

К РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК НАКОПЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ АШИНСКОЙ СЕРИИ ВЕНДА ЮЖНОГО УРАЛА

© 2014 г. А. В. Маслов

В Башкирском антиклинории к венду относятся отложения ашинской серии [2, 17–19] (рис. 1, 2), несогласно перекрывающие различные горизон-

ты каратауской серии верхнего рифея и включающие (снизу вверх) бакеевскую, урюкскую, басинскую, куккараукскую и зиганскую свиты. Бакеев-

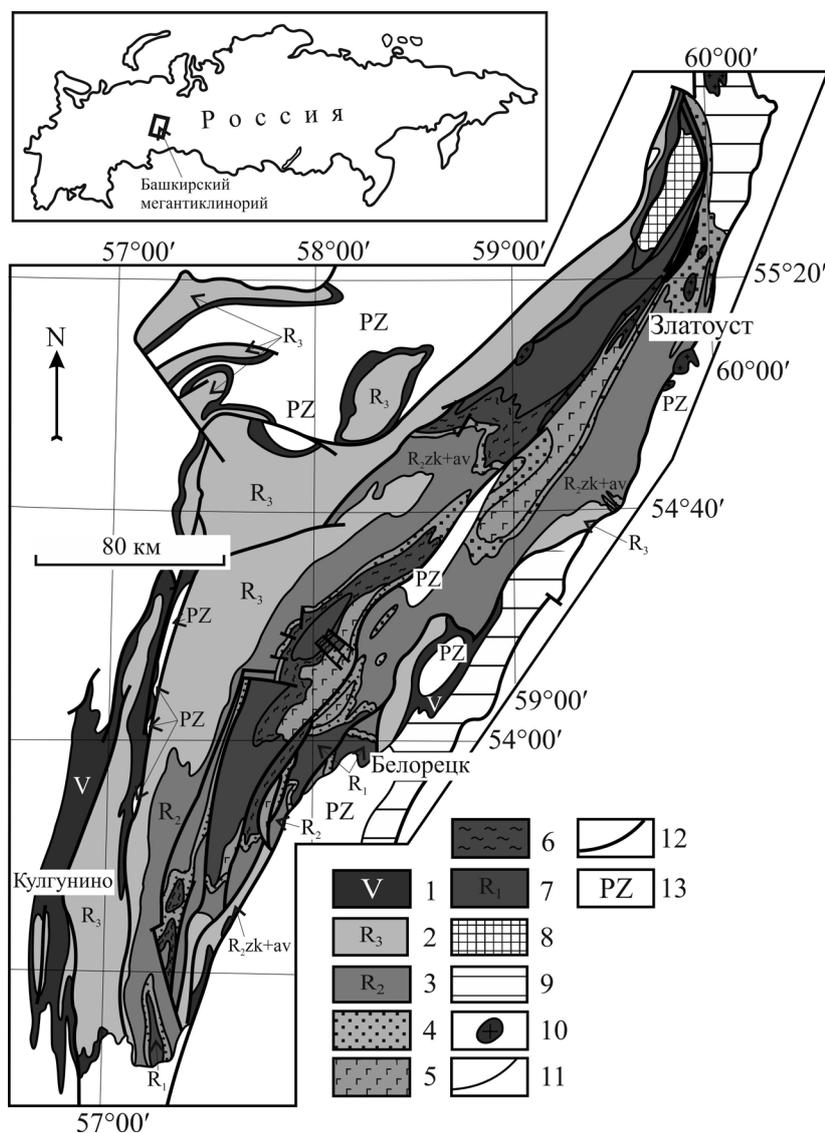


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Башкирского антиклинория (по [12, 13]).

