

УДК 551.8:551.7:574.9

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ЗЕЛЕНОГО ПОЯСА ФЕННОСКАНДИИ (РОССИЙСКАЯ ЧАСТЬ)

С. А. Светов^{1,2}, В. С. Куликов, А. И. Слабунов¹

¹ Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

² Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

Приводятся сведения по тектоническому районированию территории Зеленого пояса Фенноскандии (ЗПФ). В его строении принимают участие отдельные фрагменты Мурманской, Кольской, Беломорской, Карельской и Свекофеннской провинций, отличающиеся как по вещественному составу, так и по времени формирования обнажающихся комплексов пород. Для каждого фрагмента ЗПФ охарактеризованы ключевые породные ассоциации, условия и время их формирования. Показано, что древние, архейские породы сохранились в пределах Мурманского и Карельского фрагментов ЗПФ, а самые молодые, палеозойские породы – в Беломорском и Кольском фрагментах. Для выделенных областей приведены данные по их металлогенической специализации, показаны ключевые промышленные месторождения. В контексте комплексных исследований геологическое строение территории может рассматриваться как важный контролирующий фактор в образовании современных ландшафтов, почв, биоразнообразия. Геологическая уникальность отдельных структур может стать основой для выделения новых геологических памятников природы, создания геологических (горно-геологических) природных парков.

Ключевые слова: Зеленый пояс Фенноскандии; геологические провинции; докембрий; палеопротерозой.

S. A. Svetov, V. S. Kulikov, A. I. Slabunov. GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE FENNOSCANDIAN GREEN BELT (RUSSIAN SIDE)

The article provides information of the tectonic division of the Green Belt of Fennoscandia (GBF). Murmansk, Kola, Belomorian, Karelian and Svekofenian provinces are distinguished within GBF, differing both in their rock species composition and the formation time of the exposed complexes. Key rock associations, the conditions and time of their formation are described for each GBF province. It is shown that the Archean rocks are preserved within the Murmansk and Karelian, and the youngest Paleozoic rocks – in the Belomorian and Kola provinces of GBF. Data on the metallogenic specialization of the provinces and major industrial deposits in their territory are presented. In the context of multidisciplinary studies, the geological structure of the territory can be considered as an important control for the formation of modern landscapes, soils, and biodiversity. The geological uniqueness of some of the structures can become the rationale for designating new geological nature monuments and establishing geological (mining and geological) nature parks.

Keywords: Green Belt of Fennoscandia; tectonic provinces; Precambrian; Paleoproterozoic.

Зеленый пояс Фенноскандии (ЗПФ) – международный экологический проект, имеющий 20-летнюю историю и ставивший своей целью создание экологического коридора, включающего в себя приграничные особо охраняемые природные территории России, Финляндии и Норвегии. Проект задумывался как продолжение Зеленого пояса Европы и территориально охватывал вытянутую вдоль российско-финляндской и российско-норвежской границы территорию от Баренцева до Балтийского моря с учетом водного пространства, островов и побережья Финского залива в Ленинградской области. Опорными объектами ЗПФ являются особо охраняемые природные территории (ООПТ) федерального и регионального подчинения, экологически связанные с пан-европейской экологической сетью (Natura, 2000) и с ООПТ Норвегии.

В рамках данной работы авторами обобщается материал по тектоническому районированию территории, примыкающей к государственной границе на северо-западе России (большей частью входящей в состав ЗПФ), а также по природной уникальности отдельных фрагментов территории, в контексте комплексных междисциплинарных исследований.

Важно отметить, что реконструкция геологической эволюции ранней Земли является одной из принципиальных научных проблем современности, интерес к ней не только не ослабевает в последние десятилетия, но и существенно возрастает в связи с развитием технологий и аналитических методов исследования. В настоящее время появились реальные возможности найти объективные ответы на наиболее сложные вопросы о составе, состоянии и особенностях развития архейской коры Земли. Учитывая, что территории, на которых можно изучать докембрийские геологические процессы, на нашей планете весьма ограничены, Фенноскандинавский (или Балтийский) щит является одним из перспективных и уникальных полигонов для научных исследований. В последнее время на этой территории выполнены комплексные геологические и геофизические исследования, позволяющие коренным образом пересмотреть многие существующие концепции и геодинамические модели развития Земли в докембрии, создана обзорная геологическая карта Юго-Восточной Фенноскандии масштаба 1:750 000 [Куликов и др., 2017].

Зеленый пояс Фенноскандии пересекает все основные геологические структуры земной коры Восточной части Фенноскандинавского щита, имеющие свою уникальную историю развития и преобразования (рис. 1).

На современном эрозионном срезе они выделяются в виде тектонических провинций, т. е. областей, отличающихся как по вещественному составу, так и по времени формирования обнажающихся комплексов пород.

В продольном профиле ЗПФ выделяются следующие фрагменты (с севера на юг): 1 – Мурманский, 2 – Кольский, 3 – Беломорский, 4 – Карельский, 5 – Свекофеннский [Слабунов и др., 2006; Куликов и др., 2017]. На наш взгляд, представляется целесообразным провести подобное районирование (разделение) ЗПФ на отдельные фрагменты, соответствующие пяти провинциям докембрийского кристаллического фундамента Фенноскандинавского щита, придав им порядковые номера и предварительное наименование, что позволит систематизировать исследования выделенных участков пояса и провести их комплексное доизучение с учетом особенностей строения их кристаллических фундаментов.

