

УДК 551.24

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ЛАПЛАНДСКО-КОЛЬСКИЙ И СВЕКОФЕННСКИЙ ОРОГЕНЫ (БАЛТИЙСКИЙ ЩИТ)*

В. В. Балаганский^{1,2}, И. А. Горбунов¹, С. В. Мудрук^{1,2}

¹ФГБУН Геологический институт КНЦ РАН

²ФГБОУ Мурманский государственный технический университет

Аннотация

Лапландско-кольская коллизионная орогения (~2.0–1.9 млрд лет) проявилась на севере Балтийского щита, а свекофеннская аккреционная (1.9–1.8 млрд лет) — на его юго-западной половине. Последовательное проявление этих орогений во времени и пространстве позволяет объединить их в лапландско-свекофеннскую орогению тюркского типа. Палеопротерозойские орогении тюркского типа, по-видимому, охватили весь Северо-Атлантический регион и привели к образованию значительной части суперконтинента Нуна, одним из сохранившихся фрагментов которого является Балтийский щит.

Ключевые слова:

палеопротерозой, тектоника, орогения тюркского типа, Балтийский щит.

PALAEOPROTEROZOIC LAPLAND-KOLA AND SVECOFENNIAN OROGENS (BALTIC SHIELD)

Victor V. Balagansky^{1,2}, Il'ya A. Gorbunov¹, Sergey V. Mudruk^{1,2}

¹Geological Institute of the KSC of the RAS

²Murmansk State Technical University

Abstract

The Lapland-Kola collisional orogeny (~2.0–1.9 Ga) occurred in the northern Baltic Shield, and the Svecofennian accretionary orogeny (~1.9–1.8 Ga) took place in the southwestern half of this shield. The successive (in time and space) development of these two orogenies allows integrating them into the Lapland-Svecofennian turgic-type orogeny. Palaeoproterozoic turgic-type orogenies seemed to occur throughout the North Atlantic region and resulted in formation of a considerable portion of the Nuna supercontinent with the Baltic Shield being one of its survived fragments.

Keywords:

Palaeoproterozoic, tectonics, turgic-type orogeny, Baltic Shield.



Введение

На Балтийском щите выделяются две крупные тектонические единицы, которые важны для понимания как природы палеопротерозойского орогенеза, так и его роли в образовании этого щита. Первая из них — это давно и хорошо известный Свекофеннский ороген, занимающий почти половину

* Данные по обоим орогенам в краткой форме обобщены в рамках темы НИР ГИ КНЦ РАН № 0231–2015–0004, а их сравнительный анализ завершен при финансовой поддержке РФФИ (проект 16–05–01031А).

Балтийского щита (рис. 1). Вторая тектоническая единица — Лапландско-Кольский ороген на севере Балтийского щита, заметно уступающий Свекофеннскому орогену по размерам.

Лапландско-Кольский ороген был выделен всего лишь в начале 1990-х гг. [1], но вместе со Свекофеннским орогеном сразу же стал одним из важнейших объектов исследований по проекту ЕВРОПРОБы «СВЕКАЛАПКО» (СВЕ = Свекофеннский ороген, КА = Карельский кратон, ЛАПКО = Лапландско-Кольский ороген [2]). В настоящей статье дается краткое сравнение этих двух орогенов и оценка роли лапландско-кольской и свекофеннской орогений, которую они сыграли в образовании Балтийского щита как одного из фрагментов палеопротерозойского суперконтинента Нуна (Колумбия, Нена).

