

## Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из терригенных пород верхнедокембрийского фундамента Обдырского поднятия (Средний Тиман)

Соболева А. А.\*, Андреичев В. Л.\*, Хубанов В. Б.\*\*

\* ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар

\*\* Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН,  
г. Москва

aa\_soboleva@mail.ru  
izo@geo.komisc.ru  
khubanov@mail.ru

### Аннотация

Канино-Тиманская гряда образована цепью разрозненных тектонических блоков верхнедокембрийского фундамента, выходящих на поверхность или залегающих под чехлом силурийско-кайнозойских отложений и представляющих собой фрагменты протяженной тиманской пассивной окраины Балтики, формировавшейся в среднем(?)–позднем рифее. Проведено сравнение результатов U-Pb (LA-ICP-MS) изотопного датирования зерен детритового циркона из верхнедокембрийских песчаников обдырской серии Обдырского поднятия (южная часть Среднего Тимана) с опубликованными U-Pb данными по детритовым цирконам из близких по возрасту терригенных пород других блоков Канино-Тиманской гряды. Установлено, что цирконовые возрастные спектры, характерные для пород северо-западной и юго-восточной (в современных координатах) частей гряды, а следовательно, и источники кластического материала, поставлявшие детритовый циркон в терригенные породы тиманской окраины Балтики, значительно различаются. Граница раздела областей эрозии примерно соответствует оси Среднерусского орогена, спаявшего в 1,8–1,7 млрд лет раннедокембрийские блоки Восточно-Европейской платформы – Фенноскандию и Волго-Сарматия. На северо-западную часть тиманской окраины обломочный материал в большей мере поступал с Фенноскандинавского блока, тогда как терригенные породы юго-восточной части этой континентальной окраины формировались, вероятно, при большом участии разрушающихся пород Волго-Сарматии.

### Ключевые слова:

Средний Тиман, Обдырское поднятие, верхний докембрий, песчаники, детритовые цирконы, U-Pb возраст, LA-ICP-MS

## Results of U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from terrigenous rocks of the Upper Precambrian basement of the Obdyr Uplift (Middle Timan)

Soboleva A. A.\*, Andreichev V. L.\*, Khubanov V. B.\*\*

\* Institute of Geology FRC Komi SC UB RAS,  
Syktyvkar

\*\* Institute of Physics of the Earth named after O. Yu. Schmidt RAS,  
Moscow

aa\_soboleva@mail.ru  
izo@geo.komisc.ru  
khubanov@mail.ru

### Abstract

The Kanin-Timan Ridge is formed by a chain of disjointed tectonic blocks of the Upper Precambrian basement, exposed at the surface or underlying a cover of Silurian-Cenozoic sediments and representing fragments of the extended Timanian passive margin of Baltica, which formed in the Middle(?)–Late Riphean. The results of U-Pb (LA-ICP-MS) isotope dating of detrital zircon grains from the Upper Precambrian sandstones of the Obdyrskaya Series of the Obdyr Uplift (southern part of the Middle Timan) were compared with published U-Pb data on detrital zircons from similar in age terrigenous rocks of other blocks of the Kanin-Timan Ridge. The zircon age spectra, which characterise the rocks of the northwestern and southeastern (in modern coordinates) parts of the ridge, and, consequently, the sources of clastic material, which supplied detrital zircons to the terrigenous rocks of the Timanian margin of Baltica, differ significantly. The boundary between the erosion zones roughly corresponds to the axis of the Central Russian orogen, which jointed together the early Precambrian blocks of the East European Platform – Fennoscandia and Volga-Sarmatia –1.8–1.7 billion years ago. The northwestern part of the Timanian margin received a large amount of detrital material from the Fennoscandian block, while the terrigenous rocks of the southeastern part of this continental margin were probably formed with a significant contribution from eroded rocks of the Volga-Sarmatia.

### Keywords:

Middle Timan, Obdyr Uplift, Upper Precambrian, sandstones, detrital zircons, U-Pb age, LA-ICP-MS

## Введение

Тиман и п-ов Канин образуют вытянутую в северо-западном направлении от Полюдова кряжа до мыса Канин нос п-ова Канин орографически выраженную структуру (Канино-Тиманскую гряду) протяженностью 1150 км при ширине 80–160 км. Она обрамляет с северо-востока карельский фундамент Восточно-Европейской платформы (ВЕП), является юго-западным ограничением Печорской (Тимано-Печорской) плиты и включается в ее состав. Граница между Тиманом и Мезенским мегаблоком ВЕП проводится по Западно-Тиманскому глубинному разлому.

В строении фундамента Тимана и прилегающей к нему с северо-востока Ижма-Печорской впадины выделяются два структурных этажа. Нижний этаж представлен архейско-нижнепротерозойскими образованиями Мезенского мегаблока, погруженными под Тиман на глубину от 6 до 15 км и по геофизическим данным прослеживаемыми вплоть до Припечорской системы разломов [1]. Структурно-вещественные комплексы верхнего этажа представлены в различной степени метаморфизованными разнородными осадочными, преимущественно терригенными и прорывающими их магматическими породами позднегокембрийского возраста. Они имеют локальное распространение в сводовых частях отдельных кулисообразно расположенных горстообразных поднятий, расстояние между которыми достигает 200 км (рис. 1). Для их обозначения Н. С. Шатский [3] применил термин тиманиды, который впоследствии нередко заменялся на байкалиды, но в последнее время геологи вновь вернулись к первоначальному названию [4–7], отражающему связь складчатых сооружений фундамента Печорской плиты с позднегокембрийским [6] или кембрийским [8] тиманским тектогенезом. Выходы верхнего докембрия известны на п-ове Канин (хр. Канин Камень, мысы Западные и Восточные Лудоватые), Северном Тимане (Цильменский и Четласский Камни, Вымская гряда, Обдырское поднятие), Южном Тимане (Очпарминское и Джежимпарминское под-

нятия, Вадьявожский выступ), а на остальной территории вскрыты скважинами. Породы фундамента перекрываются осадочным чехлом, сформированным платформенными метаморфизованными осадочными и вулканогенными образованиями силурийско-кайнозойского возраста суммарной мощностью около 2 км.

Проблемы стратиграфии и корреляции верхнедокембрийских разрезов Тимана и п-ова Канин существовали

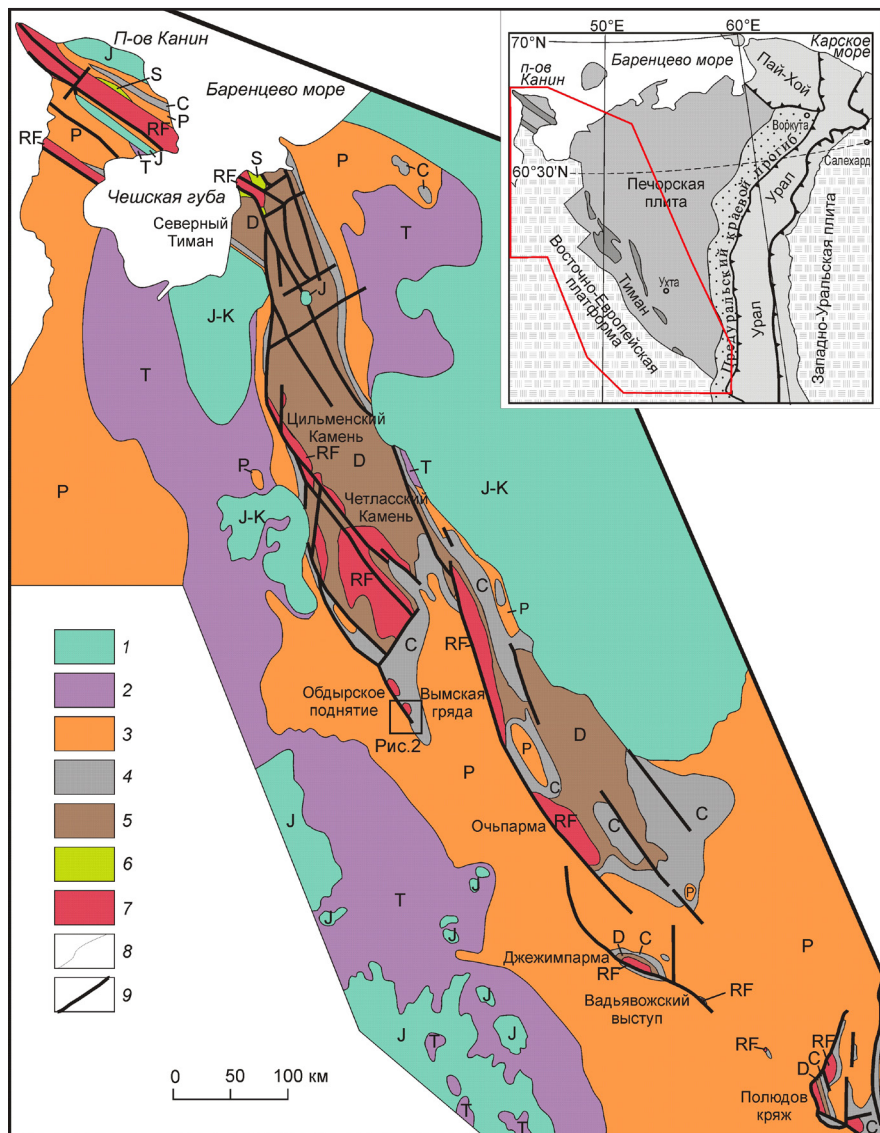


Рисунок 1. Схематическая геологическая карта Тимана и п-ова Канин по [2].

Условные обозначения. 1 – песчано-глинистые отложения нижнего мела и юры; 2 – триасовые пестроцветные континентальные отложения; 3 – пермские карбонатные и терригенные породы, прослои углей; 4 – каменноугольные терригенные и карбонатные породы; 5 – девонские терригенные, терригенно-карбонатные, карбонатные, вулканогенно-осадочные породы, вулканические породы основного состава, прослои углей; 6 – силурийские терригенные и карбонатные породы; 7 – средне(?)–верхнерифейские терригенные, карбонатно-терригенные и карбонатные породы; 8 – границы стратиграфических подразделений; 9 – разломы. Квадратом отмечен контур рис. 2. На врезке: Печорская плита, ее обрамление и выступы верхнего докембрия на Тимане и п-ове Канин.

Figure 1. Geological sketch-map of Timan and the Kanin Peninsula according to [2].

Keys. 1 – sandy-clayey deposits of the Lower Cretaceous and Jurassic; 2 – Triassic variegated continental deposits; 3 – Permian carbonate and terrigenous rocks, coal interlayers; 4 – carboniferous terrigenous and carbonate rocks; 5 – Devonian terrigenous, terrigenous-carbonate, carbonate, volcanogenic-sedimentary rocks, basic volcanic rocks, coal interlayers; 6 – Silurian terrigenous and carbonate rocks; 7 – Middle(?)–Upper Riphean terrigenous, carbonate-terrigenous and carbonate rocks; 8 – boundaries of stratigraphic units; 9 – faults. A square outlines Fig. 2. Inset: Pechora plate, its framing and Upper Precambrian outcrops in Timan and the Kanin Peninsula.

на протяжении всей истории геологического изучения региона. Уже к началу 60-х гг. прошлого столетия существовало около 50 стратиграфических схем для верхнего докембрия Канино-Тиманской гряды [9], а в дальнейшем их количество возрастало, особенно для Среднего Тимана, где ухтинскими геологами активно проводились геолого-съемочные и поисковые работы. Верхнедокембрийские осадочные породы Среднего Тимана подразделяются с юго-запада на северо-восток на четласскую (~2500 м), быстринскую (~2500 м), кислоручейскую (~2000 м) и вымскую (~6500 м) серии. Они выходят на поверхность и вскрыты скважинами в пределах Обдырского поднятия, Четласского, Цильменского Камней и Вымской гряды. Каждая серия состоит из нескольких свит. Согласно стратиграфической схеме, принятой Межведомственным стратиграфическим комитетом в качестве рабочей [10], отложения четласской серии относятся к среднему рифею, быстринской и кислоручейской сериям – к верхнему рифею, а вымской серии – к верхнему рифею-венду(?). В геологической карте нового поколения масштаба 1:1 000 000 [11], захватывающей значительную часть Среднего Тимана, четласская, кислоручейская и вымская серии отнесены к среднему рифею, а быстринская серия – к верхнему рифею. Возраст пород, расчленение и корреляция разрезов в большинстве случаев носят условный характер, поскольку основывались преимущественно на результатах литолого-петрографического изучения и неоднозначной интерпретации органических остатков.

Таким образом, стратиграфия верхнего докембрия Тимана, а также п-ова Канин остается проблематичной, поскольку не имеет простого решения, но сейчас существует возможность попытаться подойти к ней с современных позиций. В настоящее время для стратиграфической привязки палеонтологически немых терригенных толщ весьма активно применяется U-Pb изотопное датирование детритовых цирконов. Этот метод основан на предположении о соответствии возраста аллотигенных (детритовых) цирконов, присутствующих в осадочной породе, возрасту эродированных пород питающих провинций, а цирконы с минимальным возрастом выступают в роли индикатора стратиграфической летописи для определения нижнего вероятного возрастного предела осадконакопления [12]. Порода не может быть древнее возраста самого молодого циркона, но может быть сколь угодно моложе.

Для большинства стратиграфических подразделений верхнего докембрия Тимана и п-ова Канин уже получены U-Pb изотопные данные по зернам детритового циркона, определено время возможного начала осадконакопления и сделаны предположения о вероятных источниках обломочного материала. Наиболее полно изучены терригенные породы Среднего Тимана [13–16], полностью охарактеризован докембрийский разрез Северного Тимана [17–19], имеются данные по Южному Тиману [20–23] и п-ову Канин [24]. Для дополнения информации по слабо изученной юго-восточной части Среднего Тимана нами проведено датирование детритового циркона из песчаников обдырской серии одноименного поднятия.

## Литологические особенности обдырской серии и выбор материала для анализа

Обдырское поднятие расположено в южной части Среднего Тимана (см. рис. 1). Оно представляет собой прерывистый блок верхнедокембрийского фундамента, протягивающийся вдоль Западно-Тиманского разлома. Породы фундамента, преимущественно терригенные, не выходят на поверхность, и информация об их залегании и составе основана на керне, полученном при проведении поисковых работ по оценке бокситоносности Обдырского поднятия в 1978–1980 гг. В строении разреза выделяются две толщи (снизу вверх): терригенно-карбонатная и черных и темно-серых глинистых сланцев. Наиболее полный разрез терригенно-карбонатной толщи установлен в поисковой скважине 39 (рис. 2), вскрывающей пачку визингской свиты мощностью 400–450 м (рис. 3). Т. В. Янкаускас в этой скважине обнаружил акритархи *Kildinella sinica* Tim., *K. Hyperboreica* Tim., *Turuchanica ternata* Tim., *Symplastosphaeridium undosum* Jank, *Protosphaeridium* sp., которые стали основанием для отнесения отложений к среднему рифею [26]. Однако В. Г. Оловянишников считает, что часть видов акритарх (*Kildinella sinica* и *K. Hyperboreica*) имела широкое распространение в ри-

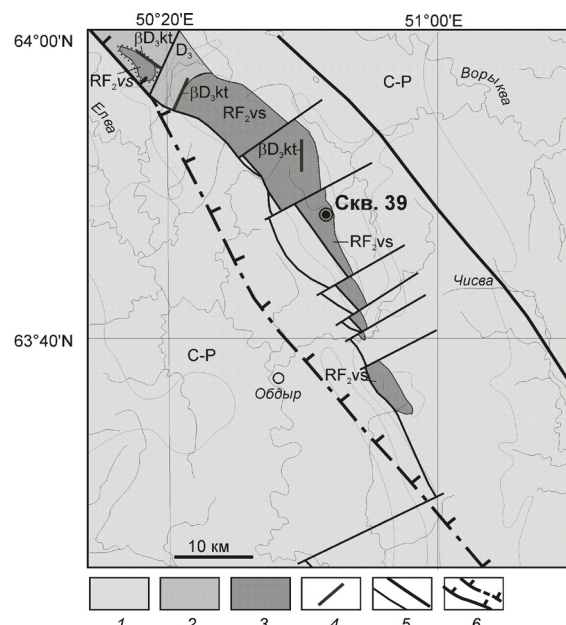


Рисунок 2. Положение скв. 39 на схематической геологической карте южной части Обдырского поднятия (по [11]).