Ниже дается краткое описание главных геологических особенностей выделенных фрагментов земной коры Зеленого пояса Фенноскандии (с севера на юг) (рис. 1, 2).

1. Мурманский фрагмент ЗПФ (относится к Мурманской провинции (Мурманскому архейскому кратону), Кольской моноклинали и байкалидам Тимано-Печерской плиты) представляет северное окончание Кольского полуострова и ЗПФ. Он выходит на побережье Баренцева моря. На материке и п-ове Средний фрагмент сложен архейскими (2,7–2,8 млрд лет) гранодиоритами, тоналитами и эндербитами, супракрустальные породы установлены только в виде ксенолитов. На п-ове Средний эти архейские образования перекрываются мезо- и неопротерозойскими (рифейскими) осадочными толщами (Кольская моноклинали). В то же время на п-ове Рыбачий выходят слабометаморфизованные рифейские осадочные породы байкалид Тимано-Печерской плиты [Балуев и др., 2012]. Они представлены конгломератами, песчаниками (преобладают в разрезе) с линзами фосфоритов, доломитами и известняками. Данный разрез рифейских образований является наиболее представительным на севере Европы. Pb-Pb возраст фосфоритов составляет 870 ± 10 млн лет [Баянова и др., 2002].

2. Кольский фрагмент ЗПФ (относится к Кольской провинции) в пределах ЗПФ в субмеридиональном направлении достигает 180 км, также сложен главным образом архейскими образованиями («серыми гнейсами», зеленокаменными и осадочными (парагнейсовыми) комплексами и гранулитами), но кроме того, в его составе выделяются две специфиче-

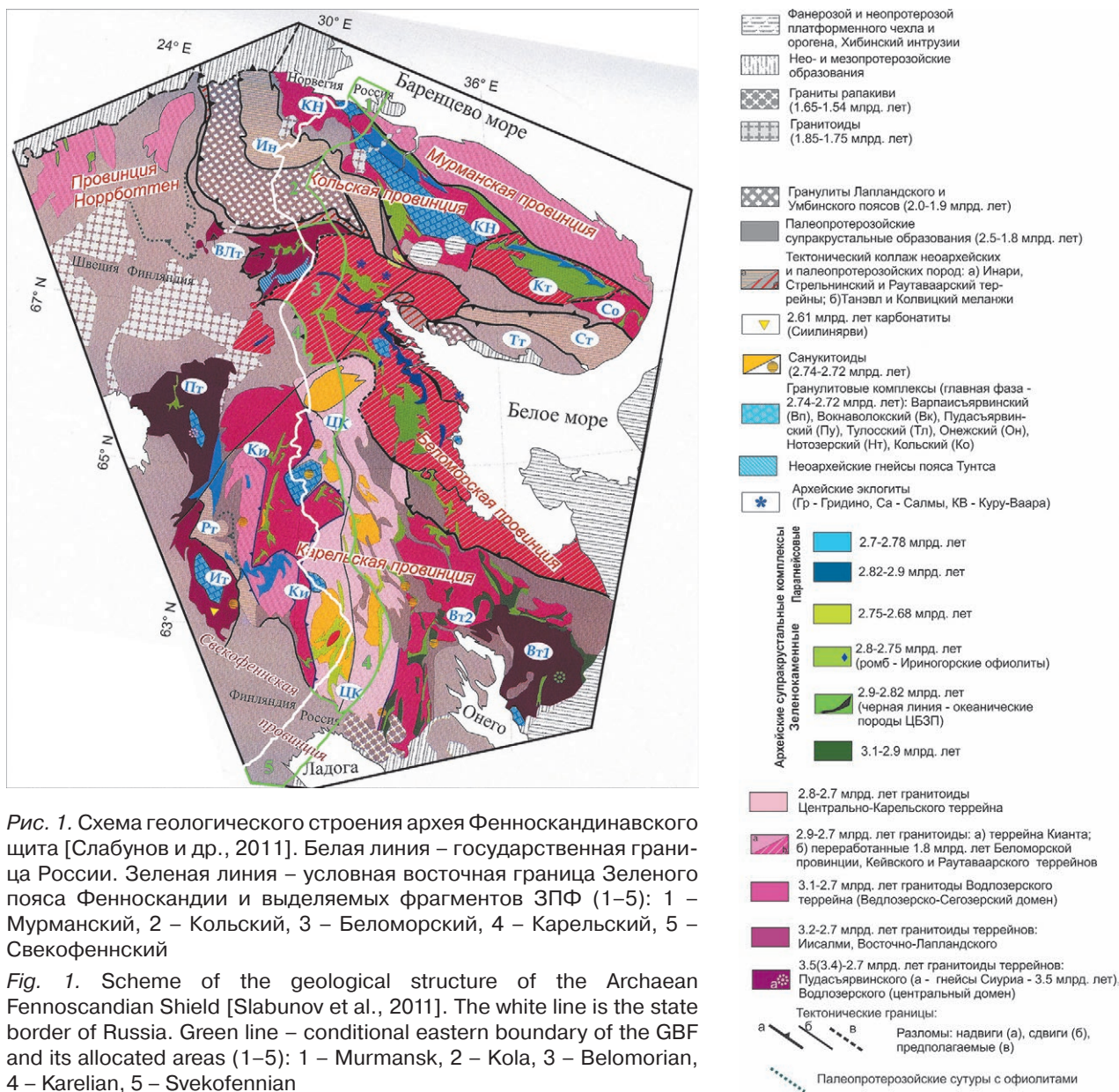


Рис. 1. Схема геологического строения архея Фенноскандинавского щита [Слабунов и др., 2011]. Белая линия – государственная граница России. Зеленая линия – условная восточная граница Зеленого пояса Фенноскандии и выделяемых фрагментов ЗПФ (1–5): 1 – Мурманский, 2 – Кольский, 3 – Беломорский, 4 – Карельский, 5 – Свекофеннский