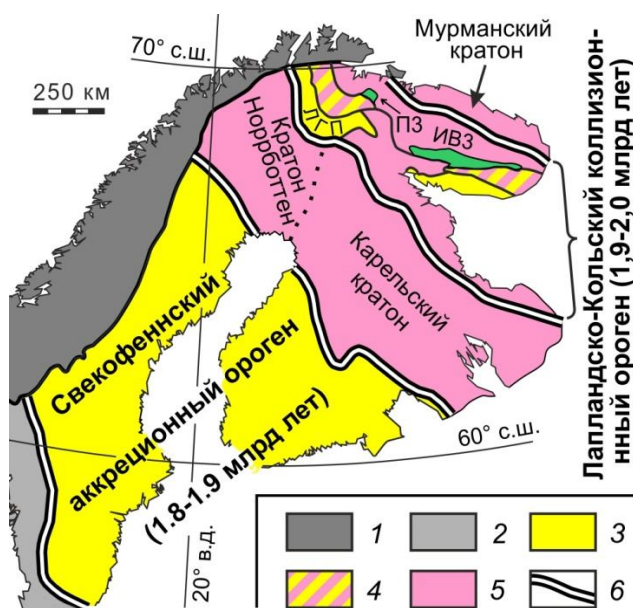


Рис. 1. Главные тектонические структуры Балтийского щита (ЛГП — Лапландский гранулитовый пояс; ПЗ и ИВЗ — Печенгская и Имандра-Варзугская зоны палеопротерозойского рифта Печенга–Имандра-Варзуга): 1 — рифей и фанерозой; 2 — мезо- и палеопротерозойская ювенильная кора; 3 — палеопротерозойская ювенильная кора; 4 — палеопротерозойская (ювенильная) и архейская кора; 5 — архейская кора; 6 — границы палеопротерозойских орогенов

Лапландско-Кольский коллизионный ороген

Основу Лапландско-Кольского орогена составляют Лапландский гранулитовый пояс (террейн) и палеорифт Печенга–Имандра-Варзуга. Результаты их изучения положили начало разработке тектонических сценариев для палеопротерозоя северной части Балтийского щита с позиций тектоники литосферных плит [3–9]. Следует также отметить концепцию Кольского коллизии, сочетающую одновременное проявление в названных выше структурах тектонических режимов соответственно сжатия (коллизии блоков континентальной коры) и растяжения (рифтинга) [10]. Наиболее полное развитие плитотектонический сценарий нашел в концепции палеопротерозойского Лапландско-Кольского мобильного пояса или орогена. Впервые представления о Лапландско-Кольском орогене сформулированы Д. Бриджуотером и его соавторами [1]. Согласно этим исследователям, Лапландско-Кольский ороген есть альпинотипный коллизионный пояс, прослеживаемый через Атлантику в Гренландию и Канаду. Эта концепция затем была существенно развита и детализирована в процессе исследований по проекту ЕВРОПРОБы "СВЕКАЛАПКО" [2].

В составе Лапландско-Кольского орогена выделяют орогенное ядро (Лапландский гранулитовый пояс, террейны Инари, Умбинский гранулитовый, Терский и Стрельнинский), а также северо-восточный и юго-западный форланды (Кольская и Беломорская провинции

соответственно; рис. 2). Протолиты пород Лапландского гранулитового пояса, а также Умбинского гранулитового и Терского террейнов геохимически сходны с островодужными породами и произошли из палеопротерозойских ювенильных источников, при этом часть из них (преимущественно осадочные) содержат примесь архейской континентальной коры [2, 9, 11–14]. В состав орогенного ядра также входят коллизионные меланжи Танаэля и Колвицкий, которые подстилают Лапландский гранулитовый пояс и Умбинский гранулитовый террейн соответственно и отделяют их от подстилающих беломорских гранитоидов архея [9]. Наиболее хорошо изучен Колвицкий меланж, в составе которого выделены тектонические пластины и линзы пород с возрастными примерами 2.7, 2.4–2.5 и 1.9–2.0 млрд лет.

