

УДК 55 (084.3) (1-924.14/16) +55.71/.72

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ МАСШТАБА 1:750 000: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К СОСТАВЛЕНИЮ

**В. С. Куликов, С. А. Светов, А. И. Слабунов, В. В. Куликова,
А. К. Полин, А. И. Голубев, В. Я. Горьковец, В. И. Иващенко,
М. А. Гоголев**

Институт геологии Карельского научного центра РАН

Впервые создана обзорная геологическая карта масштаба 1:750 000 на площадь более 320 000 км², включающую территорию Республики Карелия и сопряженных областей северо-запада России и восточной Финляндии. Разработана новая легенда, базирующаяся на международной стратиграфической шкале с авторскими дополнениями, отличающаяся от традиционных легенд государственных геологических карт РФ. Определен ранг стратонов архея и протерозоя, сопоставимых по продолжительности формирования с системами фанерозоя. Дано их краткое описание с учетом современных геохронологических данных. Разработана новая цветовая раскраска и цифровая индексация всех стратонов, отраженных на карте. Создана многоуровневая геоинформационная система «Юго-Восточная Фенноскандия масштаба 1:500 000» на основе новых геологических, геофизических, геохронологических и петрологических материалов Института геологии КарНЦ РАН и с учетом данных других организаций. Предложены геодинамические модели эволюции земной коры ЮВ Фенноскандии от архея до палеозоя.

Ключевые слова: Фенноскандинавский щит; Республика Карелия; докембрий; стратиграфия; геодинамические модели.

**V. S. Kulikov, S. A. Svetov, A. I. Slabunov, V. V. Kulikova, A. K. Polin,
A. I. Golubev, V. Ya. Gorkovets, V. I. Ivashchenko, M. A. Gogolev.
GEOLOGICAL MAP OF SOUTHEASTERN FENNOSCANDIA (SCALE
1:750 000): A NEW APPROACH TO MAP COMPILATION**

A 1:750 000 scale geological map, covering an area of over 320 000 sq. km occupied by the Republic of Karelia and adjacent areas of Northwest Russia and Eastern Finland, has been compiled for the first time. A new legend, based on the International Stratigraphic Scale, was constructed by the authors. It differs from the common legends of Russian state geological maps. The rank of Archean and Proterozoic strata, comparable in the duration of formation to Phanerozoic systems, was determined. They are described briefly with regard for modern geochronological data. New colours and numerical indexing for all the strata shown in the map were used. The multi-level geoinformation system “1:500 000 scale Southeastern Fennoscandia”, based on new geological, geophysical, geochronological and petrological data collected by the Institute of Geology and other organizations, was developed. Geodynamic models for the Archean to Paleozoic crustal evolution of SE Fennoscandia have been proposed.

Keywords: Fennoscandian Shield; Republic of Karelia; Precambrian; stratigraphy; geodynamic models.

Введение

Большой интерес к ранней истории Земли не ослабевает в последние десятилетия, так как с развитием технологий появились реальные возможности найти объективные ответы на наиболее сложные вопросы о составе, состоянии и особенностях развития ранней земной коры. Учитывая, что территории, на которых можно изучать геологию докембрия, на нашей планете весьма ограничены, значимость таких районов, как восточная часть Фенноскандинавского (или Балтийского) щита, трудно переоценить.

В последнее время в пределах этого региона выполнены комплексные геологические и геофизические исследования, позволяющие коренным образом пересмотреть многие существующие концепции и геодинамические модели развития Земли в докембрии. Лавинообразный поток прецизионных геохронологических данных, информация о глубинном строении литосферы, выделение и геохимическое исследование новых уникальных для докембрия породных ассоциаций (коматииты, адакиты, эклогиты, санукитоиды, кимберлиты и т. д.) позволяет надеяться на получение новых знаний о природе ранней Земли. Для успешного вовлечения этой геологической информации в активный научный оборот необходимо создание нового поколения информационных систем, базой для которых являются геологические карты.

С этой целью в Институте геологии Карельского научного центра РАН были инициированы работы по составлению новой версии обзорной геологической карты (ОГК) Республики Карелия и прилегающих районов. В работе участвовал авторский коллектив специалистов из большинства подразделений института. Это позволило объединить в предложенной геологической карте ЮВ Фенноскандии материалы многолетних геологических исследований региона с использованием современных ГИС-технологий.

При создании геологической карты региона использовалась информация, накопленная в ИГ КарНЦ РАН за последние 20 лет, включая существующие картографические материалы: 1) Geological map of the Fennoscandian shield 1:2 000 000 [Koistinen et al., 2001]; 2) Государственная геологическая карта масштаба 1:1 000 000 (лист Петрозаводск Р-35-37) [Богданов, 2000]; 3) Геологическая карта ЮВ части Балтийского щита, М 1:500 000 (ред. В. А. Соколов, 1979); 4) Металлогеническая карта российской части Фенноскандинавского щита масштаба 1:1 000 000 [Корсакова и др., 2007а, б]

и многие другие, отражающие изученность рассматриваемых территорий по состоянию на конец XX – начало XXI века. Привлекались новые геологические, геофизические, геохронологические (около 300 U-Pb и Sm-Nd датировок) и петрологические материалы, новые подходы к составлению карт докембрийских комплексов с использованием авторской хроностратиграфической схемы докембрия региона, учитывающей важные составные элементы Международной стратиграфической шкалы (МСШ), Общей стратиграфической шкалы России (ОСШ) и Региональной стратиграфической схемы нижнего докембрия СЗ СССР.

На разных этапах составления ОГК (от идеи создания, обсуждений и до окончательного оформления) кроме авторского коллектива статьи участвовали следующие сотрудники ИГ КарНЦ РАН: О. И. Володичев, [Л. П. Галдобина], М. А. Елисеев, [В. Н. Кожевников], О. Л. Кожевникова, В. И. Коросов, Л. В. Кулешевич, В. В. Макарихин, П. В. Медведев, Т. Н. Назарова, [В. И. Робонен], [С. И. Рыбаков], Д. В. Рычанчик, [А. И. Светова], Л. П. Свириденко, О. С. Сибилев, В. Д. Слюсарев, В. С. Степанов, А. В. Степанова, В. В. Травин, [Н. Н. Трофимов], [Р. А. Хазов], Н. В. Шаров, В. В. Щипцов, Н. И. Щипцова.

Методика составления ОГК и основные элементы ее нагрузки

При составлении ОГК авторы руководствовались рекомендациями по составлению геологической карты масштаба 1:1 000 000–1:500 000 [Островский и др., 1994] и результатами собственных исследований. Учитывая, что ОГК не относится к категории государственных геологических карт, которые должны строго отвечать определенным требованиям, наши отступления от некоторых принятых правил представляются рациональными и оправданными. Новые подходы к составлению карты касаются главным образом вопросов стратиграфии и тектоники, а также частично магматизма и метаморфизма.