Fig. 1. Scheme of the geological structure of the Archean Fennoscandian Shield [Slabunov et al., 2011]. The white line is the state border of Russia. Green line – conditional eastern boundary of the GBF and its allocated areas (1–5): 1 – Murmansk, 2 – Kola, 3 – Belomorian, 4 – Karelian, 5 – Svecofennian

ские палеопротерозойские структуры: Печенгский синклиорий и Лапландский гранулитовый пояс, разделенные комплексами архейского гранит-зеленокаменного основания. Первый в поперечнике достигает 40 км. Он является ключевым реликтом крупной палеорифтовой системы Печенга – Имандра – Варзуга, которая протягивается в ЮВ направлении практически через весь Кольский полуостров. В строении Печенгского синклиория выделяются две главные зоны: Северо-Печенгская (более древняя) и Южно-Печенгская. Они сложены разными по вещественному составу вулканогенными и осадочными свитами общей мощностью более 8 км [Пожиленко и др., 2002], которые отнесены к сариолийской, ятулийской, людиковийской и калевийской системам палеопротерозоя.

Среди вулканитов преобладают базальты, реже встречаются ферропикриты, андезиты и дациты. Осадочные породы представлены конгломератами, песчаниками, углеродистыми сланцами, а также другими сланцами по туфогенным и осадочным образованиям.

Стратиформные комплексы и подстилающий их архейский фундамент прорываются интрузивными основными и ультраосновными породами палеопротерозоя с возрастом 2505–1970 млн лет и гранитоидами 1940–1700 млн лет [Баянова и др., 2002].

В Печенгском синклиории концентрируются промышленные месторождения медно-никелевых руд, а также рудопроявления других металлов, которые формируют месторождения ЭПГ Федорово-Панского комплекса. Именно

