Научная статья
УДК 551.736; 551.83; 552.54. (470.57)
DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-6

ГЕНЕЗИС НЕПТУНИЧЕСКИХ ДАЕК В СТЕРЛИТАМАКСКИХ ШИХАНАХ

В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, 450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, gorozhanin@ufaras.ru

Обзор имеющихся представлений о распространенности, морфологии и генезисе нептунических даек, секущих карбонатные рифовые нижнепермские массивы показал неоднозначность в трактовке их генезиса — они рассматривались как конседиментационные межбиогермные полости, прослои, связанные с периодическим затоплением рифов, а также как заполнение тектонических трещин. Новые данные, полученные в ходе полевых наблюдений на массивах Торатау, Юрактау и в карьере Шахтау, позволили установить большое морфологическое разнообразие нептунических даек и прийти к заключению, что в формировании некоторых тел можно выделить стадии, отражающие этапы спокойной и активной (катастрофической) седиментации. Последний сопровождался образованием подводно-оползневых складок, брекчий дробления и структур обрушения крупных блоков рифовых пород. Глубокие части тектонических расселин на г. Юрактау, куда не мог достигать материал перекрывающих отложений, «залечивались» радиально-лучистыми агрегатами кристаллов кальцита.

Нептунические дайки являются индикаторами сейсмического воздействия на рифовую зону в западном борту Предуральского прогиба и отражают влияние раннепермской коллизии и роста Уральских гор на прилегающую часть Восточно-Европейской платформы. Отторженцы тубифитовых биогермов ассельского возраста обнаружены в южной части Предуральского прогиба. Современным аналогом это процесса может служить оползание крупных блоков пород в районе Большого барьерного рифа Австралии, обнаруженных подводной многолучевой съемкой.

Ключевые слова: нептунические дайки, палеосейсмические индикаторы, известняки, рифовые массивы, Предуральский прогиб

Благодарности: Работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ по темам гос. заданий FMRS-2022–0010 и FMRS-2022–0015 (ИГ УФИЦ РАН)

Original article

GENESIS OF NEPTUNIAN DIKES IN THE STERLITAMAK SHIKHANS

V. M. Gorozhanin, E. N. Gorozhanina

Institute of Geology, Ufa Federal Research Center of RAS, 16/2, K. Marx St., Ufa, 450077, Russia, gorozhanin@ufaras.ru

A review of the existing ideas about the prevalence, morphology and genesis of neptunian dikes cutting through carbonate reef Lower Permian massifs showed ambiguity in the interpretation of their genesis — they were considered as consedimentary interbiohermic cavities, interlayers associated with periodic flooding of reefs, as well as filling tectonic cracks. New data obtained during field observations on the Toratau, Yuraktau massifs and in the Shakhtau quarry allowed us to establish a large morphological

Для цитирования: *В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина* Генезис нептунических даек в Стерлитамакских шиханах // Геологический вестник. 2022. №2. С. 69–80. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-6

For citation: V. M. Gorozhanin, E. N. Gorozhanina (2022) Genesis of neptunian dikes in the Sterlitamak shikhans. *Geologicheskii vestnik*. 2022. No. 2. P. 69–80. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-6

© В. М. Горожанин, Е. Н. Горожанина, 2022

diversity of neptunian dikes and conclude that in the formation of some bodies it is possible to distinguish in their gevelopment the stages of calm and active (catastrophic) sedimentation. The latter was accompanied by the formation of underwater landslide folds, crushing breccias and collapse structures of large blocks of reef rocks. Deep parts of tectonic clefts on the Yuraktau, where the material of the overlapping deposits could not reach, was «healed» by radially radiant aggregates of calcite crystals.

Neptunic dikes are indicators of seismic impact on the reef zone in the western side of the Pre-Uralian foredeep and reflect the influence of the Early Permian collision and the growth of the Ural Mountains on the adjacent part of the East European Platform. Outcrops of tubifite biogerms of Asselian age were found in the southern part of the Pre-Uralian foredeep. A modern analogue of this process can be the landslide of large blocks of rocks in the area of the Great Barrier Reef of Australia, discovered by underwater multibeam equipment.

Keywords: neptunian dikes, paleoseismic indicators, limestones, reef massifs, Pre-Uralian foredeep

Acknowledgements: The work was carried out in accordance with the plans of scientific research on the topics of the state tasks FMRS-2022–0010 and FMRS-2022–0015 (IG UFRC RAS)

Введение

В карбонатных массивах, обнажающихся в районе г. Стерлитамака в виде гор-одиночек («шиханов») (рис. 1), сложенных нижнепермскими известняками рифовой природы, известны жилообразные тела, состоящие из слоистого и обломочного карбонатного материала, отнесенные к нептуническим дайкам. Геологический словарь определяет нептунические дайки как «трещины или удлиненные полости, возникшие в морских осадках, сложенные песком, галечником, щебнем, алевролитом, глиной, известковым веществом и любым др. незатвердевшим и подвергающимся деформации материалом, который может заполнить трещину или полость и затвердеть, образуя подобную дайку».

Впервые нептунические дайки были обнаружены и детально описаны в карьере горы Шахтау, позднее обнаружены на г. Тратау (башк. — Торатау). На горах Юрактау и Куштау нептунические дайки не были известны. Изучение этих объектов привлекало внимание тем, что они являлись седиментационными ловушками, и отражали события, которым подвергалась рифовая постройка. Наибольшее разнообразие и количество нептунических даек было обнаружено в карьере Шахтау [Королюк, 1985; Раузер-Черноусова, Королюк, 1991; Чувашов и др., 1996]. Морфология и формы проявления этих образований весьма многообразны: кроме субвертикальных даек, которые трактовались как конседиментационные межбиогермные полости и зияющие трещины в массиве, были найдены субгоризонтальные тела; генезис последних был недостаточно ясен. Позднее нептунические дайки были описаны на г. Тратау, где эти образования были датированы палеонтологически [Чувашов и др., 1996; Vennin, 2007].