Стратиграфия. В качестве стратиграфической основы ОГК принята МСШ, утвержденная XXXI Международным геологическим конгрессом по предложению Международного союза геологических наук в 2000 г. (с последующими уточнениями) в ранге эонотем и эратем для докембрия и систем фанерозоя и венда. Переход на МСШ, отличающуюся от принятой в России ОСШ, связан с более простой и легко воспринимаемой структурой первой, которая едина для фанерозоя и докембрия. Она необходима

Сопоставление стратиграфических подразделений докембрия в рангах эратем и систем (МСШ, ОСШ и Хроностратиграфическая схема докембрия ЮВ Фенноскандии)

Время, млрд лет	МСШ [Ogg et al., 2008]		ОСШ [Стратигр. кодекс, 2006]			Хроностратиграфическая схема докембрия ЮВ Фенноскандии			
	Эра-тема	Система	Эонотема	Эратема	Система	Эратема	Система (с), суперсистема (сс), геонотема (гт)	Индекс	
	Палеозой	Кембрий		Палеозой	Кембрий	Палеозой	Кембрий (с)	311	
0.6	Неопротерозой	Эдиакарий	Верхнепротерозойская	Рифейская	Верхнерифейская	Неопротерозой	Венд (с)	232	
0.7		Криогений					Верхнерифейская	Верхний рифей (сс)	231
0.8		Тоний							
0.9		Стений					Мезопротерозой	Среднерифейская	Средний рифей (сс)
1.1	Эктазий								
1.2									
1.3									
1.4	Калимий	Нижнерифейская	Нижний рифей (сс)	221					
1.5									
1.6	Палеопротерозой	Статерий	Нижнепротерозойская (Карельская)	Верхнекарельская	Вепсий (с)	216			
1.7									
1.8		Орозирий		Калевий (с)	215				
1.9									
2.0				Нижнекарельская	Людиковий (с)	214			
2.1									
2.2							Рясий		
2.3									
2.4	Сидерий	Сариолий (с)	212						
2.5									
2.6	Неоархей		Верхнеархейская (Лопийская)	Верхнелопийская	Неоархей	2,6–2,5 млрд лет (гт)	133		
2.7						2,7–2,6 млрд лет (гт)	132		
2.8						2,8–2,7 млрд лет (гт)	131		
2.9	Мезоархей			Среднелопийская	Мезоархей	2,9–2,8 млрд лет (гт)	124		
3.0						3,0–2,9 млрд лет (гт)	123		
3.1						3,1–3,0 млрд лет (гт)	122		
3.2						3,2–3,1 млрд лет (гт)	121		
3.3	Палеоархей		Нижнеархейская (Саамская)		Палеоархей		11		
3.4									

для рассматриваемого региона, являющегося важной составной частью Фенноскандинавского щита (ФСЩ) и включающего четыре государства Северной Европы: СЗ Россию, Финляндию, Швецию и Норвегию. Первый опыт составления геологической карты ФСЩ [Koistinen et al., 2001] масштаба 1:2 000 000 показал необходимость использования для этой территории единой согласованной легенды. Однако применение ее в полном объеме при создании ОГК не увенчалось успехом. Поэтому потребовалось внесение необходимых изменений в легенду и упорядочение ее структуры, цветовой окраски вновь выделяемых стратонов в ранге систем и их индексации с учетом российской и международной практики (табл.).

Была разработана новая Хроностратиграфическая схема докембрия ЮВ Фенноскандии, которая включает стратоны трех рангов: 1 – эонотемы, 2 – эратемы и 3 – системы и их аналоги. Подразделения 1 и 2 рангов соответствуют по объему и границам таковым МСШ. Подразделения 3 ранга в связи с их разной степенью изученности и наличием часто недостаточных геологических и геохронологических данных получили разные названия. Для палеозоя и венда они отнесены к системам МСШ и ОСШ, для мезо- и неопротерозоя – к суперсистемам, а для архея – к геонотемам.

Учитывая, что ОГК отражает очень продолжительный (более 3 млрд лет) интервал геологического времени, применен единый подход

к разделению его на отрезки, сопоставимые в истории как докембрия, так и фанерозоя. Как известно, в фанерозое такими наиболее важными отрезками являются геологические периоды со средней продолжительностью около 52 млн лет (при колебаниях от 25 до 80 млн лет). В палеопротерозое они составляют порядка 100 млн лет, и им соответствуют надгоризонты региональной стратиграфической схемы СЗ СССР [Геология..., 1987; Общая стратиграфическая шкала..., 2002] от сумия до вепсия. Этим надгоризонтам целесообразно придать ранг систем [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011; Hanski, Melezhik, 2012; Куликов, Куликова, 2013]. Ведь более 100 лет назад член-корреспондент РАН В. Рамсей называл образования некоторых нынешних надгоризонтов системами (например, ятулийская и калевийская) [Ramsay, 1907]. В мезо- и неопротерозое России пока не выделено систем за исключением венда (эдиакария МСШ), но авторы ОГК предлагают временно использовать термин «суперсистема» для нижнего, среднего и верхнего рифея вместо принятых в ОСШ одноименных «эратем» (табл.). Продолжительность формирования таких суперсистем от 200 до 350 млн лет экстремальна для протерозоя и требует дальнейшего изучения, так же как и весьма продолжительных «систем» протерозоя в МСШ [Ogg et al., 2008], которые в нашей схеме не используются.

Полученный за последние годы значительный объем геохронологических данных по архейским магматическим комплексам как в России, так и в Финляндии позволяет разделять архейские эратемы на геонотемы продолжительностью в 100 млн лет. Этот термин впервые вводится в стратиграфическую номенклатуру и впервые применяется в создании геологических карт докембрийских регионов. По своему рангу он приравнивается к системе палеопротерозоя.

Каждый стратон ранга системы имеет на ОГК свой цвет и цифровой индекс. Цветовая гамма архейских геонотем характеризуется зеленоватыми цветами, близкими к нижнему палеозою МСШ, а палеопротерозойских систем – к мезозою и кайнозою МСШ. Стратиграфическая последовательность цветов (от древних к молодым) соответствует цветовой гамме радуги в направлении от фиолетовых к синим, зеленым и желтым.

Каждое выделенное в масштабе ОГК геологическое образование имеет свой двух- или трехзначный цифровой индекс, который отражает геологический возраст соответствующих пород (табл.) с точностью до эратемы или

системы (ее аналога), а иногда и отдела. Установлена следующая расшифровка этих индексов (цифры слева направо): первая цифра показывает принадлежность образования к эоноте (1 – архей, 2 – протерозой, 3 – фанерозой); вторая – к эратеме внутри эонотемы (1 – палео-, 2 – мезо-, 3 – нео- (кайно-)); третья – к системе или ее аналогам (суперсистемы для рифея и геонотемы для архея) при нумерации их снизу вверх внутри эратемы. Индексы, заключенные в квадратные скобки в тексте статьи и легенде, отражают соответствующие стратонны. В архее при отсутствии общепринятых наименований геонотем предлагается называть их по цифрам возрастных интервалов (снизу вверх внутри эратемы). Четвертая цифра применяется только для отделов ятулийской системы, которые установлены и выделены на карте (2131 – нижний ятулий, 2132 – верхний ятулий). Другие составные части систем и геонотем (отдельные свиты, маркирующие горизонты) выделяются особым крапом на цветовом поле соответствующих стратоннов (вклейка).

Авторы признают дискуссионность некоторых положений хроностратиграфической схемы региона, и их рассмотрение планируется в отдельной публикации.

Магматизм. Цветовая окраска интрузивных образований на ОГК принципиально не отличается от таковой на государственных картах России. Она традиционно связывается с их вещественным составом: синие и фиолетовые цвета соответствуют ультрабазитам, зеленые – базитам, коричневые – диоритам, красные – гранитоидам и оранжевые – щелочным породам. Индекс интрузивных комплексов состоит из двух частей: буквенной, обозначающей преобладающий вещественный состав геологических тел (γ – гранитоиды, ν – базиты, σ – ультрабазиты и т. д.), и цифровой, характеризующей период их формирования. Например, $\gamma 132$ – это архейские граниты с возрастом 2,7–2,6 млрд лет, а $\sigma \nu 211$ – палеопротерозойские ультрабазит-базиты сумия.

