

**DETRITAL ZIRCON PROVENANCES FOR SANDSTONES OF THE AI AND BOL'SHOI INZER FORMATIONS (RIPHEAN STRATOTYPE, SOUTHERN URALS)**A.V. Maslov ^{1,2}✉, V.B. Ershova ^{1,3}, O.Yu. Melnichuk ², S.A. Dub ², M.T. Krupenin ², L.V. Badida ²¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, 7-1 Pyzhevsky Ln, Moscow 119017, Russia² Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 15 Academician Vonsovsky St, Ekaterinburg 620110, Russia³ Saint Petersburg University, 7/9 Universitetskaya Emb, Saint Petersburg 199034, Russia

ABSTRACT. When the maxima on the relative probability density curves of age of detrital zircons from the basal sandstones of the of the Riphean prototype (Ai and Bol'shoi Inzer formations, Southern Urals) are compared with the time intervals of formation of potential detrital zircon sources in the East European and Siberian cratons, ~1.7 Ga ago located immediately west and east of the area of accumulation of sediments originally comprising these formations, it is apparent that they are substantially similar to each other. This suggests that the detritus in the basal strata of the Riphean stratotype could be derived from rock complexes of both cratons. All of the aforesaid may represent an example of the so-called parallel tectonomagmatic evolution of cratons and draw the attention of researchers to the possibility of obtaining multivariate models for the formation of detrital zircon populations in sandstones based solely on U-Th-Pb isotopic dating of detrital zircons.

KEYWORDS: Lower Riphean; Ai formation; Bol'shoi Inzer formation; detrital zircon; U-Th-Pb isotope age; provenance areas; East European craton; Siberian craton

FUNDING: The study was carried out on the state assignment of the Geological Institute RAS (research topic FMMG-2023-0004) and Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry UB RAS (project No. 123011800013-6).



EDN: GAKVPX

RESEARCH ARTICLE**Correspondence:** Andrey V. Maslov, amas2004@mail.ru

Received: December 26, 2025

Revised: March 10, 2026

Accepted: March 13, 2026

FOR CITATION: Maslov A.V., Ershova V.B., Melnichuk O.Yu., Dub S.A., Krupenin M.T., Badida L.V., 2026. Detrital Zircon Provenances for Sandstones of the Ai and Bol'shoi Inzer Formations (Riphean Stratotype, Southern Urals). *Geodynamics & Tectonophysics* 17 (2), 0884. doi:10.5800/GT-2026-17-2-0884

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОЧНИКАХ ОБЛОМОЧНОГО ЦИРКОНА ПЕСЧАНИКОВ АЙСКОЙ И БОЛЬШЕИНЗЕРСКОЙ СВИТ (СТРАТОТИП РИФЕЯ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)

А.В. Маслов^{1,2}, В.Б. Ершова^{1,3}, О.Ю. Мельничук², С.А. Дуб², М.Т. Крупенин², Л.В. Бадида²

¹ Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 1, Россия

² Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, 620110, Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет, 199034, Санкт-Петербург, наб. Университетская, 7-9, Россия

АННОТАЦИЯ. Сопоставление максимумов на кривых относительной плотности вероятности возрастов обломочного циркона песчаников базальных уровней стратотипа рифея (айская и большеинзерская свиты, Южный Урал) и временных интервалов формирования потенциальных источников такого циркона на Восточно-Европейском и Сибирском кратонах, располагавшихся ~1.7 млрд лет назад непосредственно к западу и востоку от области накопления исходных для названных свит осадков, показало их существенное сходство. Это позволяет предполагать, что поставщиками обломочного материала для базальных толщ стратотипа рифея могли быть комплексы пород обоих названных кратонов. Все сказанное представляет собой, на наш взгляд, пример так называемой параллельной тектономагматической эволюции кратонов и привлекает внимание исследователей к возможной многовариантности моделей формирования популяций обломочного циркона песчаников, основанных только на данных о его U-Th-Pb изотопном возрасте.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нижний рифей; айская свита; большеинзерская свита; обломочный циркон; U-Th-Pb изотопный возраст; источники сноса; Восточно-Европейский кратон; Сибирский кратон

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Исследование проведено в рамках госзадания Геологического института РАН (тема НИР FMMG-2023-0004) и госзадания Института геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН (проект № 123011800013-6).

1. ВВЕДЕНИЕ

Количество публикаций, в которых разнообразные вопросы стратиграфии, литологии, тектоники и геодинамики решаются на основе или с учетом данных об изотопном возрасте обломочного циркона, продолжается и в нашей стране и за ее пределами расти быстрыми темпами, но очевидно то, что еще не все аспекты использования получаемой при этом информации находят в поле зрения отечественных специалистов.

В целях восполнения указанного пробела ранее нами проанализировано распределение в песчаниках ряда уровней стратотипа рифея (западный склон Южного Урала, Башкирский мегантиклинорий) популяций обломочного циркона и литогеохимических особенностей глинистых пород [Maslov, 2025]. Это дало возможность выявить, как и в большинстве подобных случаев, две основные тенденции формирования слагающей их кластики: поступление в область осадконакопления материала первого цикла седиментации (петрогенного) и привнос материала рециклированного (переотложенного, литогенного). Высказано предположение, что обломочный циркон, поступавший из протоисточников¹ в седиментационный бассейн в самом начале рифея (айское время), затем неоднократно переотлагался,

так как близкие максимумы на кривых относительной плотности вероятности (ОПВ) присутствуют в песчаниках многих стратотипов стратотипа рифея, вплоть до укской свиты верхнего рифея.

В настоящей работе на примере популяций обломочного циркона в песчаниках базальных уровней стратотипа рифея (айская и большеинзерская свиты) наше внимание обращено к проблеме, ранее обрисованной Т. Андерсеном [Andersen, 2013]. Исходя из результатов исследования U-Pb изотопного возраста, изотопного состава Hf и распределения редких и рассеянных элементов в обломочном цирконе формации Эрикксфьорд (мезопротерозой, Гренландия), он пришел к выводу, что рециклинг древних осадочных образований, перенос кластики на большие расстояния и сходство в эволюции различных континентальных блоков делают обломочный циркон ненадежным индикатором питающих провинций.

2. БАЗАЛЬНЫЕ УРОВНИ СТРАТОТИПА РИФЕЯ (ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ, ИЗОТОПНЫЙ ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ ОБЛОМОЧНОГО ЦИРКОНА)

К базальным уровням стратотипа рифея принадлежат айская и большеинзерская свиты бурзянской

¹ Протоисточники – материнские магматические породы, в которых изначально кристаллизовался циркон [Pell et al., 1997]. Это определение относится и к метаморфизованным разновидностям таких пород, но не включает метаосадочные образования.

серии, породы которых обнажены соответственно на северо-востоке (Тараташский антиклинорий) и в центральной части (Ямантауский антиклинорий) Башкирского мегантиклинория Южного Урала [Keller, Chumakov, 1983; Semikhatov, 1989; Maslov et al., 2002; Semikhatov et al., 2015] (рис. 1).

Айская свита (мощность 1700–2500 м) представлена конгломератами и конгломератобрекчиями, гравелитами, песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами. В ее нижней части распространены трахибазальты, трахидолериты, долериты и дацитовые порфириты [Keller, Chumakov, 1983; Semikhatov, 1989]. U-Pb изотопный возраст циркона из трахибазальтов составляет 1752±11 млн лет [Krasnobaev et al., 2013]. Свита с размывом, угловым несогласием и конгломератами в основании залегает на породах тараташского комплекса архея – нижнего протерозоя, испытавших, по данным [Sindern et al., 2005; Semikhatov et al., 2009], завершающий ретроградный метаморфизм 1801±3 млн лет назад (изохронный Rb-Sr метод).