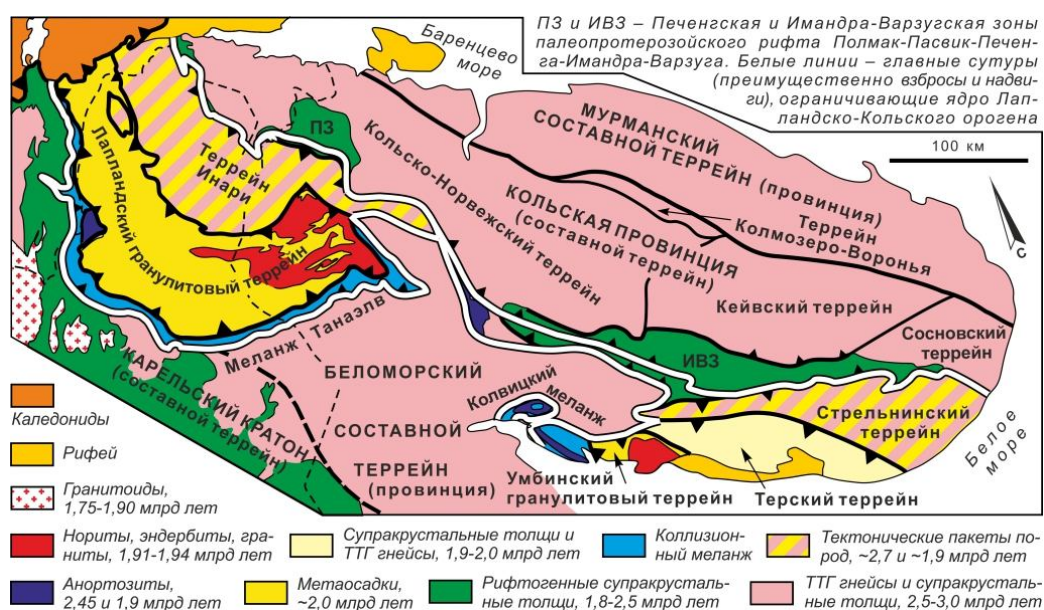


Рис. 2. Схема тектонического районирования северо-восточной части Балтийского щита (по В. В. Балаганскому [2], с учетом геофизических данных из работ [15, 16])

Террейны Инари и Стрельнинский представляют собой тектонический коллаж палеопротерозойских островодужных и архейских пород [2, 9]. Возраст кристаллизации наиболее древних плутонических и вулканических пород орогенного ядра составляет 1.96–1.97 млрд лет [2, 8, 17, 18]. Значения Sm-Nd модельного возраста магматических и метаосадочных пород в орогенном ядре в среднем равны 2.3 млрд лет при максимальном значении 2.5 млрд лет [2, 9]. Более того, для пород Терского террейна, включая серые гнейсы, относимые к древнейшему фундаменту, все значения Sm-Nd модельного возраста (большинство из них получены в ГИ КНЦ РАН под руководством Т. Б. Баяновой и обработаны В. И. Пожиленко [19]), не превышают 2.2 млрд лет при возрасте магматических цирконов 1.96–1.97 млрд лет [2, 8].

Породы Лапландского гранулитового пояса и Умбинского гранулитового террейна испытали гранулитовый метаморфизм при максимальных значениях давления [7, 20], зафиксированных в том числе парагенезисом ортопироксена и силлиманита, равновесным как петрологически, так и структурно [21–23]. Лапландский гранулитовый пояс в целом представляет собой синформу и залегает на породах Беломорской провинции, метаморфизованных в условиях амфиболитовой фации [11, 12]. В подстилающих его породах наблюдается обратная метаморфическая зональность [20]. Она также отмечена в Терском террейне [24]. Главные надвиговые движения во время лапландско-кольской орогении, приведшие к тектоническому перекрытию гранулитами пород более низкой ступени метаморфизма, происходили с севера и северо-северо-востока на юг и юго-юго-запад [7, 9]. Пик