Цифры в круглых скобках в легенде (см. вклейку) обозначают изотопный возраст (U-Pb или Sm-Nd) в миллионах лет для конкретных тел, ссылка на источник дается в тексте статьи.

Тектоника. Тектоническая нагрузка ОГК соответствует масштабу карты и содержит три типа данных. Во-первых, на отдельной врезке показана схема тектонического районирования региона, с выделением тектонических структур высшего порядка: Фенноскандинавского щита и Русской плиты с уточненной границей между ними по подошве венда, трех раннедокембрийских провинций (Беломорской, Карельской

Посвящается 55-летию
Института геологии КарНЦ РАН

ОБЗОРНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

МАСШТАБ 1:750000

2015 г.

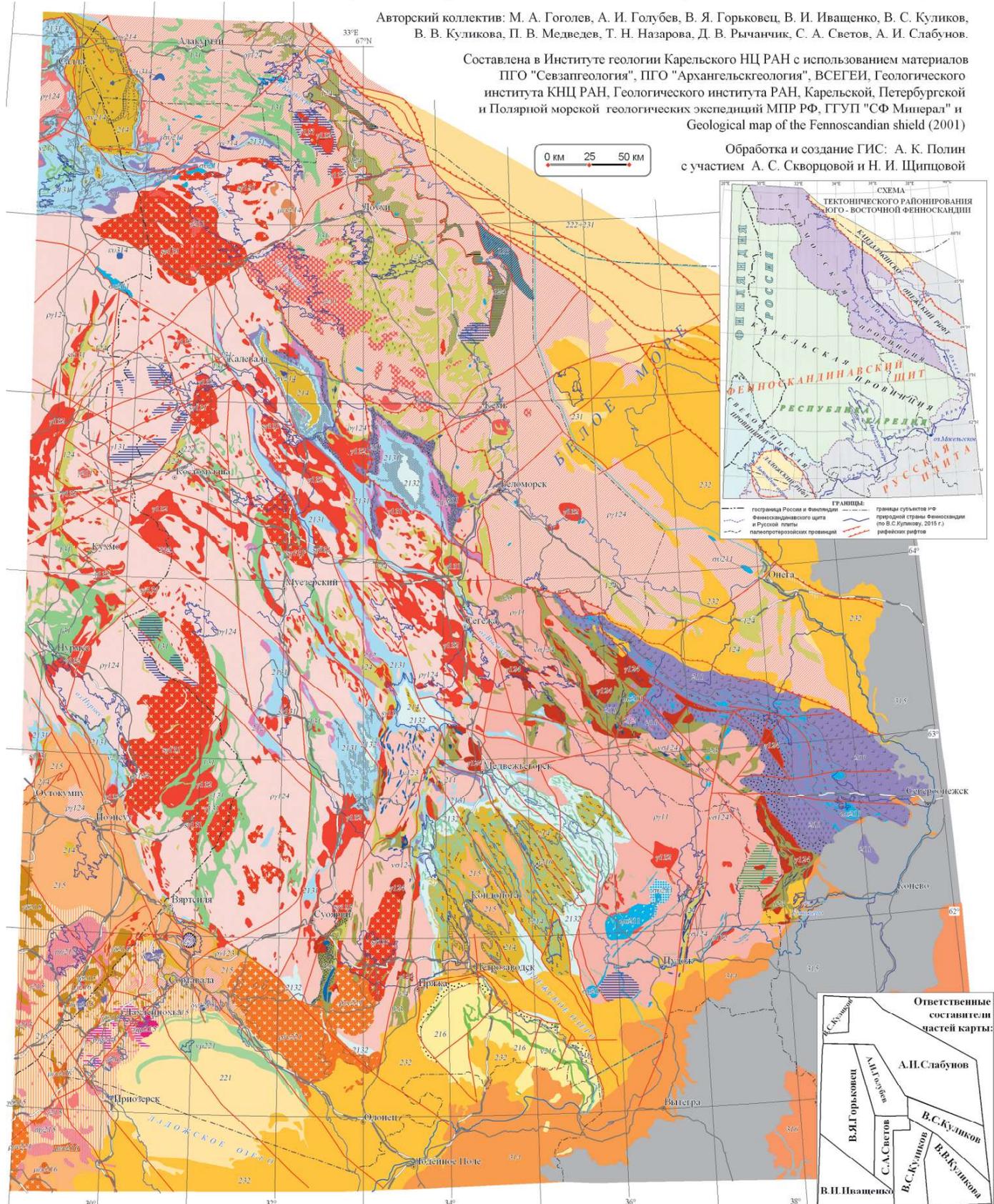
РЕДАКТОР В. С. КУЛИКОВ

Редакционная коллегия: А. И. Голубев, В. Я. Горьковец, В. И. Иващенко, В. В. Куликова, С. А. Светов, А. И. Слабунов

Авторский коллектив: М. А. Гоголев, А. И. Голубев, В. Я. Горьковец, В. И. Иващенко, В. С. Куликов,
В. В. Куликова, П. В. Медведев, Т. Н. Назарова, Д. В. Рычанчик, С. А. Светов, А. И. Слабунов.

Составлена в Институте геологии Карельского НЦ РАН с использованием материалов
ПГО "Севзапгеология", ПГО "Архангельскгеология", ВСЕГЕИ, Геологического
института КНЦ РАН, Геологического института РАН, Карельской, Петербургской
и Полярной морской геологических экспедиций МПР РФ, ГГУП "СФ Минерал" и
Geological map of the Fennoscandian shield (2001)

Обработка и создание ГИС: А. К. Полин
с участием А. С. Скворцовой и Н. И. Щипшовой