Обломочный циркон (89 конкордантных датировок) из песчаников нижней части айской свиты обра-

зует на кривой ОПВ максимумы (три зерна и более) 2938, 2737, ~2478 и ~2064 млн лет [Kuznetsov et al., 2013]. В каждом из двух других образцов песчаников этого же стратиграфического уровня (соответственно 60 и 55 конкордантных датировок) максимум только один – 2055 и 2129 млн лет [Romanyuk et al., 2018a, 2018b, 2019]. Таким образом, в целом для популяции обломочного циркона айской свиты (всего 204 конкордантные оценки возраста; в соответствии с представлениями [Vermeesch, 2004], это дает основание полагать, что мы имеем дело как с доминировавшими в питающих провинциях источниками, так и с источниками, роль которых как поставщиков обломочного материала была весьма незначительна) на кривой ОПВ характерны следующие максимумы – 2938, 2737, 2478, 2129, 2064 и 2055 млн лет (рис. 2).

На основе этой информации в начале 2010-х гг. был сделан вывод, что «схожесть U-Pb-изотопных возрастов обломочных цирконов из песчаников айской свиты с известными возрастными кристаллических комплексов волго-уральской части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (включая тараташский комплекс)

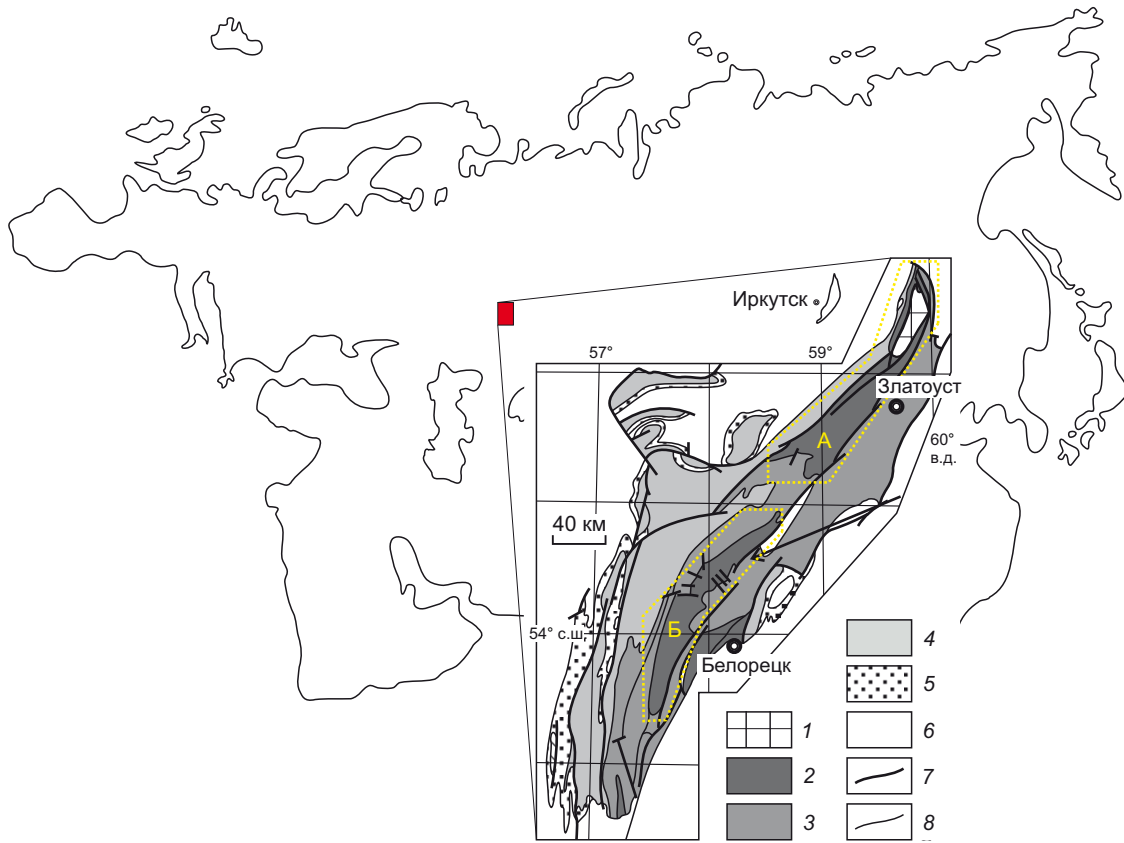


Рис. 1. Обзорная схема и схема геологического строения Башкирского мегантиклинория. Красный прямоугольник – Башкирский мегантиклинорий; А – Тараташский антиклинорий; Б – Ямантауский антиклинорий. 1 – архей и нижний протерозой; 2 – нижний рифей (бурзянская серия); 3 – средний рифей; 4 – верхний рифей; 5 – венд; 6 – фанерозой; 7 – разрывные нарушения; 8 – геологические границы.

Fig. 1. Overview scheme and schematic geological map of the Bashkir meganticlinorium. Red rectangle – Bashkir meganticlinorium; А – Taratash anticlinorium; Б – Yamantau anticlinorium. 1 – Archean and Lower Proterozoic; 2 – Lower Riphean (Burzyan group); 3 – Middle Riphean; 4 – Upper Riphean; 5 – Vendian; 6 – Phanerozoic; 7 – faults; 8 – geological boundaries.

означает, что именно эта часть ВЕП выступала основным поставщиком обломочного материала для терригенных отложений айской свиты» [Kuznetsov et al., 2013, с. 312]. В качестве таких поставщиков рассматривались Тараташский, Волго-Сарматский (в современном понимании – западная часть Волго-Донского) и другие орогены палеопротерозоя, реликты которых известны на ВЕП [Kuznetsov et al., 2013; Romanyuk et al., 2018a]. Анализ распределения в обломочном цирконе айской свиты редких и рассеянных элементов [Romanyuk et al., 2018a] выявил присутствие кристаллов, источниками которых выступали карбонатиты и магматические породы среднего и кислого состава.

Большеинзерская свита (мощность ~2200 м) представлена песчаниками, глинистыми сланцами, алевролитами, известняками и доломитами. Обломочный циркон из песчаников этого стратона (100 конкордантных оценок возраста, наши оригинальные данные [Maslov et al., 2026]) на кривой ОПВ образует максимумы 2720, 2700, 2540, 2070, 2030, 1945, 1910 и 1870 млн лет (рис. 2).

3. ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование отложений в самом начале рифея происходило в наземных и субаквальных обстановках. Выполненные ранее палеогеографические реконструкции [Semikhatov, 1989; Maslov, 1997] дали основание утверждать, что присутствие в разрезах айской свиты многочисленных пластов и линз конгломератов, слабая сортировка обломочного материала, преобладание среди песчаников аркозов и их граувакковых разновидностей, резкие и быстрые фациальные переходы вместе с рядом других признаков указывают на значительную расчлененность расположенной рядом с областью осадконакопления суши, сложенной разнообразными комплексами метаморфических, в том числе метаосадочных, и магматических пород. По всей видимости, для района современного Тараташского

антиклинория в айское время были характерны континентальные и прибрежно-континентальные осадочные и вулканогенно-осадочные образования. На юго-запад и юг в сторону Ямантауского антиклинория они сменялись более глубоководными преимущественно песчаными и песчано-алевритовыми осадками большеинзерской свиты [Maslov, 1988; и др.].