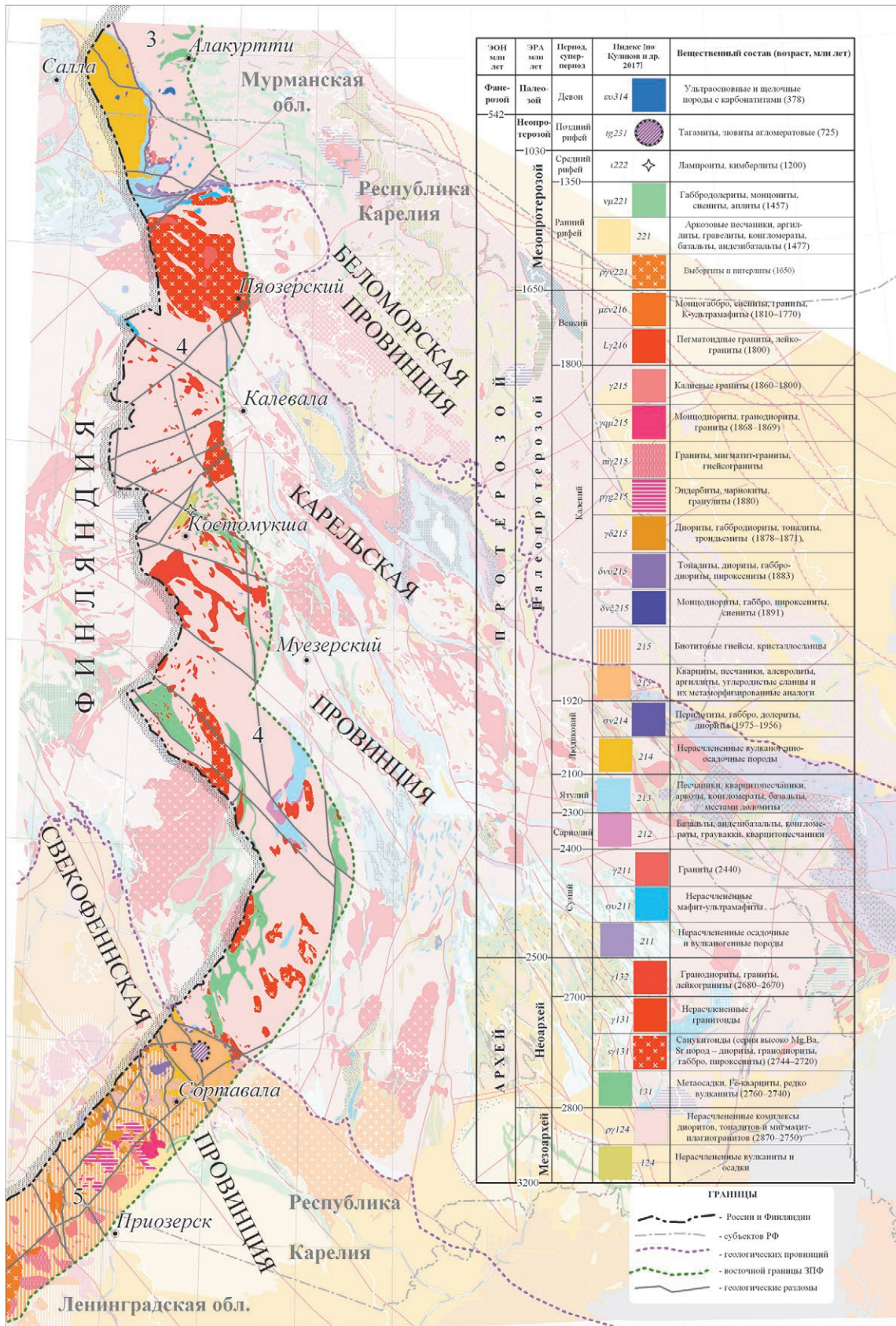


Рис. 2. Геологическая карта центральной части Зеленого пояса Фенноскандии (сост. В. С. Куликов, С. А. Светов, А. И. Слабунов, А. К. Полин, 2018 г.)

Fig. 2. Geological map of the central part of the Fennoscandian Green Belt (ed. by V. S. Kulikov, S. A. Svetov, A. I. Slabunov, A. K. Polin, 2018)

здесь в районе г. Заполярный пробурена самая глубокая в мире скважина по кристаллическим породам докембрия (12 262 м).

Лапландский гранулитовый пояс, шириной до 60 км, расположен южнее Печенгской структуры и рассматривается, наряду с Умбинским, как ядро Лапландско-Кольского коллизионного орогена [Ранний..., 2005; Daly et al., 2006]. Кондалиты (метаосадочные породы) и чарнокиты-эндербиты представляют собой ювенильные протерозойские (около 1,95 млрд лет) образования с очень незначительной составляющей более древних пород (их Sm-Nd модельный возраст не древнее 2,3 млрд лет). Метаморфические преобразования пород гранулитового комплекса полистадийные от ранних – умереннобарических до пиковых – высокобарных (12–15 кбар) и завершающих – регрессивных (гранулитовой и амфиболитовой фаций). Возраст гранулитового метаморфизма оценивается в 1925 млн лет [Бибикова и др., 1993].

В пределах Лапландского рудного района известны рудопроявления меди, никеля, ванадия, титана, марганца, графита и золота, а также широкий спектр строительных и облицовочных материалов [Пожиленко и др., 2002].

3. Беломорский фрагмент ЗПФ (принадлежит к Беломорской провинции) прослеживается в пределах ЗПФ на протяжении около 190 км, представлен в основном архейскими ТТГ, интенсивно метаморфизованными и тектонически переработанными в архее и палеопротерозое. Важное место среди них занимают мезоархейский (2,9–2,82 млрд лет) парагнейсовый (метаграувакки) Чупинский пояс (рис. 2) и неоархейские зеленокаменные комплексы Енского и Тикшозерского поясов [Слабунов, 2008]. Метавулканы среднего состава первого из них начали деформироваться на рубеже 2,78–2,74 млрд лет. Более молодые неоархейские и палеопротерозойские магматические, тектонические и метаморфические процессы существенно преобразовали первичные вулканогенно-осадочные комплексы. В Беломорской провинции проявлен уникальный для докембрия метаморфизм высоких давлений: кианитовой и кианит-силлиманитовой субфаций, эклогитовой фации [Володичев, 1990].

Особое место в данной и Кольской провинциях и ЗПФ занимают палеозойские (368 млн лет) магматические комплексы щелочных, основных и ультраосновных пород и карбонатов крупных интрузивов Ковдор, Вуориярви и их сателлитов. С Ковдорским массивом связаны промышленные месторождения магнетита, флогопита, апатита и штаффелита. Неоархейские пегматиты содержат богатые месторож-

дения мусковита, кроме этого, установлены месторождения керамического сырья Куру-Вара и прозрачного жильного кварца Перчатка.

Ряд исследователей рассматривают Беломорскую и Кольскую провинции, а также Лапландский и Умбинский гранулитовые пояса как компоненты единого позднепалеопротерозойского Лапландско-Кольского коллизионного орогена [Балаганский и др., 2011; Slabunov et al., 2017 и др.].

4. Карельский фрагмент ЗПФ (относится к Карельской провинции (Карельскому кратону)) представляет собой наиболее длинный, около 500 км, отрезок ЗПФ (рис. 2). Сама провинция является наиболее представительной для архея и палеопротерозоя Фенноскандинавского щита. В ней сохранились палеоархейские (с возрастом более 3,2 млрд лет) ТТГ на Водлозерском и Пудасъярвинском террейнах [Hölttä et al., 2019], возможно, амфиболиты, вулканогенные и осадочные комплексы мезоархейских и неоархейских океанов, зон сочленения этих океанов с архейскими континентами, а также широкий спектр пород, характерных для континентальных, в т. ч. шельфовых, образований протерозоя и фанерозоя.

Мезоархейские (2,9–2,8 млрд лет) вулканогенные и осадочные образования, представленные в разрезах Костомукшского зеленокаменного пояса [Горьковец, Раевская, 2009], как правило, метаморфизованы до амфиболитовой фации, но сохраняют реликты первичных текстур и структур пород (что отчетливо проявлено в случае базальтовых ассоциаций и хемогенных осадочных пород). Мезоархейские осадочные образования, преимущественно сланцы первичной граувакковой природы и железистые кварциты, слагают верхние части разрезов зеленокаменных поясов.

Они прорываются гранодиоритами и дайками кислых пород с возрастом 2,8–2,7 млрд лет.