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Хроностратиграфические подразделения	Индексы	Преобладающие и индикаторные типы пород				
		СВЕКОФЕНИСКАЯ ПРОВИНЦИЯ	КАРЕЛЬСКАЯ ПРОВИНЦИЯ	БЕЛОМОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ		
I. Век-палеозойский чехол Восточно-Европейской платформы						
Эпохеи	Эпохи	Степени и субстадии	Осложненные и фрагментарные подразделения	Палеозойские породы		
ФАНЕРОЗОЙ [31]	Палеозой [31]	Июль [316]	810	Глины, алевролиты, пески, известняки, доломиты	Глины, алевролиты, пески, известняки, доломиты	
	Палеозой [31]	Июль [316]	811	Глины, доломиты, известняки, бокситы	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки, бокситы	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, известняки
	Палеозой [31]	Июль [316]	812	Пески, песчаники, алевролиты, глины, мергели	Ультраосновные и щелочные породы с карбонатами	Ультраосновные и щелочные породы с карбонатами (377-379)
	Палеозой [31]	Июль [316]	813	Песчаники, алевролиты, туффиты, конгломераты	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты и туфы
	II. Мезо-неопроterozoические (рифейские) образования аласконов (рифтов)					
	Неопротерозой [23]	Рифей [231]	231	Тагаметиты, зюпитры асбестовые (725)		
	Средний рифей [231]	222	Лампроиты, кимберлиты (1200)		Песчаники, алевролиты, доломиты	
	Нижний рифей [231]	222	Песчаники, конгломераты, базальты, габброиды (1100-1250)			
	III. Подпалеозойские осадочные, постосадочные и интрузивные образования					
			Свекофениский аккреционный ороген (1900-1800)	Протоплатформа	Лавинско-Кольский коллизионный ороген (2000-1900)	
Векский [216]	216	Кимберлиты (2000-17647)	Габброиды, доломиты, базальты (1770-1750)			
		Моногиты, слениты, граниты, калиевые ультрабазиты (1810-1770)				
		Пегматитовые граниты, лейкограниты (1800)				
		Красноцветные кварцитопесчаники, кварциты, конгломераты				
		Сероцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты				
1800	210	Калиевые граниты (1860-1800)	Граниты (1800), пегматиты	Граниты (1800), пегматиты		
		Монодюриты, гранодиориты, граниты (1868-1869)				
		Граниты, мигматит-граниты, гнейсыграниты				
		Эндербиты, чароиты, траунциты (1880)				
		Дюриты, габброиды, тоналиты, трондземиты (1878-1871)				
		Тоналиты, дюриты, габбро-дюриты, пироксениты (1883)				
		Монодюриты, габбро, пироксениты, слениты (1891)				
		Биотитовые гнейсы, кристаллоциты				
		Кварциты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, углеродистые сланцы и их метаморфизированные аналоги	Аргиллиты, алевролиты, кварцитопесчаники, конгломераты			
IV. Средне-неопротерозойские протоплатформенные образования						
		Перидотиты, габбро, доломиты, дюриты (1975-1956)				
		Габброиды (1985-1976)				
		Феррогаббро, пироксениты, оливиниты, нефелиновые слениты, карбонатиты (2060)		Нерасчленившиеся вулканогенно-осадочные породы		
		Базальты, коматитовые базальты, андезитбазальты, кислые вулканы				
		Доломиты, углеродсодержащие и хлоритовые сланцы, слюдистые песчаники				
		Базальты, андезитбазальты, тресбазальты, карбонатиты и кремнистые породы, песчаники, конгломераты				
		Пикриты, пикробазальты, базальты, туфы, туффиты, туфопогломераты		Конгломераты		
		Высокуглеродистые породы (пуниты), аргиллиты, алевролиты, доломиты, базальты, андезитбазальты		Углеродистые породы, доломиты, базальты		
		Габброиды, частично более молодые		Феррогаббро (2115)		
		Доломиты, гипсы, соли, ангидридо-магнезитовые породы, алевролиты, базальты, доломиты				
		Базальты и частично доломиты в отдельных крупных структурах				
		Песчаники, кварцитопесчаники, аркои, конгломераты, базальты, местами доломиты		Кварцитопесчаники, базальты, доломиты		
V. Ранне-неопротерозойские рифтевые образования						
		Базальты, андезитбазальты, конгломераты, граувакки, кварцитопесчаники		Чароиты (2425-2450)		
		Граниты (2440)				
		Нерасчленившиеся мифит-ультрамафиты				
		Габброиды, габбро, дюриты (2505-2397)		Габброиды, дюриты, габброграниты (2505-2396)		
		Дуниты, перидотиты, пироксениты				
		Нерасчленившиеся осадочные и вулканогенные породы		Кварциты, песчаники, базальты, андезитбазальты		
		Коматитовые базальты, базальты, андезитбазальты (2410)				
		Глинистые, кремнистые осадки, песчаники, конгломераты				
		Кислые вулканы, туфы (2442)				
		Андезитбазальты, базальты				
		Аркои, кварциты				

Хроностратиграфические подразделения	Индексы	Преобладающие и индикаторные типы пород				
		КАРЕЛЬСКАЯ ПРОВИНЦИЯ	БЕЛОМОРСКАЯ ПРОВИНЦИЯ			
VI. Неоархейские гранит-зеленокаменные образования						
Эпохеи	Эпохи	Осложненные и фрагментарные подразделения	Палеозойские породы			
Неоархей [31]	2700	2700	Гранодиориты, граниты, лейкограниты (2680-2670)	Граниты (2690)		
	2800	2800	Эндербиты, чароиты (2778-2720)			
		2800	Силузиты (серия высоко Mg, Ba, Sr пород - дюриты, гранодиориты, габбро, пироксениты) (2744-2720)			
		2800	Метасидиты, паргнейсы			
	Мезоархей [12]	2900	2900	Метасидиты, Fe-кварциты, редко вулканы (2760-2740)	Кварциты, Fe-кварциты (2800-2780), граниты (2780), андезиты, базальты, бокситы, коматиты (2820-2780)	
			VII. Мезоархейские гранит-зеленокаменные образования			
			2900	Нерасчленившиеся комплексы дюритов, тоналитов и мигматит-плаггиогранитов (2870-2750)	Тоналиты-трондземит-гранодиориты, частично более молодые	
		124	124	Граниты, плаггиограниты (2884-2850)		
			124	Нерасчленившиеся вулканы и осадки	Амфиболиты и гнейсы	
			124		Паргнейсы	
124			Андезиты, дациты, риолиты, метасидиты (2860-2850)	Андезиты, риолиты (2880-2830), эггиты (2880-2820)		
3700		3700	Амфиболиты, серпентиниты (2880-2860)			
		3700	Ультрамафиты, габбро (2890)			
		3700	Коматиты, базальты (2917), дациты, риолиты (2955), габбро, частично более молодые			
Палеоархей [11]	3200	3200	Тоналиты, гранодиориты (2985)			
		3200	Перидотиты, пироксениты, габбро, дюриты (2985)			
		3200	Базальты, андезиты, дациты, риолиты (3020-2995)			
VIII. Палеоархейские образования древнейшей континентальной коры						
3200	3200	Тоналиты (3220), трондземиты (3240) с включенными амфиболитами, частично более молодые				
	3200	Амфиболиты мигматизирующие (волокна тонны и ее аналоги) (34007-2900)				

ГРАНИЦЫ

- Государственная РФ
- Субъектов РФ
- Природной страны Феноскандии
- Геологические
- Геофизический контур Восточнокавказской гравитационной и магнитной аномалий

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

- Архейские ТТТ комплексы, интенсивно переработанные в палеопротерозое
- Архейские гранулитовые комплексы
- Неоархейский Грдинский эггитосодержащий метак

РАЗЛОМЫ

- Надвиги
- Разломы

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

- Населенные пункты
- Железные дороги
- Автомобильные дороги
- Реки
- Контурные водоемов

Расшифровка числовых индексов

Каждое выделенное образование имеет свой двух-, трех- или четырехзначный цифровой индекс в квадратных скобках, который отражает геологический возраст соответствующих пород с точностью до периода. Расшифровка индекса (цифра слева направо): 1-я цифра показывает принадлежность образования к эпохе (1 - архей, 2 - протерозой, 3 - фанерозой); 2-я - к эпохе внутри эпохи (1 - палео, 2 - мезо, 3 - нео (кайно)); 3-я - к системе или ее аналогу (субсистема для рифей и геотемы для архей) при нумерации их снизу вверх внутри эпохи.

Палеозой [31]	Палеопротерозой [21]	Мезопротерозой [22]
1 - кембрий [311]	1 - сумий [211]	1 - нижний рифей [221]
2 - ордовик [312]	2 - сарматин [212]	2 - средний рифей [222]
3 - силур [313]	3 - ятулий [213]	2 - средний рифей [222]
4 - девон [314]	4 - лондонский [214]	Неопротерозой [23]
5 - карбон [315]	5 - кельвин [215]	1 - верхний рифей [231]
6 - пермь [316]	6 - пермь [216]	2 - венд [232]

Палеоархей [11]	Мезоархей [12]	Неоархей [13]
1 -> 3,2 Ga [111]	1 - 3,2-3,1 Ga [121]	1 - 2,8-2,7 Ga [131]
	2 - 3,1-3,0 Ga [122]	2 - 2,7-2,6 Ga [132]
	3 - 3,0-2,9 Ga [123]	3 - 2,6-2,5 Ga [133]
	4 - 2,9-2,8 Ga [124]	

В архее при отсутствии общепринятых названий аналогов систем приняты следующие временные системы - геотемы с продолжительностью геона 100 Ма (снизу вверх внутри эпохи):

Четвертая цифра используется для отделов соответствующих систем, если они установлены. Например, 2131 - нижний ятулий, 2132 - верхний ятулий. Нерасчленившиеся образования, включающие две и более системы, и их аналоги обозначаются индексом нижней системы с указанием в соответствующей колонке легенды, что она включает и более молодые образования. Например, 211 - сумий «с частичным включением сарматинских пород».