коллизийных событий в породах орогенного ядра, произошедших за счет преимущественного палеопротерозойского ювенильного материала, т. е. в Лапландском гранулитовом поясе, Умбинском гранулитовом и Терском террейнах, был достигнут 1.92–1.93 млрд лет назад [2, 25]. Затем в Кольском регионе последовала быстрая эксгумация пород ядра и их быстрое остывание до $T \approx 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ 1.89–1.90 млрд лет назад (скорость остывания 5–7 $^{\circ}\text{C}$ млн лет⁻¹ [2]). Остывание пород Беломорской провинции, т. е. юго-западного форланда Лапландско-Кольского орогена, происходило в два раза медленнее – со скоростью 2–4 $^{\circ}\text{C}$ млн лет⁻¹ [2, 26]. В Печенга–Имандра-Варзугском поясе и в Кейвском террейне, т. е. к северу от орогенного ядра, надвиговые движения происходили с юга на север и с юго-юго-запада к северо-северо-востоку [13, 27, 28]. В Стрельнинском террейне, входящем в состав орогенного ядра, также установлены надвиговые движения в северо-восточном направлении [29]. В итоге главной чертой строения Лапландско-Кольского орогена является его общая пальмовидная морфология, при этом главный коллизийный шов проходит по южной границе Печенга–Имандра-Варзугского пояса [5–7]. Тектонический шов, ограничивающий снизу Лапландский гранулитовый пояс и Умбинский гранулитовый и Терский террейны, является компонентом главного коллизийного шва, а не самостоятельной сутурой, как предполагалось ранее [2, 9].

Палеопротерозойская лапландско-кольская коллизийная орогения привела к значительному увеличению мощности континентальной коры Беломорья. Об этом свидетельствуют величины давления при гранулитовом метаморфизме в основании Лапландского гранулитового пояса, достигающие 13 кбар, тогда горячие лапландские гранулиты были надвинуты на относительно холодные архейские гранитоиды Беломорья [7, 20]. В последних величина давления во время их повторного метаморфизма должна была превышать приведенную выше при меньшей температуре. Это объясняет развитие участков с эклогитовыми парагенезисами в палеопротерозойских дайках лерцолит-габброноритового комплекса Беломорья [30]. Таким образом, повторный палеопротерозойский эклогитовый метаморфизм в нижней части беломорской континентальной коры [31] был вызван лапландско-кольской коллизийной орогенией [32].

Свекофеннский аккреционный ороген

Свекофеннский ороген, в отличие от Лапландско-Кольского, известен давно и очень хорошо изучен. Он представляет собой умереннобарическую и в целом высокотемпературную метаморфическую провинцию, в которой местами отмечен зональный метаморфизм от гранулитовой фации до низкотемпературной амфиболитовой фации [33–36]. Свекофенскому орогенезу предшествовало образование океанической коры 1.95 млрд лет назад (ее реликты представлены офиолитами Оутокумпу и Йормуа [37]). Во время субдукции океанической коры к северо-востоку под архейский Карельский кратон в течение примерно 100 млн лет происходило образование островных дуг за счет палеопротерозойского ювенильного материала. Последовательная аккреция разновозрастных островных дуг к Карельскому кратону сопровождалась метаморфизмом, развитием складчатости и разломов, а также гранитоидным магматизмом. Аккреция шла в три этапа, что определило комплексный характер свекофеннской аккреционной орогении. Были выделены три орогении, сменяющие друг друга во времени и пространстве: саво-лапландская (1.92–1.89 млрд лет), феннийская (1.87–1.84 млрд лет) и свекобалтийская (1.83–1.80 млрд лет [35]). В результате последовательного смещения зоны субдукции в юго-западном направлении глубинное строение земной коры Свекофеннского орогена приобрело асимметричность, обусловленную преобладанием геолого-геофизических разделов (границ), которые (суб)параллельны плоскостям субдукции и падают к северо-востоку [38]. Вблизи с границей с Карельским кратоном эти границы падают к северо-востоку только в мантии, непосредственно подстилающей земную кору. В земной же коре они падают к юго-западу, что обусловлено обдукцией океанической коры на Карельский кратон в северо-восточном направлении. В целом палеопротерозойский Свекофеннский ороген подобен современным аккреционным орогенам.