1 – венд, 2 – верхний рифей, 3 – средний рифей, 4 – зигальгинская свита среднего рифея и ее аналоги, 5 – машакская свита основания среднего рифея, 6 – бакальская свита нижнего рифея и ее аналоги, 7 – нижний рифей, 8 – архейско-нижнепротерозойский тараташский комплекс, 9 – метаморфизованные образования уфалейского комплекса, 10 – гранитные массивы, 11 – геологические границы, 12 – основные разломы, 13 – палеозой. R₂zk+av – нерасчлененные отложения зигазинокомаровской и авзянской свит среднего рифея.

Система	Отдел	Серия	Свита	
Венд	Верхний	Ашинская	Зиганская	
			Куккараукская	
			Басинская	
			Урюкская	
	Нижний		Бакеевская	Суировская
				Толпаровская

Рис. 2. Сводная стратиграфическая колонка ашинской серии Башкирского антиклинория.

ская свита сложена песчаниками, алевролитами с глауконитом и алевролитистыми глинистыми сланцами. Максимальная ее мощность достигает ~140 м [2]. Rb–Sr-возраст глауконита из песчаников данного литостратиграфического подразделения составляет 617 ± 12 млн лет [5]. В среднем течении р. Зилим в окрестностях дер. Толпарово стратиграфическими аналогами бакеевской свиты выступают толпаровская и суировская свиты, суммарная мощность отложений которых достигает 800–900 м [19]. Урюкская свита (200–300 м) объединяет песчаники, алевролиты, гравелиты и конгломераты. K–Ar-возраст глауконита, присутствующего в песчаниках, равен 582–569 млн лет [19]. Басинская свита (до 1000 м) представлена преимущественно песчаниками, переслаивающимися с алевролитами и глинистыми сланцами. K–Ar-возраст глауконита, выделенного из песчаников этой свиты, варьирует от 600 до 557 млн лет [19]. U–Pb-изотопный возраст цирконов из прослоев вулканических пеплов, присутствующих в разрезе басинской свиты на северной окраине г. Усть-Катав, составляет 548.2 ± 7.6 млн лет [4]. Куккараукская свита слагается мелко- и среднегалечниковыми конгломератами и в подчиненном количестве песчаниками и алевролитами. Мощность ее 200–250 м. Зиганская свита (500–600 м) объединяет неравномерно переслаивающиеся песчаники, алевролиты и аргиллиты. Подчиненную роль играют гравелиты и мелкогалечниковые конгломераты.

Накопление значительной части осадочных образований нижней части ашинской серии было приурочено, по всей видимости, к серии врезаемых долин и контролировалось гляциоэвстатическими событиями. Реликты таких долин реконструированы как на западном [6], так и на восточном [11] крыльях Башкирского антиклинория. В позднем венде в связи с коллизией и орогенезом на рассматриваемой территории был сформирован форландовый прогиб, выполненный, как полагают [1, 13, 14], молассовыми образованиями. Питание его обломочным материалом осуществлялось как с запада (бакеевско?-урюкское время), так и с востока (басинско-зиганское время). В роли “восточной питающей провинции” выступало, по всей видимости, Белорецкое поднятие/термальное купол/террейн, которое сформировалось

в юго-восточной части современного Башкирского антиклинория как продолжение складчатонадвигового пояса тиманид [15]. В песчаниках куккараукской свиты, по данным [8], присутствуют цирконы, возраст которых попадает в интервал, характерный для кристаллических комплексов, представленных в орогенах Протоуралид-Тиманид. Преобладание в песчаниках всей ашинской серии мезопротерозойских и раннепалеопротерозойских цирконов (от ~900 до 1750 млн лет), источники которых на Восточно-Европейской платформе известны только в ее западной и северо-западной частях, при незначительной доле зерен позднепалеопротерозойского и архейского возраста, соответствующих по возрасту кристаллическим комплексам, доминирующим в строении фундамента Восточно-Европейской платформы, позволяет считать, что терригенные породы венда сформированы из кластики, имевшей иной, нежели Восточно-Европейская платформа, источник. По мнению [8], таким источником мог выступать Квинслендский край Австралии, располагавшийся в структуре Родини во время накопления ашинской серии в непосредственной близости от Южно-Уральского края Балтики.