Индекс интрузивных образований состоит из двух частей: буквенной, обозначающей преобладающий вещественный состав геологических тел (γ - граниты, ν - базиты, σ - ультрабазиты и т.д.), и цифровой, характеризующей соответствующий период формирования. Например, γ 12 - архейские граниты с возрастом 2,7-2,6 Ga, σ 211 - палеопротерозойские мифит-ультрамафиты сумий возрастом 2,5-2,4 Ga. Цифры в круглых скобках в легенде обозначают изотопный возраст (U-Pb или Sm-Nd) в миллионах лет для конкретных тел.

Цифры без скобок в столбце "Хроностратиграфические подразделения" обозначают возраст (или лет) нижней границы соответствующего стратона.

и Свекофеннской) в пределах щита и двух мезо-неопротерозойских рифтов (Кандалакшско-Онежского и Ладожского).

Во-вторых, в легенде выделены главные геотектонические этапы развития земной коры региона от архея до палеозоя (от древних к молодым): палеоархейский (древнее 3,2 млрд лет) – образование древнейшей континентальной коры; мезо-неоархейский (3,0–2,6 млрд лет) – формирование гранит-зеленокаменных областей в процессе аккреционно-коллизии орогении (с выделением трех субдукционно-аккреционных, а также рифтогенной, коллизии и аккреционной стадий); раннепалеопротерозойский (2,5–2,3 млрд лет) – развитие сумийско-сариолийской рифтогенной системы; среднепалеопротерозойский (2,3–1,92 млрд лет) – формирование ятулийско-людиковийской протоплатформенной области; средне-позднепалеопротерозойский (2,0–1,8 млрд лет) – проявление коллизии (лапландско-кольской, 2,0–1,9 млрд лет) и аккреционной (свекофеннской, 1,9–1,8 млрд лет) орогений [Балаганский и др., 2006 и ссылки в ней] соответственно в Беломорской и Свекофеннской провинциях при протоплатформенном режиме в Карельской провинции; позднепалеопротерозойский (1,8–1,65 млрд лет) – посторогений; мезо-неопротерозойский (1,65–0,65 млрд лет) – влакогенный и венд-палеозойский (0,65–0,26 млрд лет) – платформенный.

В-третьих, на карте показаны наиболее значимые и характерные примеры дизъюнктивной тектоники (разломы, надвиги). На ОГК не приводится тектоническое районирование Карельской провинции, но условно принимается ее подразделение на три субпровинции (террейна, блока): Водлозерскую (Восточно-Карельскую), Центрально-Карельскую и Западно-Карельскую [Лобач-Жученко и др., 2000б; Slabunov et al., 2006; Слабунов и др., 2006, 2011б; Hölttä et al., 2014]. При этом принимается, что границами Центрально-Карельской с другими субпровинциями являются: на востоке субмеридиональная зона по линии Ведлозеро-Сезозеро-Выгозеро, а на западе – по линии Иломанси-Тулос-Вокнаволоок. Каждая из них имеет свои специфические черты развития в архее.

Вопросы эволюции земной коры региона и особенности геодинамических процессов на каждом из ее этапов выходят за рамки данной работы, но очевидно, что представленная карта является базой для таких исследований.

Метаморфизм. Метаморфические комплексы на ОГК показаны ограниченно с использованием различных видов штриховки. Поскольку подавляющая часть пород региона

в той или иной степени претерпела метаморфические преобразования, то на ОГК обозначены только проявления высоких степеней: гранулитовой фации мезо- и неоархея (горизонтальная синяя штриховка), эклогитовой фации (черная косая штриховка в Беломорской провинции), амфиболитовой фации умеренных-высоких давлений (тонкая косая штриховка по гранито-гнейсам Беломорской провинции) и амфиболитовой фации палеопротерозоя (косая белая штриховка по гранитоидам архея в куполах Приладожья). Вертикальной и горизонтальной белой штриховкой соответственно отмечен метаморфизм амфиболитовой и гранулитовой фаций в породах ладожской серии калевия.

Краткая характеристика породных комплексов и ассоциаций

Приводимая ниже краткая характеристика выделенных на карте породных комплексов и ассоциаций дана на основе материалов, обобщенных ответственными составителями (В. С. Куликовым, С. А. Световым, А. И. Слабуновым, В. В. Куликовой, В. Я. Горьковцом, А. И. Голубевым и В. И. Иващенко) отдельных частей ОГК (см. вклейку) в последовательности от древних к молодым.

АРХЕЙ [1]

Архейские образования занимают около половины площади ОГК и разделяются на палеоархейские (>3,2 млрд лет), мезоархейские (3,2–2,8 млрд лет) и неоархейские (2,8–2,5 млрд лет).

Палеоархей [11]

Палеоархейская эра включает в себя, по мнению В. В. Куликовой, время формирования сложных амфиболит-тоналит-гранодиорит-трондьемитовых ассоциаций, в том числе в пределах Водлозерского блока (по разным авторам – домена, террейна). Его современные контуры условны, а внутренняя структура вследствие плохой обнаженности изучена фрагментарно. В геофизических полях блок имеет сложные контуры, в первую очередь за счет особенностей обрамления его мезоархейскими зеленокаменными структурами [Куликова, 1993; и др.] (см. вклейку). Наиболее доступны выходы коренных пород для относительно корректных исследований в районе рек Нетома – Водла – Винела (оз. Волоцкое). В геологическом строении этой территории участвуют [Куликов и др., 1990]: а) амфиболиты по

базальтам и коматиитам, выделенные в самостоятельную волоцкую свиту; б) вышележащие (?) полосчатые амфибол-биотитовые гнейсы («водлинская толща») дискуссионного генезиса (ТТГ, тоналиты, трондьемиты, гранодиориты или автохтонные и аллохтонные метасоматиты по амфиболитам). Останцы предположительно палеоархейских супракрустальных комплексов слагают Черевскую, Шальскую и Илексинско-Водлинскую структуры.

В Черевской структуре, расположенной к западу от оз. Волоцкого, В. В. Куликовой с коллегами [Куликова, 1993] был описан разрез волоцкой свиты с общим З-СЗ падением. Нижняя и верхняя границы его не установлены, но в районе среднего течения р. Токши отмечается структурное несогласие с вожминской серией Сумозерско-Кенозерского ЗП мезоархея, общее падение пород которой ориентировано на В и С. Породы свиты представлены практически монотонной толщей амфиболитов по вулканитам основного, реже ультраосновного состава (около 18 пачек) общей мощностью ~4 км. Мало-мощные тела эффузивов характеризуются в основном массивными и шлаковыми, редко подушечными и специфическими очковыми (за счет псевдоморфоз серпентина по вторичному оливину) текстурами, среди них встречаются единичные прослои туфов (?) и туффитов. Свита была предложена в качестве регионального стратотипа нижнеархейских образований ФССЦ [Куликова, 1993; Общая стратиграфическая шкала..., 2002]. В связи с трудностями при определении позиции свиты по геологическим признакам на первое место в их идентификации были выдвинуты изотопные возрасты древнейших пород и изменяющих их событий. Первые возрасты амфиболитов по мафит-ультрамафитовым вулканитам установлены в районе оз. Волоцкого (Sm-Nd метод) $3391 \pm 76 - 3353 \pm 60$ млн лет [Пухтель и др., 1991]. Крайне измененная «водлинская толща» в виде полосчатых плагиоамфиболовых пород (ТТГ или «серые гнейсы») с ксенолитами амфиболитов в среднем течении р. Водлы (дер. Водла) однозначно не идентифицирована. Возможно, здесь находится ядро Черевской структуры, где толща смята в крутые складки. Серии ТТГ первоначально рассматривались как продукты «преобразования» вулканитов андезит-дацитового состава – древнейшего протолита Балтийского щита с расчетным Sm-Nd возрастом 3540 ± 60 и 3500 ± 90 млн лет, по [Сергеев, 1989; Левченков и др., 1989 и др.]. С. Б. Лобач-Жученко с соавторами [Lobach-Zhuchenko et al., 1986, 1993] там были описаны «амфиболиты I» с модельным Sm-Nd возрастом 3320 ± 100 млн лет. В дальнейшем конкордатный