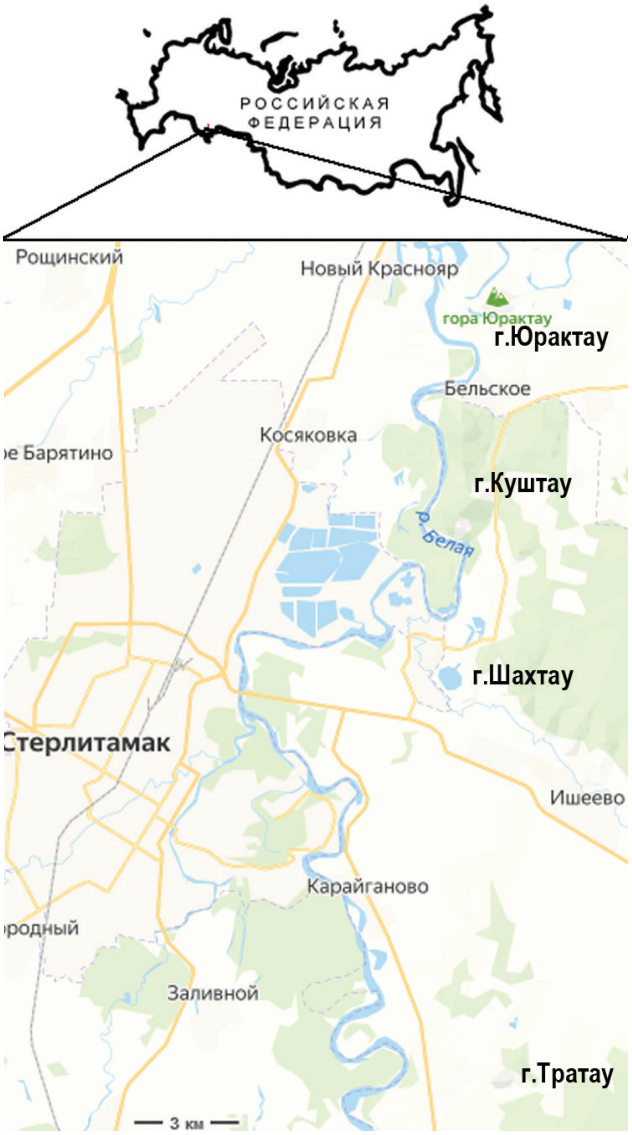

Рис. 1. Географическое положение стерлитамакских шиханов

Fig. 1. Geographical position of the Sterlitamak shikhans

Изученность нептунических даек в рифовых массивах

Сведения о наличии нептунических даек на рифовых массивах шиханской группы сильно разнятся, они находится в прямой зависимости от степени обнаженности. Наибольшее разнообразие и количество нептунических даек наблюдается в карьере горы Шахтау. Наиболее полные сведения о нептунических дайках для карбонатного массива Шахтау приведены в работе И. К. Королюк [1985], Позднее аналогичные образования были описаны на г. Тратау [Чувашов, и др., 1996; Venin, 2007].

Изучая нептунические дайки, можно частично реконструировать события геологической истории этих уникальных объектов. Считается, что рифовые массивы возвышались над морским дном, поэтому они могли подвергаться разрушению вследствие размыва, который осуществлялся вплоть до артинского времени. В артинском веке карбонатный шельф был затоплен, рифовые отложения оказались перекрыты битуминозными мергелями депрессионного типа. В кунгурском веке вследствие осушения и аридизации климата формировались эвапоритовые осадки, сохранившиеся между горами-одиночками. Генетически нептунические дайки считались либо результатом заполнением зияющих трещин, промытых перед затоплением [Раузер-Черноусова, Королюк, 1985], либо следами тектонического растрескивания при формировании форбальджа — тектонического «вздутия» в западном борту Предуральского прогиба [Чувашов и др., 1996; Чувашов, 1998].

На г. Тратау Б. И. Чувашовым с соавторами [1996], установлены два типа нептунических даек — с горизонтальным и вертикальным положением слоев, заполняющих дайку. Вертикальное положение слоистости находится в противоречии с утверждаемым механизмом формирования нептунической дайки как последовательное заполнение осадком открытой трещины и пока не получило логического объяснения. Э. Венин [Venin, 2007] вслед за Б. И. Чувашовым, выделила две разновозрастные группы даек: ассельско-раннесакмарскую и сакмарско-артинскую. По мнению этих исследователей, эти разновозрастные группы имеют также и различную пространственную ориентацию. Первые локализуются в трещинах по азимутам ~ N80 и N170, вторые — по азимутам ~N130 и N60. Как видно из приведенных этим исследователем фотографий, указанные дайки относятся ко второму, по Б. И. Чувашову и др., [1996], типу тел — с «вертикальным» положением слоистости, т. е. в них присутствует та же «седиментологическая неопределенность» формирования.

В карьере г. Шахтау форма и морфология нептунических даек многообразна [Королюк, 1985]. Кроме субвертикальных даек, которые трактовались как зияющие трещины в массиве, были также субгоризонтальные; на стенках некоторых их них были отмечены строматолитоподобные обрастания. Дайки сложной формы трактуются как межбиогермные конседиментационные полости. Б. И. Чувашовым с соавторами [1996] в карьере Шахтау установлены два типа нептунических даек: одни заполнены продуктами разрушения рифовых пород, другие — глинистым известняком и аргиллитом. Первые — наиболее поздние, так как секут глинистые известняки. Оба типа даек перекрыты черными битуминозными радиоляриевыми мергелями, относящимися к артинской толще перекрытия. Генезис даек г. Шахтау Б. И. Чувашов связывает с кластическим заполнением неоднократно раскрывающихся трещин в массиве. Если для субвертикальных трещин такое образование очевидно, то образование субгоризонтальных тел не находит объяснения. Предполагается, что трещины возникали в результате формирования форбальджа — тектонического вздутия края платформы в результате нагрузки и давления, которые этот край испытал во время Уральской орогенеза в пермское время.

На массиве Юрактау нептунические дайки предыдущими исследователями не выделялись, но были обнаружены породы, сходные с ними по литологическим признакам — сложенные черными микритовыми радиоляритовыми известняками. Они образуют тонкие тела пластовой формы, согласные напластованию. Всего прослежено несколько таких субгоризонтальных тел; их генезис Б. И. Чувашов с соавторами связывали с периодическим затоплением рифовых известняков и их перекрытием более глубоководными осадками [Чувашов и др., 1996].

На массиве Куштау из-за слабой обнаженности и сильной залесенности нептунические дайки не отмечены.

Как видно из приведенного краткого обзора, в изучении нептунических даек еще остаются проблемные вопросы, касающиеся, прежде всего, механизма их формирования. К ним относятся морфология, ориентировка, последовательность и механизм формирования этих образований. Неясно также, присутствуют ли одинаковые типы даек

на разных массивах. Следует отметить сложности, с которыми приходится сталкиваться при изучении нептунических даек в массивах шиханской группы. Предположение о том, что все массивы шиханской группы развивались одинаково, относится только к самим телам рифовых построек и не подкреплено пока данными по нептуническим дайкам, поскольку они неизвестны на горах Юрактау и Куштау. На горе Юрактау вместо секущих тел, свойственных дайкам, выявлены пологие тела, согласные с напластованием, которые трактуются как этапы затопления рифового массива. Необходимо отметить, что такие, согласные с напластованием тела, не обнаружены ни в карьере Шахтау, ни на горе Тратау. Еще одна сложность изучения нептунических даек состоит в недостаточно разработанных литологических критериях их выделения. Литокластическая брекчия, заполняющая дайки, часто схожа с тектонической брекчией, в результате они могут быть спутаны. Такая ситуация наблюдается, в частности, на массиве Юрактау [Чувашов и др., 1996].

