

*Литература*

1. Металлогеническая карта восточной части Балтийского щита масштаба 1:500 000 //под редакцией *Т. В. Билибиной*, Л. 1981.
2. Металлогеническая карта Карело-Кольского региона масштаба 1:1 000 000 //под редакцией *Д. В. Рундквиста*, Л. 1988.
3. Металлогения Карелии, Петрозаводск, 1999.
4. *Коровкин В. А., Турылёва Л. В. и др.* Недра Северо-Запада Российской Федерации. Санкт-Петербург, 2003, 496 с.
5. Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Петрозаводск «Карелия», 2005, 267 с.

**Ладожская серия калевия: геологическое положение, состав, возраст, источники и области сноса****Котова Л.Н., Глебовицкий В.А., Котов А.Б., Подковыров В.Н., Саватенков В.М.**

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург, e-mail: akotov@peterlink.ru

Ладожская серия, метатерригенные породы которой слагают значительную часть территории Приладожья, является стратотипом калевия Карельского региона и рассматривается как аналог калевийских терригенных отложений Финляндии [1]. До недавнего времени к этой серии относили все метатерригенные толщи Северо-Западного Приладожья, однако в последние годы стало очевидным [2], что метатерригенные породы Северного и Западного Приладожья имеют различный состав, разную геологическую историю и, скорее всего, различаются по возрасту, источникам сноса и условиям формирования. В настоящее время они рассматриваются в составе ладожской (Северное Приладожье) и лахденпохской (Западное Приладожье) серий [2], а в тектоническом плане [3] относятся соответственно к областям карелид и свекофеннид (рис.). На современной геологической карте Фенноскандинавского щита возраст постятулийских образований карелид соответствует интервалу 2.06-1.96 млрд. лет, а вулканогенно-осадочных образований свекофеннид – 1.95-1.87 млрд. лет. Sm-Nd изотопные данные [3] свидетельствуют о том, что средний модельный возраст пород в областях сноса калевийских осадков Финляндии составляет 2.4 млрд. лет, а свекофеннских – 2.2 млрд. лет.

Верхняя возрастная граница накопления пород ладожской серии многими исследователями оценивается в 1.89-1.88 млрд. лет. При этом за нижнюю возрастную границу калевия принимаются оценки возраста 1.92-1.91 млрд. лет, приведенные в работах [1, 4] по аналогии с супракрустальными образованиями, связанными со свекофеннскими островодужными комплексами. Полученные за последние годы для Северного Приладожья геохронологические данные свидетельствуют о том, что низы калевия не могут быть моложе 1.92 млрд. лет [5], а его нижняя возрастная граница составляет около 2.0 млрд. лет.

Метатаосадочные породы ладожской серии относятся к сланцевому поясу (рис.), который протягивается в район оз. Хойтиайнен [6]. Этот сланцевый пояс вытянут в северо-восточном направлении на 190 км при ширине 20-30 км и интерпретируется как раннепротерозойская структура, которая в досвекофеннское время предположительно развивалась на краю пассивной континентальной окраины Карельского кратона [7] и входила в состав зоны Ладога-Раахе-Шеллефтео.

В пределах сланцевого пояса Хойтиайнен-Янисъярви закартированы два вулканических комплекса ятулийско-людиковийского возраста – Тохмаярви и Сорттавальский (рис.), представленные главным образом породами основного состава. Возраст вулканитов комплекса Тохмаярви оценивается в 2.10 млрд. лет [8], а вулканитов Сорттавальского комплекса – в 1.96 млрд. лет [2], что свидетельствует о длительном и прерывистом проявлении вулканической активности в зоне Хойтиайнен-Янисъярви. По данным [9], вулканические породы сорттавальской серии имеют возраст в интервале 2.21-2.07 млрд. лет.