возраст цирконов (SHRIMP-II) из этих же амфиболитов был определен в «ранней генерации» как $3238,6 \pm 9,3$ млн лет, а в «поздней» – в 2978 ± 12 млн лет [Сергеев и др., 2007].

Последующие работы сотрудников ИГГД РАН показали, что возраст протолита тоналито-гнейсов по ядрам цирконов (SHRIMP-II) в двух пробах из района р. Водла оценивается в 3236 ± 17 и 3240 ± 14 млн лет, а время их метаморфических преобразований в $3153 \pm 5,4$ и $2845 \pm 5,9$ млн лет [Сергеев и др., 2007]. Весьма близкий возраст имеют тоналиты (3213 ± 32 Ma) и трондьемиты (3240 ± 11 млн лет) района Лайручей [Чекулаев и др., 2009б].

В совокупности это позволяло всю ассоциацию «рассматривать в качестве объекта нижнеархейской (саамской) зонотемы хроностратиграфической шкалы России» [Чекулаев и др., 2009а].

«Мафитовый магматизм... представлен на Водлозерском домене амфиболитами I, которые по изотопным и геохимическим признакам аналогичны древнейшим базитам других кратонов..., а преобладающие в Водлозерском домене ТТГ серии имеют генетическую связь... с древними мафитами (амфиболитами I)» [Лобач-Жученко и др., 2009. С. 225; и др.]. Эти результаты вполне соответствуют исследованиям В. В. Куликовой с коллегами и являются базой для дальнейших исследований всего палеоархейского комплекса. По ее мнению [Куликов и др., 2016], основной проблемой остается как корректное геологическое картирование выбранных для опробования участков, так и определение генезиса метаморфических пород. Сложность изучения палеоархейских амфиболитов обуславливается калиевым метасоматозом, связанным с активной флюидной деятельностью, завершившейся внедрением позднекинематических гранитов и пегматитов мезо-неоархея. Предполагается, что гнейсы водлинской толщи вместе с амфиболитами метаморфизованы от зеленосланцевой до высокотемпературной амфиболитовой фации.

Однако существуют представления на основании полученных Sm-Nd и Pb-Pb методами возрастов (2850 ± 84 и 2861 ± 150 млн лет соответственно) и дискуссионного Lu-Hf [Puchtel et al., 2007; Лохов и др., 2013] о формировании в это время первичного супракрустального комплекса волоцкой свиты. Это привело к трудностям в интерпретации геологической истории района.

К палеоархейским интрузивным породам, по мнению В. В. Куликовой, возможно, относится перидотит-габбро-анортозитовый Лайручейский массив. Он представлен останцами

и скиалитами в сложно построенной плагио-амфиболовой тоналитизированной ассоциации («водлинская толща»?): 1) мелкозернистых амфиболитов в виде маломощных (от долей сантиметра до 1,5 м) тел, ориентированных согласно контурам структуры; 2) пироксенитов; 3) лейкогаббро; 4) габбро-диоритов, диоритов, габбро-анортозитов. Присутствие в ассоциации анортозитовой составляющей позволяет рассматривать этот комплекс как наиболее древний интрузивный фрагмент и сопоставлять его с аналогичными в Гренландии, Канаде и на Кольском полуострове. На основании работ А. В. Самсонова по определению изотопного возраста эти породы также были отнесены к наиболее древним палеоархейским интрузивам основного состава (значения модельных возрастов TCHUR-TDM – 3,04–3,53 млрд лет) [Куликов и др., 1990]. Отдельного внимания заслуживают интрузивные породы основного и кислого состава мезоархейского и более молодого возраста, секущие палеоархейские образования, например, дайки долеритов мощностью от нескольких сантиметров до первых метров имеют возраст 2987 ± 14 млн лет [Lobach-Zhuchenko et al., 1993; Чекулаев и др., 2009б и др.].

Получены данные о возрасте детритовых и ксеногенных цирконов из мезоархейских и палеопротерозойских различных пород («аренитов», кварцитов и коматиитовых базальтов) мезоархея и палеопротерозоя, развитых в пределах Водлозерского блока и его обрамления. В палеопротерозойских лавах коматиитовых базальтов в районе Синегорья (ЮВ оконечность кряжа Ветренный пояс) установлено [Смолюкин, Шарков, 2009; Смолюкин и др., 2011] одно зерно циркона с возрастом 3775 ± 83 млн лет, которое могло быть захвачено из кварцитопесчаников нижележащей токшинской свиты или пород палеоархейского фундамента. Этот источник доказан и С. В. Межеловской с соавторами [<http://www.vsegei.com/ru/conf/summary/mnpk-15/theses/08izotop.pdf>; Корсаков и др., 2014]. Получены возрасты детритовых цирконов из токшинской свиты к западу от г. Мяндуха в районе палеопротерозойской Калгачинской структуры: $3148,38 \pm 1,03$; $3256,74 \pm 1,21$; $3267,77 \pm 1,73$ и $3364,72 \pm 5,75$ млн лет. В дискуссионной «мезоархейской Маткалахтинской структуре» в «аренитах» [Кожевников и др., 2006; Кожевников, Скублов, 2010] обнаружены три зерна детритовых цирконов с палеоархейским возрастом: 3334 ± 11 – 3296 ± 29 млн лет.

В ятулийских кварцитах в западном обрамлении Водлозерского блока, а также в Западной Карелии возраст детритовых цирконов

варьирует от 3837 ± 42 – 3650 ± 22 млн лет (два зерна) до 2616 ± 38 млн лет в Воломской структуре и от 3871 ± 39 до 2706 ± 32 млн лет в Северо-Онежском синклинии (р-н п. Гирвас) [Кожевников и др., 2010].

Вышеописанные результаты исследований Водлозерского блока должны рассматриваться как один из начальных этапов дальнейших работ по поиску древнейших пород Фенноскандинавского щита, наряду с объектами Финляндии [Mutanen, Huhma, 2003; Hölttä et al., 2014] и Кольского полуострова [Bridgwater et al., 2001; Мыскова и др., 2005].

Мезоархей [12]

Мезоархейские образования широко развиты на рассматриваемой территории в пределах ФСЦ, занимая до 30 % ее площади. По своему вещественному составу и структурному положению они разделяются на две основные группы гранитоидов и супракрустальных пород ЗП. Причем последние выделяются не только в Карельской и Беломорской провинциях, но известны также и в краевой части Свеккофеннской провинции в виде интенсивно переработанных в купольных структурах (например, Северное Приладожье). Краткое рассмотрение этих образований дается в Карельской и Беломорской провинциях отдельно на примерах наиболее изученных локальных структур.