Корреляция коллизионных событий в орогенах

Анализ коллизионных событий в Лапландско-Кольском коллизионном и Свекофенском аккреционном орогенах выявил пространственно-временную последовательность формирования Балтийского щита. Коллизия на щите началась с проявления альпинотипной тектоники на крайнем северо-востоке щита [27, 39] 1.97 млрд лет назад ([2] и ссылки там). Рубеж 1.97 млрд лет отвечает самому раннему эпизоду метаморфизма и деформации пород, который завершился 1.93 млрд лет назад ([2] и ссылки там). Именно к этому рубежу приурочены первые тоналит-трондьемит-гранодиоритовые породы (включая вулканиты) и диориты в ядре Лапландско-Кольского орогена [2, 9, 18], знаменующие начало субдукции океанической коры Лапландско-Кольского (Кольского) палеоокеана, которая существовала между кольской и беломорской континентальными массами архея. Затем коллизионные события сместились к юго-западу от Кейвского террейна в ядро Лапландско-Кольского орогена, в котором субдукция сменилась межконтинентальной коллизией 1.93–1.95 млрд лет назад. Таким образом, до начала главного в Лапландско-Кольском орогене этапа межконтинентальной коллизии верхняя и средняя кора Кейвского террейна была сорвана с архейского фундамента [27, 39]. После начала этого этапа глубинные надвиги стали развиваться в нижней коре ядра Лапландско-Кольского орогена (лапландские гранулиты и их аналоги) и прилегающей с юга части Беломорской провинции в условиях пика метаморфизма 1.92–1.93 млрд лет назад [2, 9, 20, 25]. Далее коллизионные события сдвинулись на самый юго-западный край Лапландско-Кольского орогена, т. е. на границу Беломорской провинции и Карельского кратона, где пик метаморфизма достигнут 1.89–1.91 млрд лет назад [40].

Одновременно с окончанием лапландско-кольской коллизионной орогении на северо-восточной окраине Карельского кратона на его противоположной, юго-западной окраине начались главные свекофенские аккреционные события. Аккреция свекофенских островодужных террейнов сопровождалась развитием надвигов, которые мигрировали дальше к юго-западу и западу и при этом омолаживались (саво-лапландская орогения вдоль юго-западной границы Карельского кратона 1.92–1.89 млрд лет назад, далее феннийская орогения 1.89–1.85 млрд лет назад и свекобалтийская орогения в самой южной и западной частях Свекофенского орогена 1.83–1.80 млрд лет назад [5]). Смещение во времени и пространстве (с северо-востока к юго-западу) свекофенских аккреционных событий было подтверждено и в Приладожье [36].

Заключение

Таким образом, более ранняя лапландско-кольская коллизионная орогения и более поздняя свекофенская аккреционная орогения отражают латеральный рост Балтийского щита как фрагмента палеопротерозойского суперконтинента Нуна (Колумбия, Нена) в период примерно с 2.0 до 1.8 млрд лет. Это рост зафиксирован миграцией коллизии с северо-востока к юго-западу через весь щит. Аналогичное смещение во времени и пространстве орогенных событий в том же направлении отмечается и во всем Северо-Атлантическом регионе [16].

Увеличение размеров континента связывают с орогией тюркского типа, первые проявления которой имели место уже в архее [41]. Особенность орогении тюркского типа состоит в том, что доколлизийная история двух сталкивающихся континентов включает рост очень крупных субдукционных и аккреционных комплексов, миграцию магматических (островных) дуг и разрастание континента, к которому все они присоединяются. Таким образом, последовательное проявление палеопротерозойских лапландско-кольской и свекофенской орогений и миграции коллизионных событий, которым предшествовала миграция магматических дуг, можно выделить как лапландско-свекофенскую орогению тюркского типа, в результате которой сформировался Балтийский щит. Материалы и корреляции, рассмотренные и сделанные в работе [16], позволяют предполагать, что палеопротерозойские орогении тюркского типа

проявились во всем Северо-Атлантическом регионе и привели к образованию значительной части суперконтинента Нуна.