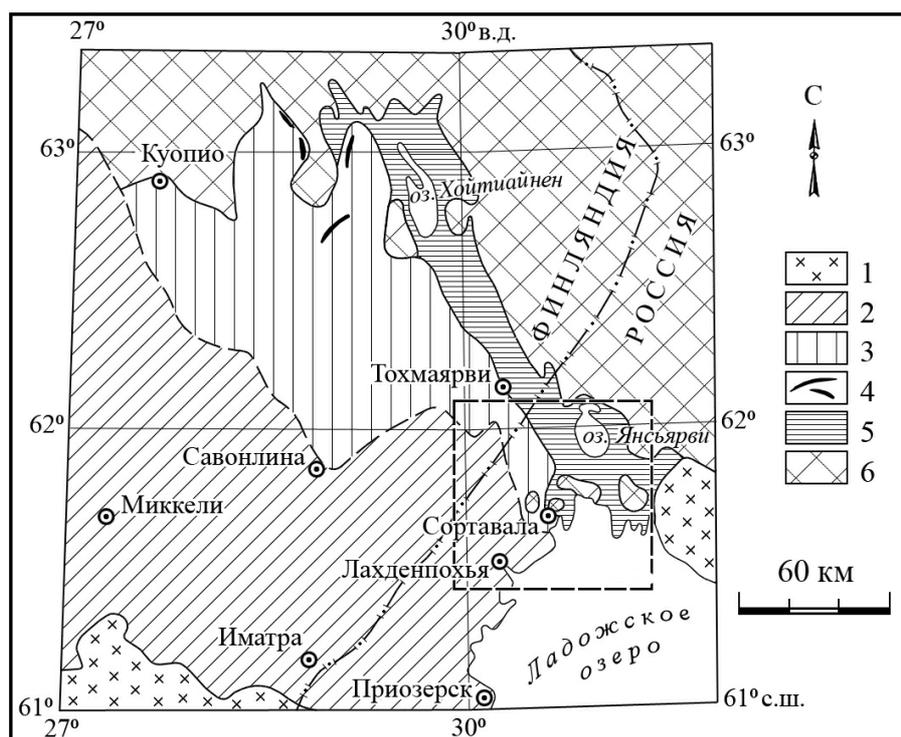


Рис. Схема геологического строения юго-восточной части Свеккофеннского складчатого пояса.

Составлена на основе картографического материала (Raahe-Ladoga Zone, geological maps 1:1 000000, 1999; Geological Map of the Fennoscandian Shield. Scale 1:2 000000, 2001):

1 – граниты рапакиви (1.65–1.47 млрд. лет); 2 – область широкого распространения супракрустальных островодужных ассоциаций (свеккофениды, 1.95–1.87 млрд. лет); 3 – область широкого распространения метаосадочных пород преимущественно верхнего калевия (свеккокарелиды, 1.95–1.87 млрд. лет); 4 – протоофиолиты Оутокумпу (1.96–1.95 млрд. лет); 5 – область широкого распространения метаосадочных пород преимущественно нижнего калевия (карелиды, 2.06–1.96 млрд. лет); 6 – Карельский кратон и выступы фундамента (> 2.50 млрд. лет)

Калевийские метаосадочные породы провинции Хойтиайнен и их соотношения с породами континентального и морского ятулия описаны в работе И.Кохонена [7], где показано, что флишеидные слюдястые сланцы калевия моложе платформенных отложений ятулия и ассоциируют с ятулийскими вулканическими комплексами типа Тохмаярви, а в ряде случаев - с диабазами с возрастом 1.97 млрд. лет. Это свидетельствует о широком возрастном интервале накопления калевийских толщ (2.1-1.9 млрд. лет). И.Кохонен [7] выделяет западный и восточный калевий. При этом он относит метаосадочные породы восточного калевия к комплексу окраинного бассейна, а метаосадочные породы западного калевия коррелирует с граувакками района Оутокумпу.

Большая часть пород ладожской серии представлена ритмично-слоистыми биотитовыми гнейсами и кварц-слюдяными сланцами, которые во многих случаях содержат в разных количествах андалузит, ставролит и гранат. Для характеристики вещественного состава ладожской серии выполнены петрохимические, геохимические и Sm-Nd изотопно-геохимические исследования слагающих эту серию метатерригенных пород, образцы которых были собраны в ходе изучения четырех опорных участков (Янисъярви, Харлу, Ляскеля, Импиниеми), расположенных вдоль субмеридионального профиля протяженностью около 45 км, пересекающего Северное Приладожье от пос. Соанлахти (оз. Янисъярви) на севере до мыса Импиниеми (п-в Хуннака) на юге. Участки Харлу и Ляскеля располагаются в области развития толщ, содержащих андалузитовые и ставролитовые сланцы. Исходя из этого, в рамках существующих стратиграфических схем метаморфические породы указанных участков, скорее всего, соответствуют свите пъякъярви, а породы участков Янисъярви и Импиниеми – свите наатселька. Другими словами, есть основания полагать, что они принадлежат соответственно к нижней и верхней частям разреза ладожской серии.