Глинистые породы бакеевской свиты сложены преимущественно гидрослюдой; подчиненную роль в их составе играют вермикулит и смешанослойные образования вермикулит-хлорит [10]. Основная ткань глинистых пород басинской свиты представлена тонкодисперсным микрочешуйчатым агрегатом гидрослюды и слабоокристаллизованного пелитового материала, интенсивно пигментированного тонкодисперсным гематитом. По данным [20], в глинистых породах данного уровня ашинской серии присутствуют магнезиально-железистый хлорит и гидрослюда 2M. В аргиллитах зиганской свиты преобладает диоктаэдрическая гидрослюда, в подчиненном количестве наблюдаются хлорит и плохо окристаллизованное глинистое вещество [10].

Среднее, минимальное и максимальное содержание основных породообразующих компонентов в аргиллитах ашинской серии приведено в табл. 1. По соотношению K/Al и Mg/Al глинистые породы бакеевского, басинского и зиганского уровней ашинской серии могут быть ат-

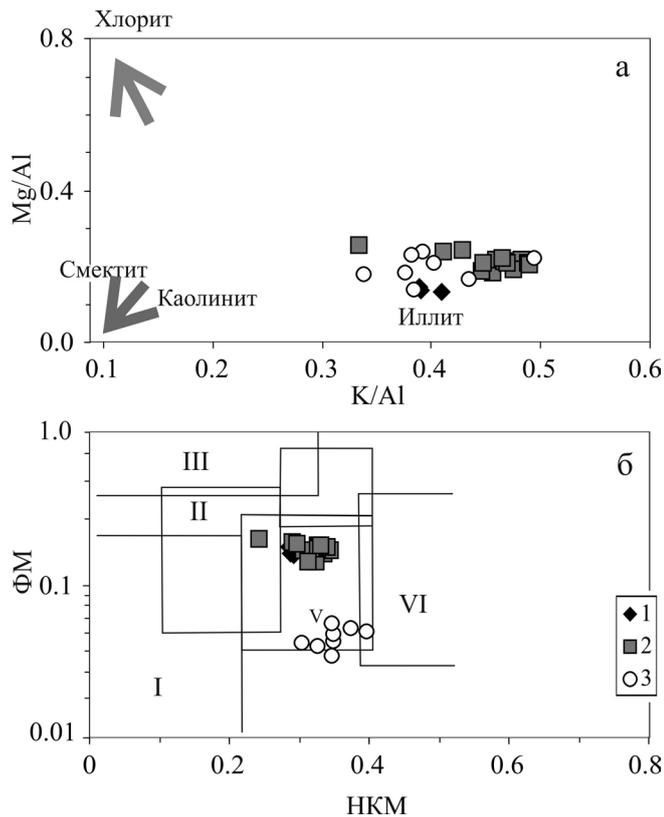


Рис. 3. Положение фигуративных точек состава глинистых пород ашинской серии на диаграммах K/Al–Mg/Al (а) и НКМ–ФМ (б).

1 – бакеевская свита, 2 – басинская свита, 3 – зиганская свита. Поля для диаграммы НКМ–ФМ (глины): I – преимущественно каолинитовые, II – преимущественно смектитовые с примесью каолинита и гидрослюд, III – преимущественно хлоритовые с примесью Fe-гидрослюд, IV – хлорит-гидрослюдистые, V – хлорит-смектит-гидрослюдистые, VI – гидрослюдистые со значительной примесью дисперсных полевых шпатов.

тестованы как преимущественно гидрослюдистые образования (рис. 3а), что не противоречит приведенным выше данным исследования их вещественного состава. На диаграмме НКМ–ФМ [22] фигуративные точки состава глинистых пород перечисленных свит сосредоточены преимущественно в IV (глинистые породы преимущественно хлорит-гидрослюдистого состава) и V (хлорит-смектит-гидрослюдистые глинистые породы) ее полях (рис. 3б).