При изучении нептунических даек в Стерлитамакских карбонатных массивах остаются недостаточно ясными следующие вопросы: 1) соотношение нептунических даек и зон тектонических разломов, которые как показано Б. И. Чувашовым на г. Юрактау, имеют сходные черты, но различный генезис; 2) временные соотношения различных типов даек (на рис. 5 показано, что дайки, заполненные продуктами разрушения карбонатных пород, являются более поздними по отношению к дайкам, заполненным глинистым известняком и аргиллитом); 3) литокластическая брекчия, выполняющая дайковые тела сложной геометрической формы, из-за остроугольной формы литокластов имеют большое сходство с тектонической брекчией; 4) неясен механизм формирования вертикальной ориентировки слоев, слагающих тела некоторых нептунических даек, при этом слои, слагающие центральную часть дайки, оказываются стратиграфически более молодыми, чем, слои периферических частей. Подобная зональность невозможна в обычном седиментационном процессе: трудно представить, что накопление обломочного карбонатного материала, происходит не снизу вверх, а от края раскрытой трещины к ее центру.

Результаты исследований

Нами проведены полевые наблюдения по нептуническим дайкам Стерлитамакских карбонатных массивов.

На горе Тратау нам не удалось обнаружить секущие взаимоотношения разновозрастных и разноориентированных нептунических даек, описанные Э. Венин [Venin, 2007]. Однако, детальное обследование одной из нептунических даек с координатами N53°33’9.8’’ E56°06’0.1’’, соответствующей первому, ассельскому этапу, показало, что в одном и том же теле можно видеть несколько стадий заполнения. На представленном фото (рис. 2) фиксируются, как минимум, две стадии формирования даек, соответствующие спокойному и катастрофическому этапам развития. В первую стадию трещина заполнялась горизонтально-слоистым карбонатным илом по типу геопетального цемента, образовавшего ритмично-слоистый мадстоун, лишенный обломков вмещающих карбонатов. Во вторую стадию происходило заполнение пространства глинисто-карбонатным материалом с обилием крупного криноидного детрита. Очевидно, различия между этими стадиями отражают длительность существования трещины и степень тектонической активности во время ее заполнения. Первая стадия была относительно спокойной, илисто-карбонатный материал, лишенный крупных кластических обломков откладывался в виде слойков, по которым можно определить положение прежней горизонтальной поверхности. Наличие тонкого карбонатно-илового материала, отложенного по типу геопетального цемента, не дает каких-либо предпочтений во взглядах на природу конседиментационных полостей: это могли быть как приоткрытые тектонические трещины, так и межбиогермные пространства, не связанные с тектоникой. Однако линейная морфология конседиментационной полости свидетельствует больше в пользу ее тектонической природы.

Во вторую стадию трещина была заполнена материалом хаотичного строения с большим количеством обломков крупных криноидей. Эта стадия, несомненно, связана с тектоническим раскрытием трещин.

В карьере Шахтау, который разрабатывается ОАО «Сырьевая компания» для нужд ОАО БСК и ОАО «Гейдельберг-цемент рус», наблюдается большое разнообразие нептунических даек, открытые уступы карьера позволяют увидеть морфологию даек в разрезе, оценить масштабы их проявления. Однако ситуация непостоянна, так как из-за отработки уступов карьера их конфигурация все время меняется. Описанные ранее и вновь открытые в результате разработки объекты по этой же причине утрачиваются навсегда, поэтому необходим

постоянный мониторинг и документация вновь открываемых для наблюдения объектов.

Полевые наблюдения, проведенные в течение ряда лет в карьере Шахтау, позволили уточнить генезис этих проблематичных образований. На рис. 3 приведена фотография одного из таких тел очень сложной геометрической форм; оно находилось в северо-восточном борту карьера, в настоящий момент уже отработанного в результате расширения карьера. Нептуническая дайка представлена черным жилообразным телом глинисто-карбонатного состава, содержит большое количество рассеянных обломков остроугольной формы и не имеет определенной пространственной ориентации. Очевидно, что образование такого тела связано не столько с заполнением открытых трещин, сколько со смещением крупных блоков рифовых известняков по пелоидному матриксу