Условные обозначения. 1 – терригенные и карбонатные отложения карбона-перми; 2 – терригенные и карбонатные отложения верхнего девона; 3 – переслаивание глинистых сланцев, алевролитов и кварцитопесчаников визингской свиты четласской серии среднего рифея (обдырской серии верхнего рифея (по [25]); 4 – дайки базальтов и долеритов канино-тиманского комплекса позднего девона; 5, 6 – разрывные нарушения: 5 – крутопадающие; 6 – надвиги установленные и предполагаемые.

Figure 2. Position of borehole 39 on the geological sketch-map of the southern part of the Obdyr Uplift (according to [11]).

Keys. 1 – Carboniferous-Permian terrigenous and carbonate deposits; 2 – Upper Devonian terrigenous and carbonate deposits; 3 – interbedding of clay shales, siltstones and quartzite sandstones of the Vizinginskaya Formation of the Middle Riphean Chetlaskaya Series (Upper Riphean Obdyrskaya Series according to [25]); 4 – basalt and dolerite dikes of the Late Devonian Kaniin-Timan Complex; 5, 6 – faults: 5 – steeply dipping, 6 – established and inferred thrusts.

фее и венде и предлагает относить эти породы к верхнему рифею-венду [25].

Отмечается [26], что литологические пачки, выделяемые в составе визингской свиты четласской серии на Обдырском поднятии, не коррелируют с литолого-стратиграфическими подразделениями этой свиты на Четласском Камне, где А. Б. Наливкиным описан ее стратотип [27]. В связи с этим В. Г. Оловянишников [25] рассматривает верхнедокембрийские отложения Обдырского поднятия в качестве самостоятельной обдырской серии, отмечая, что, вероятно, она соответствует четласской серии Четласского Камня. Породы, вскрытые скв. 39, он относит к нижней терригенно-карбонатной толще обдырской серии.

В скв. 39 представлен наиболее полный разрез нижней и средней частей терригенно-карбонатной толщи. Здесь в интервале 25–314 м вскрыты темно-серые тонко переслаивающиеся глинистые, глинисто-алевритовые и алеврито-глинистые сланцы с прослоями известковистых сланцев, глинистых известняков и алевритистых песчаников мощностью до 10 см (рис. 3). Сланцы слабо пиритизированы. Слоистость пород горизонтальная и волнисто-горизонтальная. На плоскостях напластования отмечаются трещины высыхания и мелкобугорчатые гиероглифы [25].

Образец для датирования зерен детритового циркона представляет собой мелкозернистый кварц-полевошпатовый песчаник (№ 49) из нижней терригенно-карбонатной толщи обдырской серии – керн скв. 39, глубина – 190 м (рис. 3). Он был отобран В. Г. Гецеком в 1981 г. (с августа 1991 г. изменил фамилию на Оловянишников).

Песчаники характеризуются однородной, однородной, с элементами сланцеватой, текстурой за счет параллельной ориентировки удлиненных чешуек мусковита и хлорита. Структура пород мелкозернистая псаммитовая. Обломки размером 0,05–0,2 мм (в среднем – около 0,1 мм) неокатанные или слабо окатанные, сортировка средняя. Они представлены кварцем (около 60 об. % обломочной части), кислым и, возможно, средним плагиоклазом слабо и умеренно сосюритизированным (40 об. %), шахматным альбитом, мирмекитовым агрегатом, тонкими удлиненными (до 0,4 мм) чешуйками мусковита и хлорита, часто их сростками, образовавшимися, возможно, по биотиту (до 1 об. %). Акцессорные минералы – циркон, апатит, турмалин, титанит. Последний может иметь метаморфогенное происхождение. В небольшом количестве в породах присутствуют ока-

танные обломки серицитовых сланцев. Цемент песчаников контактовый и поровый, сложен мельчайшими чешуйками хлорита и серицита, составляет 1–2 об. % (рис. 4).

По химическому составу (мас. %:  $\text{SiO}_2$  68,40,  $\text{TiO}_2$  0,31,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  13,16,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,97,  $\text{FeO}$  6,56,  $\text{MnO}$  0,12,  $\text{MgO}$  2,24,  $\text{CaO}$  0,80,  $\text{Na}_2\text{O}$  3,20,  $\text{K}_2\text{O}$  0,83,  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,089, п.п.п. 2.16) породы относятся к грауваккам. Низкое (0,72) значение  $\lg (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  свидетельствует о невысоком уровне зрелости песчаников [28]. Значения индексов CIA [29] и CIW [30], составляющие 63 и 66 соответственно, указывают на низкую интенсивность химического выветривания на палеоводосборах при накоплении обломочного материала низов обдырской серии.

## Материалы и методы

Пробу дробили вручную в стальной ступе до размера обломков <0,5 мм. Отмучивание измельченного материала производили в проточной водопроводной воде, после чего с применением бромформа выделяли тяжелую фракцию, из которой отделяли неэлектромагнитную фракцию, а из нее под биноклем беспристрастно отбирали все попадающие в поле зрения зерна циркона.

Отобранные зерна были импрегнированы в эпоксидную шашку, сошлифованы примерно до середины толщины зерен и отполированы. Католюминесцентные изображения зерен для уточнения их структуры и вы-

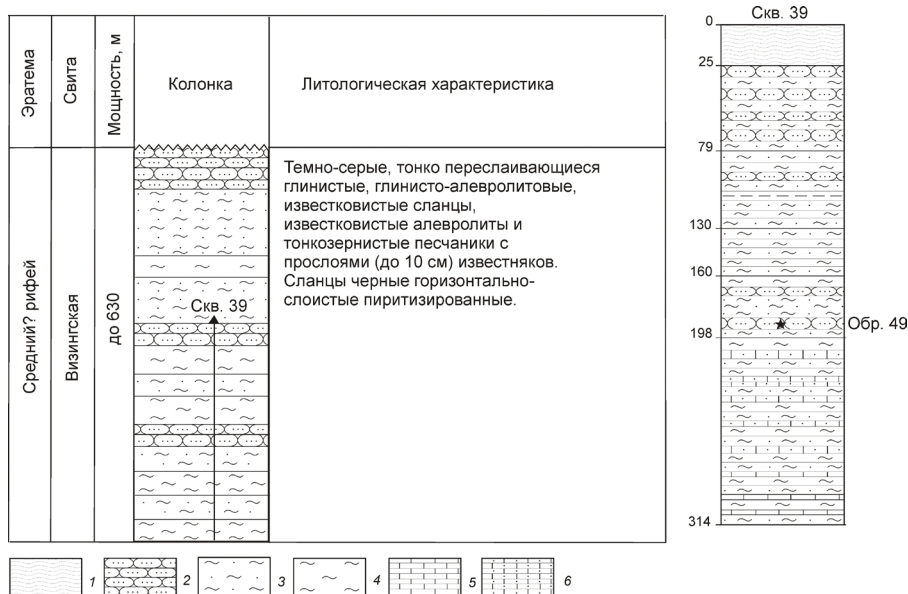


Рисунок 3. Обобщенный разрез скв. 39 (по [26]) и более детальный, составленный авторами по описанию В. Г. Оловянишникова [25].

Условные обозначения. 1 – четвертичные отложения; 2–4 – верхнедокембрийские породы визингской свиты четласской серии (обдырской серии по [25]); 2 – кварцитопесчаники, песчаники и алевропесчаники, часто с карбонатным цементом; 3 – алевриты и глинистые алевриты, часто с карбонатным цементом; 4 – алевритистые, углисто-глинистые, хлорит-гидрослюдистые сланцы; 5 – известняки; 6 – песчаные известняки.

Примечание. ★ – место отбора обр. 49.

Figure 3. Generalised section of borehole 39 (according to [26]) and its detailed section compiled by the authors based on the description of V. G. Olovyanishnikov [25].

Keys. 1 – Quaternary deposits, 2–4 – Upper Precambrian sedimentary rocks of the Vizingskaya Formation of the Chetlasskaya Series (Obdyrskaya Series according to [25]); 2 – quartzite sandstones, sandstones and siltstones, often with carbonate cement; 3 – siltstones and clayey siltstones, often with carbonate cement; 4 – silty, carbonaceous-clayey, chlorite-hydromica shales; 5 – limestones; 6 – sandy limestones.

Note. The asterisk marks the collection place of sample 49.

явления элементов неоднородности получены на СЭМ ThermoFischer Scientific Axia ChemiSEM с выдвижным детектором катодолюминесценции RGB (цветная) с диапазоном обнаружения длин волн 350–850 нм. Исследования проводили в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Участок поверхности зерна для проведения лазерной абляции подбирали индивидуально, выбирали площадку без явных включений других минералов, трещин и аномалий состава.

Определение U-Pb изотопного возраста цирконовых зерен выполнено методом лазерной абляции и магнитно-секторной масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (LA-ICP-MS) в ЦКП «Геоспектр» ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ). Лазерный пробоотбор проведен с помощью устройства лазерной абляции UP-213, а масс-спектрометрический анализ осуществляли на одноколлекторном магнитно-секторном масс-спектрометре с ионизацией в индуктивно связанной плазме Element XR [31]. В качестве внешнего стандарта использовали цирконовый эталон 91500 [32], в качестве контрольных образцов – Plešovice с аттестованным возрастом  $337,13 \pm 0,37$  млн лет [33] и GJ-1 с аттестованным возрастом  $608,5 \pm 0,4$  млн лет [34]. При анализе обдырских цирконов конкордантный возраст 11 зерен Plešovice составил  $337,6 \pm 1,9$  млн лет, а 11 зерен GJ-1 –  $598,4 \pm 3,3$  млн лет. Обработка данных анализа проведена с помощью программы Glitter [35, 36]. Для статистического анализа и построения U-Pb диаграмм использовали приложение Isoplot 3.75 [37] для программы Microsoft Excel.

## Результаты датирования детритового циркона

Цирконовые зерна характеризуются размерами 30–150 мкм при коэффициенте удлинения  $K_y$  1,0–5,5. Чаше встречаются средние и хорошо окатанные удлиненные ( $K_y$  2–4) зерна, в некоторых частично сохранились грани и виден бипирамидально-призматический габитус. Менее распространены слабо удлиненные или изометричные ( $K_y$  1,0–1,5) полностью окатанные. Для большинства зерен циркона характерна осцилляционная зональность, реже встречаются зерна с секториальной зональностью. В некоторых зернах отчетливо выделяются ядра, предположительно унаследованные (рис. 5).

Проанализировано 105 зерен (рис. 6, табл. 1). При интерпретации не учитывали 12 анализов с высо-

кой степенью дискордантности ( $-10 > D > 10$ ). Поскольку все датировки превышают 1 млрд лет, то для оценки возраста пород в источниках сноса рассматривали возрастные значения по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Диапазон возрастов 93 цирконовых зерен составляет 2979–1198 млн лет с главными максимумами плотности вероятности (МПВ) 1802 и 2736 млн лет и второстепенными – 1905 и 2582 млн лет (рис. 6). Возраст большинства зерен соответствует позднему архею (50 %) и раннему протерозою (45 %), значительно реже встречаются датировки, относящиеся к раннему (4 %) и среднему (1 %) рифею. Раннепротерозойские датировки, за исключением одной, отвечают позднему карелию, а среди позднеархейских преобладают соответствующие позднему лопию и реже встречаются среднелопийские. Возраст самого молодого зерна (табл. 1, № 6) составляет  $1198 \pm 23$  млн лет, что соответствует середине среднего рифея. Средневзвешенный  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  возраст следующих двух зерен (табл. 1, № 75 и 103) равен  $1495 \pm 73$  млн лет (95 %, СКВО=0,53) и отвечает раннему рифею.

## Обсуждение результатов

Сравнение спектров возрастов детритовых цирконов из средне?-вехнерифейских терригенных обломочных по-

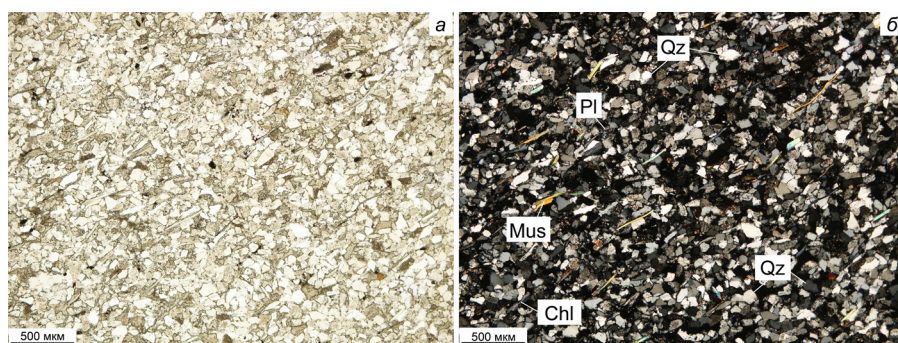


Рисунок 4. Микрофотографии шлифа мелкозернистого кварц-полевошпатового песчаника (обр. 49) из нижней терригенно-карбонатной толщи обдырской серии, керн скв. 39: а – без анализатора; б – с анализатором.

Условные обозначения. Qz – кварц; Pl – плагиоклаз; Fsp – щелочной полевой шпат; Chl – хлорит; Mus – мусковит.

Figure 4. Photomicrographs of a thin section of fine-grained quartz-feldspar sandstone (sample 49) from the lower terrigenous-carbonate sequence of the Obdyrskaya Series, core of borehole 39: а – plane polarised light, б – cross polarised light.

Keys. Qz – quartz; Pl – plagioclase; Fsp – alkali feldspar; Chl – chlorite; Mus – muscovite.

Обр. 49

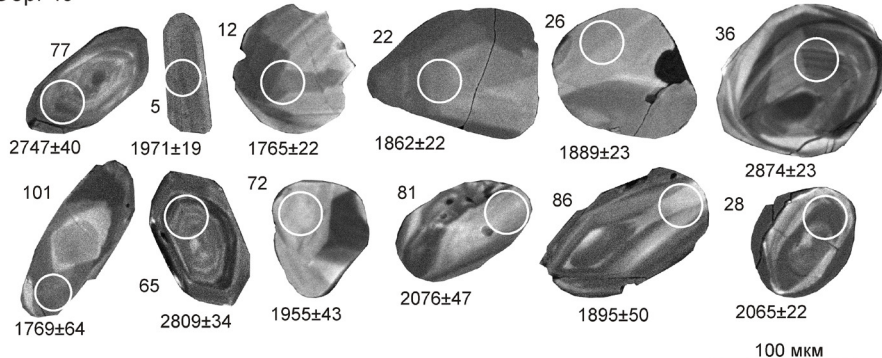


Рисунок 5. Катодолюминесцентные изображения типичных зерен циркона из песчаников обдырской серии. Номера зерен соответствуют номерам в табл. 1. Кружками показаны аналитические кратеры.

Figure 5. Cathodoluminescence images of typical zircon grains from the Obdyrskaya Series sandstones. Grain numbers correspond to the numbers given in Table 1. Circles indicate analytical craters.

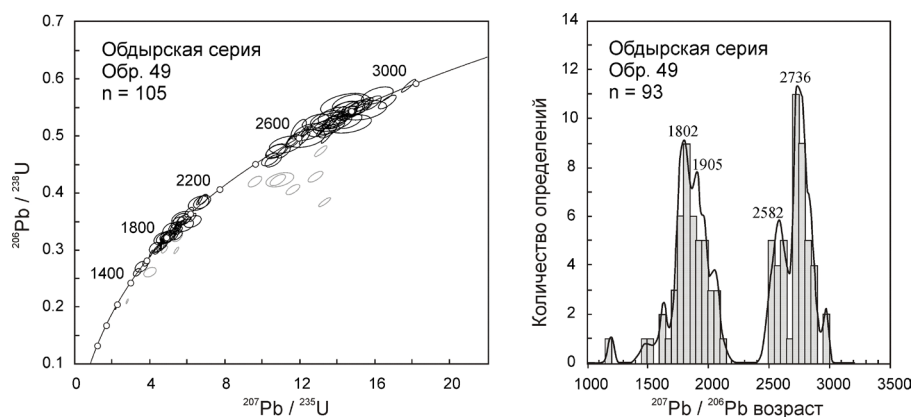


Рисунок 6. Диаграмма Аренса-Везерилла с конкордией, гистограмма и кривая плотности вероятности распределения  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -возрастов зерен детритового циркона из песчаников обдырской серии. Центры эллипсов погрешностей ( $2\sigma$ ) – координаты аналитических точек. Серыми эллипсами ниже конкордии показаны анализы, исключенные из рассмотрения.