Климатические обстановки накопления осадочных образований венда Башкирского антиклинория по валовому химическому составу глинистых пород (табл. 1) определяются не вполне уверенно. Так, средняя величина гидролизатного модуля (ГМ)¹ для глинистых сланцев бакеевской свиты составля-

¹ Гидролизатный модуль рассчитывается по данным валового химического анализа по формуле $(Al_2O_3 + TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO + MnO)/SiO_2$ [21].

Таблица 1. Среднее, минимальное и максимальное содержание основных породообразующих оксидов и ГМ и CIA в глинистых породах ашинской серии (мас. %)

Компонент	Бакеевская свита	Басинская свита	Зиганская свита
SiO ₂	58.11 ± 0.53 57.50–58.44	61.04 ± 0.78 60.32–62.46	61.06 ± 2.31 59.04–65.81
TiO ₂	0.74 ± 0.01 0.73–0.75	0.78 ± 0.03 0.70–0.81	0.86 ± 0.06 0.75–0.93
Al ₂ O ₃	18.28 ± 0.30 18.08–18.63	16.93 ± 0.42 16.01–17.68	16.41 ± 1.16 14.44–18.40
Fe ₂ O ₃	7.57 ± 0.50 7.20–8.14	7.47 ± 0.92 5.82–8.64	7.33 ± 0.74 6.48–8.28
CaO	0.85 ± 0.12 0.72–0.95	0.54 ± 0.08 0.46–0.76	0.81 ± 0.54 0.33–2.07
MgO	2.11 ± 0.08 2.06–2.21	3.13 ± 0.28 2.73–3.77	2.76 ± 0.43 2.23–3.32
MnO	0.042 ± 0.002 0.040–0.044	0.07 ± 0.01 0.05–0.09	0.09 ± 0.04 0.03–0.14
P ₂ O ₅	0.21 ± 0.04 0.16–0.25	0.16 ± 0.05 0.12–0.31	0.25 ± 0.19 0.08–0.67
K ₂ O	4.66 ± 0.21 4.54–4.90	4.90 ± 0.45 3.66–5.27	4.24 ± 0.60 3.17–5.07
Na ₂ O	0.57 ± 0.06 0.50–0.60	0.40 ± 0.07 0.30–0.50	1.43 ± 0.66 0.37–2.20
П.п.п.	6.85 ± 0.22 6.60–7.03	5.12 ± 0.28 4.60–5.70	4.61 ± 0.78 3.20–5.85
ГМ	0.46 ± 0.01 0.45–0.47	0.41 ± 0.02 0.39–0.43	0.29 ± 0.03 0.23–0.33
CIA	71 ± 1 70–71	71 ± 2 69–75	66 ± 4 60–72
n	3	26	29

Примечание. В числителе – среднее арифметическое и величина стандартного отклонения, в знаменателе – минимальное и максимальное содержание; n – число проанализированных образцов.

ет 0.46 ± 0.01 . Для аргиллитов басинской и зиганской свит средние значения ГМ равны соответственно 0.41 ± 0.02 и 0.29 ± 0.03^2 (рис. 4а). Среднее значение химического индекса изменения состава пород (CIA)³ для аргиллитов бакеевской свиты составляет 71 ± 1 , что почти точно соответствует значению, разделяющему, по представлениям [25, 27], отложения гумидного и аридного/нивального климата. Глинистые породы басинского уровня имеют среднее значение CIA 71 ± 2 (минимум – 69, максимум – 75). Для аргиллитов зиганской свиты свойственна несколько меньшая средняя величина CIA (66, минимум – 60, максимум – 72) (рис. 4б). В целом, исходя из характерных для глинистых пород ашинской серии значений ГМ и CIA, можно сделать вывод о

² Приведенные в настоящей публикации значения ГМ и CIA несколько отличаются от тех, что можно видеть в работе [9], в связи с использованием уточненной аналитической выборки.