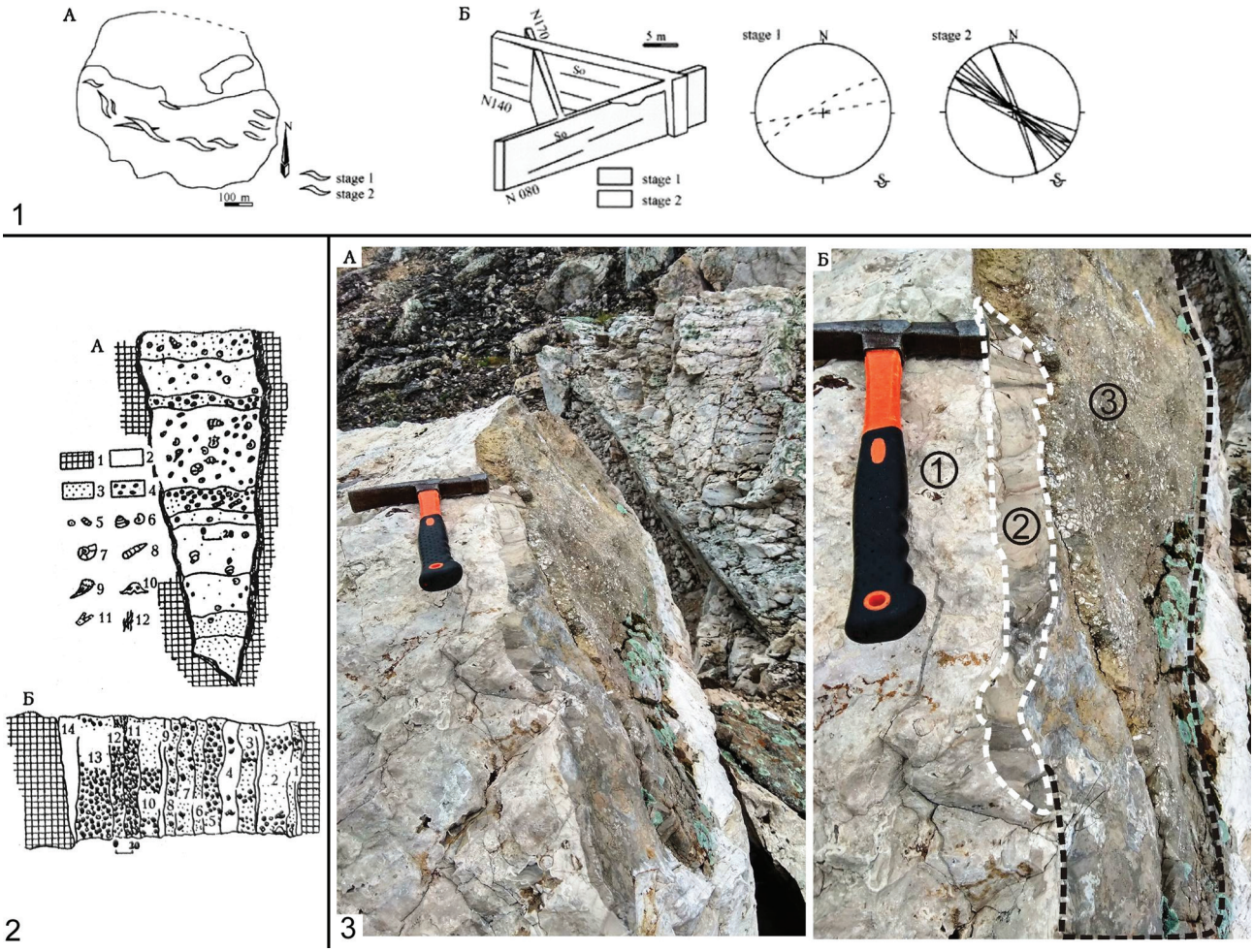

Рис. 2. Нептунические дайки карбонатного массива Тратау:

1 — схема расположения (А) и ориентировка (Б) разновозрастных нептунических даек (по E. Vennin, 2007); 2 — морфологические типы нептунических даек массива Тратау и их заполнение (по Б. И. Чувашову и др., 1996): А — вертикальная клиновидная дайка с горизонтальным положением границ заполняющих слоев, Б — дайка с вертикальным положением границ заполняющих слоев; 3 — внешний вид (А) и детали строения (Б) нептунической дайки на ЮЗ склоне г. Торатау с двухстадийным кластическим заполнением. Цифры в кружках: 1 — вмещающие известняки, 2 — ритмично-слоистые пелитоморфные известняки (тип — мадстоун) 1-й стадии, 2 — глинисто-детритовый известняк (тип — вакстоун) 2-й стадии.

Fig. 2. Neptunian dikes of the Tratau carbonate massif:

1 — layout (А) and orientation (Б) of neptunic dikes of different ages (according to E. Vennin, 2007); 2 — morphological types of neptunic dikes of the Tra-Tau massif and their filling (according to B. I. Chuvashov et al., 1996): А — vertical wedge-shaped dike with horizontal position of the boundaries of the filling layers, Б — a dike with a vertical position of the boundaries of the filling layers; 3 — the appearance (А) and details of the structure (Б) of a neptunic dike on the southern slope of Tratau with two-stage clastic filling. Figures in circles: 1 — enclosing limestones, 2 — rhythmically layered pelitomorphic limestones (mudstone type) of the 1st stage, 2 — clay-detritus limestone (wackstone type) 2nd stage.

(см. рис. 3, А). В результате оползаний крупные блоки дробились, формируя брекчию, состоящую из разнообразных по размеру и, часто, остроугольных обломков, формировавшихся как результат отслаивания фрагментов по слоистости и трещинам (рис. 4, б, в). Сочетание мелких остроугольных обломков и крупных блоков пород на наш взгляд свидетельствует о брекчии обрушения, сформировавшейся в результате одноактного катастрофического события сейсмотектонического характера. В настоящее время карьер Шахтау вскрыт ниже уровня +170 м, конседиментационные трещины и жилы наблюдаются и на этом уровне, практически в центральной, ядерной части массива.

В одной из нептунических даек в центральной части массива (вскрытой на отм. +170 м) наблюдается вертикальное положение слоистости, аналогичное тому, что описано Б. И. Чувашовым с соавторами [1996] на г. Тратау во втором типе даек. В данном случае субвертикальная слоистость имеет симметричное строение в трещине (см. рис. 4–3), видна также замыкающая часть, что свидетельствует о том, что эта структура представляет собой вертикальную подводно-оползневую