Figure 6. Ahrens-Wetherill diagram with concordia, histogram, and probability density plot for the distribution of  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ages of detrital zircon grains from the Obdyrskaya Series sandstones. The centres of the error ellipses ( $2\sigma$ ) are the coordinates of the analytical points. The grey ellipses below the concordia indicate analyses excluded from consideration.

род фундамента Канино-Тиманской гряды показывает, что графики для п-ова Канин, Северного и большей части Среднего Тимана достаточно хорошо сопоставимы (рис. 7). Во всех исследованных пробах резко преобладают зерна циркона ранне- и среднерифейского возраста и почти всегда есть небольшая примесь позднерифейских. Доля архейских и раннепротерозойских зерен относительно невелика. Начиная с Обдырского поднятия, расположенного на юге Среднего Тимана, и далее на юго-восток картина резко меняется: преобладают позднерифейские и раннепротерозойские цирконовые датировки

Таблица 1

Результаты U-Pb датирования детритовых цирконов из песчаников обдырской серии, обр. 49

Table 1

Results of U-Pb dating of detrital zircons from sandstone of the Obdyrskaya Series, sample 49

| Номер зерна | Содержания, мкг/г |      |      | Th/U | Изотопные отношения               |                   |                                  |                   |                                  |                   | Rho  | Возраст, млн лет                 |               |                                   |               | D, % |
|-------------|-------------------|------|------|------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|------|
|             | Pb                | U    | Th   |      | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $\pm 1\sigma$ , % | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $\pm 1\sigma$ , % | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $\pm 1\sigma$ , % |      | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $\pm 1\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $\pm 1\sigma$ |      |
| 1           | 2                 | 3    | 4    | 5    | 6                                 | 7                 | 8                                | 9                 | 10                               | 11                | 12   | 13                               | 14            | 15                                | 16            | 17   |
| 1           | 23                | 43   | 22   | 0,51 | 0,1745                            | 1,15              | 12,1798                          | 0,95              | 0,5067                           | 0,83              | 0,88 | 2642                             | 18            | 2601                              | 19            | -2   |
| 2           | 149               | 243  | 128  | 0,53 | 0,2198                            | 1,05              | 17,8191                          | 0,88              | 0,5884                           | 0,82              | 0,92 | 2983                             | 19            | 2979                              | 17            | 0    |
| 3           | 133               | 245  | 234  | 0,96 | 0,1874                            | 1,07              | 13,4287                          | 0,89              | 0,5202                           | 0,83              | 0,92 | 2700                             | 18            | 2719                              | 17            | 1    |
| 4           | 50                | 163  | 225  | 1,38 | 0,1006                            | 1,09              | 4,0713                           | 0,94              | 0,2938                           | 0,82              | 0,88 | 1661                             | 12            | 1634                              | 20            | -2   |
| 5           | 126               | 372  | 148  | 0,40 | 0,1210                            | 1,07              | 5,4261                           | 0,90              | 0,3255                           | 0,83              | 0,91 | 1816                             | 13            | 1971                              | 19            | 8    |
| 6           | 34                | 162  | 119  | 0,73 | 0,0801                            | 1,12              | 2,2098                           | 0,99              | 0,2003                           | 0,85              | 0,84 | 1177                             | 9             | 1198                              | 23            | 2    |
| 7           | 150               | 280  | 158  | 0,56 | 0,1873                            | 1,07              | 13,1818                          | 0,90              | 0,5107                           | 0,82              | 0,91 | 2660                             | 18            | 2719                              | 18            | 2    |
| 8           | 64                | 120  | 91   | 0,76 | 0,1761                            | 1,08              | 12,3526                          | 0,92              | 0,5090                           | 0,82              | 0,90 | 2652                             | 18            | 2617                              | 18            | -1   |
| 9           | 365               | 700  | 165  | 0,24 | 0,1958                            | 1,07              | 13,4321                          | 0,90              | 0,4980                           | 0,82              | 0,91 | 2605                             | 18            | 2791                              | 18            | 7    |
| 10          | 54                | 97   | 76   | 0,78 | 0,1934                            | 1,09              | 13,9804                          | 0,94              | 0,5247                           | 0,84              | 0,89 | 2719                             | 18            | 2771                              | 18            | 2    |
| 11          | 83                | 161  | 213  | 1,32 | 0,1795                            | 1,11              | 12,2628                          | 0,96              | 0,4960                           | 0,85              | 0,87 | 2596                             | 18            | 2648                              | 18            | 2    |
| 12          | 17                | 53   | 21   | 0,40 | 0,1080                            | 1,20              | 4,7328                           | 1,09              | 0,3182                           | 0,85              | 0,79 | 1781                             | 13            | 1765                              | 22            | -1   |
| 13          | 145               | 411  | 34   | 0,08 | 0,1170                            | 1,11              | 5,4271                           | 0,96              | 0,3366                           | 0,83              | 0,87 | 1870                             | 14            | 1911                              | 20            | 2    |
| 14          | 87                | 215  | 73   | 0,34 | 0,1248                            | 1,12              | 6,6526                           | 0,97              | 0,3868                           | 0,83              | 0,86 | 2108                             | 15            | 2026                              | 20            | -4   |
| 15          | 93                | 286  | 168  | 0,59 | 0,1076                            | 1,12              | 4,6446                           | 0,98              | 0,3134                           | 0,83              | 0,85 | 1758                             | 13            | 1758                              | 21            | 0    |
| 16          | 260               | 650  | 1079 | 1,66 | 0,2515                            | 1,11              | 13,2909                          | 0,96              | 0,3835                           | 0,83              | 0,86 | 2093                             | 15            | 3194                              | 18            | 53   |
| 17          | 80                | 256  | 137  | 0,54 | 0,1312                            | 1,14              | 5,4151                           | 1,00              | 0,2996                           | 0,83              | 0,84 | 1690                             | 13            | 2114                              | 20            | 25   |
| 18          | 33                | 96   | 78   | 0,81 | 0,1102                            | 1,18              | 4,9924                           | 1,06              | 0,3287                           | 0,85              | 0,81 | 1832                             | 14            | 1803                              | 22            | -2   |
| 19          | 31                | 55   | 36   | 0,65 | 0,2009                            | 1,19              | 15,0870                          | 1,04              | 0,5450                           | 0,86              | 0,83 | 2804                             | 19            | 2834                              | 19            | 1    |
| 20          | 330               | 670  | 669  | 1,00 | 0,2010                            | 1,14              | 13,0936                          | 1,00              | 0,4729                           | 0,85              | 0,84 | 2496                             | 17            | 2834                              | 19            | 14   |
| 21          | 241               | 1101 | 498  | 0,45 | 0,0967                            | 1,24              | 2,8045                           | 1,04              | 0,2105                           | 0,86              | 0,82 | 1231                             | 10            | 1562                              | 22            | 27   |
| 22          | 44                | 128  | 66   | 0,52 | 0,1139                            | 1,23              | 5,2141                           | 1,10              | 0,3323                           | 0,87              | 0,78 | 1849                             | 14            | 1862                              | 22            | 1    |
| 23          | 50                | 141  | 54   | 0,38 | 0,1178                            | 1,27              | 5,5551                           | 1,10              | 0,3422                           | 0,88              | 0,78 | 1897                             | 14            | 1924                              | 22            | 1    |
| 24          | 160               | 292  | 36   | 0,12 | 0,1889                            | 1,22              | 13,7130                          | 1,07              | 0,5269                           | 0,85              | 0,80 | 2728                             | 19            | 2733                              | 20            | 0    |
| 25          | 43                | 76   | 53   | 0,70 | 0,1893                            | 1,27              | 14,1019                          | 1,11              | 0,5407                           | 0,87              | 0,78 | 2786                             | 20            | 2736                              | 20            | -2   |
| 26          | 49                | 137  | 51   | 0,37 | 0,1156                            | 1,30              | 5,4578                           | 1,13              | 0,3427                           | 0,88              | 0,76 | 1900                             | 14            | 1889                              | 23            | -1   |
| 27          | 91                | 258  | 26   | 0,10 | 0,1116                            | 1,25              | 5,2075                           | 1,12              | 0,3387                           | 0,86              | 0,77 | 1880                             | 14            | 1826                              | 23            | -3   |
| 28          | 161               | 431  | 82   | 0,19 | 0,1276                            | 1,25              | 6,2818                           | 1,12              | 0,3574                           | 0,87              | 0,77 | 1970                             | 15            | 2065                              | 22            | 5    |
| 29          | 15                | 28   | 56   | 2,00 | 0,1715                            | 1,40              | 11,6161                          | 1,24              | 0,4918                           | 0,92              | 0,73 | 2578                             | 19            | 2572                              | 23            | 0    |
| 30          | 68                | 117  | 95   | 0,81 | 0,2164                            | 1,29              | 16,6816                          | 1,15              | 0,5596                           | 0,88              | 0,76 | 2865                             | 20            | 2954                              | 21            | 3    |

| 1  | 2   | 3    | 4   | 5    | 6      | 7    | 8       | 9    | 10     | 11   | 12   | 13   | 14  | 15   | 16 | 17 |
|----|-----|------|-----|------|--------|------|---------|------|--------|------|------|------|-----|------|----|----|
| 31 | 154 | 442  | 121 | 0,27 | 0,1210 | 1,32 | 5,5679  | 1,20 | 0,3339 | 0,87 | 0,73 | 1857 | 14  | 1972 | 23 | 6  |
| 32 | 13  | 26   | 35  | 1,35 | 0,1722 | 1,45 | 11,6234 | 1,31 | 0,4898 | 9,92 | 0,70 | 2570 | 19  | 2579 | 24 | 0  |
| 33 | 80  | 238  | 130 | 0,55 | 0,1092 | 1,37 | 4,8209  | 1,24 | 0,3204 | 0,87 | 0,71 | 1792 | 14  | 1786 | 25 | 0  |
| 34 | 75  | 169  | 60  | 0,36 | 0,2172 | 1,38 | 12,8199 | 1,24 | 0,4285 | 0,89 | 0,71 | 2299 | 17  | 2960 | 22 | 29 |
| 35 | 142 | 244  | 75  | 0,31 | 0,2015 | 1,39 | 15,4404 | 1,25 | 0,5561 | 0,88 | 0,71 | 2851 | 20  | 2839 | 22 | 0  |
| 36 | 46  | 80   | 47  | 0,59 | 0,2060 | 1,41 | 15,8516 | 1,29 | 0,5586 | 0,90 | 0,70 | 2861 | 21  | 2874 | 23 | 0  |
| 37 | 106 | 339  | 102 | 0,30 | 0,1155 | 1,38 | 4,7898  | 1,29 | 0,3010 | 0,90 | 0,69 | 1696 | 13  | 1888 | 25 | 11 |
| 38 | 233 | 731  | 253 | 0,35 | 0,1113 | 1,44 | 4,6937  | 1,30 | 0,3062 | 0,88 | 0,69 | 1722 | 14  | 1820 | 25 | 6  |
| 39 | 62  | 147  | 105 | 0,71 | 0,2079 | 1,44 | 11,6192 | 1,32 | 0,4056 | 0,91 | 0,68 | 2195 | 17  | 2889 | 23 | 32 |
| 40 | 187 | 381  | 45  | 0,12 | 0,1718 | 1,46 | 11,1579 | 1,33 | 0,4715 | 0,89 | 0,68 | 2490 | 19  | 2575 | 24 | 3  |
| 41 | 43  | 80   | 39  | 0,49 | 0,1694 | 1,54 | 11,9530 | 1,42 | 0,5122 | 1,39 | 0,65 | 2666 | 20  | 2551 | 27 | -4 |
| 42 | 23  | 62   | 44  | 0,71 | 0,1161 | 1,64 | 5,6231  | 1,50 | 0,3517 | 0,94 | 0,62 | 1943 | 169 | 1896 | 29 | -2 |
| 43 | 398 | 752  | 231 | 0,31 | 0,1929 | 1,50 | 13,4979 | 1,42 | 0,5080 | 0,92 | 0,64 | 2648 | 20  | 2767 | 25 | 4  |
| 44 | 170 | 301  | 134 | 0,44 | 0,1952 | 1,54 | 14,5517 | 1,44 | 0,5410 | 0,92 | 0,64 | 2787 | 21  | 2787 | 25 | 0  |
| 45 | 36  | 93   | 60  | 0,65 | 0,1207 | 1,66 | 6,0962  | 1,52 | 0,3666 | 0,93 | 0,62 | 2013 | 16  | 1967 | 28 | -3 |
| 46 | 40  | 98   | 72  | 0,73 | 0,1276 | 1,65 | 6,8442  | 1,53 | 0,3892 | 0,95 | 0,61 | 2119 | 17  | 2066 | 28 | -3 |
| 47 | 42  | 95   | 156 | 1,64 | 0,1857 | 1,62 | 10,8156 | 1,52 | 0,4227 | 0,95 | 0,62 | 2273 | 18  | 2705 | 26 | 19 |
| 48 | 73  | 209  | 40  | 0,19 | 0,1172 | 1,62 | 5,4264  | 1,54 | 0,3360 | 0,95 | 0,61 | 1867 | 15  | 1914 | 29 | 3  |
| 49 | 145 | 332  | 78  | 0,23 | 0,1659 | 1,63 | 9,6001  | 1,54 | 0,4200 | 0,93 | 0,61 | 2260 | 18  | 2517 | 27 | 11 |
| 50 | 139 | 246  | 98  | 0,40 | 0,1953 | 1,64 | 14,5207 | 1,56 | 0,5397 | 0,94 | 0,60 | 2782 | 21  | 2787 | 27 | 0  |
| 51 | 151 | 477  | 196 | 0,41 | 0,1067 | 1,69 | 4,4444  | 1,65 | 0,3025 | 0,96 | 0,58 | 1704 | 14  | 1743 | 31 | 2  |
| 52 | 367 | 1152 | 415 | 0,36 | 0,1087 | 1,75 | 4,5626  | 1,66 | 0,3048 | 0,95 | 0,57 | 1715 | 14  | 1777 | 31 | 4  |
| 53 | 76  | 159  | 78  | 0,49 | 0,1683 | 1,78 | 10,5954 | 1,69 | 0,4569 | 0,96 | 0,57 | 2426 | 20  | 2541 | 29 | 5  |
| 54 | 46  | 80   | 90  | 1,12 | 0,2002 | 1,80 | 15,2207 | 1,72 | 0,5518 | 0,98 | 0,57 | 2833 | 22  | 2828 | 29 | 0  |
| 55 | 174 | 555  | 256 | 0,46 | 0,1065 | 1,78 | 4,3948  | 1,73 | 0,2997 | 0,97 | 0,56 | 1690 | 14  | 1739 | 33 | 3  |
| 56 | 152 | 275  | 145 | 0,53 | 0,2026 | 1,83 | 14,6864 | 1,75 | 0,5261 | 0,97 | 0,56 | 2725 | 22  | 2848 | 29 | 4  |
| 57 | 243 | 506  | 82  | 0,16 | 0,1647 | 1,82 | 10,4156 | 1,77 | 0,4591 | 0,98 | 0,55 | 2436 | 20  | 2504 | 31 | 3  |
| 58 | 106 | 325  | 249 | 0,77 | 0,1109 | 1,89 | 4,7365  | 1,80 | 0,3100 | 1,00 | 0,54 | 1740 | 15  | 1815 | 34 | 4  |
| 59 | 8   | 23   | 29  | 1,26 | 0,1230 | 2,11 | 5,4771  | 2,04 | 0,3232 | 1,05 | 0,52 | 1805 | 17  | 2000 | 37 | 11 |
| 60 | 73  | 132  | 113 | 0,86 | 0,1922 | 1,92 | 13,9480 | 1,85 | 0,5266 | 0,99 | 0,54 | 2727 | 22  | 2761 | 31 | 1  |
| 61 | 10  | 20   | 20  | 1,00 | 0,1644 | 2,13 | 10,7206 | 2,06 | 0,4733 | 1,08 | 0,52 | 2498 | 22  | 2501 | 35 | 0  |
| 62 | 95  | 172  | 195 | 1,13 | 0,1915 | 2,04 | 13,8684 | 1,97 | 0,5256 | 1,01 | 0,52 | 2723 | 23  | 2755 | 33 | 1  |
| 63 | 12  | 43   | 73  | 1,70 | 0,0994 | 2,21 | 3,8176  | 2,14 | 0,2788 | 1,04 | 0,49 | 1585 | 15  | 1613 | 40 | 2  |
| 64 | 22  | 38   | 44  | 1,16 | 0,1914 | 2,09 | 14,4355 | 2,06 | 0,5475 | 1,04 | 0,51 | 2815 | 24  | 2754 | 34 | -2 |
| 65 | 66  | 115  | 73  | 0,63 | 0,1979 | 2,07 | 14,9583 | 2,05 | 0,5486 | 1,04 | 0,50 | 2819 | 24  | 2809 | 34 | 0  |
| 66 | 218 | 648  | 168 | 0,26 | 0,1097 | 2,10 | 4,8460  | 2,07 | 0,3208 | 1,03 | 0,50 | 1793 | 16  | 1794 | 38 | 0  |
| 67 | 14  | 23   | 8   | 0,35 | 0,2052 | 2,19 | 16,1445 | 2,16 | 0,5711 | 1,09 | 0,50 | 2912 | 25  | 2868 | 35 | -2 |
| 68 | 46  | 92   | 66  | 0,72 | 0,1651 | 2,18 | 10,7948 | 2,14 | 0,4745 | 1,05 | 0,49 | 2503 | 22  | 2509 | 36 | 0  |
| 69 | 116 | 202  | 150 | 0,74 | 0,1909 | 2,20 | 14,3830 | 2,15 | 0,5470 | 1,04 | 0,49 | 2813 | 24  | 2750 | 35 | -2 |
| 70 | 103 | 315  | 113 | 0,36 | 0,1101 | 2,18 | 4,7093  | 2,18 | 0,3104 | 1,06 | 0,48 | 1743 | 16  | 1801 | 40 | 3  |
| 71 | 236 | 427  | 156 | 0,36 | 0,1775 | 2,31 | 12,8400 | 2,28 | 0,5250 | 1,07 | 0,47 | 2720 | 24  | 2630 | 38 | -3 |
| 72 | 18  | 48   | 14  | 0,29 | 0,1199 | 2,42 | 5,8336  | 2,39 | 0,3530 | 1,10 | 0,46 | 1949 | 19  | 1955 | 43 | 0  |
| 73 | 26  | 44   | 133 | 3,02 | 0,1897 | 2,37 | 14,5817 | 2,37 | 0,5581 | 1,11 | 0,47 | 2859 | 26  | 2739 | 39 | -4 |
| 74 | 75  | 219  | 164 | 0,75 | 0,1206 | 2,40 | 5,4218  | 2,38 | 0,3264 | 1,10 | 0,46 | 1821 | 17  | 1965 | 42 | 8  |
| 75 | 298 | 1082 | 461 | 0,43 | 0,0925 | 2,38 | 3,3253  | 2,40 | 0,2610 | 1,11 | 0,46 | 1495 | 15  | 1477 | 45 | -1 |
| 76 | 148 | 429  | 97  | 0,23 | 0,1120 | 2,41 | 5,0303  | 2,43 | 0,3260 | 1,10 | 0,45 | 1819 | 17  | 1832 | 44 | 1  |
| 77 | 67  | 123  | 73  | 0,59 | 0,1905 | 2,47 | 13,5713 | 2,47 | 0,5170 | 1,12 | 0,45 | 2687 | 25  | 2747 | 40 | 2  |
| 78 | 15  | 27   | 23  | 0,85 | 0,1785 | 2,58 | 12,4712 | 2,55 | 0,5072 | 1,16 | 0,45 | 2645 | 25  | 2639 | 42 | 0  |
| 79 | 78  | 144  | 242 | 1,68 | 0,1870 | 2,51 | 13,2122 | 2,53 | 0,5130 | 1,13 | 0,45 | 2669 | 25  | 2716 | 41 | 2  |
| 80 | 71  | 192  | 299 | 1,56 | 0,1140 | 2,54 | 5,4782  | 2,56 | 0,3487 | 1,15 | 0,44 | 1929 | 19  | 1865 | 46 | -3 |
| 81 | 33  | 81   | 32  | 0,40 | 0,1284 | 2,73 | 6,7974  | 2,71 | 0,3844 | 1,17 | 0,43 | 2097 | 21  | 2076 | 47 | -1 |
| 82 | 141 | 393  | 207 | 0,53 | 0,1145 | 2,71 | 5,3580  | 2,71 | 0,3398 | 1,18 | 0,43 | 1886 | 19  | 1871 | 48 | -1 |
| 83 | 81  | 220  | 84  | 0,38 | 0,1169 | 2,74 | 5,6710  | 2,75 | 0,3521 | 1,16 | 0,43 | 1945 | 20  | 1910 | 48 | -2 |
| 84 | 76  | 170  | 112 | 0,66 | 0,1876 | 2,77 | 10,9271 | 2,78 | 0,4227 | 1,18 | 0,42 | 2273 | 23  | 2722 | 45 | 20 |
| 85 | 192 | 342  | 121 | 0,35 | 0,1889 | 2,81 | 13,9367 | 2,81 | 0,5355 | 1,18 | 0,42 | 2765 | 27  | 2733 | 45 | -1 |