³ Химический индекс изменения рассчитывается по молекулярному количеству оксидов по формуле $100Al_2O_3/(Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ [25].

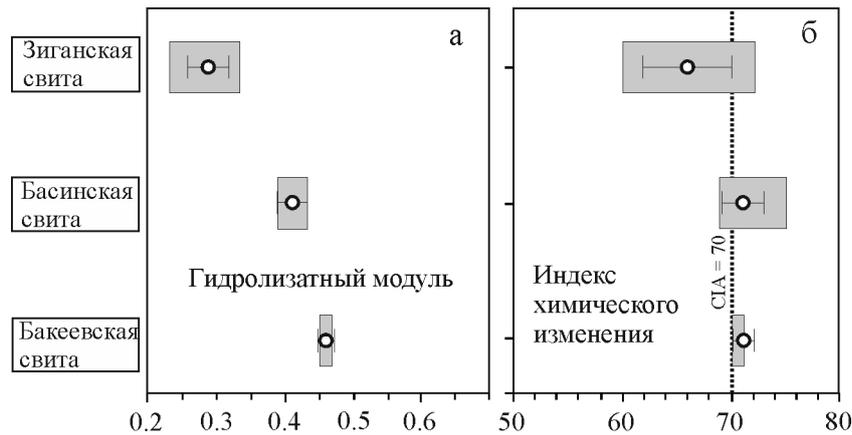


Рис. 4. Средние, минимальные и максимальные значения ГМ (а) и CIA (б) для глинистых пород бакеевской, басинской и зиганской свит.

Горизонтальные линии с торцевыми ограничениями – стандартные отклонения.

том, что указанные образования являются продуктами, скорее всего, относительно умеренного (если не относительно холодного) климата. Для сравнения: плиоценовые каолиновые глины – продукты латеритного выветривания на юго-западе Испании – обладают значениями CIA ~92–97 [23]; плейстоценовые глины гляциогенного генезиса в южной части Канадского щита имеют величину CIA ~47, тогда как развитые здесь же озерные метапелиты нижнепротерозойской формации Гоуганда характеризуются величиной CIA ~64 [27]. Преимущественно гидрослюдистые глины, по данным [3], имеют заметно варьирующие значения CIA: от ~75 для синих кембрийских глин Прибалтики до ~60 для ленточных глин Республики Беларусь.

Снизу вверх по разрезу ашинской серии наблюдается хорошо выраженное снижение значений ГМ и CIA, что предполагает поступление в конечный водоем стока к концу ашинского времени все менее преобразованной процессами химического выветривания на палеоводосборах тонкой алюмосиликокластики.

Между значениями ГМ и CIA в глинистых породах басинской и зиганской свит нет какой-либо определенной корреляционной связи: в первом случае величина корреляции составляет 0.23, во втором – 0.41 (рис. 5).

На диаграмме А.Б. Ронова и З.В. Хлебниковой [16] точки составов глинистых пород всех трех рассматриваемых нами свит сосредоточены в основном в области перекрытия полей I (морских глин и глин засоленных лагун и озер аридной зоны) и III (континентальных глин холодного и умеренно холодного климата) (рис. 6), т.е. могут считаться образованиями относительно холодных/аридных палеоклиматических обстановок.

На это же указывает и расположение фигуративных точек состава аргиллитов бакеев-

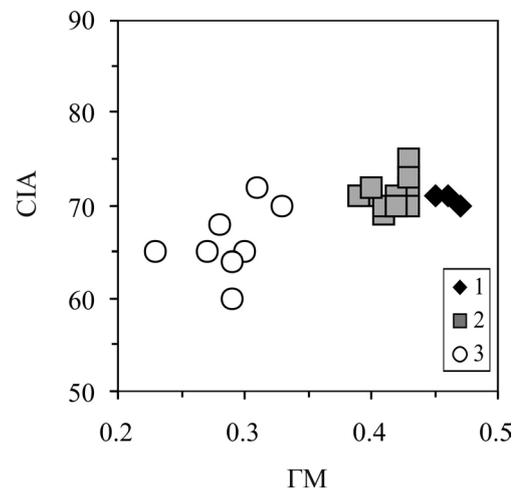


Рис. 5. Корреляция между величинами ГМ и CIA в глинистых породах ряда литостратиграфических подразделений ашинской серии.