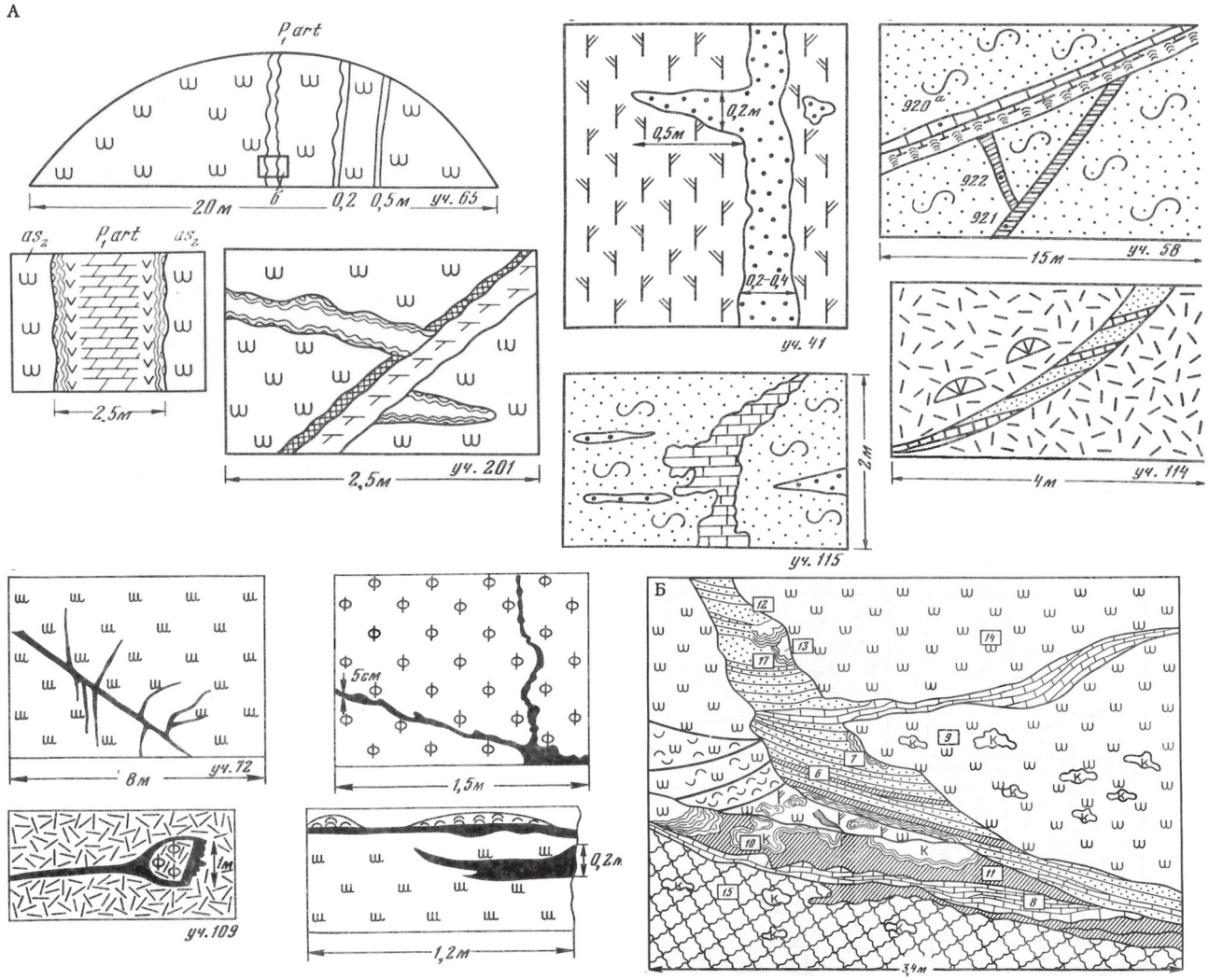

Рис. 3. Нептунические дайки в карбонатном массиве г. Шахтау (по И. Е. Королюк, 1985):

А — морфологическое разнообразие различных генетических типов, закартированных в карьере г. Шахтау; Б — морфология нептунической дайки, интерпретируемой как конседиментационное заполнение межбиогермной полости (рис. А. Д. Сидорова).

Fig. 3. Neptunic dikes in the carbonate massif of Shakhtau (according to I. E. Korolyuk, 1985):

A — morphological diversity of various genetic types mapped in the Shakhtau quarry; Б — morphology of the neptunic dike interpreted as a consedimentary filling of the inter-bioherm cavity (A. D. Sidorov's drawing).

складку, а также о том, что заполняющий трещину материал находился в частично литифицированном состоянии. Вероятно, для объяснения вертикальной слоистости, которую наблюдали Б. И. Чувашов с соавторами [1996] во втором типе даек на г. Тратау, должен быть привлечен именно такой механизм — подводного сползания полу-литифицированного карбонатного ила в открытую трещину. Наблюдения за морфологией других тел, относимых ко второму, предартинскому этапу («черным жилам») приведенные в работе [Королюк, 1985], указывают на то, что в ориентировке этих образований часто вообще не наблюдается никакой закономерности. Тела имеют расщепленный и разветвленный вид, причудливую изогнутую форму, а секущая форма нередко сочетается с послойной, согласной с напластованием (см. рис. 4). Такие взаимоотношения более логично объясняются дроблением рифовых пород на блоки, смещением их в черном глинисто-карбонатном матриксе, что сопровождается внедрением его по мелким трещинам разных направлений, в том числе по слоистости.

Гора Юрактау. Полевые наблюдения показали, что большое количество нептунических даек присутствует и в массиве Юрактау. Дайки рассекают всю обнаженную часть массива от вершины до основания. Ориентированы они преимущественно субмеридионально. Тела, согласные с напластованием (рис. 5), также присутствуют, но они представляют собой не слои, как предполагал Б. И. Чувашов, а ответвления от вертикальных трещин. Среди даек присутствуют как разновидности, выполненные светло-серым тонкозернистым известняком (мадстоуном) (точка 2 на рис. 6.1 с координатами N53°44’17.3’’ E56°05’37.1’’), так и тела ветвящейся формы, сложенные черным глинистым микритом из перекрывающей артинской толщи (точка 3 на рис. 6.1 с координатами N53°44’27.8’’ E56°05’39.5’’).

Следует отметить, что раскрытие тектонических трещин, по-видимому, не всегда сопровождалось их заполнением перекрывающим осадочным материалом. Гипсометрически ниже даек с черным микритовым материалом наблюдаются субмеридиональные, вертикально ориентированные жилы со своеобразным кальцитовым выполнением (см. рис. 6). Жилы мощностью 5–8 см, прослежены на десятки метров в средней части горы Юрактау (точки 4 и 5 на рис. 6.1 с координатами N53°44’22.4’’ E56°05’40.4’’ и N53°44’23.7’’ E56°05’55.1’’ соответственно). Буровато-коричневый кальцит, выполняющий эти жилы, образует радиально-лучистые кристаллические агрегаты, растущие от стенок трещины навстречу друг другу (см. рис. 6, 6). Удлиненно-призматическая форма кристаллов указывает на, возможно, первично арагонитовую минеральную форму и быструю кристаллизацию. Впоследствии арагонит заместился кальцитом. Вероятно, тектонические трещины имели перемычки, препятствующие попаданию в трещины черного карбонатно-глинистого осадка (ила), и в обводненных условиях в приоткрытой трещине шла быстрая кристаллизация арагонита из раствора. Бурый цвет кальцита указывает на присутствие в его составе углеводородов нефтяного ряда. Фрагменты аналогичных кальцитовых жил были встречены авторами в карьере Шахтау, а в коренном залегании — на г. Тастуба в Юрюзано-Сылвенской впадине Предуральского прогиба.

Гора Куштау. Вопрос о наличии нептунических дайках на горе Куштау недостаточно ясен из-за сильной залесенности. Не вызывает сомнения, что нептунические дайки могут быть обнаружены и в этом карбонатном массиве, но из-за слабой изученности вопрос остается пока открытым.

Обсуждение результатов и современные аналоги

Наблюдения по нептуническим дайкам карбонатных массивов Шиханской группы, показали, что в них присутствуют дайки со следами спокойного заполнения тонкослоистым осадком, так и дайки со следами катастрофического брекчирования и оползания. Если первые формировались в относительно спокойных условиях, то вторые отражают этап катастрофического осадконакопления, и вероятно, должны трактоваться как как палеосейсмиты, т. е. осадки, образовавшиеся в результате землетрясений. Подобные явления зафиксированы и в современных обстановках. Например, в районе Большого барьерного рифа Австралии подводной многолучевой съемкой поверхности дна обнаружены следы гигантского оползня объемом до 32 куб. км, сместившего блоки пород на расстояние до 20 км, рис. 7, а) [Puga-Bernabéuac, e. a., 2017].