В целом раннерифейский бассейн являлся, по всей видимости, бассейном интракратонного типа [Maslov et al., 2002; и др.]. Современным глобальным палеореконструкциям этот вывод не противоречит. Так, например, на схеме для 1700 млн лет назад [Li et al., 2023, fig. 10] фланг входившего в состав суперконтинента Нуна палеоконтинента Балтика, где происходило накопление осадочных и вулканогенных толщ рифея, обращен (в современных координатах) на восток и рядом с ним располагается палеоконтинент Сибирь (Сибирский кратон). Вплотную примыкая к Балтике и Сибири, к северу от них на рассматриваемой реконструкции помещена Лаврентия, самой южной частью которой является Гренландия. Юго-восточнее Балтики находится Амазония. В данной ситуации и Балтика и Сибирь, так же как Гренландия (Лаврентия) и Амазония, могли выступать поставщиками обломочного материала для базальных горизонтов стратотипа рифея. Далее, однако, для того чтобы существенно не усложнять общую картину, мы рассмотрим в качестве таковых только Балтику и Сибирь.

Размеры и Балтики, и Сибири значительно превышают расстояние между точками отбора образцов песчаников айской и большеинзерской свит нижнего рифея, использованных для выделения популяций обломочного циркона. В соответствии с этим нам представляется целесообразным объединить информацию об особенностях распределения U-Th-Pb изотопных возрастов обломочного циркона обоих стратонов. В результате мы получаем следующую совокупность максимумов на кривой ОПВ: 2938, 2737, 2720, 2700,

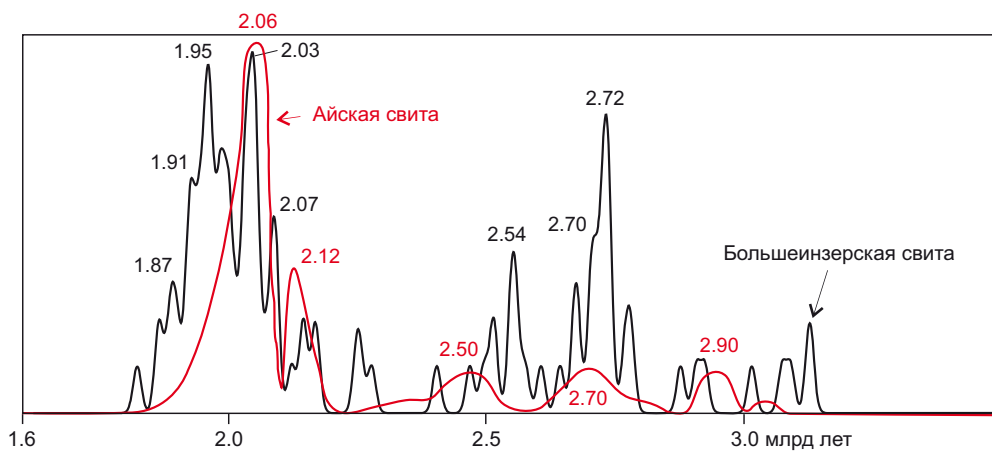


Рис. 2. Максимумы возрастов обломочного циркона из песчаников айской (по работе [Zaitseva et al., 2022], с изменениями) и большеинзерской свиты на кривой относительной плотности вероятности.

Fig. 2. Maximum ages of detrital zircon grains from sandstones of the Ai (modified after [Zaitseva et al., 2022]) and Bol'shoi Inzer formations on the relative probability density curve.

2540, 2478, 2129, 2070, 2064, 2055, 2030, 1945, 1910 и 1870 млн лет.

На Восточно-Европейском кратоне (палеоконтиненте Балтика) комплексы пород-протоисточников обломочного циркона охватывают спектр временных интервалов 3.24²–3.03, 3.20–2.95 (3.0), 3.1–2.7, 2.86–2.72, 2.85–2.55, 2.80–2.75, 2.8–2.7, 2.73–2.70 (2.68), 2.7–2.6, 2.66, 2.15–2.07, 2.10–1.95, 2.07–2.05, 2.00–1.95; 1.94–1.87, 1.90–1.65, 1.86–1.75 и 1.85–1.70 млрд лет [Bogdanova et al., 2004, 2010, 2013; Bibikova et al., 2008, 2009, 2013, 2015; Savko et al., 2017; Bogdanova, 2019; Samsonov et al., 2019; и др.] (рис. 3). Соответственно, циркон с такими значениями возраста можно ожидать в составе популяций обломочного циркона айской и большеинзерской свит, но, естественно, не все указанные выше интервалы будут представлены в них одинаково полно, если вообще будут. Кроме того, на ВЕП не известны источники, ответственные за максимумы на кривой ОПВ возрастов обломочного циркона 2540 и 2480 млн лет.

В пределах террейнов и супертеррейнов, входящих в состав Сибирского кратона, по данным [Turkina et al., 2012, 2020; Popov et al., 2017; Velikoslavinskii et al., 2018; Kovach et al., 2020, 2023a, 2023b; Samsonov et al., 2021, 2022; Yarmolyuk et al., 2021; Gladkochub et al., 2022; Turkina, 2022, 2024, 2025; Turkina, Sukhorukov, 2022; Adamskaya et al., 2023; Stifeeva et al., 2022; и др.], в архее формирование комплексов пород – потенциальных источников обломочного циркона происходило 3.50–3.26, 3.23, 3.21–3.10, 3.02–2.95, 2.86–2.82, 2.79, 2.76–2.70, 2.70–2.50, 2.55–2.48 млрд лет назад. Раннепротерозойский гранитоидный магматизм имел место 2.52–2.40, 2.15–2.04, 2.06–2.00, 2.00–1.95, 1.95–1.90, 1.90–1.87, 1.88–1.84 и 1.76–1.71 млрд лет назад [Glukhovskii et al., 2015; Donskaya et al., 2018; Donskaya, 2020; и др.]. В интервале 2.25–2.10 млрд лет в отдельных террейнах Сибирского кратона также установлена локальная магматическая активность [Gladkochub et al., 2025]. При близком к области накопления исходных для айской и большеинзерской свит осадков положении Сибирского кратона ~1700 млн лет назад обломочный циркон с указанными возрастными группами также мог, как нам представляется, попадать в его популяции в песчаниках названных стратонов.

Приводимые ниже соображения можно считать корректными только при условии прямой транспортировки обломочного циркона в осадок при размыве пород-протоисточников (первый седиментационный цикл). Было ли именно так в нашем случае, полной уверенности нет, но нет и фактов, которые свидетельствовали бы об обратном, поэтому все, что написано далее, это некий эскиз более широких, чем ранее, реконструкций возможного положения источников обломочного циркона, присутствующего в песчаниках базальных уровней стратотипа рифея. Более того, при

привлечении к анализу других глобальных реконструкций выводы из имеющегося в настоящее время фактического материала могут быть иными, что мы хорошо понимаем.