Благодарности

Многие идеи, касающиеся строения и развития палеопротерозойского Лапландско-Кольского коллизионного орогена, были высказаны Дэвидом Бриджуотером, Дж. Стивенсом Дэйли и Мартином Я. Тиммерманом [1, 2] и развиты при участии первого автора статьи в ходе подготовке и выполнении проекта «СВЕКАЛАПКО».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Bridgwater D., Marker M., Mengel F.* The eastern extension of the early Proterozoic Torngat Orogenic Zone across the Atlantic // LITHOPROBE Report 27. 1992. P. 76–91.
2. The Lapland-Kola Orogen: Palaeoproterozoic collision and accretion of the northern Fennoscandian lithosphere / *J. S. Daly [et al.]* // European Lithosphere Dynamics. Geological Society London, Memoirs, 2006. Vol. 32. P. 579–598.
3. *Прияткина Л. А., Шарков Е. В.* Геология Лапландского глубинного разлома (Балтийский щит). Л.: Наука, 1979. 128 с.
4. Petrogenesis and evolution of an early Proterozoic collisional orogenic belt: The granulite belt of Lapland and the Belomorides (Fennoscandia) / *P. Barbey [et al.]* // Geological Society of Finland, Bulletin. 1984. Vol. 56, parts 1–2. P. 161–188.
5. *Berthelsen A., Marker M.* Tectonics of the Kola collision suture and adjacent Archaean and early Proterozoic terrains in the northeastern region of the Baltic Shield // Tectonophysics. 1986. Vol. 126. P. 31–55.
6. *Melezhik V. A., Sturt B. A.* General geology and evolutionary history of the early Proterozoic Polmak-Pasvik-Pechenga-Imandra/Varzuga-Ust'-Ponoy Greenstone Belt in the northeastern Baltic Shield // Earth-Science Reviews. 1994. Vol. 36. P. 205–241.
7. Ранний докембрий северо-востока Балтийского щита: палеогеодинамика, строение и эволюция континентальной коры / *М. В. Минц [и др.]*. М.: Научный мир, 1996. 287 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 503).
8. Ion microprobe U-Pb zircon geochronology and isotopic evidence supporting a trans-crustal suture in the Lapland Kola Orogen, northern Fennoscandian Shield / *J. S. Daly [et al.]* // Precambrian Research. 2001. Vol. 105, No. 2–4. P. 289–314.
9. *Балаганский В. В., Глебовицкий В. А.* Лапландский гранулитовый пояс и комплементарные структуры // Ранний докембрий Балтийского щита. СПб.: Наука, 2005. С. 124–175.
10. Кольский глубинный раннедокембрийский коллизион: новые данные по геологии, геохронологии, геодинамике и металлогении / *Ф. П. Митрофанов [и др.]* // Вестник СПбГУ. 1997. Сер. 7, вып. 3. С. 5–18.
11. *Иванов А. А.* Состав, строение супракрустальных толщ и черты эволюции осадочно-вулканогенного породообразования архея Терского блока (Кольский полуостров): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л., 1987. 17 с.
12. *Козлов Н. Е., Иванов А. А., Нерович Л. И.* Лапландский гранулитовый пояс — первичная природа и развитие. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990. 172 с.
13. *Barbey P., Bernard-Griffiths J., Convert J.* The Lapland charnockitic complex: REE geochemistry and petrogenesis // Lithos. 1986. Vol. 19, no. 2. P. 95–111.
14. *Tuisku P., Huhma H., Whitehouse M.* Geochronology and geochemistry of the enderbite series in the Lapland Granulite Belt: generation, tectonic setting, and correlation of the belt // Canadian Journal of Earth Sciences. 2012. Vol. 49. P. 1297–1315.
15. Some new aspects of geology, deep structure, geochemistry and geochronology of the Lapland Granulite Belt, Baltic Shield / *N. E. Kozlov [et al.]* // Nor. Geol. Unders. Special Publications. 1995. No. 7. P. 157–166.
16. FIRE seismic reflection profiles 4, 4A and 4B: Insights into Crustal Structure of Northern Finland from Ranua to Näätämö / *N. L. Patison [et al.]* // Finnish Reflection Experiment FIRE 2001–2005. Geological Survey of Finland, Special Paper 43. Espoo: Geologian tutkimuskeskus, 2006. P. 161–222.
17. *Meriläinen K.* The granulite complex and adjacent rocks in Lapland, Northern Finland // Geological Survey of Finland Bulletin. 1976. No. 281. 129 p.
18. *Лебедева Ю. М.* Метасоматические процессы при высоких температурах и давлениях в Лапландском гранулитовом поясе (на примере Порьегубского покрова): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб., 2015. 167 с.
19. Новые подходы к геологии и тектонике и их следствия для оценки металлогенического потенциала Кольского региона: заключительный отчет по теме 4–2012–2301 / *В. В. Балаганский [и др.]*. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 2012. 48 с.
20. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС / *М. В. Минц [и др.]*. Т. 2. М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2010. 400 с.
21. *Eskola P.* On the granulites of Lapland // American Journal of Sciences. 1952. Bowen Volume. P. 133–171.
22. *Крылова М. Д., Прияткина Л. А.* Гиперстен-силлиманитовая ассоциация в гранулитовом комплексе Порьей губы // ДАН СССР. 1976. Т. 226, № 3. С. 661–664.
23. Структурно-петрологическое изучение ортопироксен-силлиманитовой ассоциации лапландских гранулитов / *Н. Е. Козлова [и др.]* // Известия АН СССР. Сер. геол. 1991. № 4. С. 66–76.
24. Фашии регионального метаморфизма Кольской полуострова / *О. А. Беляев [и др.]*. Л.: Наука, 1977. 88 с.
25. *Бибикова Е. В., Мельников В. Ф., Авакян К. Х.* Лапландские гранулиты: петрохимия, геохимия и изотопный возраст // Петрология. 1993. Т. 1, № 2. С. 215–234.
26. Titanite-rutile chronometry across the boundary between the Archaean Craton in Karelia and the Belomorian Mobile Belt, eastern Baltic Shield / *E. Bibikova [et al.]* // Precambrian Research. 2011. Vol. 105, no 2–4. P. 315–330.
27. Альпинотипная тектоника в палеопротерозойском Лапландско-Кольском орогене / *С. В. Мудрук [и др.]* // Геотектоника. 2013. № 4. С. 13–30.
28. Сейсмологическая модель литосферы Северной Европы: Лапландско-Печенгский район. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 226 с.
29. *Мудрук С. В., Балаганский В. В.* Структурный анализ серговской толщи палеопротерозоя юго-востока Кольского полуострова, Балтийский щит // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2009. Т. 12, № 3. С. 492–502.
30. *Травин В. В., Козлова Н. Е.* Локальные сдвиговые деформации как причина эклогитизации (на примере