В зеленокаменном поясе Иломанси и его ЮВ части (р-н Ялонваары) широко развиты вулканы кислого состава.

Зеленокаменные пояса представляют собой, как правило, тектонические коллажи [Кожеников, 2000] и совместно с архейскими гранитоидами ТТГ формируют гранит-зеленокаменные ассоциации, типичные для древних кратонов. В составе кратона широко развиты гранитоиды санукитоидного типа с возрастом 2,74–2,72 млрд лет [Joshi, Slabunov, 2019]: на севере (Таваярвинский массив) и на юге (р-н Иломанси). Известны многочисленные дайки основных пород палеопротерозоя. Экзотично представлены дайки лампроитов и кимберлитов с алмазами рифейского возраста

(1,2 млрд лет). Одной из главнейших особенностей территории является приуроченность к ней крупнейшего на севере Европы Костомукшского железорудного месторождения [Костомукшский..., 2015].

Весьма интересной структурой для Карельской провинции и Восточной Фенноскандии является палеопротерозойский мегасинклиниорий Паанаярви-Куолаярви на стыке Республики Карелия, Мурманской области и Северной Финляндии. Ее геологическое строение на протяжении 90 лет дискутируется. При этом наиболее острые споры касаются возраста пород верхней части разреза структуры на границе между Финляндией и Россией. Финские геологи предполагают возраст более 2,4 млрд лет [Manninen, Nuhma, 2001], а большинство российских – около 2,0 млрд лет [Куликов, Куликова, 2014 и др.]. В настоящее время не имеется датировок вулканитов этого района. Разрешению этого спора могли бы способствовать датировки вулканитов в районе г. Рохмойва, которая рассматривается российскими геологами как палеопротерозойский стратовулкан людиковийской системы диаметром более 8–9 км [Куликов, Куликова, 2014]. Подстилающие его породы – основные и кислые вулканиты сумийской и сариолийской систем, кварциты, базальты и доломиты ятулийской, а также углеродистые сланцы, карбонаты и вулканиты основного и среднего состава нижней части людиковийской системы. В 20 км южнее г. Рохмойва известен карбонатитовый массив Салланлатва девонского возраста.

В пределах Паанаярви-Куолаярвинского мегасинклинория выявлены мелкие месторождения золота, как на финской, так и на карельской сторонах.

5. Свекофеннский фрагмент ЗПФ (относится к Свекофеннской провинции) в пределах ЗПФ прослеживается на протяжении около 180 км в ЮВ направлении, своим южным окончанием выходит к северному берегу Финского залива Балтийского моря и захватывает некоторые его острова (например, Гогланд). В нем можно выделить две зоны: Северо-Ладожскую, относительно слабометаморфизованную, и Южно-Ладожскую, отличающуюся высокой (до гранулитовой) фацией метаморфизма. Первая, шириной до 30 км, сложена в основном терригенными флишоидными породами ладожской серии калевийской системы палеопротерозоя. Для нее характерны также гнейсо-гранитные купола, окруженные черносланцевыми, карбонатными и вулканическими породами людиковия. Некоторые исследователи [Ранний..., 2005] рассматривают эту зону

как переходную между Карельским кратоном и Свекофеннской складчатой областью, сформированную в результате закрытия людиковийского океана, обрамляющего с ЮЗ кратон. Калевийские толщи прорываются интрузиями гранитоидов и массивами ультрамафит-мафитовых и кислых пород типа Кааламского плутона (80 км²) с возрастом 1,89 млрд лет.

В Северном Приладожье известны в основном у юго-восточной границы Зеленого пояса Фенноскандии (в пределах акватории Ладожского озера) рифейские осадочные и магматические породы (Валаамский монцонит-габбродолеритовый силл) с возрастом 1,57–1,46 млрд лет [Ramo et al., 2001; Свириденко, Светов, 2008]. Экзотикой для района является Янисъярвинская астроблема (725 млн лет) в виде импактного кратера диаметром около 14 км, сложенного тагамитами и брекчиями с переменным количеством стекла. Характерны минералы коэсит, стишовит, вюстит, самородное железо и алмазы [Вишневицкий и др., 2004].

В Южно-Ладожской зоне наряду с интенсивно измененными супракрустальными породами палеопротерозоя широко проявлены различные гранитоиды с возрастом 1890–1800 млн лет. Огромные площади, в том числе и в акватории Финского залива, занимают рапакиви-гранитные комплексы мезопротерозойского (раннерифейского) возраста. К их числу относится крупный многофазный Выборгский массив, он занимает площадь более 10000 км² и сложен габбро-норитами, анортозитами, выборгитами, гранитами рапакиви и имеет возраст 1,66–1,615 млрд лет [Ramo et al., 2001].

Свекофеннский орогенический пояс начал свое развитие с раскола (рифтогенеза) древнего суперконтинента Кенорленд, частью которого был Карельский кратон, позднее (около 1,97 млрд лет) здесь образовался океан (фрагменты его сохранились в виде офиолитов), а затем в результате субдукции сформировались островодужные и окраинно-континентальные комплексы, скупивание (аккреция) которых привело к образованию горной системы – Свекофеннского орогена [Минц, 2018]. В районе известны перспективные рудопроявления вольфрама, золота, платиноидов, апатита, редкоземельных элементов, графита. В пределах Зеленого пояса Фенноскандии на территории Свекофеннского орогена действует более 10 карьеров по добыче камня. Один из карьеров, в районе пос. Рускеала, превращен в природный парк, в котором можно увидеть знаменитые мраморные ломки и подземные выработки. В Приладожье значительная часть ЗПФ относится к национальному парку «Ладожские шхеры».