Наиболее древний максимум на кривой ОПВ имеют, по всей видимости, породы-протоисточники и на Сибирском и на Восточно-Европейском кратоне (2938 млн лет, айская свита). Максимумы 2737, 2720 и 2700 млн лет, фиксируемые в популяциях обломочного циркона и айской, и большеинзерской свиты, также могут быть сопоставлены с породами-протоисточниками циркона на обоих кратонах. Максимумы 2540 и 2478 млн лет (соответственно большеинзерская и айская свиты), по всей видимости, сформированы обломочным цирконом, поступавшим в область осадконакопления начала рифея за счет размыва пород-протоисточников на Сибирском кратоне, так как на Восточно-Европейском кратоне подобные образования, вероятно, отсутствуют. Максимумы 2129, 2070, 2064, 2055, 2030, 1945, 1910 и 1870 млн лет, присущие кривым ОПВ возрастов обломочного циркона и айской, и большеинзерской свиты, могли быть образованы как кластикой, поступавшей в область осадконакопления при размыве раннепротерозойских орогенов (Волго-Донской, 2.05–2.00 млрд лет; Лапландско-Кольский, 2.0–1.9 млрд лет; Свекофенский, 1.90–1.86 млрд лет; Тараташский, 2.1–1.8 млрд лет; и др.) Восточно-Европейского кратона, так и обломочным материалом, транспортировавшимся со стороны палеоконтинента Сибирь. Далекий разнос кластики и обломочного циркона нельзя считать при этом маловероятным. В литературе описаны примеры транспортировки циркона из Скандинавии на юго-запад Восточно-Европейского кратона, т.е. на расстояние более 2000 км [Paszkowski et al., 2019, 2021]. Столь же далекий перенос (в том числе из областей распространения пород Свеконорвежского орогена и гранитов рапакиви Фенноскандии) не исключается и для циркона мезопротерозойского возраста, присутствующего в известняках укской свиты верхнего рифея [Zaitseva et al., 2022].

В пользу далекого переноса свидетельствует и установленный на основе анализа распределения ряда редких и рассеянных элементов в глинистых породах стратотипа рифея факт формирования их за счет взвеси больших рек, т.е. рек с площадью водосбора более 100000 км² и длиной более 1000 км [Maslov, 2019]. Различить же обломочный циркон указанных источников только на основании имеющихся в нашем распоряжении данных о его U-Th-Pb изотопном возрасте (это наиболее доступная для многих отечественных исследователей в финансовом плане в настоящее время информация), очевидно, невозможно в принципе.

Как отмечено в Разделе 1, близкая к рассмотренной нами ситуация описана Т. Андерсеном [Andersen, 2013]

² Более древние, чем 3.25 млрд лет, этапы здесь опущены, так как циркон с таким возрастом для песчаников айской и большеинзерской свит практически не характерен.

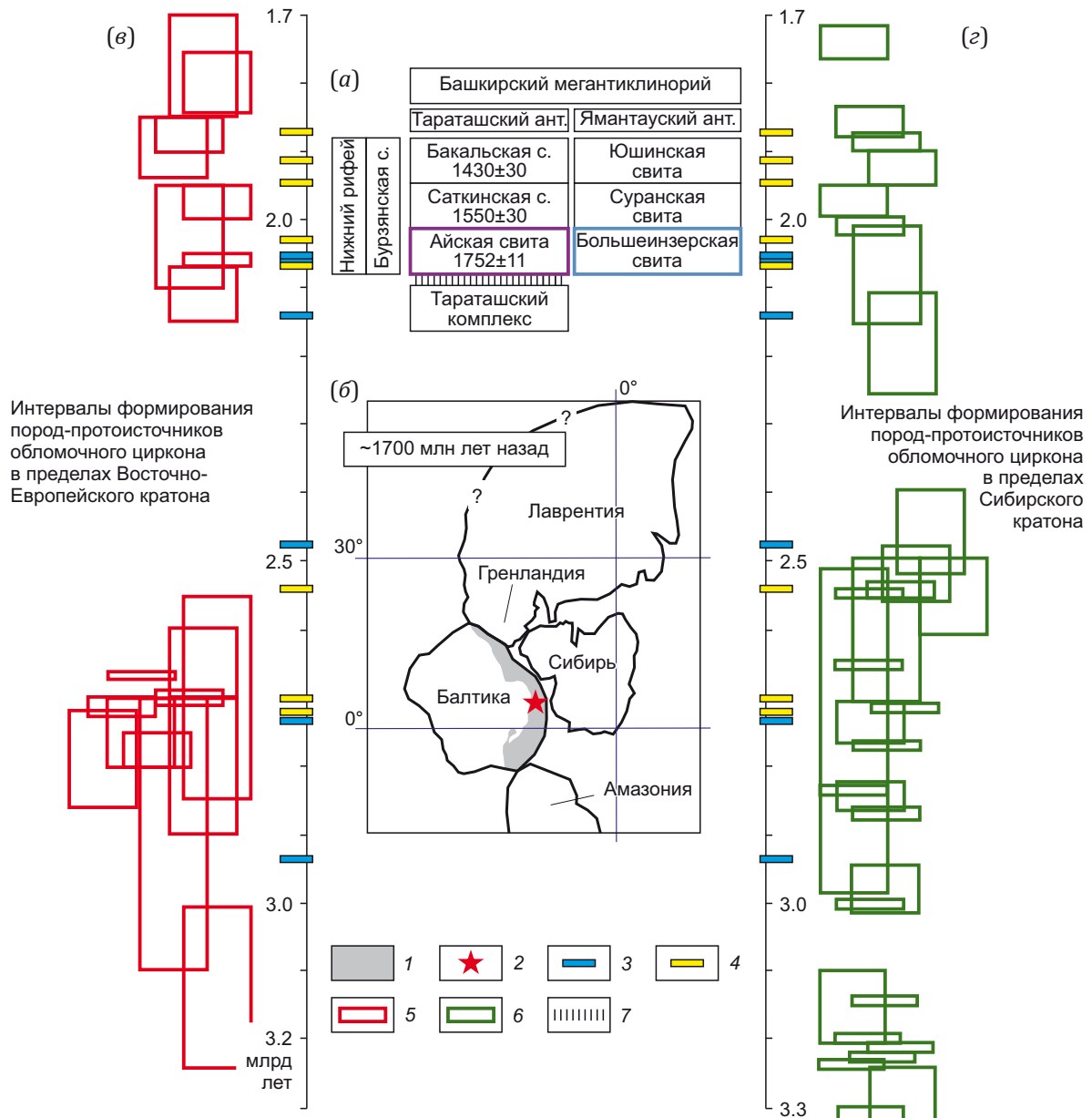


Рис. 3. Стратиграфические колонки нижнерифейской бурзянской серии Тараташского и Ямантауского антиклинориев Южного Урала (а), положение крупных континентальных массивов ~1700 млн лет назад (по [Li et al., 2023], с упрощениями) (б) и интервалы формирования пород-протоисточников обломочного циркона в пределах Восточно-Европейского (е) и Сибирского кратона (з) (пояснения см. в тексте).

1 – пассивная окраина палеоконтинента Балтика (по [Li et al., 2023]); 2 – район отбора образцов песчаников для исследования изотопного возраста популяций обломочного циркона; 3 – максимумы на кривой относительной плотности вероятности возрастов обломочного циркона, айская свита; 4 – то же, большеинзерская свита; 5 – интервалы формирования пород-протоисточников обломочного циркона в пределах Восточно-Европейского кратона; 6 – то же, Сибирского кратона; 7 – перерыв. 1550±30 – Pb-Pb изотопный возраст (млн лет) раннего диагенеза известняков саткинской свиты [Kuznetsov et al., 2008]; 1430±30 – то же, известняков бакальской свиты [Kuznetsov et al., 2003]. ант. – антиклинорий.