| 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6      | 7    | 8        | 9    | 10     | 11   | 12   | 13   | 14 | 15   | 16 | 17 |
|-----|-----|-----|-----|------|--------|------|----------|------|--------|------|------|------|----|------|----|----|
| 86  | 38  | 104 | 116 | 1,12 | 0,1160 | 2,84 | 5,6509   | 2,87 | 0,3537 | 1,22 | 0,42 | 1952 | 20 | 1895 | 50 | -3 |
| 87  | 36  | 112 | 135 | 1,20 | 0,1019 | 2,94 | 4,2679   | 2,91 | 0,3041 | 1,22 | 0,41 | 1712 | 18 | 1658 | 53 | -3 |
| 88  | 105 | 313 | 129 | 0,41 | 0,1115 | 2,87 | 4,9363   | 2,92 | 0,3214 | 1,21 | 0,41 | 1797 | 19 | 1824 | 52 | 2  |
| 89  | 162 | 446 | 168 | 0,38 | 0,1305 | 2,91 | 6,2875   | 2,95 | 0,3497 | 1,20 | 0,41 | 1933 | 20 | 2105 | 50 | 9  |
| 90  | 104 | 190 | 222 | 1,17 | 0,1864 | 2,95 | 13,5850  | 2,98 | 0,5291 | 1,23 | 0,41 | 2738 | 27 | 2711 | 48 | -1 |
| 91  | 26  | 46  | 39  | 0,85 | 0,2059 | 3,11 | 15,4583  | 3,14 | 0,5451 | 1,27 | 0,40 | 2805 | 29 | 2873 | 50 | 2  |
| 92  | 166 | 305 | 146 | 0,48 | 0,1896 | 3,11 | 13,7099  | 3,16 | 0,5250 | 1,26 | 0,40 | 2720 | 28 | 2738 | 50 | 1  |
| 93  | 89  | 177 | 106 | 0,60 | 0,1685 | 3,14 | 11,26226 | 3,20 | 0,4853 | 1,28 | 0,40 | 2550 | 27 | 2543 | 52 | 0  |
| 94  | 139 | 256 | 127 | 0,50 | 0,2043 | 3,18 | 14,6760  | 3,23 | 0,5215 | 1,28 | 0,40 | 2705 | 28 | 2861 | 51 | 6  |
| 95  | 33  | 94  | 24  | 0,26 | 0,1103 | 3,26 | 5,1139   | 3,30 | 0,3366 | 1,31 | 0,39 | 1870 | 21 | 1805 | 58 | -4 |
| 96  | 105 | 205 | 12  | 0,06 | 0,1811 | 3,26 | 12,3616  | 3,30 | 0,4956 | 1,29 | 0,39 | 2595 | 28 | 2663 | 53 | 3  |
| 97  | 117 | 329 | 231 | 0,70 | 0,1238 | 3,31 | 5,8459   | 3,34 | 0,3429 | 1,31 | 0,39 | 1901 | 21 | 2011 | 57 | 6  |
| 98  | 66  | 243 | 132 | 0,54 | 0,1115 | 3,32 | 4,0232   | 3,39 | 0,2619 | 1,30 | 0,39 | 1500 | 18 | 1824 | 59 | 22 |
| 99  | 54  | 135 | 74  | 0,55 | 0,1254 | 3,35 | 6,6004   | 3,43 | 0,3822 | 1,33 | 0,39 | 2086 | 24 | 2034 | 58 | -2 |
| 100 | 52  | 154 | 59  | 0,38 | 0,1109 | 3,43 | 4,9503   | 3,47 | 0,3240 | 1,33 | 0,38 | 1809 | 21 | 1815 | 61 | 0  |
| 101 | 36  | 107 | 29  | 0,27 | 0,1082 | 3,60 | 4,7807   | 3,64 | 0,3209 | 1,37 | 0,38 | 1794 | 22 | 1769 | 64 | -1 |
| 102 | 7   | 12  | 8   | 0,67 | 0,1886 | 3,66 | 14,4328  | 3,75 | 0,5556 | 1,46 | 0,39 | 2848 | 34 | 2730 | 59 | -4 |
| 103 | 32  | 112 | 31  | 0,28 | 0,0954 | 3,67 | 3,5535   | 3,72 | 0,2705 | 1,40 | 0,37 | 1543 | 19 | 1536 | 67 | 0  |
| 104 | 76  | 226 | 155 | 0,69 | 0,1057 | 3,69 | 4,6598   | 3,74 | 0,3200 | 1,41 | 0,37 | 1790 | 22 | 1727 | 66 | -4 |
| 105 | 55  | 147 | 85  | 0,58 | 0,1165 | 3,69 | 5,7066   | 3,78 | 0,3558 | 1,41 | 0,37 | 1962 | 24 | 1903 | 65 | -3 |

Условные обозначения. Rho – коэффициент корреляции между ошибками определения изотопных отношений  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ; D – дискордантность:  $D=100 \times [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$ .

Примечание. Серым фоном выделены анализы с  $-10 > D > 10 \%$ .

Keys. Rho is the correlation coefficient between the errors in determining the  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  and  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  isotope ratios. D is the discordance:  $D=100 \times [\text{age } (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) / \text{age } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$ .

Note. Analyses with  $-10 > D > 10 \%$  are highlighted in grey.

при очень небольшой доле ранне- и среднерифейских. В некоторых образцах песчаников визингской, светлинской и джежимской свит обнаружены зерна циркона раннеархейского (3,3 и 3,5 млрд лет) возраста (рис. 7).

По результатам датирования относительно небольшой выборки зерен (34 шт.) из песчаников джежимской свиты Южного Тимана, отобранных на Джежимском поднятии в карьере Асывож еще в 2010 г., было установлено, что в пробе преобладают зерна с раннепротерозойскими и позднеархейскими возрастами и максимумами около 2 и 2,7 млрд лет [38]. Зерен с ранне- и среднерифейскими датировками немного, а позднерифейских нет совсем. Недавние исследования детритового циркона из песчаников, отобранных в том же карьере и в области распространения джежимской свиты в 15 км к юго-востоку от него, подтвердили эту информацию [21]. Кроме того, были получены новые данные, не позволяющие сомневаться в выявленной специфике цирконовых возрастных спектров южных районов Тимана.

Сравнение вероятностных распределений цирконовых возрастов, полученных нами для песчаников обдырской серии, с опубликованными U-Pb данными по цирконам из песчаников джежимской свиты одноименного поднятия [23] и Вадьявожского выступа [20, 22] указывает на их значимое сходство. Применение теста Колмогорова – Смирнова (KS-теста) показало (табл. 2), что величины KS-коэффициента превышают минимальное пороговое значение 0,05, что свидетельствует об отсутствии значимых различий распределений, т. е. тестируемая гипотеза о сходстве сопоставляемых наборов возрастов валидна с

вероятностью 95 % [39]. Такие результаты свидетельствуют о близости возрастов породных комплексов питающих провинций, поставлявших обломочный материал в область будущей южной части Канино-Тиманской гряды.

Минимальный возраст в песчаниках обдырской серии равный 1198 млн лет был зафиксирован в единственном зерне циркона. Он коррелирует с возрастными самыми молодых зерен циркона (1134, 1160, 1197 и 1234 млн лет) из песчаников джежимской свиты Джежимского поднятия [21, 23], которые давали основание предполагать возможный возраст седиментации кластического материала джежимской свиты – середина среднего рифея, но толща могла быть и более молодой, учитывая появившиеся в последние годы свидетельства присутствия предполагаемой биоты эдиакарского типа в песчаниках джежимской свиты [40]. Детритовые цирконы из отложений джежимской свиты были исследованы еще на одном объекте – Вадьявожском выступе, расположенном в крайней юго-восточной части Южного Тимана (см. рис. 1). При датировании 262 цирконовых зерен в трех пробах песчаников [20, 22] не зафиксировано ни одной среднерифейской (1,35–1,00 млрд лет) датировки (см. рис. 7).

Причина выявленного различия возрастных спектров детритового циркона, характерных для верхнедокембрийских обломочных пород северо-западной и юго-восточной частей Канино-Тиманской гряды (рис. 8), скорее всего, обусловлена тем, что обломочный материал поступал в осадки из разных областей. Известно, что позднедокембрийские блоки п-ова Канин и Тимана – это фрагменты позднедокембрийской протяженной тиманской пассивной

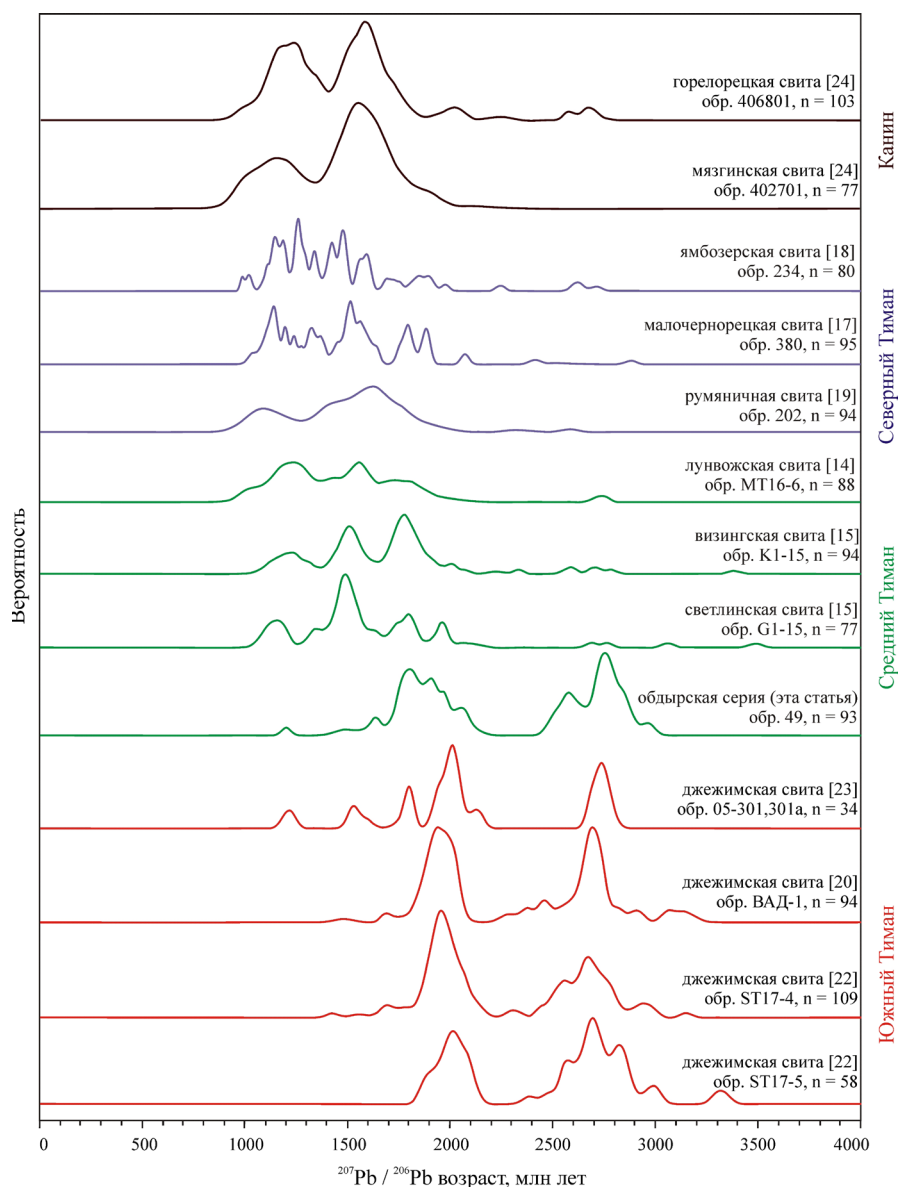


Рисунок 7. Нормированные кривые плотности вероятности возраста зерен детритового циркона из средне(?)–верхнерифейских терригенных пород п-ова Канин, Северного, Среднего и Южного Тимана – песчаников горелорецкой свиты табуевской серии и мязгинской свиты тархановской серии, алевропесчаников румяничной, малочернорецкой свит и песчаников ямбозерской свиты барминской серии, песчаников светлинской и визингской свит четласской серии, гравелитов лунвожской свиты вымской серии, песчаников обдырской серии и джежимской свиты.