Факт обнаружения палеосейсмитов в западной части Предуральского прогиба позволяет уточнить геологическую историю в артинское время и дает возможность коррелировать катастрофические явления в восточной и западной частях прогиба. Артинский век — время тектонических событий на Урале, что выявляется

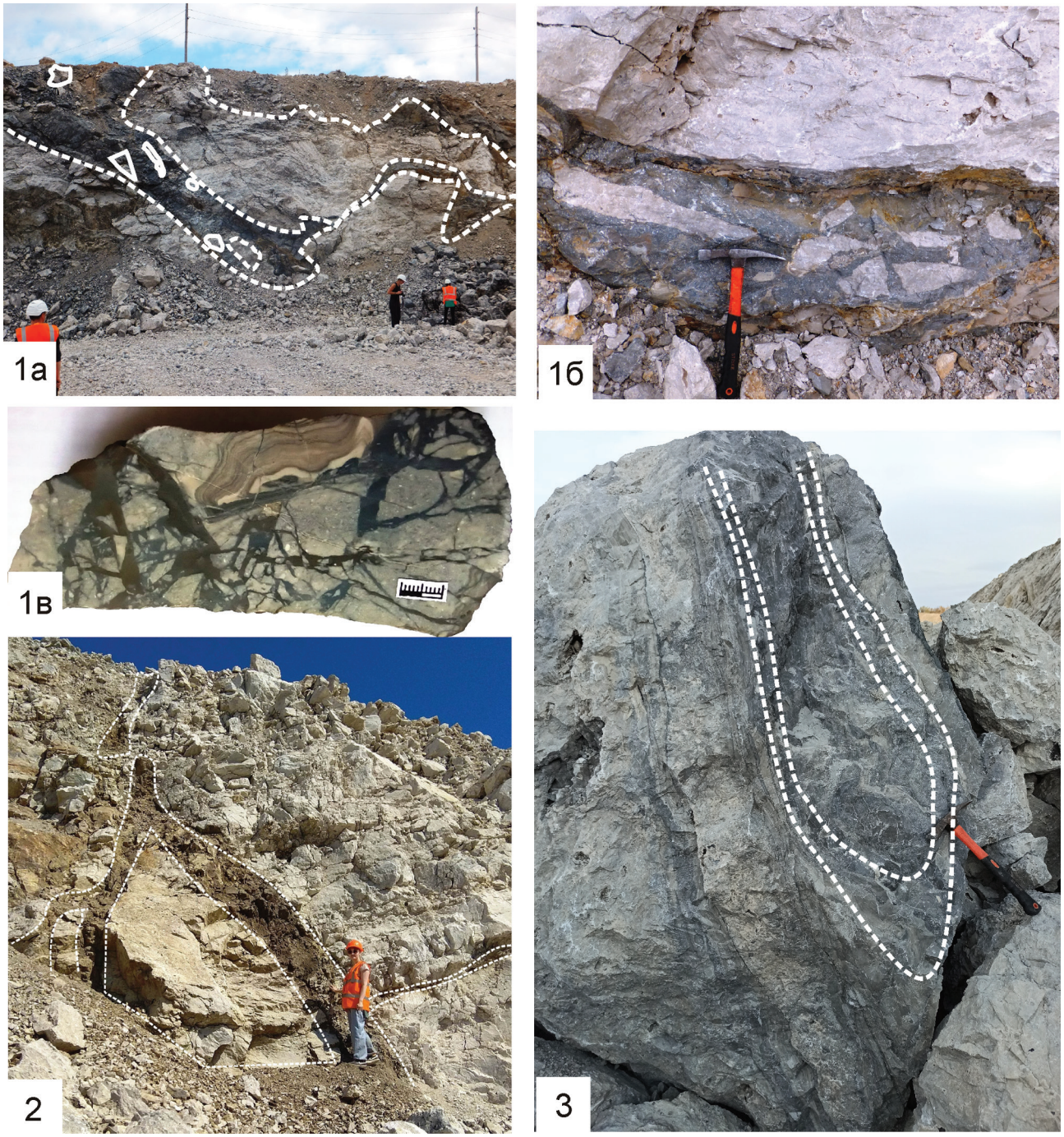

Рис. 4. Нептуническая дайка в карьере г. Шахтау (фото 2015 г. стенки уступа с абс. отм. 180 м, в настоящее время уже отработанного в восточной части карьера):

1а — общий вид; 1б, 1в — детали строения брекчии известняков в известково-глинистом матриксе; 2 — дайка с ветвящимся частями, 3 — подводно-оползневая складка вертикальной ориентации в дайке восточного борта карьера

Fig. 4. Neptunic dyke in the Shakhtau quarry (photo 2015 of the wall of the ledge with level 180m, currently already worked out in the eastern part of the quarry):

1a — general view; 1б, 1в — details of the structure of limestone breccia in a lime-clay matrix; 2 — a dike with branching parts, 3 — an underwater landslide fold of vertical orientation in the dike of the eastern side of the quarry

формированием артинского флиша. Флишевые отложения относятся к категории сейсмогенных формаций, отражающих неспокойные тектонические условия осадконакопления при формировании Уральского горного сооружения. Считается, что турбидитовые ритмы, слагающие циклически построенную флишевую формацию, формируются в результате периодически действующих сейсмических толчков. В то же время на фоне такой регулярно-слоистой толщи могут фиксироваться олистостромовые горизонты (прослои «дикого флиша»). В толще артинского флиша восточной части прогиба на широте г. Стерлитамака присутствуют подводно-оползневые горизонты, олистостромы и крупные олистоплаки [Келлер, 1949; Хворова, 1961; Горожанин, Горожанина, 2011], которые указывают на кратковременные периоды особенно сильных — катастрофических явлений сейсмического характера. В оренбургском Приуралье, в природном заказнике «Айтуарская степь», среди нижнепермских флишевых отложений нами обнаружен крупный карбонатный блок (олистолит), сложенный биогермными тубифитовыми известняками (см. рис. 7, б). аналогичными тем, что наблюдаются в карбонатных массивах стерлитамакской группы, что косвенно подтверждает описанные выше явления.

Выводы

Обнаружение структур обрушения блоков рифовых пород в западном борту Предуральского прогиба, где формировались рифовые массивы, указывает на то, что активная тектоника Уральского складчатого пояса оказывала влияние и на прилегающую часть Восточно-Европейской платформы. Датирование отложений с сейсмогенными индикаторами даст возможность сопоставлять события, запечатленные в разнофациальных осадочных отложениях восточного и западного борта Предуральского прогиба.