Fig. 3. Stratigraphic columns of the Lower Riphean Burzyan group of the Taratash and Yamantau anticlinoria in the Southern Urals (a), the position of large continental massifs ~1700 Ma (simplified after [Li et al., 2023]) (b), and the formation intervals of detrital zircon source rocks within the East European (e) and Siberian cratons (z) (see text for explanations).

1 – passive margin of the Baltica paleocontinent, after [Li et al., 2023]; 2 – area of sandstone sampling for isotopic study of detrital zircon populations; 3 – maxima on the relative probability density curves of age of detrital zircons, Ai formation; 4 – maxima on the relative probability density curves of age of detrital zircons, Bol'shoi Inzer formation; 5 – intervals of formation of detrital zircon protosources within the East European craton; 6 – intervals of formation of detrital zircon protosources within the Siberian craton; 7 – hiatus. 1550±30 – Pb-Pb isotope age (Ma) of early diagenetic limestones of the Satka formation [Kuznetsov et al., 2008]; 1430±30 – Pb-Pb isotope age (Ma) of early diagenetic limestones of the Bakal formation [Kuznetsov et al., 2003]. ант. – anticlinorium.

в исследовании, посвященном анализу популяции обломочного циркона мезопротерозойских песчаников формации Эриксфьорд южной части Гренландии (рифт Гардар). Распределение значений изотопного возраста присутствующего в названных песчаниках обломочного циркона обладает разительным сходством с возрастом циркона из гранитов Фенноскандии. По мнению названного автора, для этого имеется несколько причин. Во-первых, такая ситуация может быть чистым совпадением, однако ряд приводимых им фактов свидетельствует против сказанного. Во-вторых, это может отражать параллельную эволюцию разных континентов (суперконтинентов). В-третьих, два континентальных блока (Гренландия и Фенноскандия) могли обмениваться обломочным материалом при объединении в один или несколько суперконтинентов (Нуна, Родиния, Пангея), так как в некоторых палеорекострукциях гранитоиды палеопротерозоя Фенноскандии «переходят» в аналогичные комплексы пород Южной Гренландии.

Таким образом, параллельная тектономагматическая эволюция на двух континентах (континентальных блоках) в архее и палеопротерозое не является нереалистичной. В результате образуются перекрывающиеся U-Pb и Lu-Hf изотопные провенанс-сигналы, что существенно затрудняет или даже делает невозможным определение источников кластики по данным о популяциях обломочного циркона. Обмен обломочным материалом мог происходить как между соседними частями суперконтинента (внутриконтинентальные бассейны), так и на континентальном шельфе.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанные Т. Андерсеном [Andersen, 2013] и другие подобные процессы в итоге ведут к появлению ярких сигналов источников кластики (провенанс-сигналов). В результате ни спектры изотопных возрастов обломочного циркона, ни его изотопная систематика Hf не могут быть использованы для точной диагностики положения питающих провинций. Сказанное справедливо не только для песчаников формации Эриксфьорд, но и для многих других случаев, в том числе и, по всей видимости, для рассмотренного в данной работе примера с базальными горизонтами стратотипа рифея.

5. БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы искренне признательны за помощь при подготовке данной работы А.В. Рязанцеву, Т.С. Зайцевой, К.А. Савко и О.М. Туркиной. Несомненно, ценными были замечания и советы Т.В. Донской и анонимного рецензента. Иллюстрации к статье выполнены Н.С. Глушковой.

6. ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION OF THE AUTHORS

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку рукописи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

All authors made an equivalent contribution to this article, read and approved the final manuscript.

7. РАСКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ / DISCLOSURE

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

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

8. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Adamskaya E.V., Kovach V.P., Kotov A.B., Tolmacheva E.V., Plotkina Yu.V., Skovitina T.M., Fedoseenko A.M., Gorovoi V.A., 2023. Terrigenous Rocks of the Kodar Group in the Udokan Subzone of the Kodar-Udokan Trough, Aldan Shield: Age, Sources, and Provenance Areas. *Doklady Earth Sciences* 508 (2), 53–57. <https://doi.org/10.1134/S1028334X22602073>.

Andersen T., 2013. Age, Hf Isotope and Trace Element Signatures of Detrital Zircons in the Mesoproterozoic Eriksfjord Sandstone, Southern Greenland: Are Detrital Zircons Reliable Guides to Sedimentary Provenance and Timing of Deposition? *Geological Magazine* 150 (3), 426–440. <https://doi.org/10.1017/S0016756812000623>.

Bibikova E.V., Bogdanova S.V., Larionov A.N., Fedotova A.A., Postnikov A.V., Popova L.P., Kirnozova T.I., Fugzan M.M., 2008. New Data on the Early Archean Age of Granitoids in the Volga-Ural Segment of the East European Craton. *Doklady Earth Sciences* 419 (1), 243–247. <https://doi.org/10.1134/S1028334X08020128>.

Bibikova E.V., Bogdanova S.V., Postnikov A.V., Fedotova A.A., Claesson S., Kirnozova T.I., Fugzan M.M., Popova L.P., 2015. The Early Crust of the Volgo-Uralian Segment of the East European Craton: Isotope-Geochronological Zirconology of Metasedimentary Rocks of the Bolshecheremshanskaya Formation and Their Sm-Nd Model Ages. *Stratigraphy. Geological Correlation* 23 (1), 1–23. <https://doi.org/10.1134/S0869593815010037>.

Bibikova E.V., Bogdanova S.V., Postnikov A.V., Popova L.P., Kirnozova T.I., Fugzan M.M., Glushchenko V.V., 2009. Sarmatia-Volgo-Uralia Junction Zone: Isotopic-Geochronologic Characteristic of Supracrustal Rocks and Granitoids. *Stratigraphy. Geological Correlation* 17 (6), 561–573. <https://doi.org/10.1134/S086959380906001X>.

Bibikova E.V., Claesson S., Fedotova A.A., Stepanyuk L.M., Shumlyansky L.V., Kirnozova T.I., Fugzan M.M., Il'insky L.S., 2013. Isotope-Geochronological (U-Th-Pb, Lu-Hf) Study of the Zircons from the Archean Magmatic and Metasedimentary Rocks of the Podolia Domain, Ukrainian Shield. *Geochemistry International* 51 (2), 87–108. <https://doi.org/10.1134/S0016702913020031>.

Bogdanova S.V., 2019. East European Craton: Key Stages of Precambrian Evolution. In: *Tectonic Problems of Continents and Oceans. Proceedings of the LI Tectonic Conference (January 29 – February 2, 2019). Vol. 1. GEOS, Moscow, p. 64–70 (in Russian) [Богданова С.В. Восточно-Европейский кратон: ключевые этапы докембрийской эволюции // Проблемы тектоники континентов и океанов: Материалы LI тектонического совещания*

(29 января – 2 февраля 2019 г.). М.: ГЕОС, 2019. Т. 1. С. 64–70].

Bogdanova S.V., Belousova E.A., De Waele B., Postnikov A.V., 2013. Zircon from Mesoarchean Enderbites of Volgo-Uralia: U-Pb age, REE, Hf and O-Isotope Compositions. *Mineralogical Magazine* 77 (5), 727. <https://doi.org/10.1180/minmag.2013.077.5.2>.