Таким образом, проведенное геологическое районирование территории Зеленого пояса Фенноскандии показывает принципиальные отличия эволюции отдельных его фрагментов, что, несомненно, оказывало впоследствии существенное влияние на формирование ландшафтов, почв и, возможно, отразилось на биологическом разнообразии территории.

Уникальность геологического строения отдельных фрагментов ЗПФ уже стала основой для выделения геологических памятников природы, создания геологических (горно-геологических) природных парков. Работа в данном направлении принципиально важна не только в плане сохранения экосистем ЗПФ, но и в тренде дальнейшего экологического и рекреационного развития приграничной территории.

Исследование выполнено в рамках государственного задания КарНЦ РАН (Институт геологии КарНЦ РАН и Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН).

Авторы благодарят А. К. Полина, с. н. с. Геоинформационного центра ИГ КарНЦ РАН, за подготовку картографических материалов и конструктивное обсуждение представленной работы.

Литература

- 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.
- Балуев А. С., Журавлев В. А., Терехов Е. Н., Пржиялговский Е. С.* Тектоника Белого моря и прилегающих территорий. (Объяснительная записка к «Тектонической карте Белого моря и прилегающих территорий» масштаба 1:500 000). М.: ГЕОС, 2012. 104 с.
- Баянова Т. Б., Пожиленко В. И., Смолькин В. Ф., Кудряшов Н. М., Каулина Т. В., Ветрин В. Р.* Каталог геохронологических данных по Северо-Восточной части Балтийского щита // Геология рудных районов Мурманской области. Прил. № 3 / Ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты: КНЦ РАН, 2002. 53 с.
- Бибикова Е. В., Ветрин В. Р., Кирнозова Т. И., Макаров В. А., Смирнов Ю. П.* Геохронология и корреляция пород нижней части разреза Кольской сверхглубокой скважины // ДАН. 1993. Т. 332, № 3. С. 360–363.
- Вишневецкий С. А., Иващенко В. И., Райтала Й., Пальчик Н. А., Леонова И. В.* Ударно-метаморфизованное углеродистое вещество и вмещающие импактиты из астроблемы Янисъярви, Карелия: новые данные // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. Вып. 7. С. 185–192.
- Володичев О. И.* Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). Л.: Наука, 1990. 245 с.
- Горьковец В. Я., Раевская М. Б.* Геологические особенности кристаллического фундамента в приграничной полосе Финляндии и Республики Карелия // Труды КарНЦ РАН. 2009. № 2. С. 24–38.
- Кожевников В. Н.* Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 223 с.
- Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерагения) / Отв. ред. В. Я. Горьковец, Н. В. Шаров.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. 322 с.
- Куликов В. С., Куликова В. В.* Куоляярвинский синклиорий: новый взгляд на геологическое строение и сводный разрез // Труды КарНЦ РАН. 2014. № 1. С. 28–38.
- Куликов В. С., Светов С. А., Слабунов А. И., Куликова В. В., Полин А. К., Голубев А. И., Горьковец В. Я., Иващенко В. И., Гоголев М. А.* Геологическая карта Юго-Восточной Фенноскандии масштаба 1:750000: Новые подходы к составлению // Труды КарНЦ РАН. 2017. № 2. С. 3–41. doi: 10.17076/geo444
- Минц М. В.* Геодинамическая интерпретация объемной модели глубинного строения Свекофеннского аккреционного орогена // Труды КарНЦ РАН. 2018. № 2. С. 62–76. doi: 10.17076/geo698
- Пожиленко В. И., Гавриленко Б. В., Жиров Д. В., Жабин С. В.* Геология рудных районов Мурманской области / Под ред. Ф. П. Митрофанова, Н. И. Бичука. Апатиты: КНЦ РАН, 2002. 359 с.
- Ранний докембрий Балтийского щита / Ред. В. А. Глебовицкий.* СПб.: Наука, 2005. 711 с.
- Свириденко Л. П., Светов А. П.* Валаамский силл габбро-долеритов и геодинамика котловины Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 123 с.
- Слабунов А. И.* Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 298 с.
- Слабунов А. И., Лобач-Жученко С. Б., Бибикова Е. В., Балаганский В. В., Сорьонен-Вард П., Володичев О. И., Щипанский А. А., Светов С. А., Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Степанов В. С.* Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника. 2006. № 6. С. 3–31.
- Слабунов А. И., Хельття П., Шаров Н. В., Нестерова Н. С.* 4-D модель формирования земной коры Фенноскандинавского щита в архее как синтез современных геологических данных // Геология Карелии от архея до наших дней: Материалы докл. Всерос. конф., посвящ. 50-летию ИГ КарНЦ РАН (Петрозаводск, 24–26 мая 2011 года). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 13–21.
- Daly J. S., Balagansky V. V., Timmerman M. J., Whitehouse M. J.* The Lapland-Kola Orogen: Palaeoproterozoic collision and accretion of the northern Fennoscandian lithosphere // European Lithosphere Dynamics / Gee D. G., Stephenson R. A. (eds). Geological Society, London, Memoirs, 32. 2006. P. 579–598.
- Hölttä P., Heilimo E., Huhma H., Kontinen A., Lauri L., Slabunov A.* Paleoproterozoic rocks in the Fennoscandian Shield (Chapter 32) // Earth's Oldest Rocks / van

Kranendonk M., Hoffmann J. E. (eds.). Elsevier. 2019. P. 819–836. doi: 10.1016/B978-0-444-63901-1.00032-0

Joshi K. B., Slabunov A. I. Neoproterozoic sanukitoids from the Karelian and Bundelkhand cratons: comparison of composition, regional distribution and geodynamic setting // Transactions of KarRC RAS. 2019. No. 2. P. 5–25.