Список литературы:

Горожанин В. М. Горожанина Е. Н. Подводно-оползневые образования в нижнепермском флише Ишимбайского Приуралья // Известия Уфимского научного центра РАН. — 2011. — №3–4. — С. 75–80.

Келлер Б. М. Флишевая формация палеозоя в Зилаирском синклинории на Южном Урале и сходные с ней образования. — М.: Изд. АН СССР, 1949. — 165 с. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 104).

Королюк И. К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау (Приуралье). — М.: Наука, 1985. — 111 с.

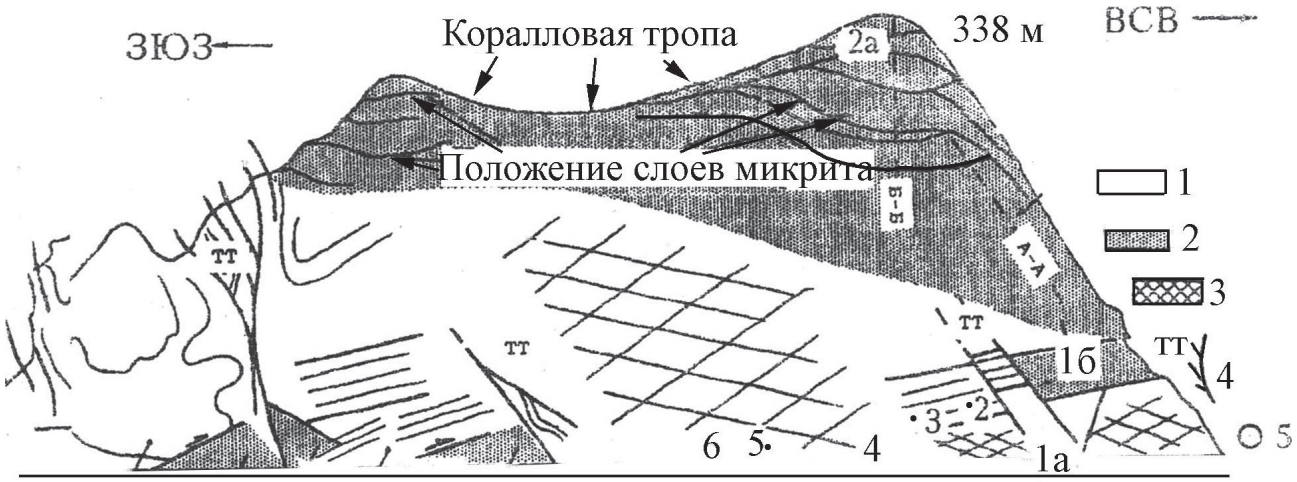

Рис. 5. Субгоризонтадльное положение черных микритовых прослоев в карбонатном массиве г. Юрактау, вид с юга (по Б. И. Чувашову и др., 1996)

1 — грубослоистые карбонаты стадии карбонатной платформы; 2 — органогенные постройки; 3 — закрытые осыпями участки; 4 — ТТ — тектонические швы и тектонические трещины; 5 — положение образцов с фузулинидами, А-А; Б-Б — линии отбора образцов

Fig. 5. Subhorizontal position of black micrite interlayers in the carbonate massif of Yuraktau, view from the south (according to B. I. Chuvashov et al., 1996)

1 — coarse-layered carbonates of the carbonate platform stage; 2 — organogenic structures; 3 — areas closed by scree; 4 — TT — tectonic seams and tectonic cracks; 5 — position of samples with fusulinides, А-А; Б-Б — sampling lines

Рис. 6. Нептунические дайки в карбонатном массиве г. Юрактау:

1 — положение вертикально ориентированных нептунических даек и кальцитовых жил на южном склоне г. Юрактау (объемная модель горы — по космоснимку, Яндекс-карты); 2 — общий вид (а) и светло-серый материал заполнения (б) нептунической дайки в подошве склона в ЮЗ части горы; 3 — нептуническая дайка (а) с черным микритовым выполнением (б) в привершинной части южного склона; 4 — трещина с кальцитовым выполнением в средней части южного склона, 5 — трещина с кальцитовым выполнением на ЮЗ склоне, 6 — радиально-лучистые срастания кристаллов в кальцитовой жиле

Fig. 6. Neptunian dikes in the carbonate massif of Yuraktau:

1 — the position of vertically oriented neptunian dikes and calcite veins on the southern slope of Yuraktau (volume model of the mountain — from a satellite image, Yandex maps); 2 — general view (a) and light gray filling material (б) of the neptunian dike in the bottom of the slope in the south part of the mountain; 3 — neptunian dike (a) with black micrite filling (б) in the upper part of the southern slope; 4 — a crack with calcite filling in the middle part of the southern slope, 5 — a crack with calcite filling on the south slope, 6 — radially-axial coalescence of crystals in a calcite vein

Раузер-Черноусова Д. М., Королюк И. К. Стерлитамакские шиханы — раннепермские рифы // Международный конгресс «Пермская система Земного шара». Путеводитель геологических экскурсий. Ч. II. Южноуральская экскурсия. Свердловск. — 1991. — С. 47–71.

Хворова И. В. Флишевая и нижнемолассовая формации Южного Урала // Труды ГИН АН СССР. — М.: АН СССР. — Вып. 37. — 1961. — 352 с.

Чувашов Б. И., Пруст Ж-Н., Буассо Т., Веннан Е., Черных В. В. К истории формирования стерлитамакских шиханов (Раннепермские рифовые массивы южного Предуралья) // Ежегодник-1995. Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого. Информационный сборник научных трудов. — Екатеринбург: Уро РАН, 1996. — С. 25–34.

Чувашов Б. И. Динамика развития Предуральского краевого прогиба // Геотектоника, 1998. — № 3. — С. 22–37.

Puga-Bernabéuac Á, Beaman R. J., Webster J. M., Thomas A. L, Jacobsen G. Gloria Knolls Slide: A prominent submarine landslide complex on the Great Barrier Reef margin of north-eastern Australia // Marine Geology. — Vol. 385. — 2017. — 68–83 p. https://doi.org/10.1016/j. margeo. 2016.12.008

Vennin E. Coelobiontic communities in neptunian fissures of synsedimentary tectonic origin in Permian reef, southern Urals, Russia // From: ALVARO J. J., ARETZ M., BOULVAIN F., MUNNECKE A., VACHARD D., VENNIN E. (eds). 2007. Palaeozoic Reefs and Bioaccumulations: Climatic» and Evolutionary Controls. Geological Society, London, Special Publications, 275 (1), 211–227. 9 The Geological Society of London. http://dx.doi.org/10.1144/GSL. SP. 2007.275.01.14

References:

Gorozhanin V. M. Gorozhanina E. N. (2011). Podvodno-opolznevye obrazovaniya v nizhnepermskom flishe Ishimbaiskogo Priural'ya [Underwater landslide formations in the Lower Permian flysch of the Ishimbai Urals]. *Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.* (3–4), 75–80. (In Russian).