Bogdanova S.V., Bibikova E.V., Postnikov A.V., Taran L.N., 2004. Early Proterozoic Magmatic Belt of the Moscow Region. *Doklady Earth Sciences* 395 (3), 315–318.

Bogdanova S.V., De Waele B., Bibikova E.V., Belousova E.A., Postnikov A.V., Fedotova A.A., Popova L.P., 2010. Volgo-Uralia: The First U-Pb, Lu-Hf and Sm-Nd Isotopic Evidence of Preserved Paleoarchean Crust. *American Journal of Science* 310 (10), 1345–1383. <https://doi.org/10.2475/10.2010.06>.

Donskaya T.V., 2020. Assembly of the Siberian Craton: Constraints from Paleoproterozoic Granitoids. *Precambrian Research* 348, 105869. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2020.105869>.

Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M., 2018. Early Proterozoic Granitoids of the Olenek Complex (Northern Siberian Craton): Petrogenesis and Geodynamic Setting. *Russian Geology and Geophysics* 59 (3), 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2018.03.002>.

Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Efremova U.S., 2025. Evidence of Early Paleoproterozoic (2.4–2.1 Ga) Magmatic Events in the Southern Siberian Craton. In: *Precambrian Summit-2025. Proceedings of Scientific Conference (August 11–13, 2025)*. KRC RAS, Petrozavodsk, p. 26–27 (in Russian) [Гладkochуб Д.П., Донская Т.В., Ефремова У.С. Свидетельства магматических событий раннего палеопротерозоя (2.4–2.1 млрд лет) на юге Сибирского кратона // Докембрийский саммит-2025: Материалы научной конференции (11–13 августа 2025 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2025. С. 26–27].

Gladkochub D.P., Ivanov A.V., Donskaya T.V., Motova Z.L., Reshetov E.V., 2022. Evidence of the Precambrian Diamond Source of the Southern Siberian Platform from Detrital Zircons in Diamond-Bearing Sediments. In: *Geodynamic Evolution of the Lithosphere of the Central Asian Mobile Belt (from Ocean to Continent)*. Proceedings of Scientific Meeting (October 18–21, 2022). Iss. 20. IEC SB RAS, Irkutsk, p. 54–56 (in Russian) [Гладkochуб Д.П., Иванов А.В., Донская Т.В., Мотова З.Л., Решетов Е.В. Доказательство докембрийской алмазности юга Сибирской платформы: данные по детритовым цирконам из алмазосодержащих осадочных толщ // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы научного совещания (18–22 октября 2022 г.). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2022. Вып. 20. С. 54–56].

Glukhovskii M.Z., Kuz'min M.I., Bayanova T.B., Bazhenova G.N., Lyalina L.M., Serov P.A., 2015. Autonomous Anorthosites of the Anabar Shield: Age, Geochemistry, and Formation Mechanism. *Doklady Earth Sciences* 464 (2), 1023–1028. <https://doi.org/10.1134/S1028334X15100025>.

Keller B.M., Chumakov N.M. (Eds), 1983. *Stratotype of the Riphean. Stratigraphy. Geochronology*. Nauka, Moscow, 184 p. (in Russian) [Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Ред. Б.М. Келлер, Н.М. Чумаков. М.: Наука, 1983. 184 с.].

Kovach V.P., Adamskaya E.V., Kotov A.B., Berezkin B.I., Timofeev V.F., Popov N.V., Plotkina Yu.V., Skovitina T.M., Fedoseenko A.M., Zagornaya N.Yu., Gorokhovskiy B.M., 2023a. Sources of the Paleoproterozoic Terrigenous Rocks of the Nizhnekhani Graben-Syncline, Western Part of the Aldan Shield, According to the U-Th-Pb (LA-ICP-MS) Geochronological and Nd Isotopic Studies: To the Question of Correlation of the Udokan Complex Deposits. *Stratigraphy. Geological Correlation* 31 (5), 376–389. <https://doi.org/10.1134/S0869593823050040>.

Kovach V.P., Kotov A.B., Salnikova E.B., Popov N.V., Velikodlavinsky S.D., Plotkina J.V., Wang K.-L., Fedoseenko A.M., 2020. The Upper Age Boundary of the Formation of the Olondo Fragment of the Tokko-Khani Greenstone Belt, Aldan Shield: U-Pb (ID-TIMS) Geochronological Data. *Doklady Earth Sciences* 494 (2), 767–772. <https://doi.org/10.1134/S1028334X20100062>.

Kovach V.P., Samsonov A.V., Kotov A.B., Salnikova E.B., Adamskaya E.V., Bortnikov V.V., Stepanova A.V., Erofeeva K.G., Plotkina Yu.V., Fedoseenko A.M., Skovitina T.M., 2023b. Arkose Sandstones of the Kebekta Group of the Ugui Graben (Aldan Shield): Age, Provenance, and Deposition Setting. *Doklady Earth Science* 512 (1), 779–785. <https://doi.org/10.1134/S1028334X23600998>.

Krasnobaev A.A., Puchkov V.N., Kozlov V.I., Sergeeva N.D., Busharina S.V., Lepekhina E.N., 2013. Zirconology of Navysh Volcanic Rocks of the Ai Suite and the Problem of the Age of the Lower Riphean Boundary in the Southern Urals. *Doklady Earth Sciences* 448 (2), 185–190. <https://doi.org/10.1134/S1028334X13020050>.

Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Gorokhov I.M., Kaurova O.K., Krupenin V.N., Maslov A.V., 2003. Sr-Isotope Signature and Pb-Pb Age of the Bakal Formation Limestones in the Lower Riphean Type Section, the Southern Urals. *Doklady Earth Sciences* 391(6), 819–822.

Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Semikhatov M.A., Gorokhov I.M., Kaurova O.K., Krupenin M.T., Vasil'eva I.M., Gorokhovskii B.M., Maslov A.V., 2008. The Sr Isotopic Characterization and Pb-Pb Age of Carbonate Rocks from the Satka Formation, the Lower Riphean Burzyan Group of the Southern Urals. *Stratigraphy. Geological Correlation* 16 (2), 120–137. <https://doi.org/10.1134/S0869593808020020>.

Kuznetsov N.B., Soboleva A.A., Miller E.L., Udoratina O.V., Gehrels G., Romanyuk T.V., 2013. First U-Pb Datings of Detrital Zircons from Middle and Upper Paleozoic Sandstones of the Polar Urals: Testing the Regional Tectonic Models. *Doklady Earth Sciences* 451 (1), 692–697. <https://doi.org/10.1134/S1028334X1307012X>.

Li Z.-X., Liu Y., Ernst R., 2023. A Dynamic 2000–540 Ma Earth History: From Cratonic Amalgamation to the Age of Supercontinent Cycle. *Earth-Science Reviews* 238, 104336. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104336>.

Maslov A.V., 1988. Depositional Conditions of the Bol'shoi Inzer Formation Terrigenous Rocks, Lower Riphean in the Southern Urals. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Section* 63 (6), 80–84 (in Russian) [Маслов А.В. Условия образования терригенных отложений большеинзерской свиты нижнего рифея (Южный Урал) // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1988. Т. 63. № 6. С. 80–84].