Figure 7. Normalised probability density plot of the age of detrital zircon grains from the Middle(?)–Upper Riphean terrigenous rocks of the Kanin Peninsula, Northern, Middle and Southern Timan – sandstones of the Goreloretskaya Formation of the Tabuevskaya Series and the Myazginskaya Formation of the Tarkhanovskaya Series, silty sandstones of the Rumyanichnaya, Malochernoretskaya Formations and sandstones of the Yambozerskaya Formation of the Barminskaya Series, sandstones of the Svetlinskaya and Vizingskaya Formations of the Chetlasskaya Series, gravelites of the Lunvozhskaya Formation of the Vymskaya Series, sandstones of the Obdyrskaya Series and the Dzhezhimskaya Formation.

окраины Балтики [6, 41–43] (рис. 8). Мощные терригенные толщи являются продуктами размыва пород древнего сложно устроенного и неоднородного основания ВЕП, которые в позднем докембрии были на уровне эрозионного среза. По-видимому, на протяжении этой окраины источники кластического материала имели разный возраст.

Такая латеральная неоднородность в распределении возрастных цирконовых спектров заставляет предположить, что на северо-западную (в современных координатах) часть тиманской пассивной окраины Балтики

обломочный материал в большей мере поступал с Фенноскандинавского блока раннедокембрийского фундамента ВЕП (Протобалтики). Именно для Фенноскандии характерны магматические породы, сформировавшиеся в интервале 2–1 млрд лет [44–49]. В этой части фундамента ВЕП известны магматические комплексы, сформированные в конце раннего протерозоя (1,95–1,75 млрд лет) и связанные со свекофеннской орогенией и аккреционными событиями, синхронными с формированием Среднерусского орогена [50–55]; аккреционные и коллизионные комплексы (1,73–1,42 млрд лет); внутримитные анортозит-мангрит-чарнокит-гранитные интрузии (1,67–1,44 млрд лет); базиты и породы бимодальных ассоциаций (1,4–1,2 млрд лет). В конце среднего – начале позднего рифея вдоль северо-западной части Протобалтики образовался Свеко-норвежский (Гренвилльский) коллизионный ороген, соединивший Протобалтику с Лаврентией и Амазонией [48]. Результатом этой коллизии и постколлизионного растяжения стали магматические комплексы с возрастными 1,2–0,9 млрд лет ([53] и ссылки в этой работе). Нельзя исключить, как справедливо отмечено в работе [16], возможности того, что обломочный материал поступал в средне(?)–верхнерифейские отложения северо-западной части тиманской окраины не непосредственно из разрушавшихся коренных пород, а происходил из фрагментов Протобалтики, вовлеченных в гренвилльскую орогению.

Обломочные породы юго-восточной части этой континентальной окраины формировались, вероятно, при большом участии разрушающихся пород Волго-Сарматского блока фундамента ВЕП (образовавшегося при сочленении Сарматии и Волго-Уралии). Для Волго-Сарматии не очень характерны средне-верхнерифейские комплексы, за исключением Камско-Бельской провинции, где присутствуют магматические комплексы с возрастными 1,39–1,29 млн лет, которые связывают с мантийным плюмом ([56] и ссылки в этой работе) или рифтогенезом на окраине Волго-Уралии [6]. Зерна детритового циркона с более древними, раннепротерозойскими и архейскими датировками, характерными

Таблица 2  
Результаты теста Колмогорова – Смирнова для возрастов циркона из терригенных пород обдырской серии и джежимской свиты

Table 2  
Results of the Kolmogorov-Smirnov test for ages of zircons from terrigenous rocks of the Obdyrskaya Series and the Dzhzhimskaya Formation

| № обр.       | 49   | 05-301, 301a | БАД-1 | ST17-4 | ST17-5 |
|--------------|------|--------------|-------|--------|--------|
| 49           |      | 0,27         | 0,07  | 0,07   | 0,01   |
| 05-301, 301a | 0,27 |              | 0,12  | 0,36   | 0,01   |
| БАД-1        | 0,07 | 0,12         |       | 0,79   | 0,11   |
| ST17-4       | 0,07 | 0,36         | 0,79  |        | 0,06   |
| ST17-5       | 0,01 | 0,01         | 0,11  | 0,06   |        |

Примечание. Расчеты проведены с помощью программы [39]. Номера образцов соответствуют таковым на рис. 7.

Note. Calculations were performed using the program [39]. Sample numbers correspond to those in Fig. 7.

для песчаников юго-восточной части Тимана, могли поступать в отложения из расположенных к юго-западу от Обдырского и Джежимского поднятий, а также Вадьявожского выступа кристаллических комплексов цоколя Волго-Уралии, а также области ее сочленения с Сарматией (Волго-Сарматский ороген) и Фенноскандией (Среднерусский ороген). Возраст породных комплексов фундамента Волго-Уралии варьирует в интервале 3,5–2,1 млрд лет [53, 57, 58], Волго-Сарматского орогена – 2,1–2,0 млрд лет [57, 59–61], Среднерусского орогена – 1,8–1,7 млрд лет [50–55].

Зерна циркона с возрастaми 1,8–1,7 млрд лет, характерными для коллизионных комплексов Среднерусского орогена, сочленяющего Фенноскандию и Волго-Сарматия, обнаруживаются в позднедокембрийских обломочных породах на всем протяжении Канино-Тиманской гряды. Можно предположить, что Среднерусский ороген (вероятно, подновляемый тектоническими процессами

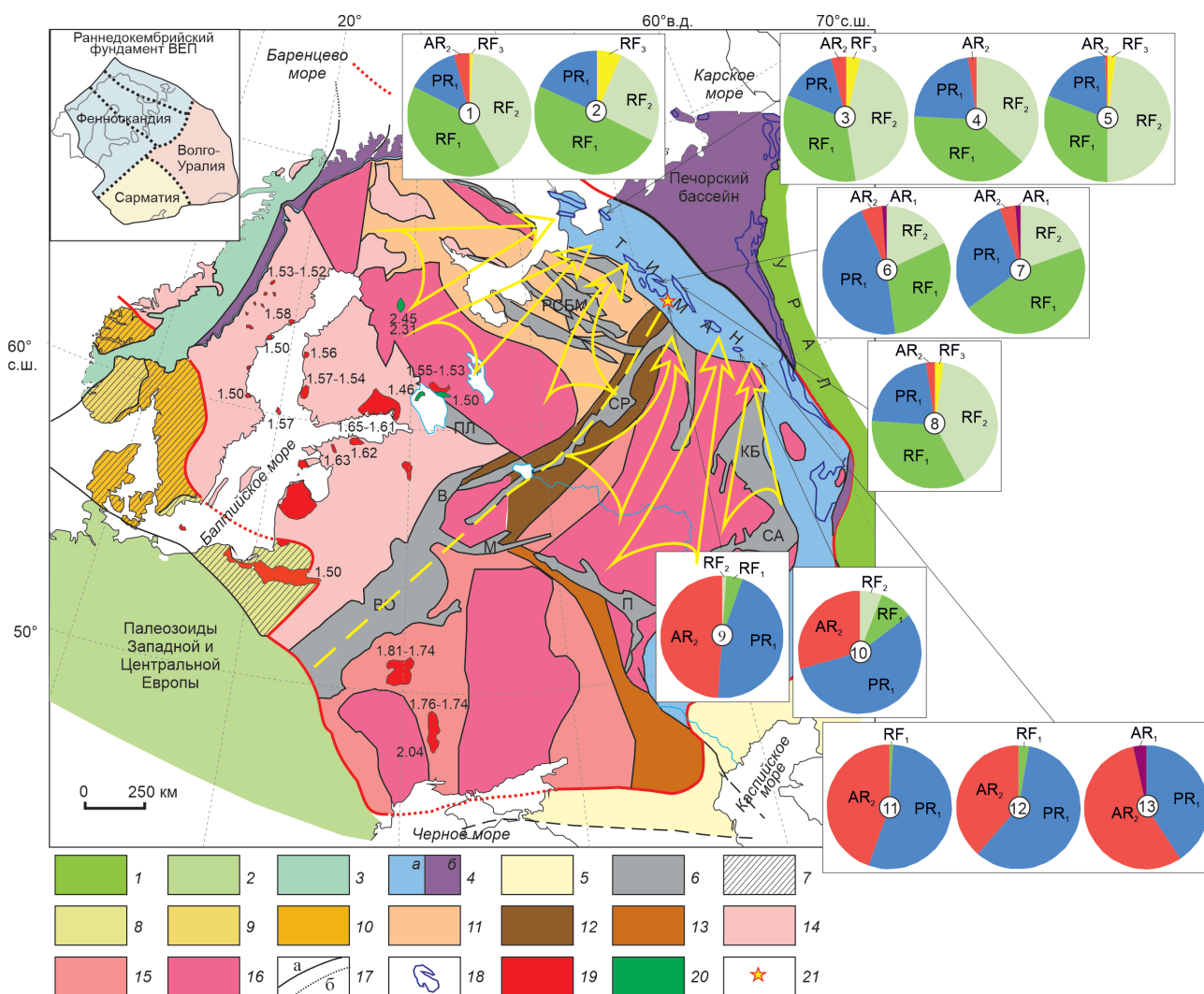


Рисунок 8. Латеральная зональность распределения возрастов детритовых цирконов из верхнедокембрийских обломочных пород различных участков Канино-Тиманской гряды. Основа – тектоническая схема фундамента ВЕП и структур ее обрамления [43]. Красная линия – граница ВЕП, черные цифры – возраст магматических пород, млрд лет. Буквами обозначены авлакогены и грабены: СР – Средне-Русский, ВО – Волынь-Орский, П – Пачелмский, КБ – Камско-Бельский, СА – Серноводско-Абдулинский, М – Московский, В – Валдайский, ПЛ – Пашко-Ладужский, РСБМ – Рифтовая система Белого моря. 1–3 – палеозойды складчато-надвиговых поясов, обрамляющих ВЕП: 1 – уралиты (Восточный Урал); 2 – варисциты (Западная и Восточная Европа); 3 – скандинавские каледониды (средние и верхние покровы); 4, 5 – неоднородно метаморфизованные неопроterозойско-среднекембрийские комплексы: протоуралиты-тиманиды Западного Урала и Тимано-Печорско-Баренцевоморского региона и их возрастные аналоги Приуральской части ВЕП и Скандинавии (п-ов Финмаркен и нижние каледонские покровы) и кадомиды-авалониды южного и юго-восточного обрамления ВЕП: 4 – комплексы протоуралит-тиманид; а – преимущественно осадочные; б – вулканические, вулканогенно-осадочные и осадочные; 5 – Скифско-Туранская

платформа; 6 – мезозойско–неопротерозойское выполнение рифтогенных структур в пределах ВЕП; 7–10 – мезозойско–неопротерозойские комплексы и редкие переработанные архейско–палеопротерозойские комплексы аккреционных и коллизионных поясов северо–западной и западной частей ВЕП: 7 – свекофено–норвежская орогения (~1,2–0,9 млрд лет); 8 – данополонская орогения (~1,47–1,42 млрд лет); 9 – телемаркская орогения (~1,52–1,48 млрд лет); 10 – готская орогения (~1,73–1,55 млрд лет); 11–16 – палеопротерозойские и архейские комплексы Фенноскандии, Волго–Уралии и Сарматии: 11 – Лапландско–Кольский ороген (~2,0–1,9 млрд лет); 12 – Среднерусский ороген (~1,8–1,7 млрд лет); 13 – Волго–Сарматский ороген (~2,1–2,0 млрд лет); 14 – недифференцированные протерозойские комплексы Фенноскандии; 15 – недифференцированные протерозойские комплексы Сарматии и Волго–Уралии; 16 – недифференцированные архейские комплексы (~3,70–2,50 млрд лет); 17 – сuture вдоль внешней границы докембрийского фундамента ВЕП (Балтики), границы блоков внутри ВЕП, границы мезозойских и неопротерозойских (1,6–0,8 млрд лет) рифтов и авлакогенов: а – главные разломы, б – их предполагаемые продолжения; 18 – контуры обнажений тиманид и прототуралид и их аналогов в пределах Западного Урала, Тимана, Пай–Хоя, архипелага Новая Земля, о–ва Кильдин, п–овов Средний, Рыбачий, Варангер и Финмаркен; 19 – анортозит–гранитные (рапакивиподобные) plutonические ассоциации и А–граниты; 20 – офиолиты, базальтоиды, габброиды, мафические дайковые комплексы; 21 – место отбора обр. 49. Круговые диаграммы возрастов обломочных цирконов: 1–2 – Канин Камень: 1 – горелопецкая и 2 – мязгинская свиты [24]; 3–5 – Северный Тиман: 3 – ямбозерская свита [18]; 4 – малочерноречья свита [17]; 5 – румянничная свита [19]; 6–9 – Средний Тиман: 6 – визингская и 7 – светлинская свиты, Четласский Камень [15]; 8 – лунвожская свита, Вымская гряда [14]; 9 – обдырская серия, Обдырское поднятие, обр. 49; 10–13 – джежимская свита, Южный Тиман: 10 – поднятие Джежимпарма [23]; 11–13 – Вадьявожский выступ: 11 – [20]; 12, 13 – [22]. Желтые стрелки – предполагаемое направление сноса обломочного материала в средне (?)–позднерифейское время, желтый пунктир – примерная ось Среднерусского орогена – предполагаемое разграничение областей сноса.