структур Гридинской зоны меланжа, Беломорский подвижный пояс) // ДАН. 2005. Т. 405, № 3. С. 376–380. **31.** Archean eclogites and Paleoproterozoic eclogitized gabbroids, Gridino area, White Sea / A. I. Slabunov [et al.] // Karelian Craton transect (Finland, Russia): Precambrian greenstone belts, ophiolites and eclogites. Oslo: 33 IGC, The Nordic Countries, 2008. P. 36–53. **32.** Archaean Kuru-Vaara eclogites in the northern Belomorian Province, Fennoscandian Shield: Crustal architecture, timing, and tectonic implications / V. Balagansky [et al.] // International Geology Review. 2015. Vol. 57, no. 11–12. P. 1543–1565. **33.** The GGT/SVEKA transect: structure and evolution of the continental crust in the Paleoproterozoic Svecofennian Orogen in Finland / K. Korsman [et al.] // International Geology Review. 1999. Vol. 41. P. 287–333. **34.** Korja A., Lahtinen R., Nironen M. The Svecofennian orogen: a collage of microcontinents and island arcs // European Lithosphere Dynamics. Geological Society London, Memoirs. 2006. Vol. 32. P. 561–578. **35.** Lahtinen R., Garde A. A., Melezhik V. A. Paleoproterozoic evolution of Fennoscandia and Greenland // Episodes. 2008. Vol. 31, no 1. P. 20–28. **36.** Балтыбаев Ш. К. Свекофеннский ороген Фенноскандинавского щита: вещественно-изотопная зональность и ее тектоническая интерпретация // Геотектоника. 2013. № 6. С. 44–59. **37.** Peltonen P. Ophiolites // Precambrian Geology of Finland — Key to the Evolution of the Fennoscandian Shield. Developments in Precambrian Geology, 14. Amsterdam: Elsevier, 2005. P. 237–278. **38.** Snyder D. B. Lithospheric growth at margins of cratons // Tectonophysics, 2002. Vol. 355, no. 1–4. P. 7–22. **39.** Балаганский В. В., Раевский А. Б., Мудрук С. В. Нижний докембрий Кейвского террейна, северо-восток Балтийского щита: стратиграфический разрез или коллаж тектонических пластин // Геотектоника. 2011. № 2. С. 32–48. **40.** Р-Т условия и возраст метаморфизма гранат-кианит-ставролит-двуслюдяных сланцев на границе архей — протерозой в Кукаозерской структуре, Северо-Карельская зона карелид, Балтийский щит / П. Я. Азимов [и др.] // Гранит-зеленокаменные системы архея и их поздние аналоги. Петрозаводск: ИГ КарНЦ РАН, 2009. С. 6–9. 16 с. **41.** Sengör A. M. C., Natal'in B. A. Turcic-type orogeny and its role in the making of the continental crust // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 1996. Vol. 24. P. 263–337.