Maslov A.V., 1997. On the Burzyan Paleogeography in the Stratotype Area. *Lithology and Mineral Resources* 2, 133–149 (in Russian) [Маслов А.В. К палеогеографии бурзяния в стратотипической местности // Литология и полезные ископаемые. 1997. № 2. С. 133–149].

Maslov A.V., 2019. To Reconstruction of the River's Categories Which Formed Sedimentary Basins of Riphean Basins in the Region of the Eastern European Platform and Modern South Urals Juncture. *Proceedings of Higher Educational Establishments. Geology and Exploration* 5, 28–36 (in Russian) [Маслов А.В. К реконструкции категорий рек, сформировавших выполнение осадочных бассейнов рифея в области сочленения Восточно-Европейской платформы и современного Южного Урала // Известия вузов. Геология и разведка. 2019. № 5. С. 28–36]. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2019-5-28-36>.

Maslov A.V., 2025. Recycling of Clastics and Detrital Zircon During the Formation of Sedimentary Sequences of the Riphean Stratotype. *Lithology and Mineral Resources* 60 (2), 115–132. <https://doi.org/10.1134/S0024490224700913>.

Maslov A.V., Ershova V.B., Krupenin M.T., Badida L.V., Melnichuk O.Yu., 2026. U-Th-Pb (LA-ICP-MS)-Isotopic Age of the Detrital Zircon from Bolshoy Inzer Sandstones of the Burzyany Group in the Yamantau Anticlinorium (Southern Urals). *Doklady Earth Sciences* 527 (1), 2. <https://doi.org/10.1134/S1028334X25609368>.

Maslov A.V., Olovyanishnikov V.G., Isherskaya M.V., 2002. Riphean of the Eastern, Northeastern and Northern Periphery of the Russian Platform and the Western Ural Megazone: Lithostratigraphy, Formation Conditions and Types of Sedimentary Sequences. *Lithosphere* 2, 54–95 (in Russian) [Маслов А.В., Оловянишников В.Г., Ишерская М.В. Рифей восточной, северо-восточной и северной периферии Русской платформы и западной мегазоны Урала: литостратиграфия, условия формирования и типы осадочных последовательностей // Литосфера. 2002. № 2. С. 54–95].

Paszkowski M., Budzyn B., Mazur S., Sláma J., Shumlyansky L., Środoń J., Dhuime B., Kędzior A., Liivamägi S., Pisarzowska A., 2019. Detrital Zircon U-Pb and Hf Constraints on Provenance and Timing of Deposition of the Mesoproterozoic to Cambrian Sedimentary Cover of the East European Craton, Belarus. *Precambrian Research* 331, 105352. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.105352>.

Paszkowski M., Budzyń B., Mazur S., Sláma J., Środoń J., Millar I.L., Shumlyansky L., Kędzior A., Liivamägi S., 2021. Detrital Zircon U-Pb and Hf Constraints on Provenance and Timing of Deposition of the Mesoproterozoic to Cambrian Sedimentary Cover of the East European Craton, Part II:

Ukraine. *Precambrian Research* 362, 106282. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106282>.

Pell S.D., Williams I.S., Chivas A.R., 1997. The Use of Protonium Zircon-Age Fingerprints in Determining the Provenance Areas for Some Australian Dune Sands. *Sedimentary Geology* 109 (3–4), 233–260. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(96\)00061-9](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(96)00061-9).

Popov N.V., Smelov A.P., Berezkin V.I., Kravchenko A.A., Timofeev V.F., 2017. The Aldan-Stanovoy Shield: History of Development in the Early Precambrian. In: *Geodynamic Settings and Thermodynamic Conditions of Regional Metamorphism in the Precambrian and the Phanerozoic. Proceedings of the V Russian Conference on Precambrian Geology and Geodynamics (October 24–26, 2017)*. Springer, Saint Petersburg, p. 148–150 (in Russian) [Попов Н.В., Смелов А.П., Березкин В.И., Кравченко А.А., Тимофеев В.Ф. Алдано-Становой щит – история развития в раннем докембрии // Геодинамические обстановки и термодинамические условия регионального метаморфизма в докембрии и фанерозое: Материалы V Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия (24–26 октября 2017 г.). СПб.: Springer, 2017. С. 148–150].

Romanyuk T.V., Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N., 2018a. Paleotectonic and Paleogeographic Conditions for the Accumulation of the Lower Riphean Ai Formation in the Bashkir Uplift (Southern Urals): The TerraneChrono® Detrital Zircon Study. *Geodynamics & Tectonophysics* 9 (1), 1–37 (in Russian) [Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Палеотектонические и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TerraneChrono®» // Геодинамика и тектонофизика. 2018. Т. 9. № 1. С. 1–37]. <https://doi.org/10.5800/GT-2018-9-1-0335>.

Romanyuk T.V., Kuznetsov N.B., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Powerman V.I., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N., 2018b. A Local Source of Detritus for Rocks of the Ai Formation (Basal Level of the Lower Riphean Stratotype, Bashkir Uplift, Southern Urals): Evidence from U-Pb (LA-ICP-MS) Dating of Detrital Zircons. In: *Sedimentary Geology of the Urals and Adjacent Areas: Now and Tomorrow. Proceedings of the 12th Ural Lithological Meeting (October 22–23, 2018)*. IGG UB RAS, Ekaterinburg, p. 283–286 (in Russian) [Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Пучков В.Н., Сергеева Н.Д., Поверман В.И., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н. Локальный источник обломочного материала для айской свиты (основание разреза стратотипа нижнего рифея, Башкирское поднятие, Южный Урал) по результатам U/Pb датирования (LA-ICP-MS) детритных цирконов // Осадочная геология Урала и прилегающих регионов: сегодня и завтра: Материалы 12-го Уральского литологического совещания (22–23 октября 2018 г.). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2018. С. 283–286].

Romanyuk T.V., Kuznetsov N.B., Puchkov V.N., Sergeeva N.D., Powerman V.I., Gorozhanin V.M., Gorozhanina E.N.,

2019. A Local Source of Detritus for Rocks of the Ai Formation (Basal Level of the Lower Riphean Stratotype, Bashkir Uplift, Southern Urals): Evidence from U-Pb (LA-ICP-MS) Dating of Detrital Zircons. *Doklady Earth Sciences* 484 (1), 53–57. <https://doi.org/10.1134/S1028334X19010069>.

Samsonov A.V., Bogdanova S.V., Spiridonov V.A., Postnikov A.V., Larionov A.N., Zastrozhnova O.I., Kuz'min A.N., 2019. The Main Stages of the Formation of the Archean Crust of the Volga-Ural Segment of the East European Craton: Geochronological and Isotope-Geochemical Data. Proceedings of the LI Tectonic Conference (January 29 – February 2, 2019). Vol. 2. GEOS, Moscow, p. 220–224 (in Russian) [Самсонов А.В., Богданова С.В., Спиридонов В.А., Постников А.В., Ларионов А.Н., Застрожная О.И., Кузьмин А.Н. Главные этапы формирования архейской коры Волго-Уральского сегмента Восточно-Европейского кратона: геохронологические и изотопно-геохимические данные // Проблемы тектоники континентов и океанов: Материалы LI тектонического совещания (29 января – 2 февраля 2019 г.). М.: ГЕОС, 2019. Т. 2. 220–224].