Figure 8. Lateral zoning of the detrital zircon age distribution for Upper Precambrian clastic rocks of different parts of the Kanin–Timan Ridge. The basis is the tectonic scheme of the East European Platform (EEP) basement and frame structure [43]. The red line is the EEP boundary, the black numbers indicate the age of igneous rocks (in billion years). The letters denote aulacogens and grabens: CP – Central Russian, BO – Volyn–Orskiy, П – Pachelmsky, KB – Kama–Belsky, CA – Sernovodsk–Abdulino, M – Moscow, B – Valdai, ПЛ – Pashsko–Ladozhsky, РСБМ – White Sea Rift System. 1–3 – Paleozooids of fold-and-thrust belts, framing EEP: 1 – Uralides (Eastern Ural); 2 – Variscides (Western and Eastern Europe); 3 – Scandinavian Caledonides (middle and upper nappes); 4, 5 – heterogeneously metamorphosed Neoproterozoic–Middle Cambrian assemblages: Protouralides–Timanides of Western Urals and Timan–Pechora–Barents Sea region and their age analogues in the Cis–Uralian part of the EEP (Finmarken Peninsula and lower Caledonian nappes) and Cadomides–Avalonides of the southern and southeastern frames of the EEP: 4 – complexes of Protouralides–Timanides: а – mainly sedimentary, б – volcanogenic, volcanogenic–sedimentary, and sedimentary; 5 – Scythian–Turanian Platform; 6 – Mesozoic–Neoproterozoic filling of rift structures within EEP; 7–10 – Mesozoic–Neoproterozoic assemblages and rare reworked Archean–Paleoproterozoic assemblages of accretionary and collision belts in north–western and western parts of the EEP: 7 – Svecofennian–Norwegian orogeny (~1.2–0.9 Ga), 8 – Danopolonian orogeny (~1.47–1.42 Ga), 9 – Telemark orogeny (~1.52–1.48 Ga), 10 – Gothian orogeny (~1.73–1.55 Ga); 11–16 – Paleoproterozoic and Archean complexes of Fennoscandia, Volgo–Uralia, and Sarmatia: 11 – Lapland–Kola orogen (~2.0–1.9 Ga), 12 – Central Russian orogen (~1.8–1.7 Ga), 13 – Volga–Sarmatia orogen (~2.1–2.0 Ga), 14 – non-differentiated Proterozoic complexes of Fennoscandia, 15 – non-differentiated Proterozoic complexes of Sarmatia and Volgo–Uralia, 16 – non-differentiated Archean complexes (~3.70–2.50 Ga); 17 – sutures along the outer boundary of the Precambrian basement of the EEP (Baltica), boundaries of blocks within the EEP, boundaries of Mesozoic and Neoproterozoic (1.6–0.8 Ga) rifts and aulacogenes: а – major faults, б – proposed continuations; 18 – outlines of outcrops of Timanides and Protouralides and their analogs within Western Ural, Timan, Pai–Khoi, Novaya Zemlya archipelago, Kildin island, Sredny, Rybachy, Varanger, and Finmarken peninsulas; 19 – anorthosite–granite (rapakivi-like) plutonic assemblages and A–granites; 20 – ophiolites, basaltoids, gabbroids, mafic dike complexes; 21 – collection place of sample 49. Circular diagrams of detrital zircon ages: 1–2 – Kanin Kamen: 1 – Goreloretskaya and 2 – Myazginskaya Formations [24]; 3–5 – Northern Timan: 3 – Yambozerskaya Formation [18], 4 – Malochernoretskaya Formation [17], 5 – Rumyanichnaya Formation [19]; 6–9 – Middle Timan: 6 – Vizingskaya and 7 – Svetlinskaya Formations, Chetlassky Kamen [15], 8 – Lunvozhskaya Formation, Vym Ridge [14], 9 – Obdyrskaya Series, Obdyr Uplift, sample 49; 10–13 – Dzhhezhimskaya Formation, Southern Timan: 10 – Dzhhezhimparma Uplift [23], 11–13 – Vadyavozhsky Uplift: 11 – [20], 12, 13 – [22]. Yellow arrows indicate a supposed direction of detrital material erosion in the Middle (?)–Late Riphean, a yellow dotted line is an approximate axis of the Central Russian orogen – supposed delimitation of erosion areas.

в течение нескольких сотен миллионов лет, подобно тому, как мы видим на примере Урала) служил водоразделом, разделяющим области, поставляющие обломочный материал в северо–западную и юго–восточную части тиманской окраины Балтики.

Следует отметить, что из–за неопределенности возрастов верхнедокембрийских толщ Канино–Тиманской гряды нельзя исключить их не одновременное формирование и тогда выявленная латеральная неоднородность распределения цирконовых возрастов может отражать эволюцию областей эрозии во времени. Для решения этого вопроса требуется дальнейшее накопление фактического материала.

## Выводы

На основании результатов U–Pb (LA–ICP–MS) датирования зерен детритового циркона из верхнедокембрийских песчаников юго–восточной части Тимана (обдырской серии Обдырского поднятия южной части Среднего Тимана и джежимской свиты Вадьявожского выступа Южного Тимана) выяснено, что в полученных наборах цирконовых возрастов преобладают позднеархейские и раннепротерозойские цирконовые датировки при очень небольшой доле или полном отсутствии ранне– и среднерифейских.

Полученные нами данные подтвердили сделанное в более ранних публикациях предположение о том, что верхнедокембрийские обломочные породы юго–восточной части Тимана (начиная с Обдырского поднятия) по цирконовым возрастным спектрам заметно отличаются от пород его северо–западной части и п–ова Канин. Причина этого отличия, скорее всего, в смене источников обломочного материала, поставлявших детритовый циркон в терригенные породы тиманской пассивной окраины Балтики. Граница раздела областей эрозии примерно соответствует оси Среднерусского орогена, спаявшего в 1,8–1,7 млрд лет блоки раннедокембрийского фундамента ВЕП – Фенноскандию и Волго–Сарматия. На северо–западную часть тиманской окраины обломочный материал в большей мере поступал с Фенноскандинавского блока, тогда как обломочные породы юго–восточной части этой континентальной окраины формировались, вероятно, при большом участии разрушающихся пород Волго–Сарматского блока раннедокембрийского фундамента ВЕП.

Зерна детритового циркона с возрастом, соответствующим времени формирования Среднерусского орогена, распространены в верхнедокембрийских обломочных породах всей Канино–Тиманской гряды, что, возможно, связано с подновлением этого гигантского горного сооружения при более поздних тектонических процессах и продолжающимся разрывом его блоков в рифее.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Гафаров, Р. А. Строение докембрийского фундамента севера Русской платформы (по данным региональных геофизических исследований) / Р. А. Гафаров. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 203 с.
2. Оловянишников, В. Г. Атлас геологических и геодинамических карт Канино-Тиманского кряжа и фундамента Печорской плиты / В. Г. Оловянишников. – Сыктывкар: Геопринт, 2007. – 22 л.
3. Шатский, Н. С. О тектонике Восточно-Европейской платформы / Н. С. Шатский // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 1937. – Т. 15, вып. 1. – С. 4–27.
4. Кузнецов, Н. Б. Комплексы проторуалит-тиманид и позднедокембрийско-раннепалеозойская эволюция восточного и северо-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / Н. Б. Кузнецов. – М.: ИФЗ РАН, 2009. – 49 с.
5. Пучков, В. Н. Уралиты и тиманиды, их структурные связи и место в геологической истории Урало-Монгольского складчатого пояса / В. Н. Пучков // Геология и геофизика. – 2003. – № 1–2. – С. 28–39.
6. Пучков, В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении) / В. Н. Пучков. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.
7. The Neoproterozoic Timanide orogen of Eastern Baltica / D. G. Gee & V. Pease (eds). – Geol. Soc. London Mem. – 2004. – № 30. – 255 p.
8. New data on detrital zircons from sandstones of Lower Cambrian Brusov Formation (White-Sea region, East-European craton): unraveling the timing of the onset of the Arctida-Baltica collision / N. B. Kuznetsov, E. A. Belousova, A. S. Alekseev, T. V. Romanyuk // International Geological Review. – 2014. – Vol. 56, № 16. – P. 1945–1963. – DOI: 10.1080/00206814.2014.977968.
9. Журавлев, В. С. Схема тектоники северо-востока Русской платформы / В. С. Журавлев, Р. А. Гафаров // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 128, № 5. – С. 1023–1025.
10. Верхний докембрий Европейского Севера СССР: (Объяснительная записка к схеме стратиграфии) / ред.: В. А. Дедеев, Б. М. Келлер. – Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1986. – 34 с.
11. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Мезенская – Лист Р-39, Сыктывкар. Объяснительная записка / Н. М. Пармузин, К. Э. Якобсон, А. Ю. Вовшина, О. А. Воинова. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2016. – 384 с.
12. Fedo, C. M. Detrital zircon analysis of sedimentary record / Eds. J. M. Hanchar, P. W. O. Hoskin / C. M. Fedo, K. N. Sircombe, R. H. Rainbird // Rev. Mineral Geochem. – 2003. – Vol. 53. – P. 277–303.
13. Возраст и источники сноса пород четласской серии (рифей) Среднего Тимана по результатам U-Th-Pb (LA-ICP-MS) датирования обломочных цирконов / Е. А. Брусницына, В. Б. Ершова, А. К. Худолей, Т. Андерсон [и др.] // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2021. – Т. 29, № 6. – С. 607–626. – DOI: 10.31857/S0869592X21060028.
14. Детритовые цирконы из верхнедокембрийских пород вымской серии Среднего Тимана (U-Pb-возраст и источники сноса) / А. А. Соболева, В. Л. Андреичев, И. Н. Бурцев, Н. Ю. Никулова [и др.] // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 2019. – Т. 94, вып. 1. – С. 3–16.
15. Возраст метапесчаников верхнедокембрийской четласской серии Среднего Тимана на основании U-Pb-датирования детритных цирконов / О. В. Удоротина, И. Н. Бурцев, Н. Ю. Никулова, В. Б. Хубанов // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 2017. – Т. 92, вып. 5. – С. 10–20.
16. Age and provenance of the Precambrian Middle Timan clastic succession: Constraints from detrital zircon and rutile studies / E. Brustnitsyna, V. Ershova, A. Khudoley [et al.] // Precambrian Res. – 2022. – Vol. 371. – article 106580. – DOI: 10.1016/j.precamres.2022.106580.
17. Андреичев, В. Л. U-Pb-возраст и источники сноса обломочных цирконов из верхнедокембрийских отложений Северного Тимана / В. Л. Андреичев, А. А. Соболева, Дж. Герелс // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2014. – Т. 22, № 2. – С. 32–45. DOI: 10.7868/S0869592X14020021.
18. Андреичев, В. Л. Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из терригенных отложений верхней части докембрийского фундамента Северного Тимана / В. Л. Андреичев, А. А. Соболева, Дж. К. Хоуриган // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 2017. – Т. 92, вып. 1. – С. 10–20.
19. U-Pb (LA-ICP-MS) возраст детритовых цирконов из метаосадочных пород основания верхнедокембрийского разреза Северного Тимана / В. Л. Андреичев, А. А. Соболева, В. Б. Хубанов, И. Д. Соболев // Бюлл. МОИП. Отд. геол. – 2018. – Т. 93, вып. 2. – С. 14–26.
20. Гракова, О. В. U/Pb-возраст и источники сноса обломочного циркона из верхнерифейских песчаников Немской возвышенности (Южный Тиман) / О. В. Гракова, Н. Ю. Никулова, В. Б. Хубанов // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2024. – № 3 (69). – С. 76–86. – DOI: 10.19110/1994-5655-2024-3-76-86.
21. U-Pb возраст зерен детритового циркона из обломочных пород джежимской свиты (верхний докембрий Южного Тимана) / И. В. Латышева, Н. Б. Кузнецов, А. В. Шацилло, А. В. Колесников [и др.] // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса от океана к континенту: материалы научной конференции. Вып. 20. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2022. – С. 166–169.
22. Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования детритового циркона из верхнедокембрийских отложений южной части Тимана / А. А. Соболева, В. Л. Андреичев, В. Б. Хубанов, А. Е. Цыбульская [и др.] // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: материалы XVIII Геологического съезда Республики Коми, Т. II. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2024. – С. 97–100.

23. Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: Implications for plate tectonic models / N. B. Kuznetsov, L. M. Natapov, E. A. Belousova [et al.] // *Gondwana Research*. – 2010. – Vol. 17. – P. 583–601.
24. U-Pb (LA-ICP-MS) возраст детритовых цирконов из верхнедокембрийских отложений полуострова Канин / А. А. Соболева, В. Л. Андреичев, В. Б. Хубанов, Д. В. Зархидзе // *Возраст и корреляция магматических, метаморфических, осадочных и рудообразующих процессов: материалы VIII российской конференции по изотопной геохронологии*. – СПб.: Картофабрика ВСЕГЕИ, 2022. – С. 145–147.
25. Оловянишников, В. Г. Верхний докембрий Тимана и полуострова Канин / В. Г. Оловянишников. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 164 с.
26. Государственная геологическая карта СССР, масштаб 1 : 200 000. Серия Тиманская. Лист Р-39-III (Мещура). Объяснительная записка / Н. А. Айбабин [и др.]. – М., 1993. – 100 с.
27. Наливкин, А. Б. О стратиграфии и тектонике метаморфической толщи Тимана / А. Б. Наливкин // *Тр. совещ. по уточнению унифицированных стратиграфических схем палеозоя Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (додевон)*. – М.: Гостоптехиздат, 1962. – С. 122–123.
28. Pettijohn, F. J. Sand and sandstone / F. J. Pettijohn, P. E. Potter, R. Siever. – Berlin, Heidelberg, N. Y.: Springer, 1972. – 553 p.
29. Nesbitt, H. W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites / H. W. Nesbitt, G. M. Young // *Nature*. – 1982. – Vol. 299. – P. 715–717. – DOI: 10.1038/299715a0.
30. Harnois, L. The CIW index: a new chemical index of weathering / L. Harnois // *Sed. Geol.* – 1988. – Vol. 55. – № 3–4. – P. 319–322. – DOI: 10.1016/0037-0738(88)90137-6.
31. Хубанов, В. Б. U-Pb изотопное датирование цирконов из PZ3-MZ магматических комплексов Забайкалья методом магнитно-секторной масс-спектрометрии с лазерным пробоотбором: процедура определения и сопоставление с SHRIMP данными / В. Б. Хубанов, М. Д. Буянтуев, А. А. Цыганков // *Геология и геофизика*. – 2023. – Т. 57, № 2. – С. 180–258. – DOI: 10.15372/GiG20160113.
32. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses / M. Wiedenbeck, P. Allé, F. Corfu [et al.] // *Geostandards Newsletter*. – 1995. – Vol. 19. – P. 1–23.
33. Plešovice zircon – A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis / J. Sláma, J. Košler, D. J. Condon [et al.] // *Chem. Geol.* – 2008. – Vol. 249. – P. 1–35.
34. Jackson, S. E. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology / S. E. Jackson, N. J. Pearson, W. L. Griffin, E. A. Belousova // *Chem. Geol.* – 2004. – Vol. 211. – P. 47–69.
35. GLITTER: data reduction software for laser ablation ICP-MS / Ed. P. J. Sylvester. *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues* / W. L. Griffin, W. J. Powell, N. J. Pearson, S. Y. O'Reilly // *Mineral. Assoc. Canada. Short Course*. – 2008. – Vol. 40. – P. 308–311.
36. LA-ICP-MS in the Earth sciences – Appendix 3, data reduction software for LA-ICP-MS / Ed. P. J. Sylvester / E. Van Achterbergh, C. G. Ryan, S. E. Jackson, W. L. Griffin // *St. John's Mineral. Assoc. Canada. Short Course*. – 2001. – Vol. 29. – P. 239–243.
37. Ludwig, K. R. User's manual for Isoplot 3.75. A geochronological toolkit for Microsoft Excel / K. R. Ludwig // *Berkeley Geochronology Center. Spec. Publ.* – 2012. – № 5. – 75 p.
38. Первые результаты U/Pb датирования и изотопно-геохимического изучения детритных цирконов из позднедокембрийских песчаников Южного Тимана (увал Джежим-Парма) / Н. Б. Кузнецов, Л. М. Натапов, Е. А. Белоусова, У. Л. Гриффин [и др.] // *Доклады РАН*. – 2010. – Т. 435, № 6. – С. 798–805.
39. Guynn, J. Comparison of detrital zircon age distributions in the K-S test / J. Guynn, G. Gehrels. – Tucson: University of Arizona, Arizona LaserChron Center, 2010. – 16 p.
40. Биота эдиакарского типа в верхнем докембрии Тиманского кряжа (возвышенность Джежим-Парма, Республика Коми) / А. В. Колесников, И. В. Латышева, А. В. Шацилло, Н. Б. Кузнецов [и др.] // *Доклады РАН, Науки о Земле*. – 2023. – Т. 510, № 1. – С. 61–65. – DOI: 10.31857/S2686739722602964.
41. Гецен, В. Г. Геодинамическая реконструкция развития северо-востока европейской части СССР для позднепротерозойского этапа / В. Г. Гецен // *Геотектоника*. – 1991. – № 5. – С. 26–37.
42. Пучков, В. Н. Структурные связи Приполярного Урала и Русской платформы / В. Н. Пучков. – Л.: Наука, 1975. – 204 с.
43. Кузнецов, Н. Б. Пери-Гондванские блоки в структуре южного и юго-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы / Н. Б. Кузнецов, Т. В. Романюк // *Геотектоника*. – 2021. – № 4. – С. 3–40. – DOI: 10.31857/S0016853X2104010X.
44. Арзамасцев, А. А. Дайковый магматизм северо-восточной части Балтийского щита / А. А. Арзамасцев, Ж. А. Федотов, Л. В. Арзамасцева. – СПб.: Наука, 2009. – 383 с.
45. Каталог геохронологических данных по северо-восточной части Балтийского щита / Т. Б. Баянова, В. И. Пожиленко, В. Ф. Смолькин, Н. М. Кудряшов [и др.] // *Геология рудных районов Мурманской области. Приложение № 3. – Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 2002. – 53 с.*
46. Светов, А. П. Рифейский вулканоплутонизм Фенно-скандинавского щита / А. П. Светов, Л. П. Свириденко. – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1995. – 211 с.
47. Терехов, Е. Н. Постскладчатый магматизм (1.85–1.7 млрд лет) восточной части Балтийского щита: корреляция структурного положения его проявлений с эволюцией вмещающих комплексов / Е. Н. Терехов, А. С. Балувев //

- Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2011. – Т. 19, № 6. – С. 26–43. – DOI: 10.1134/S0869593811060074.
48. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis / Z. X. Li, S. V. Bogdanova, A. S. Collins [et al.] // *Precambrian Res.* – 2008. – Vol. 160. – P. 179–210. – DOI: 10.1016/j.precamres.2007.04.021.
  49. Meert, J. G. Editorial: Assembly and break-up of Rodinia / J. G. Meert, C. M. Powell // *Precambrian Res.* – 2001. – Vol. 110. – P. 1–8.
  50. Изотопный возраст, природа и структура докембрийской коры в Беларуси / Е. В. Бибикина, С. В. Богданова, Р. М. Горбачев, С. Клаэссон [и др.] // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* – 1995. – Т. 3, № 6. – С. 68–78.
  51. Проект EUROBRIDGE: палеопротерозойская аккреция и коллизия коры в Фенноскандии и Сарматии. Геология и геофизические образы / С. В. Богданова, Р. Г. Гарецкий, Г. И. Каратаев, С. В. Голобоков [и др.] // *Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программе EUROPROBE: очерки по региональной геологии России* / ред. Н. И. Павленкова. – М.: Роснедра: РАН, ГЕОКАРТ, 2006. – С. 221–290.
  52. Тектонические этапы формирования Среднерусского складчатого пояса, центральная часть кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы: геохимия, геохронология и петротектоника / А. В. Самсонов, Е. В. Бибикина, А. Ю. Петрова, В. Ю. Герасимов // *Тектоника земной коры и мантии: тез. докл. XXXVIII Тектонического совещания.* Т. 2. – М.: МГУ, 2005. – С. 169–171.
  53. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia / S. V. Bogdanova, B. Bingen, R. Gorbatshev [et al.] // *Precambrian Res.* – 2008. – Vol. 160. – P. 23–45.
  54. Isotopic evidence of Palaeoproterozoic accretion in the basement of the East European Craton / S. Claesson, S. W. Bogdanova, E. V. Bibikova, R. Gorbatshev // *Tectonophysics.* – 2001. – Vol. 339. – P. 1–18.
  55. Cocks, L. R. M. Baltica from the late Precambrian to mid Palaeozoic: the gain and loss of a terrane's identity / L. R. M. Cocks, T. H. Torsvik // *Earth Science Reviews.* – 2005. – Vol. 72. – P. 39–66.
  56. Мезопротерозойская внутриплитная магматическая провинция Западного Урала: основные петрогенетические типы пород и их происхождение / А. А. Носова, Л. В. Сазонова, А. В. Каргин, Ю. О. Ларионова [и др.] // *Петрология.* – 2012. – Т. 20, № 4. – С. 392–428. – DOI: 10.1134/S086959381204008X.
  57. Зона сочленения Сарматии и Волго-Урала: изотопно-геохронологическая характеристика супра-кrustальных пород и гранитоидов / Е. В. Бибикина, С. В. Богданова, А. В. Постников, Л. П. Попова [и др.] // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* – 2009. – Т. 17, № 6. – С. 3–166. – DOI: 10.1134/S086959380906001X.
  58. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1–ЕВ, профилям 4В и Татсейс: в 2 т. + 1 папка-комплект цветных приложений / М. В. Минц, А. К. Сулейманов, П. С. Бабаянц, Е. А. Белоусова [и др.]. – М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2010. – Т. 1. – 408 с.; – Т. 2. – 400 с.
  59. U-Pb-возраст гранитоидов Ольховского кольцевого плутона Воронежского кристаллического массива (северная часть зоны сочленения Сарматии и Волго-Урала) / Н. М. Чернышов, М. В. Рыборак, А. Ю. Альбеков, Т. Б. Баянова // *Докл. АН.* – 2012. – Т. 444, № 2. – С. 198–201.
  60. Геодинамика восточной окраины Сарматии в палеопротерозое / А. А. Щипанский, А. В. Самсонов, А. Ю. Петрова, Ю. О. Ларионова // *Геотектоника.* – 2007. – № 1. – С. 43–70.
  61. Archaeane terranes, Palaeoproterozoic reworking and accretion in the Ukrainian Shield, East European Craton / S. Claesson, E. Bibikova, S. Bogdanova, V. Skobelev // *European Lithosphere Dynamics* / Eds. D. G. Gee, R. A. Stephenson. – *Geol. Soc. London. Mem.* – 2006. – № 32. – P. 645–654.

## References

1. Gafarov, R. A. Stroenie dokembrijskogo fundamenta severa Russkoj platformy (po dannym regionalnyh geofizicheskikh issledovanij) [The structure of the Precambrian basement of the northern part of Russian platform (based on regional geophysical studies)] / R. A. Gafarov. – Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1963. – 203 p.
2. Olovyannishnikov, V. G. Atlas geologicheskikh i geodinamicheskikh kart Kanino-Timanskogo kryazha i fundamenta Pechorskoj plity [Atlas of geological and geodynamic maps of the Kanin-Timan Ridge and the basement of the Pechora Plate] / V. G. Olovyannishnikov. – Syktyvkar: Geoprint, 2007. – 22 sheets.
3. Shatskij, N. S. O tektonike Vostochno-Evropejskoj platformy [On the tectonics of the East European platform] / N. S. Shatskij // *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Series.* – 1937. – Vol. 15, № 1. – P. 4–27.
4. Kuznetsov, N. B. Kompleksy protouralid-timanid i pozdnedokembrijsko-rannepaleozojskaya evolyuciya vostochnogo i severo-vostochnogo obramleniya Vostochno-Evropejskoj platformy [Protouralide-Timanide complexes and the late Precambrian-early Paleozoic evolution of the eastern and northeastern framing of the East European Platform]: extended abstract of Doctor's thesis (Geology-Mineralogy) / N. B. Kuznetsov. – Moscow: Institute of Physics of the Earth RAS, 2009. – 49 p.
5. Puchkov, V. N. Uralidy i timanidy, ih strukturnye svyazi i mesto v geologicheskoy istorii Uralo-Mongolskogo skladchatogo poyasa [Uralides and Timanides: their structural relationship and position in the geological history of the Ural-Mongolian foldbelt] / V. N. Puchkov // *Geologia i geofizika [Geology and Geophysics].* – 2003. – Vol. 44, № 1–2. – P. 27–38.
6. Puchkov, V. N. Geologiya Urals i Priuralya (aktualnye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and Cis-Urals (actual questions of

- stratigraphy, tectonics, geodynamics, and metallogeny)] / V. N. Puchkov. – Ufa: DizajnPoligrafServis, 2010. – 280 p.
7. The Neoproterozoic Timanide orogen of Eastern Baltica / D. G. Gee & V. Pease (eds). – Geol. Soc. London Mem. – 2004. – № 30. – 255 p.
  8. New data on detrital zircons from sandstones of Lower Cambrian Brusov Formation (White-Sea region, East-European craton): unraveling the timing of the onset of the Arctida-Baltica collision / N. B. Kuznetsov, E. A. Belousova, A. S. Alekseev, T. V. Romanyuk // International Geological Review. – 2014. – Vol. 56, № 16. – P. 1945–1963. – DOI: 10.1080/00206814.2014.977968.
  9. Zhuravlev, V. S. Skhema tektoniki severo-vostoka Russkoj platformy [Scheme of tectonics of the North-East of the Russian platform] / V. S. Zhuravlev, R. A. Gafarov // Reports of the Academy of Sciences of the USSR. – 1959. – Vol. 128, № 5. – P. 1023–1025.
  10. Verhnij dokembrij Evropejskogo Severa SSSR: (Obyasnitelnaya zapiska k skheme stratigrafii) [Upper Precambrian of the European North of the USSR: (Explanatory note to the stratigraphic scheme)] / ed. V. A. Dedelev, B. M. Keller. – Syktyvkar: Komi Branch of the Academy of Sciences of the USSR, 1986. – 34 p.
  11. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third edition). Mezen Series – Sheet P-39, Syktyvkar. Explanatory note] / N. M. Parmuzin, K. E. Yakobson, A. Yu. Vovshina, O. A. Voinova. – Saint Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2016. – 384 p.
  12. Fedo, C. M. Detrital zircon analysis of sedimentary record / Eds. J. M. Hanchar, P. W. O. Hoskin / C. M. Fedo, K. N. Sircombe, R. H. Rainbird // Rev. Mineral Geochem. – 2003. – Vol. 53. – P. 277–303.
  13. Age and provenance of the Riphean rocks of the Chetlas Group of the Middle Timan: U-Th-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons / E. A. Brusnitsyna, V. B. Ershova, A. K. Khudoley [et al.] // Stratigrafiya. Geol. Korrelyatsiya [Stratigraphy. Geological Correlation]. – 2021. – Vol. 29, № 6. – P. 607–626. – DOI: 10.1134/S0869593821060022.
  14. Detritovye tsirkony iz verhnedokembrijskikh porod vymskoj serii Srednego Timana (U-Pb-vozrast i istochniki snosa) [Detrital zircons from the Upper Precambrian rocks of the Vym Group of the Middle Timan (U-Pb age and provenance)] / A. A. Soboleva, V. L. Andreichev, I. N. Burtsev [et al.] // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Series. – 2019. – Vol. 94, № 1. – P. 3–16.
  15. Vozrast metapeschanikov verhnedokembrijskoj chetlasskoj serii Srednego Timana na osnovanii U-Pb-datirovaniya detritnyh tsirkonov [Age of metasandstones of the Upper Precambrian Chetlas series of the Middle Timan based on U-Pb dating of detrital zircons] / O. V. Udoratina, I. N. Burtsev, N. Yu. Nikulova, V. B. Khubanov // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Series. – 2017. – Vol. 92, № 5. – P. 10–20.
  16. Age and provenance of the Precambrian Middle Timan clastic succession: Constraints from detrital zircon and rutile studies / E. Brustnitsyna, V. Ershova, A. Khudoley [et al.] // Precambrian Res. – 2022. – Vol. 371. – article 106580. – DOI: 10.1016/j.precamres.2022.106580.
  17. Andreichev, V. L. U-Pb dating and provenance of detrital zircons from the Upper Precambrian deposits of North Timan / V. L. Andreichev, A. A. Soboleva, G. Gehrels // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 147–159.
  18. Andreichev, V. L. Rezultaty U-Pb (LA-ICP-MS) datirovaniya detritovyh tsirkonov iz terrigennyh otlozhenij verhnej chasti dokembrijskogo fundamenta Severnogo Timana [U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from clastic sediments of the upper part of the Precambrian basement of the Northern Timan] / V. L. Andreichev, A. A. Soboleva, J. K. Hourigan // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Series. – 2017. – Vol. 92, № 1. – P. 10–20.
  19. U-Pb (LA-ICP-MS) vozrast detritovyh tsirkonov iz metasadochnykh porod osnovaniya verhnedokembrijskogo razreza Severnogo Timana [U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from clastic sediments composing lowest part of Precambrian sequence of Northern Timan] / V. L. Andreichev, A. A. Soboleva, V. B. Hubanov, I. D. Sobolev // Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Geological Series. – 2018. – Vol. 93, № 2. – P. 14–26.
  20. Grakova, O. V. U/Pb-vozrast i istochniki snosa oblomoch-nogo tsirkona iz verhnerefejskikh peschanikov Nemskoj vozvyshennosti (Yuzhnyj Timan) [U/Pb age and sources of detrital zircon from Upper Riphean sandstones from Nemskaya Upland (South Timan)] / O. V. Grakova, N. Yu. Nikulova, V. B. Khubanov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural division of the Russian Academy of Sciences. – 2024. – № 3 (69). – P. 76–86. – DOI: 10.19110/1994-5655-2024-3-76-86
  21. U-Pb vozrast zeren detritovogo cirkona iz oblomochnykh porod dzhezhimskoj svity (verhnij dokembrij Yuzhnogo Timana) [U-Pb age of detrital zircon grains from clastic rocks of the Dzhezhim Formation (Upper Precambrian of Southern Timan)] / I. V. Latysheva, N. B. Kuznetsov, A. V. Shatsillo [et al.] // Geodinamicheskaya evolyutsiya litosfery Tsentralno-Aziatskogo podvizhnogo poyasa ot okeana k kontinentu [Geodynamic Evolution of the Lithosphere of the Central Asian Mobile Belt: From Ocean to Continent]: Proceedings of the All-Russian Conference. Iss. 20. – Irkutsk: Institute of the Earth's Crust SB RAS, 2022. – P. 166–169.
  22. Rezultaty U-Pb (LA-ICP-MS) datirovaniya detritovogo tsirkona iz verhnedokembrijskikh otlozhenij yuzhnoj chasti Timana [Results of U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircon from Upper Precambrian deposits of the southern part of Timan] / A. A. Soboleva, V. L. Andreichev, V. B. Khubanov [et al.] // Geologiya i mineralnye resursy Evropejskogo Severo-Vostoka Rossii [Geology and Mineral Resources of the European North-East of Russia]: Proceedings of the XVIII Geological Congress of the Komi Republic, Vol. II. – Syktyvkar: Institute of Geology Komi SC UB RAS, 2024. – P. 97–100.
  23. Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: Implications for plate tectonic models / N. B. Kuznetsov,