Manninen T., Huhma H. A new U-Pb zircon constraint from the Salla schist belt, Northern Finland // Geol. Sur. Finland. 2001. Vol. 33. P. 201–206.

Ramo O. T., Manttari I., Vaasjoki M., Upton B. G. J., Sviridenko L. P. Age and significance of Mesoproterozoic CFB magmatism, Lake Ladoga region, NW Russia // Geol. Soc. of Amer. Abstract with Programs. 2001. Vol. 33, no. 6. P. A – 139.

Slabunov A. I., Guo J., Balagansky V. V., Lubnina N. V., Zhang L., Early Precambrian crustal evolution of the Belomorian and Trans-North China orogens and supercontinents reconstruction // Geodynamics & Tectonophysics. Vol. 8, no. 3. 2017. P. 569–572.

Поступила в редакцию 26.02.2019

References

Balagansky V. V., Raevsky A. B., Mudruk S. V. Lower Precambrian of the Keivy Terrane, Northeastern Baltic Shield: A Stratigraphic Succession or a Collage of Tectonic Sheets? *Geotectonics*. 2011. No. 2. P. 32–48.

Baluev A. S., Zhuravlev V. A., Terekhov E. N., Przhivalgovskij E. S. Tektonika Belogo morya i prilgayushchikh territorij. (Ob'yasnitel'naya zapiska k "Tektonicheskoj karte Belogo morya i prilgayushchikh territorij" masshtaba 1:500000) [Tectonics of the White Sea and adjacent territories. (Explanatory note to the "Tectonic map of the White Sea and adjacent territories" scale 1: 500000)]. Moscow: GEOS, 2012. 104 p.

Bayanova T. B., Pozhilenko V. I., Smol'kin V. F., Kudryashov N. M., Kaulina T. V., Vetrin V. R. Katalog geokhronologicheskikh dannykh po Severo-Vostochnoi chasti Baltiiskogo shchita [The catalogue of geochronological data on the North-Eastern part of the Baltic Shield]. *Geol. rudn. raionov Murmanskoi oblasti*. Prilozhenie № 3 [Geol. of ore districts in the Murmansk Region. Appendix 3]. Ed. F. P. Mitrofanov. Apatity: KNTs RAN, 2002. 53 p.

Bibikova E. V., Vetrin V. R., Kirnozova T. I., Makarov V. A., Smirnov Yu. P. Geokhronologiya i korrelyatsiya porod nizhnei chasti razreza Kol'skoi sverkhglubokoi skvazhiny [Geochronology and correlation of rocks in the lower part of the Kola ultradeep well section]. *DAN [Proceed. RAS]*. 1993. Vol. 332, no. 3. P. 360–363.

Gorkovets V. Ya., Raevskaya M. B. Geologicheskie osobennosti kristallicheskogo fundamenta v prigranichnoi polose Finlyandii i Respubliki Kareliya [Geological features of the crystalline basement in the border zone of Finland and the Republic of Karelia]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2009. No. 2. P. 24–38.

Kostomukshskii rudnyi raion (geologiya, glubinnoe stroenie i minerageniya) [Kostomuksha ore area (geology, deep structure, and mineralogeny)]. Gor'kovets V. Ya., Sharov N. V. (eds). Petrozavodsk: KarRC RAS, 2015. 322 p.

Kozhevnikov V. N. Arkheiskie zelenokamennye poyasa Karel'skogo kratona kak akkretionnye orogeny. [Archean greenstone belts of the Karelian Craton as accretionary orogens]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2000. 223 p.

Kulikov V. S., Kulikova V. V. Kuolajarvinskii sinklinorii: novyi vzglyad na geologicheskoe stroenie i svodnyi razrez [Kuolajarvi synclinorium: a new concept of geological structure and composite section]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2014. No. 1. P. 28–38.

Kulikov V. S., Svetov S. A., Slabunov A. I., Kulikova V. V., Polin A. K., Golubev A. I., Gor'kovets V. Ya.,

Ivashchenko V. I., Gogolev M. A. Geologicheskaya karta Yugo-Vostochnoi Fennoskandii masshtaba 1:750 000: novye podkhody k sostavleniyu [Geological map of Southeastern Fennoscandia (scale 1:750 000): a new approach to map compilation]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2017. No. 2. P. 3–41. doi: 10.17076/geo444

Mints M. V. Geodinamicheskaya interpretatsiya ob'emnoi modeli glubinnogo stroeniya Svekofennskogo akkretionnogo orogena [Geodynamic interpretation of the volume model of the deep structure of the Svekofenn accretionary orogen]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2018. No. 2. P. 62–76. doi: 10.17076/geo698

Pozhilenko V. I., Gavrilenko B. V., Zhiron D. V., Zhabin S. V. Geologiya rudnykh raionov Murmanskoi oblasti [Geology of the ore regions of the Murmansk Region]. Apatity: KNTs RAN, 2002. 359 p.