Условные обозначения – см. рис. 3.

ской, басинской и зиганской свит на диаграмме $K_2O/Al_2O_3-Ga/Rb$ [26], где преобладающая их часть локализована в поле, типичном для тонкозернистых обломочных образований холодного/сухого климата (рис. 7).

Вместе с тем все сказанное выше находится в определенном противоречии с выводом о низкоширотном положении Балтики примерно 550 млн лет назад (рис. 8), полученным по палеомагнитным данным [24].

Иллюстрации к статье выполнены Н.С. Глушковой.

Исследования проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-00497.

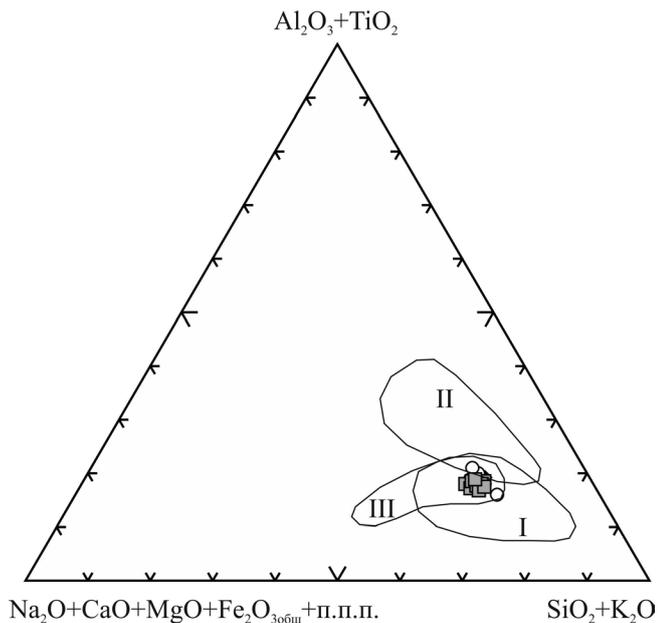


Рис. 6. Положение точек состава аргиллитов бакевской, басинской и зиганской свит на диаграмме А.Б. Ронова и З.В. Хлебниковой.

Поля: I – морских глин и глин засоленных лагун и озер аридной зоны, II – континентальных глин тропического климата, III – континентальных глин холодного и умеренно холодного климата.

Условные обозначения – см. рис. 3.

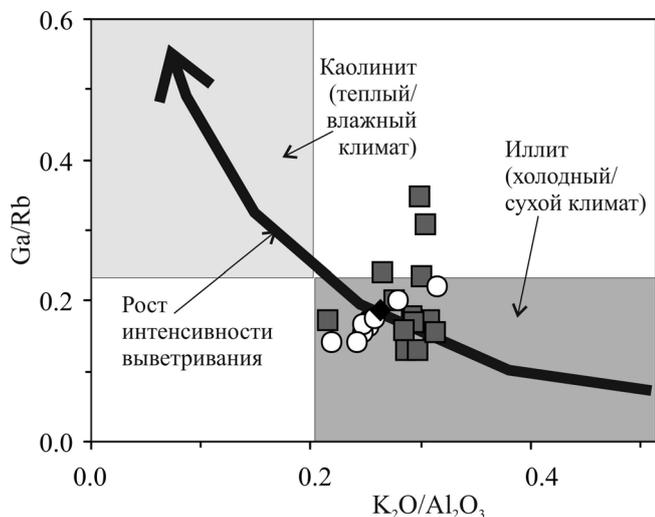


Рис. 7. Положение точек состава аргиллитов бакевской, басинской и зиганской свит на диаграмме K_2O/Al_2O_3 –Ga/Rb.