Samsonov A.V., Erofeeva K.G., Larionova Y.O., Larionov A.N., Kuznetsov N.B., Romanyuk O.V., Solovyova N.V., Zhilicheva O.M., Dubenskiy A.S., Sheshukov V.S., 2022. Eastern Margin of the Neoproterozoic Tunguska Superterrane: Data from Boreholes in the Central Part of the Siberian Platform. *Petrology* 30 (6), 628–639. <https://doi.org/10.1134/S0869591122050058>.

Samsonov A.V., Postnikov V.V., Spiridonov V.A., Larionova Yu.O., Larionov A.N., Travin A.V., Postnikova O.V., Solovyeva N.V., Sabirov I.A., Spiridonov I.V., 2021. Neoproterozoic Granitoids in the Western Part of the Tunguska Superterrane, Basement of the Siberian Platform: Geochronology, Petrology, and Tectonic Significance. *Petrology* 29 (5), 449–474. <https://doi.org/10.1134/S0869591121050064>.

Savko K.A., Samsonov A.V., Kholin V.M., Bazikov N.S., 2017. The Sarmatia Megablock as a Fragment of the Vaalbara Supercontinent: Correlation of Geological Events at the Archean–Paleoproterozoic Transition. *Stratigraphy. Geological Correlation* 25 (2), 123–145. <https://doi.org/10.1134/S0869593817020058>.

Semikhatov M.A. (Ed.), 1989. Lower Riphean of the Southern Urals. Nauka, Moscow, 208 p. (in Russian) [Нижний рифей Южного Урала / Ред. М.А. Семикхатов М.: Наука, 1989. 208 с.].

Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Chumakov N.M., 2015. Isotope Age of Boundaries Between the General Stratigraphic Subdivisions of the Upper Proterozoic (Riphean and Vendian) in Russia: The Evolution of Opinions and the Current Estimate. *Stratigraphy. Geological Correlation* 23 (6), 568–579. <https://doi.org/10.1134/S0869593815060088>.

Semikhatov M.A., Kuznetsov A.B., Maslov A.V., Gorokhov I.M., Ovchinnikova G.V., 2009. Stratotype of the Lower Riphean, the Burzyan Group of the Southern Urals: Lithostratigraphy, Paleontology, Geochronology, Sr- and C-Isotopic Characteristics of Its Carbonate Rocks. *Stratigraphy. Geological Correlation* 17 (6), 574–601. <https://doi.org/10.1134/S0869593809060021>.

Sindern S., Hetzel R., Schulte B.A., Kramm U., Ronkin Yu.L., Maslov A.V., Lepikhina O.P., 2005. Proterozoic Magmatic and Tectonometamorphic Evolution of the Taratash Complex, Central Urals. *International Journal of Earth Sciences* 94 (3), 319–335. <https://doi.org/10.1007/s00531-005-0489-9>.

Stifeeva M.V., Vladykin N.V., Kotov A.B., Salnikova E.B., Sotnikova I.A., Adamskaya E.V., Kovach V.P., Plotkina Yu.V., Tolmacheva E.V., Alymova N.V., 2022. Formation Age of Early Precambrian Carbonatites in the Southeastern Part of the Chara-Olyokma Geoblock, Aldan Shield. *Doklady Earth Sciences* 507 (Suppl. 2), S247–S250. <https://doi.org/10.1134/S1028334X22601304>.

Turkina O.M., 2022. Early Precambrian Crustal Evolution in the Irkut Block (Sharyzhalgai Uplift, Southwestern Siberian Craton): Synthesis of U-Pb, Lu-Hf and Sm-Nd Isotope Data. *Russian Geology and Geophysics* 63 (2), 137–152. <https://doi.org/10.2113/RGG20204255>.

Turkina O.M., 2024. Tunguska Superterrane as an Archean Core of the Siberian Craton: Evidence from the Neoproterozoic Granitoids and Metamorphic Rocks. In: Geodynamic Evolution of the Lithosphere of the Central Asian Mobile Belt (from Ocean to Continent). Proceedings of Scientific Meeting (October 15–19, 2024). Iss. 22. IEC SB RAS, Irkutsk, p. 309–311 (in Russian) [Туркина О.М. Тунгусский супертеррейн как архейское ядро Сибирского кратона: свидетельства по неопротерозойским гранитоидам и метаморфическим породам // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы научной конференции (15–19 октября 2024 г.). Иркутск: ИЭК СО РАН, 2024. Вып. 22. С. 309–311].

Turkina O.M., 2025. Evolution of Granitoid Magmatism and Stages of Crust Formation and Accretion-Collisional Events in the Southwest of the Siberian Craton in the Archean. In: Precambrian Summit-2025. Proceedings of Scientific Conference (August 11–13, 2025). KRC RAS, Petрозаводск, p. 95–96 (in Russian) [Туркина О.М. Эволюция гранитоидного магматизма и этапы формирования коры и аккреционно-коллизийных событий на юго-западе Сибирского кратона в архее // Докембрийский саммит-2025: Материалы научной конференции (11–13 августа 2025 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2025. С. 95–96].

Turkina O.M., Berezhnaya N.G., Lepekhina E.N., Kapitonov I.N., 2012. U-Pb (SHRIMP II), Lu-Hf Isotope and Trace Element Geochemistry of Zircons from High-Grade Metamorphic Rocks of the Irkut Terrane, Sharyzhalgai Uplift: Implications for the Neoproterozoic Evolution of the Siberian Craton. *Gondwana Research* 21 (4), 801–817. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2011.09.012>.

Turkina O.M., Sukhorukov V.P., 2022. Early Precambrian Granitoid Magmatism of the Kitoy Block and Stages of Collisional Events in the Southwestern Siberian Craton. *Russian Geology and Geophysics* 63 (5), 620–635. <https://doi.org/10.2113/RGG20214385>.

Turkina O.M., Sukhorukov V.P., Sergeev S.A., 2020. Mesoproterozoic Bimodal Volcanic Rocks of the Onot Greenstone

Belts, Southwestern Siberian Craton: Implications for Magmatism in an Extension/Rift Setting. *Precambrian Research* 343, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2020.105731>.

Velikoslavinskii S.D., Kotov A.B., Sal'nikova E.B., Kuznetsov A.B., Popov N.V., Tolmacheva E.V., Anisimova I.V., Plotkina Yu.V., 2018. New Data on the Age of the Tonalite-Trondhjemite Orthogneisses of the Olekma Complex of the Central Part of the Chara-Olekma Geoblock, Aldan Shield. *Doklady Earth Sciences* 482 (2), 1265–1269. <https://doi.org/10.1134/S1028334X18100203>.

Vermeesch P., 2004. How Many Grains are Needed for a Provenance Study? *Earth and Planetary Science Letters*

224 (3–4), 441–451. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2004.05.037>.

Yarmolyuk V.V., Kuzmin M.I., Donskaya T.V., Gladkochub D.P., Kotov A.B., 2021. Time Between 3 and 2 Ga: Transitional Events in the Earth's History. *Russian Geology and Geophysics* 62 (1), 25–43. <https://doi.org/10.2113/RGG20204226>.

Zaitseva T.S., Kuznetsov A.B., Sergeeva N.D., Adamskaya E.V., Plotkina Yu.V., 2022. The U-Th-Pb Age of Detrital Zircons from Oolitic Limestones of the UK Formation: Traces of the Grenville Provenance Areas in the Late Riphean of the Southern Urals. *Doklady Earth Sciences* 503 (2), 143–149. <https://doi.org/10.1134/S1028334X22040195>.