Карельская провинция. Большая часть территории сложена мезоархейскими гранитоидами ТТГ ассоциации, реже встречаются нормальные граниты этого возраста. При этом в Водлозерской и Западно-Карельской субпровинциях известны ТТГ с возрастными 3,2–3,1 и 3,0–2,8 млрд лет, а в составе их протолита устанавливается палеоархейское вещество. В ТТГ гранитоидах Центрально-Карельской субпровинции преобладают разности с возрастными 3,0–2,8 млрд лет и не фиксируются более древние компоненты.

Мезоархейские комплексы входят в состав ЗП, главным образом Водлозерской и Западно-Карельской субпровинций. Типичными в составе первой из них являются Водлозерско-Сегозерский, Сумозерско-Кенозерский, Маткалахтинский и Южно-Выгозерский, а во второй – Суомуссалми-Кухмо, Костомукшская структура Гимольско-Костомукшского ЗП. Детальное их описание дано в работах [Вулканизм..., 1981; Светова, 1988; Светов, 2005; Кожевников и др., 2006; Hölttä et al., 2012, 2014; Костомукшский рудный район..., 2015 и др.]

Водлозерско-Сегозерский ЗП протяженностью около 270 км состоит из нескольких

разновозрастных породных ансамблей. Древнейшие мезоархейские мафитовые серии (коматиит-базальтового ряда) сохранились в виде реликтов в отдельных структурах (доменах) в западном и северо-западном обрамлении Водлозерского палеоархейского блока (Койкарском, Хаутаваарском, Совдозерском, Паласельгинском и других доменах). На западном фланге пояса представлены ассоциации с реконструированными мощностями коматиитовых комплексов, не превышающими 600–700 м, при общей мощности коматиит-базальтовых разрезов 1,8–2,5 км. Мафитовый комплекс [123] сформирован стратифицированными толщами, выполненными подушечными, массивными, дифференцированными, вариолитовыми лавами с прослоями туфового, осадочного материала и интрузивными телами дунитов-перидотитов и высокомагнезиальных габбро [124].

Важно отметить, что изучаемые разрезы зеленокаменных поясов являются, как правило, тектоностратиграфическими, т. е. образовавшимися в результате тектонического коллажирования отдельных пластин. Это означает, что, вероятнее всего, суммарные разрезы не превышали 1,5–1,8 км [Светов, 2005]. Коллажированные разрезы Хаутаваарского, Совдозерского доменов сформированы из отдельных пластин мафитов, границы которых трассируются зонами тектонических меланжей. Последние представлены вулканогенными мафитовыми микститами, источником материала для которых служили продукты разрушения коматиитовых лав, пирокластитов и внутриформационные осадочные породы в ходе обдукционных процессов. Данный механизм запечатлен в меланжах, выполненных вулканомиктовыми мафитовыми микститами (содержащими класты плагиоклаза и кварца), мономиктовыми (валуны базальтов) и олигомиктовыми (галыки базальтов и дацитов) конгломератами с мафитовым граувакковым матриксом в основании разрезов мафитовых пластин. Микститы образовывались за счет смешения материала океанических базальтов, островодужных андезитов и гранитоидов фундамента. Наиболее значительное тектоническое перемещение мафитовых толщ выявлено в Хаутаваарской структуре, вызвавшее нарушение порядка следования фрагментов базальтового разреза, что привело к завышению мощности «хаутаваарской серии» в реконструированном разрезе на 600 м [Светов, 2015].

Время формирования мафитовых комплексов западного обрамления Водлозерского блока дискретно (по U-Pb данным датирования цирконов (SIMS, SHRIMP-II)): 3020–2960 млн лет

в Паласельгинском домене (цирконы из габброидов), 3000–2920 млн лет в Койкарском домене (цирконы из секущих коматииты даек дацитов), 2920–2905 млн лет в Хаутаваарском домене (детритовые цирконы в прослоях граувакк между лавовыми потоками коматиитов), что позволяет говорить о многостадийной модели формирования мафитовых серий [Светов и др., 2010; Арестова и др., 2012].

Геохимическая типизация мафитов в характеризующихся доменах позволяет выделить следующие серии [Светов, 2015]: коматиитовую (AUDK-UC) Al-недеплетированного неконтаминированного типа, коматиитовую (AUDK-C) Al-недеплетированного контаминированного типа, коматиитовых базальтов (KB), толеитовых базальтов (MORB), островодужных толеитовых базальтов-андезибазальтов (IAT).

Синхронно с вулканитами развиваются следующие интрузивные комплексы [Светов, 2005, 2015]: дунит-перидотитовый (геохимически подобный коматиитам AUDK-UC), высокомагнезиальный габброидный (геохимически подобный KB) и габброидный (геохимически подобный IAT).

В современных коллажированных разрезах все выделяемые геохимические типы мафитов совмещены в пространстве и ранее относились к коматиит-базальтовой серии, однако детальное прецизионное (ICP-MS) химическое изучение пород позволяет выделить ряд контрастных серий, синхронное формирование которых могло отражать эволюцию отдельных задуговых бассейнов, а сама ассоциация «вулканиты + внутриформационные осадочные последовательности» подобна супрасубдукционным офиолитовым комплексам из задуговых бассейнов [Светов, 2015].

Следует подчеркнуть, что связанные с мафитовыми комплексами осадочные породы по литогеохимической характеристике близки к осадочным последовательностям фанерозойских офиолитовых комплексов [Robertson, 2002; Precambrian..., 2004] и представлены туфами и туффитами мафитов, силицитами, алевролитами (обогащенными глинистым и органическим веществом, кремнеземом, железом, серой, связанным с эксгальциционно-гидротермальными выносами) [Светов, Светова, 2004]. Анализ состава осадочных пород, приуроченных к выделяемым геохимическим типам мафитов, подтверждает существование различных обстановок седиментации: глубоководного породотложения при формировании AUDK-UC, MORB, KB серий в Хаутаваарском, Койкарском, Паласельгинском доменах; мелководной обстановки с расчлененным рельефом,

характеризующим условия отложения мафитов IAT-типа (Хаутаваарский, Койкарский, Паласельгинский и Совдозерский домены).

Если геохимическая очередность формирования мафитов в области западного обрамления Водлозерского блока развивалась по схеме [Светов, 2015]: протоокеанический этап – AUDK-UC + KB + MORB, конвергентный этап – AUDK-C, закрытие задугового бассейна – IAT (включая интрузивные комагматические комплексы для каждого этапа), то внутри формационные осадочные последовательности могут характеризовать более дробные стадии аккреционно-коллизийного процесса. В этом случае вулканогенные мафитовые граувакки маркируют обстановку центральной части океанического бассейна; вулканомиктовые мафитовые граувакки образовывались на фронте разрушающихся и обдугированных на островную и континентальную вулканические дуги мафических аллохтонов, поднятых выше эрозионного уровня, что отражает закрытие бассейна; литовые и полевошпатовые граувакки представляют шельфовые отложения – турбидиты, характерные для прибрежно-морской части в области континентального склона с интенсивным разрушением островной дуги, мафитового плато и гранитоидного фундамента; кварц-полевошпатовые граувакки отмечают закрытие бассейна, стадию пересыхающих лагун и заливов разной глубинности, разрушение континентальной вулканической дуги [Светова и др., 2008].

Средне-кислые ассоциации представлены несколькими сериями с разным временем формирования.