В результате петрохимической реконструкция первичного состава метатерригенных пород ладожской серии установлено [10], что в ее разрезе по изученному профилю преобладают породы граувакко-аргиллитовой ассоциации (90%) с небольшой долей аренитов (10%). В большинстве случаев они характеризуются умеренной щелочностью с незначительным преобладанием калия над натрием. По химическому составу метатерригенные породы ладожской серии отчетливо распадаются на две группы. К первой из них относятся обогащенные «мафическими» компонентами породы нижней части разреза ладожской серии, выходы которых территориально тяготеют к выходам пород сортавальской серии (участки Харлу и Ляскеля). Вторая группа включает относительно более «глиноземистые» породы верхней части разреза рассматриваемой серии, выходы которых расположены на удалении от выходов пород сортавальской серии (участки Янисъярви и Импииниemi). Главное отличие в химическом составе пород выделенных групп заключается в том, что породы нижней части разреза ладожской серии, где наиболее широко распространены арениты, являются более рециклированными образованиями, обогащены  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  и относительно обеднены  $Al_2O_3$  по сравнению с породами верхней части разреза.

По геохимическим особенностям породы нижней и верхней частей разреза ладожской серии также существенно различаются. Породы нижней части разреза обогащены Cr, Co, Ni и Sc, что в совокупности с петрохимическими данными свидетельствует о присутствии в областях сноса пород основного состава, а породы верхней части разреза, напротив, обогащены Th и La, что указывает на преобладание в областях сноса пород кислого состава. Судя по величине Hf/Zr отношения, одним из источников основного состава служили ятулийские плато-базальты. Характер распределения La, Th и Sc в породах ладожской серии дает основания полагать, что в качестве одного из главных источников пород нижней части разреза, наряду с основными породами, выступали породы, отвечающие по составу гранодиориту, тогда как главным источником пород верхней части разреза послужили породы, приближающиеся по составу к граниту.

Результаты Sm-Nd изотопных исследований показывают [10], что метатерригенные породы нижней части разреза ладожской серии характеризуются оценками  $T_{Nd}(DM)$  в интервале 2.5-2.7 млрд. лет, а верхней – в интервале 2.4-2.6 млрд. лет. Только для одного образца метаграувакки нижней части разреза получена оценка  $T_{Nd}(DM)=3.1$  млрд. лет. На диаграмме « $\epsilon_{Nd}$  – возраст» линии эволюции изотопного состава Nd большей части изученных образцов метатерригенных пород ладожской серии располагаются в поле эволюции изотопного состава Nd калевийских метаосадков Финляндии [2] или между полями эволюции изотопного состава Nd свекофенских метаосадков Финляндии [11] и архейской континентальной коры Карельского мегаблока Балтийского щита [4]. Исключение составляют только два образца терригенных пород нижней части разреза ладожской серии, линии эволюции которых находятся вблизи или в поле эволюции изотопного состава Nd архейской континентальной коры Карельского мегаблока. Все это свидетельствует о том, что в формировании пород ладожской серии принимали участие продукты разрушения пород как со средним раннепротерозойским, так и со средним архейским Nd модельными возрастными, однако, для нижней части разреза относительный вклад пород с архейскими значениями  $T_{Nd}(DM)$  в целом был заметно больше.