Условные обозначения – см. рис. 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер Ю.П. Позднекембрийская моласса Южного Урала. Л.: Недра, 1968. 160 с.
2. Беккер Ю.П. Венд Урала // Вендская система.

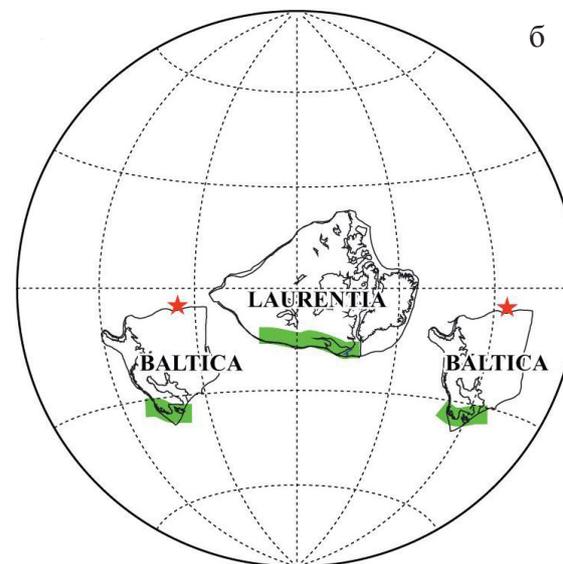
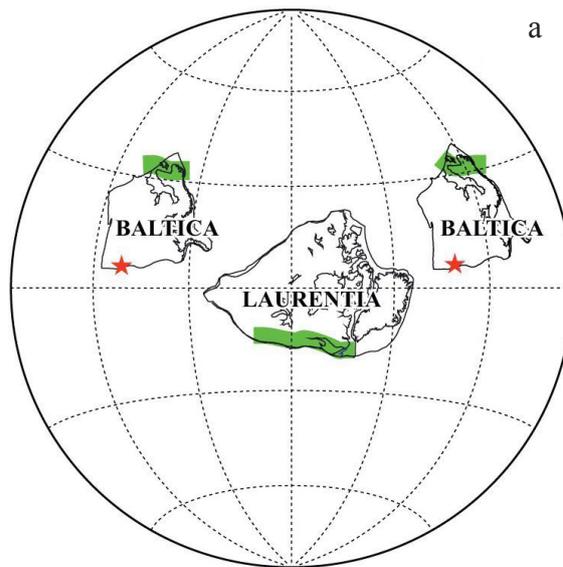


Рис. 8. Схематическая реконструкция взаимного положения Лаврентии и Балтики по палеомагнитным данным [24] для временной отметки ~550 млн лет.

а – Балтика показана для варианта, когда ЗСЗ направление, полюс PO1, соответствует нормальной полярности; б – Балтика показана для варианта, когда ВЮВ направление, полюс PO2, соответствует нормальной полярности. Долготное расположение Балтики и Лаврентии выбрано произвольно. Звездочки – Южный Урал. Серый цвет – окраины позднепротерозойского океана Япетус.

Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. С. 76–83.

3. Головенко В.К. Высокоглиноземистые формации докембрия. Л.: Недра, 1977. 268 с.
4. Гражданкин Д.В., Марусин В.В., Меерт Дж. и др.

- Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. АН. 2011. Т. 440, № 2. С. 201–206.
5. *Горожанин В.М.* Rb-Sr метод в решении проблем геологии Южного Урала. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1995. 23 с.
 6. *Келлер Б.М., Вейс А.Ф., Горожанин В.М.* Толпаровский разрез верхнего докембрия (Южный Урал) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 9. С. 119–124.
 7. *Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Абрамова А.Н.* Разрез “Устькатавский” // Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия западного склона Южного Урала и Приуралья. Уфа: ИГГ УНЦ РАН, 1995. С. 141–162.
 8. *Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В., Шаццло А.В. и др.* Возраст детритных цирконов из ашинской серии Южного Урала – подтверждение пространственной сопряженности уральского края Балтики и Квинслендского края Австралии в структуре Родинии (“Australia upside down conception”) // Литосфера. 2012. № 4. С. 59–77.
 9. *Маслов А.В.* Литогеохимический облик отложений ашинской серии венда западного склона Южного Урала // Литосфера. 2014. № 1. С. 13–33.
 10. *Маслов А.В., Гареев Э.З., Крупенин М.Т., Демчук И.Г.* Тонкая алюмосиликокластика в верхнедокембрийском разрезе Башкирского мегантиклинория (к реконструкции условий формирования). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1999. 324 с.
 11. *Маслов А.В., Крупенин М.Т.* Новые данные по геологии и седиментологии верхнедокембрийских и раннепалеозойских отложений в зоне сочленения Башкирского мегантиклинория и Зилаирского мегасинклинория к югу от широты с. Кага // Палеогеография венда-раннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. С. 113–125.
 12. *Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфилов Л.В.* Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минерагения, геологические памятники природы). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. Т. I. 351 с.
 13. *Маслов А.В., Ножкин А.Д., Подковыров В.Н. и др.* Геохимия тонкозернистых терригенных пород верхнего докембрия Северной Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 274 с.
 14. *Пучков В.Н.* Эволюция литосферы: от Печорского океана к Тиманскому орогену, от Палеоуральского океана к Уральскому орогену // Проблемы тектоники Центральной Азии. М.: ГЕОС, 2005. С. 309–342.
 15. *Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
 16. *Ронов А.Б., Хлебникова З.В.* Химический состав важнейших генетических типов глин // Геохимия. 1961. № 6. С. 449–469.
 17. Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка / Отв. ред. Аксенов Е.М., Козлов В.И. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2000. 81 с.
 18. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: Роскомнедра, ИГГ УрО РАН, 1993.
 19. Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Отв. ред. Б.М. Келлер, Н.М. Чумаков. М.: Наука, 1983. 184 с.
 20. *Сульман А.М., Демчук И.Г.* Глинистые минералы в рифейских осадочных отложениях Башкирского мегантиклинория // Докембрийские толщи Башкирского мегантиклинория на Урале и их металлогения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 16–24.
 21. *Юдович Я.Э.* Региональная геохимия осадочных пород. Л.: Наука, 1981. 276 с.
 22. *Юдович Я.Э., Кемпис М.П.* Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.
 23. *Fernández-Caliani J.C., Cantano M.* Intensive kaolinization during a lateritic weathering event in South-West Spain Mineralogical and geochemical inferences from a relict paleosol // Catena. 2010. V. 80. P. 23–33.
 24. *Levashova N.M., Bazhenov M.L., Meert J.G., Kuznetsov N.B., Golovanova I.V., Danukalov K.N., Fedorova N.M.* Paleogeography of Baltica in the Ediacaran: Paleomagnetic and geochronological data from the clastic Zigan Formation, South Urals // Precambrian Res. 2013. V. 236. P. 16–30.
 25. *Nesbitt H.W., Young G.M.* Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites // Nat. 1982. V. 299. P. 715–717.
 26. *Roy D.K., Roser B.P.* Climatic control on the composition of Carboniferous–Permian Gondwana sediments, Khalaspir basin, Bangladesh // Gondwana Res. 2013. V. 23. P. 1163–1171.
 27. *Young G.M.* Comparative Geochemistry of Pleistocene and Paleoproterozoic (Huronian) Glaciogenic Laminated Deposits: Relevance to Crustal and Atmospheric Composition in the Last 2.3 Ga // J. Geol. 2001. V. 109. P. 463–477.