P. 17—38 (In Russ.).
10. Kirjuhin L.G., Sapozhnikov R.B., Shlezinger A.E., Yanshin A.L. The Caspian Paleozoic deep-sea basin. Article 1. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Section geology*, 1980. Vol. 5. Issue. 6. P. 40—53. Article 2. *In the same place*, 1981. Vol. 56. Issue 5. P. 29—39 (In Russ.).
11. Kuznecov V.G. Some features of the development of the Caspian basin. *Fundamental basis of new technologies of the oil and gas industry*. Moscow: Nauka Publ., 2000. P. 35—39 (In Russ.).
12. Kuznecov V.G. Paleozoic reefs of the Caspian basin and their oil and gas potential. Article 1. Geological development of the Caspian basin and reef distribution. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*, 2007. No. 2. P. 6—14 (In Russ.).
13. Kuznecov V.G. Paleozoic reefs of the Caspian basin and their oil and gas potential. Article 2. reefs types of the Caspian Depression and their oil and gas content. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*, 2007. No. 3. P. 6—14 (In Russ.).
14. Ozdov S.M. *Tectonics and oil and gas potential of Northern Ustyurt*. Alma Ata: Nauka Publ., 1977. 101 p. (In Russ.).
15. Rihter Ja.A. Modern problems of geology and oil and gas potential of the Caspian basin. *Proceedings of the Saratov University. Earth Sciences*. Vol. 21. Issue 4. P. 281—290 (In Russ.).
16. Timonin N.I. The Pechora Plate: the history of geological development in the Phanerozoic / *Yekaterinburg. Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*, 1998. 240 p. (In Russ.).
17. *The base, the main faults of the Turanian plate in connection with its oil and gas potential*. Moscow: Nedra Publ., 1970. 248 p. (In Russ.).
18. Heraskova T.N., Volozh Ju.A., Antipov M.R., Bykadorov V.A., Postnikova I.S. Correlation of Late Precambrian and Paleozoic Events on the East European Platform and Adjacent Paleotectonic Regions // *Geotectonics*. 2015. No. 1. P. 31—59 (In Russ.).
19. Heraskova T.N., Volozh Ju.A., Antipov M.R., Bykadorov V.A., Postnikova I.S. Features of the structure and development of the southeastern part of the East European Platform and the Caspian Basin. *Geotectonics*, 2020. No. 5. P. 29—54 (In Russ.).
20. Bosellini A. Progradation geometry of carbonate platforms: examples from the Triassic of Dolomites, Northern Italy. *Sedimentology*. 1984. V. 31. P. 1—24.
21. Bosellini A. Dynamics of Tethian Carbonate Platforms // *Controls on Carbonate Platform and Basin Development*. SEPM Sp. Publ. 1989. No. 44. P. 3—13.
22. Föllmi K.B. *Evolution the Mid-Cretaceous Triad*. Lectures Notes in Earth Sciences. Springer Verlag, Heidelberg, 1989. V. 23. 159 p.

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Журавлева Л.М. — внесла вклад и подготовила текст статьи, провела сбор, обработку и анализ данных, утвердила окончательную версию статьи для публикации и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Кузнецов В.Г. — внес вклад и подготовил текст статьи, провел сбор, обработку и анализ данных, утвердил окончательную версию статьи для публикации и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Liliya M. Zhuravleva — contributed and prepared the text of the article, collected, processed, and analyzed data, approved the final version of the article for publication, and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

Vitaly G. Kuznetsov — contributed and prepared the text of the article, collected, processed, and analyzed data, approved the final version of the article for publication, and agrees to take responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кузнецов Виталий Германович — доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры литологии ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»; главный научный сотрудник Института проблем нефти и газа Российской академии наук.

65, Ленинский пр-т, г. Москва 119991, Россия

3, ул. Губкина, г. Москва 119333, Россия

e-mail: vgkuz@yandex.ru

тел.: +7 (499) 507-91-72

SPIN-код: 9477-8454

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-0119>

Журавлева Лилия Маратовна* — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры литологии ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина».

65, Ленинский пр-т, г. Москва 119991, Россия

e-mail: zhurawlewa.lilia@yandex.ru

тел.: + 7 (499) 507-91-71

SPIN-код: 1266-2519

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0360-5414>

Vitaly G. Kuznetsov — Dr. Sci. (Geol.-Mineral.), Professor of the Department of Lithology at Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University); Chief Researcher at Oil and Gas Research Institute of the RAS.

65, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia

3, Gubkin str., Moscow 119333, Russia

e-mail: vgkuz@yandex.ru

tel.: +7 (499) 507-91-72

SPIN-code: 9477-8454

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4425-0119>

Liliya M. Zhuravleva* — Cand. Sci. (Geol.-Mineral.), Associate Professor of the Department of Lithology at Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University).

65, Leninsky ave., Moscow 119991, Russia

e-mail: zhurawlewa.lilia@yandex.ru

tel.: + 7 (499) 507-91-71

SPIN-code: 1266-2519

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0360-5414>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author