Таким образом, накопленные к настоящему времени геологические, геохронологические, геохимические и изотопно-геохимические данные позволяют рассматривать в качестве главных источников терригенных пород ладожской серии гранито-гнейсы архейского фундамента Карельского мегаблока Балтийского щита, а также раннепротерозойские континентальные ятулийские осадки и основные по составу магматические породы ятулия-ливия (сортавальская серия). Кроме того, в верхней части разреза ладожской серии можно допустить присутствие свекофенского вулканогенно-осадочного (островодужного) материала. Области сноса исходного для пород ладожской серии терригенного материала располагались на незначительном удалении от бассейна осадконакопления.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке Научной школы НШ-4732.2006.5 и Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Изотопная геология: геохронология, источники вещества».*

### Литература

1. Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. Объяснительная записка. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. 13 с.
2. Геология и петрология свекофеннид Приладожья // СПб.: Изд-во СПбГУ, 2000. 200 с.
3. *Huhma H.* Provenance of early Proterozoic and Archaean metasediments in Finland: a Sm-Nd isotopic study // *Precambr. Res.* 1987. V. 35. P. 127–143
4. Ранний докембрий Балтийского щита // СПб.: Из-во Наука, 2005. 711 с.
5. *Матреничев В.А., Вревский А.Б., Сергеев С.А. и др.* Граница между людиковием и калевием в Северном Приладожье: геологические взаимоотношения и изотопный возраст // Доклады Академии наук. 2006. Т. 407. № 5. С. 645–649.
6. *Zagorodny V.G., Negrutsa V.Z., Sokolov V.A.* 1986. Stratigraphy of Karelian deposits in the Karelian-Kola region // Early Proterozoic of the Baltic Shield: proceedings of the Finnish-Soviet symposium held in Petrozavodsk 19<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> august, 1985. P. 199–205.
7. *Kohonen J.* From continental rifting to collisional crustal shortening – Paleoproterozoic Kaleva metasediments of the Hoytinen area in North Karelia, Finland // *Geol. Surv. Finland Bul.* 1995. № 380. 82 p.
8. *Huhma H.* Sm-Nd, U-Pb and Pb-Pb isotopic evidence for the origin of the early Proterozoic Svecokarelian crust in Finland // *Geol. Surv. Finland Bul.* 1986. № 7. 48p.
9. *Матреничев В.А., Вревский А.Б., Матреничев А.В. и др.* Возраст и длительность людиковийского мантийного вулканизма в Северном Приладожье // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. Материалы III Российской конференции по изотопной геохронологии. Москва. ИГЕМ РАН. Том 2. М.: ГЕОС. 2006. С. 26–29.
10. *Котова Л.Н., Глебовицкий В.А., Котов А.Б. и др.* Области сноса и источники метатеригенных пород ладожской серии: результаты геохимических и Sm-Nd изотопно-геохимических исследований // Доклады Академии наук. 2006. Т. 410. № 2. С. 225–228.
11. *Lahtinen R., Huhma H., Kousa J.* Contrast in source component of Paleoproterozoic Svecofennian metasediments: Detrital zircon U-Pb, Sm-Nd and geochemical data // *Precambr. Res.* 2002. V. 116. P. 81–109.

## Тектоника территории России и дна обрамляющих морей

**Красный Л.И.**

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург

Последнее обобщение по геологии России (Советского Союза) было в 1989 г. (т.10-й, «Геологическое строение и минерагения СССР»). За последующие годы произошли существенные изменения по тектонике страны. Сейчас представляется полезным обсудить некоторые новые элементы структуры, относящиеся к различным регионам РФ, а также некоторые минералогические аспекты.

1. Уральский складчато-надвиговый пояс, протягиваясь через Султан-Уиз-Даг (Султан Увайс) имеет продолжение в Южном Тянь-Шане, что ставит под сомнение наличие «Урало-Охотского» либо «Урало-Монгольского» пояса.

Уверенно намечаются «георазделы» Уральский и Монголо-Охотский исторически обуславливающие «аккордионный» тип тектоники со сменой трансформных и транспрессивных событий. В обоих георазделах имеет место проградация (омоложение). В первом из них от герцинид до индосинид (ранних киммерид), во втором – от герцинид до яньшанид. Эти и другие георазделы (например, Кордильерский и Андийский) – огромные коридоры, где длительное время (от рифея до пострифейского фанерозоя) происходили тектонические события, в том числе со сменой палеотектонических обстановок, а также попеременного сжатия-растяжения с завершенным существенно вертикальных движений (горообразованиями).

Межплитное (межгеоблоковое) положение этих георазделов и сложная многоэтапная их эволюция зависит от глубинных конвективных течений, развивающихся по энергетическим (термальным, гравитационным и др.) процессам.