- L. M. Natapov, E. A. Belousova [et al.] // *Gondwana Research*. – 2010. – Vol. 17. – P. 583–601.
24. U-Pb (LA-ICP-MS) возраст детритовых цирконов из верхне-докембрижских отложений полуострова Канин [U-Pb (LA-ICP-MS) age of detrital zircons from Upper Precambrian deposits of the Kanin Peninsula] / A. A. Soboleva, V. L. Andreichev, V. B. Khubanov, D. V. Zarhidze // *Vozrast i korrelyatsiya magmaticheskikh, metamorficheskikh, osadochnykh i rudoobrazuyushchih processov [Age and Correlation of Magmatic, Metamorphic, Sedimentary and Ore-Forming Processes]: Proceedings of the VIII Russian Conference on Isotope Geochronology*. – Saint-Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2022. – P. 145–147.
25. Olovyanishnikov, V. G. Verhnij dokembrij Timana i poluostrova Kanin [Upper Precambrian of Timan and the Kanin Peninsula] / V. G. Olovyanishnikov. – Ekaterinburg: UB RAS, 1998. – 164 p.
26. State Geological Map of the USSR, scale 1:200,000. Timan Series. Sheet P-39-III (Meshchura). Explanatory note / N. A. Ajbabin [et al.]. – Moscow, 1993. – 100 p.
27. Nalivkin, A. B. O stratigrafii i tektonike metamorficheskoy tolshchi Timana [On the stratigraphy and tectonics of the Timan metamorphic sequence] / A. B. Nalivkin // *Proceedings of the Meeting on the Refinement of Unified Stratigraphic Schemes of the Paleozoic Volga-Ural Oil and Gas Province (Pre-Devonian)*. – Moscow: Gostoptekhizdat, 1962. – P. 122–123.
28. Pettijohn, F. J. Sand and sandstone / F. J. Pettijohn, P. E. Potter, R. Siever. – Berlin, Heidelberg, N. Y.: Springer, 1972. – 553 p.
29. Nesbitt, H. W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites / H. W. Nesbitt, G. M. Young // *Nature*. – 1982. – Vol. 299. – P. 715–717. – DOI: 10.1038/299715a0.
30. Harnois, L. The CIW index: a new chemical index of weathering / L. Harnois // *Sed. Geol.* – 1988. – Vol. 55. – № 3–4. – P. 319–322. – DOI: 10.1016/0037-0738(88)90137-6.
31. Khubanov, V. B. U-Pb dating of zircons from PZ3-MZ igneous complexes of Transbaikalia by sector-field mass spectrometry with laser sampling: technique and comparison with SHRIMP / V. B. Khubanov, M. D. Buyantuev, A. A. Tsygankov // *Geologia i geofizika [Geology and Geophysics]*. – 2023. – Vol. 57. – № 1. – P. 190–205. – DOI: 10.1016/j.rgg.2016.01.013
32. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses / M. Wiedenbeck, P. Allé, F. Corfu [et al.] // *Geostandards Newsletter*. – 1995. – Vol. 19. – P. 1–23.
33. Plešovice zircon – A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis / J. Sláma, J. Košler, D. J. Condon [et al.] // *Chem. Geol.* – 2008. – Vol. 249. – P. 1–35.
34. Jackson, S. E. The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology / S. E. Jackson, N. J. Pearson, W. L. Griffin, E. A. Belousova // *Chem. Geol.* – 2004. – Vol. 211. – P. 47–69.
35. GLITTER: data reduction software for laser ablation ICP-MS / Ed. P. J. Sylvester. *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues* / W. L. Griffin, W. J. Powell, N. J. Pearson, S. Y. O'Reilly // *Mineral. Assoc. Canada. Short Course*. – 2008. – Vol. 40. – P. 308–311.
36. LA-ICP-MS in the Earth sciences – Appendix 3, data reduction software for LA-ICP-MS / Ed. P. J. Sylvester / E. Van Achterbergh, C. G. Ryan, S. E. Jackson, W. L. Griffin // *St. John's Mineral. Assoc. Canada. Short Course*. – 2001. – Vol. 29. – P. 239–243.
37. Ludwig, K. R. User's manual for Isoplot 3.75. A geochronological toolkit for Microsoft Excel / K. R. Ludwig // *Berkeley Geochronology Center. Spec. Publ.* – 2012. – № 5. – 75 p.
38. Pervye rezultaty U/Pb datirovaniya i izotopno-geohimicheskogo izucheniya detritnykh cirkonov iz pozdnedokembrijских песчаников Южного Тимана (уval Dzhezhim-Parma) [The first results of U/Pb dating and isotope geochemical studies of detrital zircons from the Neoproterozoic sandstones of the Southern Timan (Dzhezhim-Parma Hill)] / N. B. Kuznetsov, L. M. Natapov, E. A. Belousova [et al.] // *Doklady RAN*. – 2010. – Vol. 435, № 6. – P. 798–805.
39. Guynn, J. Comparison of detrital zircon age distributions in the K-S test / J. Guynn, G. Gehrels. – Tucson: University of Arizona, Arizona LaserChron Center, 2010. – 16 p.
40. Ediacara-type biota in the Upper Precambrian of the Timan Range (Dzhezhim-Parma Hill, Komi Republic) / A. V. Kolesnikov, I. V. Latysheva, A. V. Shatsillo [et al.] // *Doklady RAN. Earth Sciences*. – 2023. – Vol. 510. – P. 289–292. – DOI: 10.1134/S1028334X23600032.
41. Getsen, V. G. Geodinamicheskaya rekonstrukciya razvitiya severo-vostoka evropejskoj chasti SSSR dlya pozdneproterozojskogo etapa [Geodynamic reconstruction of the development of the northeast of the European part of the USSR for the late Proterozoic stage] / V. G. Getsen // *Geotektonika [Geotectonics]*. – 1991. – № 5. – P. 26–37.
42. Puchkov, V. N. Strukturnye svyazi Pripolyarnogo Urala i Russkoj platformy [Structural connections between the Cis-Polar Urals and adjacent part of the East-European Platform] / V. N. Puchkov. – Leningrad: Nauka, 1975. – 204 p.
43. Kuznetsov, N. B. Peri-Gondwanan blocks in the structure of the southern and southeastern framing of the East European Platform / N. B. Kuznetsov, T. V. Romanyuk // *Geotektonika [Geotectonics]*. – 2021. – Vol. 55. – Iss. 4. – P. 439–472. – DOI: 10.1134/S0016852121040105.
44. Arzamastsev, A. A. Dajkovyj magmatizm severo-vostochnoj chasti Baltijskogo shchita [Dike magmatism of the northeastern part of the Baltic Shield] / A. A. Arzamastsev, Zh. A. Fedotov, L. V. Arzamastseva. – Saint-Petersburg: Nauka, 2009. – 383 p.
45. Katalog geohronologicheskikh dannykh po severo-vostochnoj chasti Baltijskogo shchita [Catalogue of geochronological data on the northeastern part of the Baltic Shield] / T. B. Bayanova, V. I. Pozhilenko, V. F. Smol'kin [et al.] // *Geologiya rudnykh rajonov Murmanskoy oblasti*.

- Prilozhenie № 3 [Geology of Ore Regions of the Murmansk Region. Appendix № 3]. – Apatity: Publishing House of the Kola Science Centre of the RAS, 2002. – 53 p.
46. Svetov, A. P. Rifejskij vulkano-plutonizm Fennoskandinavskogo shchita [Riphean Volcano-Plutonism of the Fennoscandian Shield] / A. P. Svetov, L. P. Sviridenko. – Petrozavodsk: KSC RAS, 1995. – 211 p.
  47. Terekhov, E. N. Postkladchatyj magmatizm (1.85–1.7 mlrd. let) vostochnoj chasti Baltijskogo shchita: korrelyaciya strukturnogo polozheniya ego proyavlenij s evolyuciej vmeshchayushchih kompleksov [Post-folding magmatism (1.85–1.7 Ga) in the eastern part of the Baltic Shield: Correlation of its structural position and evolution of surrounding complexes] / E. N. Terekhov, A. S. Baluev // Stratigrafiya. Geol. korrelyaciya [Stratigraphy. Geol. Correlation]. – 2011. – Vol. 19. – P. 600–617. – DOI: 10.1134/S0869593811060074.
  48. Assembly, configuration, and break-up history of Rodinia: A synthesis / Z. X. Li, S. V. Bogdanova, A. S. Collins [et al.] // Precambrian Res. – 2008. – Vol. 160. – P. 179–210. – DOI: 10.1016/j.precamres.2007.04.021.
  49. Meert, J. G. Editorial: Assembly and break-up of Rodinia / J. G. Meert, C. M. Powell // Precambrian Res. – 2001. – Vol. 110. – P. 1–8.
  50. Izotopnyj vozrast, priroda i struktura dokembrijskoj kory v Belarusi [Isotopic age, nature, and structure of the Precambrian crust in Belarus] / E. V. Bibikova, S. V. Bogdanova, R. M. Gorbachev [et al.] // Stratigrafiya. Geol. korrelyaciya [Stratigraphy. Geol. Correlation]. – 1995. – Vol. 3. – № 6. – P. 68–78.
  51. Proekt EUROBRIDGE: paleoproterozojskaya akkreziya i kolliziya kory v Fennoskandii i Sarmatii. Geologiya i geofizicheskie obrazy [EUROBRIDGE Project: Paleoproterozoic crustal accretion and collision in Fennoscandia and Sarmatia. Geology and geophysical imagery] / S. V. Bogdanova, R. G. Garetskij, G. I. Karataev [et al.] // Stroenie i dinamika litosfery Vostochnoj Evropy. Rezultaty issledovanij po programme EUROPROBE. Ocherki po regionalnoj geologii Rossii [Structure and Dynamics of the Eastern European Lithosphere. Results of the EUROPROBE Program. Essays on Regional Geology of Russia] / Ed. N. I. Pavlenkova. – Moscow: Rosnedra, RAS, GEOKART, 2006. – P. 221–290.
  52. Tektonicheskie etapy formirovaniya Srednerusskogo skladchatogo poyasa, centralnaya chast kristallicheskogo fundamenta Vostochno-Evropejskoj platformy: geohimiya, geohronologiya i petrotektonika [Tectonic stages of the formation of the Central Russian folded belt, the central part of the crystalline basement of the East European platform: geochemistry, geochronology and petrotectonics] / A. V. Samsonov, E. V. Bibikova, A. Yu. Petrova, V. Yu. Gerasimov // Tektonika zemnoj kory i mantii [Tectonics of the Earth's Crust and Mantle]: Abstracts of the XXXVIII Tectonic Meeting. Vol. 2. – Moscow: MSU, 2005. – P. 169–171.
  53. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia / S. V. Bogdanova, B. Bingen, R. Gorbatshev [et al.] // Precambrian Res. – 2008. – Vol. 160. – P. 23–45.
  54. Isotopic evidence of Palaeoproterozoic accretion in the basement of the East European Craton / S. Claesson, S. W. Bogdanova, E. V. Bibikova, R. Gorbatshev // Tectonophysics. – 2001. – Vol. 339. – P. 1–18.
  55. Cocks, L. R. M. Baltica from the late Precambrian to mid Palaeozoic: the gain and loss of a terrane's identity / L. R. M. Cocks, T. H. Torsvik // Earth Science Reviews. – 2005. – Vol. 72. – P. 39–66.
  56. Mezoproterozojskaya vnutriplitnaya magmaticheskaya provinciya Zapadnogo Urals: osnovnye petrogeneticheskie tipy porod i ih proiskhozhdenie [Mesoproterozoic within-plate igneous province of the western urals: Main petrogenetic rock types and their origin] / A. A. Nosova, L. V. Sazonova, A. V. Kargin [et al.] // Petrology. – 2012. – Vol. 20. – № 4. – P. 356–390. – DOI: 10.1134/S086959111204008X.
  57. Zona sochleneniya Sarmatii i Volgo-Uralii: izotopno-geohronologicheskaya harakteristika suprakrustal'nyh porod i granitoidov [Sarmatia-Volgo-Uralia junction zone: Isotopic-geochronologic characteristic of supracrustal rocks and granitoids] / E. V. Bibikova, S. V. Bogdanova, A. V. Postnikov [et al.] // Stratigrafiya. Geol. korrelyaciya [Stratigraphy. Geol. Correlation]. – 2009. – Vol. 17. – P. 561–573. – DOI: 10.1134/S086959380906001X.
  58. Glubinnoe stroenie, evolyuciya i poleznye iskopaemye rannedokembrijskogo fundamenta Vostochno-Evropejskoj platformy: Interpretaciya materialov po opornomu profilu 1-EV, profilyam 4V i Tatsejs: V 2 t. + 1 papka-komplekt cvetnyh prilozhenij [Deep structure, evolution and mineral resources of the Early Precambrian basement of the East European platform: Interpretation of materials on the reference profile 1-EB, profiles 4B and Tatseis. In 2 volumes + 1 folder-set of color appendices] / M. V. Mints, A. K. Sulejmanov, P. S. Babayants [et al.]. – Moscow: GEOKART, GEOS, 2010. – Vol. 1. – 408 p.; – Vol. 2. – 400 p.
  59. U-Pb-vozrast granitoidov Ol'hovskogo kolcevogo plutona Voronezhskogo kristallicheskogo massiva (severnaya chast zony sochleneniya Sarmatii i Volgo-Uralii) [U-Pb age of granitoids from the Ol'khovskii ring pluton of the Voronezh crystalline massif (northern part of the conjunction zone of Sarmatia and Volgo-Uralia)] / N. M. Chernyshov, M. V. Ryborak, A. Yu. Al'bekov, T. B. Bayanova // Doklady RAN. – 2012. – Vol. 444, № 2. – P. 198–201.
  60. Geodinamika vostochnoj okrainy Sarmatii v paleoproterozoe [Geodynamics of the eastern margin of Sarmatia in Proterozoic] / A. A. Shchipansky, A. V. Samsonov, A. Yu. Petrova, Yu. O. Larionova // Geotektonika [Geotectonics]. – 2007. – № 1. – P. 43–70.
  61. Archaean terranes, Palaeoproterozoic reworking and accretion in the Ukrainian Shield, East European Craton / S. Claesson, E. Bibikova, S. Bogdanova, V. Skobelev // European Lithosphere Dynamics / Eds. D. G. Gee, R. A. Stephenson. – Geol. Soc. London. Mem. – 2006. – № 32. – P. 645–654.

## Благодарность (госзадание)

Исследование выполнено по теме «Глубинное строение, геодинамическая эволюция, взаимодействие геосфер, магматизм, метаморфизм, изотопная геохронология Тимано-Североуральского сегмента литосферы» Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ГР № 122040600012-2.

## Acknowledgements (state task)

The study was carried out on the topic "Glubinnoe stroenie, geodinamicheskaya evolyuciya, vzaimodejstvie geosfer, magmatizm, metamorfizm, izotopnaya geohronologiya Timano-Severouralskogo segmenta litosfery [Deep structure, geodynamic evolution, interaction of geospheres, magmatism, metamorphism, isotope geochronology of the Timan-Severouralsk segment of the lithosphere]" of the Institute of Geology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, state registration № 122040600012-2.

## Информация об авторах:

**Соболева Анна Алексеевна** – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института геологии имени Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ORCID: 0000-0002-3767-985X, SPIN-код (в РИНЦ): 8272-7400 (167098, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54; e-mail: aa\_soboleva@mail.ru).

**Андреичев Валентин Леонидович** – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института геологии имени Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ORCID: 0000-0001-9168-5268, SPIN-код (в РИНЦ): 2955-2204 (167098, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54; e-mail: izo@geo.komisc.ru).

**Хубанов Валентин Борисович** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, ORCID: 0000-0001-5237-6614, SPIN-код (в РИНЦ): 71232 (123242, Российская Федерация, г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10, стр. 1; e-mail: khubanov@mail.ru).

## About the authors:

**Anna A. Soboleva** – Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy), Leading Researcher at the Institute of Geology named after academician N. P. Yushkin, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0002-3767-985X, SPIN-code (in RSCI): 8272-7400 (54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar, 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: aa\_soboleva@mail.ru).

**Valentin L. Andreichev** – Doctor of Sciences (Geology and Mineralogy), Chief Researcher at the Institute of Geology named after academician N. P. Yushkin, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0001-9168-5268, SPIN-code (in RSCI): 2955-2204 (54 Pervomaiskaya st., Syktyvkar, 167982, Komi Republic, Russian Federation; e-mail: izo@geo.komisc.ru).

**Valentin B. Khubanov** – Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy), Senior Researcher at the Institute of Physics of the Earth named after O. Yu. Schmidt of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0001-5237-6614, SPIN-code (in RSCI): 71232 (10 B. Gruzinskaya st., Moscow, 123242, Russian Federation; e-mail: khubanov@mail.ru).

## Для цитирования:

Соболева, А. А. Результаты U-Pb (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из терригенных пород верхнедокембрийского фундамента Обдырского поднятия (Средний Тиман) / А. А. Соболева, В. Л. Андреичев, В. Б. Хубанов // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Науки о Земле». – 2026. – № 4 (89). – С. 11–28.

## For citation:

Soboleva, A. A. Rezultaty U-Pb (LA-ICP-MS) datirovaniya detritovyh cirkonov iz terrigennyh porod verhnedokembrijskogo fundamenta Obdyrskogo podnyatiya (Srednij Timan) [Results of U-Pb (LA-ICP-MS) dating of detrital zircons from terrigenous rocks of the Upper Precambrian basement of the Obdyr Uplift (Middle Timan)] / A. A. Soboleva, V. L. Andreichev, V. B. Khubanov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Earth Sciences". – 2026. – № 4 (89). – P. 11–28.

Дата поступления рукописи: 19.03.2026

Прошла рецензирование: 27.03.2026

Принято решение о публикации: 15.04.2026

Received: 19.03.2026

Reviewed: 27.03.2026

Accepted: 15.04.2026