Сведения об авторах

Балаганский Виктор Валентинович — доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией ФГБУН Геологического института КНЦ РАН; профессор ФГБОУ Мурманского государственного технического университета

E-mail: balagan@geoksc.apatity.ru

Горбунов Илья Александрович — младший научный сотрудник ФГБУН Геологического института КНЦ РАН

E-mail: gorbunov51@yandex.ru

Мудрук Сергей Владимирович — кандидат геолого-минералогических наук, ученый секретарь ФГБУН Геологического института КНЦ РАН; доцент ФГБОУ Мурманского государственного технического университета

E-mail: mudruksergey@mail.ru

Author Affiliation

Victor V. Balagansky — Dr. Sci. (Geology & Mineralogy), Head of Laboratory of the Geological Institute of the KSC of the RAS, Professor at the Murmansk State Technical University

E-mail: balagan@geoksc.apatity.ru

Il'ya A. Gorbunov — Junior Researcher of the Geological Institute of the KSC of the RAS

E-mail: gorbunov51@yandex.ru

Sergey V. Mudruk — PhD (Geology & Mineralogy), Researcher of the Geological Institute of the KSC of the RAS; Associate Professor at the Murmansk State Technical University

E-mail: mudruksergey@mail.ru

Библиографическое описание статьи

Балаганский, В. В. Палеопротерозойские Лапландско-Кольский и Свекофеннский орогены (Балтийский щит) / В. В. Балаганский, И. А. Горбунов, С. В. Мудрук // Вестник Кольского научного центра РАН. — 2016. — № 3(26). — С. 5–11.

Reference

Balagansky Victor V., Gorbunov Il'ya A., Mudruk Sergey V. Palaeoproterozoic Lapland-Kola and Svecofennian Orogens (Baltic Shield). *Herald of the Kola Science Centre of the RAS*, 2016, vol. 3(26), pp. 5–11. (In Russ.).