Rannii dokembrii Baltiiskogo shchita [The Early Precambrian of the Baltic Shield]. Ed. V. A. Glebovitskii. St. Petersburg: Nauka, 2005. 711 p.

Slabunov A. I. Geologiya i geodinamika arhejskikh podvizhnykh pojasov (na primere Belomorskoi provintsii Fennoskandinavskogo shchita) [Geology and geodynamics of Archean mobile belts (example from the Belomorian Province of the Fennoscandian Shield)]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2008. 298 p.

Slabunov A. I., Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Balaganskii V. V., Sor'onen-Vard P., Volodichev O. I., Shchipanskii A. A., Svetov S. A., Cherkulaev V. P., Arestova N. A., Stepanov V. S. Arkhei Baltiiskogo shchita: geologiya, geokhronologiya, geodinamicheskie obstanovki [The Archean of the Baltic Shield: geology, geochronology, and geodynamic settings]. *Geotektonika* [Geotectonics]. 2006. No. 6. P. 3–31.

Slabunov A. I., Hölttä P., Sharov N. V., Nesterova N. S. 4-D model' formirovaniya zemnoi kory Fennoskandinavskogo shchita v arkhee kak sintez sovremennykh geologicheskikh dannykh [A 4-D framework of the Fennoscandian Shield earth's crust growth in the Archean: synthesis of current geological data]. *Geol. Karelii: ot arkheya do nashikh dnei*: mat. konf., posvyashch. 50-let. IG KarNTs RAN [Geology of Karelia: from the Archean to the present: Proceed. conf. dedicated to the 50th anniv. Inst. Geol. KarRC RAS]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2011b. P. 13–21.

Sviridenko L. P., Svetov A. P. Valaamskij sill gabbro-doleritov i geodinamika kotloviny Ladozhskogo ozera [Valaam sill of the gabbro-dolerites and geodynam-

ics of the Ladoga Lake basin.]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2008. 123 p.

Vishnevskii S. A., Ivashchenko V. I., Rajtala J., Pal'chik N. A., Leonova I. V. Udarno-metamorfizovannoe uglerodistoe veshchestvo i vmeshchayushchie impactity iz astroblemy Yanis'yarvi, Kareliya: novye dannye [Shock-metamorphosed carbonaceous matter and enclosing impactites from the Janisjärvi astrobleme, Karelia: new data]. *Geol. i polez. iskop. Karelii* [Geol. and Min. Resources of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2004. Vol. 7. P. 185–192.

Volodichev O. I. Belomorskii kompleks Karelii (geologiya i petrologiya) [The Belomorian complex of Karelia (geology and petrology)]. Leningrad: Nauka, 1990. 245 p.

Daly J. S., Balagansky V. V., Timmerman M. J., Whitehouse M. J. The Lapland-Kola Orogen: Palaeoproterozoic collision and accretion of the northern Fennoscandian lithosphere. *D. G. Gee, and R. A. Stephenson* (eds). *European Lithosphere Dynamics: Geological Society*, London, *Memoirs*, 32, 2006. P. 579–598.

Hölttä P., Heilimo E., Huhma H., Kontinen A., Lauri L., Slabunov A. Paleoproterozoic rocks in the Fennoscandian Shield (Chapter 32). *Earth's Oldest Rocks*. van Kranendonk M., Hoffmann J. E. (eds.). Elsevier. 2019. P. 819–836. doi: 10.1016/B978-0-444-63901-1.00032-0

Joshi K. B., Slabunov A. I. Neoproterozoic sanukitoids from the Karelian and Bundelkhand cratons: comparison of composition, regional distribution and geodynamic setting. *Transactions of KarRC RAS*. 2019. No. 2. P. 5–25. doi: 10.17076/geo841

Manninen T., Huhma H. A new U-Pb zircon constraint from the Salla schist belt, Northern Finland. *Geol. Sur. Finland*. 2001. Vol. 33. P. 201–206.

Ramo O. T., Manttari I., Vaasjoki M., Upton B. G. J., Sviridenko L. P. Age and significance of Mesoproterozoic CFB magmatism, Lake Ladoga region, NW Russia. *Geol. Soc. of Amer. Abstract with Programs*. 2001. Vol. 33, no. 6. P. A – 139.

Slabunov A. I., Guo J., Balagansky V. V., Lubnina N. V., Zhang L. Early Precambrian crustal evolution of the Belomorian and Trans-North China orogens and supercontinents reconstruction. *Geodynamics & Tectonophysics*. 2017. Vol. 8, no. 3. P. 569–572.

Received February 26, 2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Светов Сергей Анатольевич

директор, д. г.-м. н.
Институт геологии КарНЦ РАН

главный научный сотрудник
Отдел комплексных научных исследований КарНЦ РАН,
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ssvetov@krc.karelia.ru

Куликов Вячеслав Степанович

д. г.-м. н.
Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kulikov@krc.karelia.ru

Слабунов Александр Иванович

заведующий лаб. геологии и геодинамики докембрия,
д. г.-м. н.
Институт геологии КарНЦ РАН, Федеральный
исследовательский центр
«Карельский научный центр РАН»
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: slabunov@krc.karelia.ru

CONTRIBUTORS:

Svetov, Sergey

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences

Department for Multidisciplinary Scientific Research,
Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru

Kulikov, Vyacheslav

185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kulikov@krc.karelia.ru

Slabunov, Alexander

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: slabunov@krc.karelia.ru