Keller B. M. (1949). Flishevaya formatsiya paleozoya v Zilairskom sinklinorii na Yuzhnom Urale i skhodnye s nei obrazovaniya [The Paleozoic Flysch formation in the Zilair synclinory in the Southern Urals and formations similar to it]. *Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences*, 165. (Proceedings of the GIN of the USSR Academy of Sciences; Issue 104). (In Russian).

Korolyuk I. K. (1985). Metodika i rezul'taty izucheniya permskogo rifogennogo massiva Shakhtau (Priural'e) [Methodology and results of studying the Permian reef massif of Shakhtau (Urals)]. *M.: Nauka*, 111. (In Russian).

Rauser-Chernousova D. M., Korolyuk I. K. (1991). Sterlitamakskie shikhany — rannepermskie rify [Sterlitamak shikhans — Early Permian reefs]. *International Congress «Perm system of the Globe».* Guide of geological excursions. Part II, South Ural excursion. Sverdlovsk, 47–71.

Khvorova I. V. (1961). Flishevaya i nizhnemolassovaya formatsii Yuzhnogo Urala [The Flysch and Lower Molass formations of the Southern Urals]. Proceedings of the GIN of the USSR Academy of Sciences. *Moscow: USSR Academy of Sciences*, (37), 352. (In Russian).

Chuvashov B. I., Proust J. N., Boisseau T., Vennan E., Chernykh V. V. (1996). K istorii formirovaniya sterlitamakskikh shikhanov (Rannepermskie rifovye massivy yuzhnogo Predural'ya) [On the history of the formation of Sterlitamak

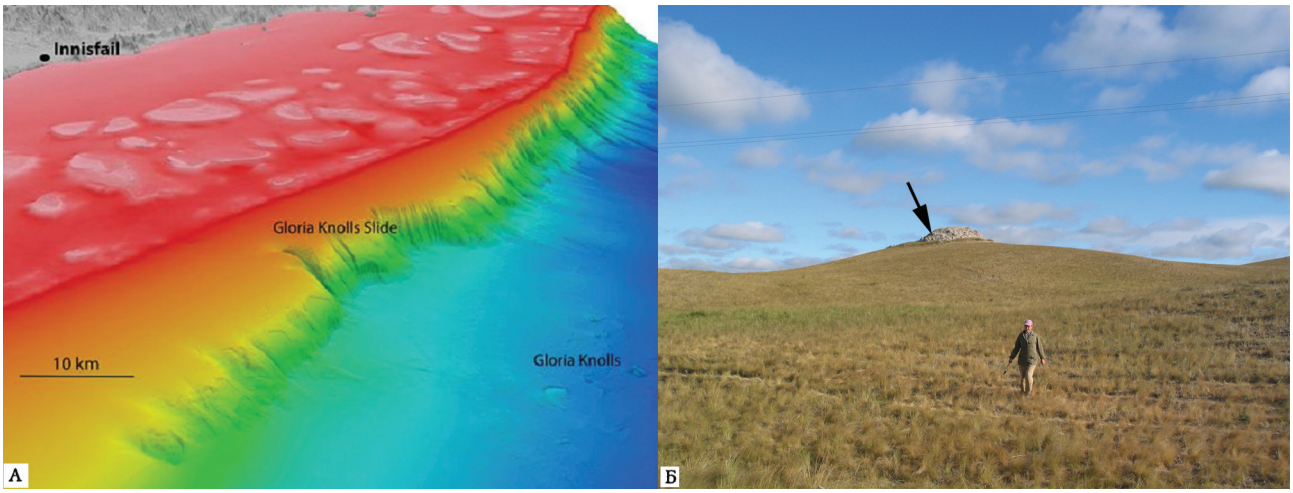

Рис. 7. А — оползень Глория Кнолл, в районе Большого барьерного рифа (Австралия) по данным подводной многолучевой съемки (Puga-Bernabéuac et. al., 2017); Б — оползневой олистолит в нижнепермскогом флише, сложенный биогермными тубифитовыми известняками ассельского возраста. Айтуарская степь, оренбургское Приуралье (фото авторов).

Fig. 7. A — Gloria Knoll landslide, in the Great Barrier Reef (Australia) according to the underwater multibeam survey (Puga-Bernabéuac et. al., 2017); Б — landslide olistolite in the Lower Permian flysch, composed of biohermic tubifite limestones of Assel age. Aituar steppe, Orenburg Urals (photo by the authors).

shikhans (Early Permian reef massifs of the Southern Urals)]. *Yearbook-1995*, Institute of Geology and Geochemistry named after A. N. Zavaritsky. Information collection of scientific papers. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, (In Russian).

Chuvashov B. I. (1998). Dinamika razvitiya Predural'skogo kraevogo progiba [Dynamics of the development of the Pre-Uralian foredeep]. *Geotectonics*, (3), 22–37. (In Russian).

Puga-Bernabéuac Á., Beaman R. J., Webster J. M.,. Thomas A. L, Jacobsen G. (2017). Gloria Knolls Slide: A prominent submarine landslide complex on the Great Barrier Reef margin of north-eastern Australia. *Marine Geology*. (385), 68–83. https://doi.org/10.1016/j. margeo. 2016.12.008

Vennin E. (2007). Coelobiontic communities in neptunian fissures of synsedimentary tectonic origin in Permian reef, southern Urals, Russia. From: ALVARO J. J., ARETZ M., BOULVAIN F., MUNNECKE A., VACHARD D., VENNIN E. (eds). *Palaeozoic Reefs and Bioaccumulations: Climatic» and Evolutionary Controls. Geological Society, London, Special Publications*, 275 (1), 211–227. 9 The Geological Society of London. http://dx.doi.org/10.1144/GSL. SP. 2007.275.01.14

Сведения об авторах:

Горожанин Валерий Михайлович, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). gorozhanin@ufaras.ru

Горожанина Елена Николаевна, канд. геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН). gorozhanin@ufaras.ru

About the authors:

Gorozhanin Valery Michailovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Gorozhanina Elena Nickolaevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. gorozhanin@ufaras.ru

Статья поступила в редакцию 21.06.2022; одобрена после рецензирования 23.06.2022; принята к публикации 14.07.2022

The article was submitted 21.06.2022; approved after reviewing 23.06.2022; accepted for publication 14.07.2022