3,05–2,90 млрд лет [123]. Древнейшим на ФСЩ является островодужный комплекс, представленный реликтами вулканических построек в пределах Водлозерско-Сегозерского ЗП, а именно в Хаутаваарской мегаструктуре, сложенных дифференцированной БАДР (андезибазальт-андезит-дацит-риолитовой) ассоциацией известково-щелочного ряда, относимой к адакитовой серии [123]. Для ассоциации ключевым объектом является Игноильская адакитовая вулканическая постройка [Светов, 2009], для которой получены следующие U-Pb возрасты: некка – 2995 ± 20 млн лет [Сергеев, 1989], $2958,7 \pm 6,0$ млн лет [Светов и др., 2012], лав – 2945 ± 19 млн лет [Овчинникова и др., 1994] и детритовых цирконов из терригенных граувакк, перекрывающих постройку, – 2947 ± 13 млн лет [Светов и др., 2006]. Дополнительное подтверждение существования средне-кислого вулканизма в этом интервале было получено в ходе датирования цирконов из лав толеитовых андезитов

(Чалкинская палеовулканическая постройка), находящихся в разрезе БАДР-адакитового комплекса (в переслаивании с туфами адакитового состава и андезитами известково-щелочного ряда). В результате измерений получены две изохроны – 2971 ± 59 млн лет (нами интерпретируется как время проявления раннего вулканизма) и 2804 ± 31 млн лет (отражение поздних магматических и метаморфических событий в регионе) [Светов и др., 2010]. В этом же временном интервале широко развита субвулканическая фаза андезидацитового и дацитового состава. В частности, в пределах Койкарской структуры изучены крупные субвулканические и небольшие дайковые тела, секущие мафитовую (коматиит-базальтовую) часть мезоархейского разреза и содержащие ксенолиты коматиитов и габбро. U-Pb возраст (по циркону) субвулканических дацитов, принадлежащих к адакитовой серии, равен 2935 ± 20 млн лет [Бибикина, 1989]. Подобные дайки выявлены также в Совдозерской структуре. Дополнительные данные получены при анализе детритовых цирконов из мезоархейских мафитовых туффитов и хемогенных силицитов в разрезе лавовой коматиитовой толщи Хаутаваарской структуры, которые позволили получить изохрону $2917,2 \pm 8,7$ млн лет [Светов и др., 2010].

Полученное значение может рассматриваться как возможное древнее ограничение времени формирования высокомагнезиальной ассоциации Хаутаваарской структуры и одновременно как независимый индикатор существования средне-кислого магматизма.

В выделенном временном интервале наиболее широким развитием вместе с адакитами пользуются андезиты Nb-обогащенной БАДР, высоко-Mg андезитовой (байяитовой) и толеитовой серий [Светов, 2009].

2,90–2,85 млрд лет [124]. Данный этап магматической активности в пределах Водлозерско-Сегозерского ЗП связан с формированием серий андезидацитового, дацитового и дацит-риолитового состава (Янишская, Корбозерская, Семченская и Эльмусская структуры). Цирконометрия кислых вулканических Койкарской (Янишской) палеовулканической постройки позволила получить для лав значение 2860 ± 15 млн лет [Самсонов и др., 1996], для лав дацитов Хаутаваарской структуры – 2854 ± 14 млн лет и дайки дацитов этой же структуры – 2862 ± 45 млн лет [Овчинникова и др., 1994]. Вулканиды в данном временном интервале представлены АДР-комплексом, в котором существенную роль играют адакитовые расплавы и вулканиды Nb-обогащенного типа [Светов, 2009].

Дополнительные исследования [Светов и др., 2010] позволили оценить возраст (SHRIMP-II по циркону) риолитов АДР-серии известково-щелочной серии Эльмусской палеовулканической постройки в 2866 ± 11 млн лет.

Установлена как временная, так и геохимическая неоднородность мезоархейского андезитового магматизма. В структурах наблюдается устойчивый породный ансамбль: адакиты – Nb-обогащенные БАДР (АДР) андезиты – байяиты (высоко-Mg андезиты) +/- толеитовые андезиты, который может являться качественным признаком существования субдукционных систем [Светов, Светова, 2011]. Причем в данной системе адакиты маркируют режим плавления субдуцируемой плиты, а все прочие ассоциации формировались при плавлении метасоматизированной области мантийного клина или в ходе смешения первичных адакитовых магм с мантийным веществом.

Южно-Выгозерский ЗП дугообразной формы протягивается на расстояние более 60 км и включает две структуры: Шилосскую и Рыбозерскую [Вулканизм..., 1981; Куликова, 1983; и др.]. Породы Шилосской структуры в основном представлены метабазами [123], Sm-Nd возраст которых по породе в целом составляет 2913 ± 30 млн лет. В Южно-Выгозерском ЗП дайки дацитов и риолитов имеют возраст 3015 ± 20 млн лет и секут тоналиты (среднее течение р. Выг) с возрастом 3130 ± 11 и 3210 ± 20 млн лет [Левченков и др., 1989]. Вулканиды главной фазы основного-ультраосновного состава (2916 ± 70 млн лет) [Сочеванов и др., 1991] прорваны небольшими интрузивами и дайками габброидов, дайками риолитов (2807 ± 12 млн лет, U-Pb возраст по циркону), комагматичных тоналит-трондьемитовому Шилосскому массиву (2859 ± 24 млн лет, U-Pb возраст по циркону) [Левченков и др., 1989; Сочеванов и др., 1991; Лобач-Жученко и др., 2000б].

Сумозерско-Кенозерский ЗП прослеживается на 350 км от оз. Сумозеро на северо-западе до оз. Кенозеро на юго-востоке. Его ширина достигает 50 км. В составе пояса выделяется несколько структур (Коросозерская, Пулозерская, Каменноозерская, Сенеозерская, Волошовская, Токшинская, Кенозерская) протяженностью до 30–70 км при ширине 3–20 км. Супракрустальные образования (осадки, вулканиды – коматиитовые базальты и коматииты), широко развитые в Каменноозерской и ограничено в Токшинской структурах, сопровождаются интрузивными мафит-ультрамафитами и прорываются крупными массивами трондьемитов-плагиогранитов и дайками кислых (дацитов, риодацитов,

риолитов) вулканитов, образующих сложные ассоциации. В зонах контакта супракрустальных толщ с гранитоидами часто наблюдаются катаклаз, рассланцевание и милонитизация.

Каменноозерская структура ЗП наиболее сложная, и до настоящего времени нет единого взгляда на ее строение. Она протягивается в субмеридиональном направлении на расстояние до 40 км при ширине до 20 км. Изучение стратиграфии структуры комплексными методами рядом организаций (ИГ КарНЦ РАН, ПГО «Севзапгеология», ПГО «Архангельскгеология» и др.) позволило выработать стратиграфическую схему лопийских (мезоархейских) образований пояса [Куликов и др., 1982; Куликова, 1988; Куликова и др., 2005], объединяемых в вожминскую серию [123] (снизу вверх): 1 – кочминская толща: миндалекаменные и массивные базальты с прослоями туффитов (>500 м); 2 – савинская толща: углеродсодержащие колчеданоносные сланцы, хемогенные магнетитсодержащие кварциты, кварц-серицитовые сланцы, карбонатизированные туфы и туффиты основного и среднего состава, редкие потоки базальтов, пластовые тела ультрамафитов, в том числе коматиитов (500–700 м); 3 – кумбуксинская толща: лавы коматиитов со структурой спинифекс, массивные и преимущественно подушечные базальты (в том числе коматиитовые), туфы и туффиты основного состава, тальк-карбонатные, хлоритовые, изредка углеродсодержащие и кварц-серицитовые сланцы, кварциты (500–1200 м); 4 – каменноозерская толща: лавы, туфы, туффиты кислого состава, песчаники, углеродсодержащие, карбонатные и колчеданоносные сланцы, хемогенные кварциты, лавы и туфы андезибазальтов, в том числе высокоглиноземистых, единичные потоки базальтов (500–1000 м); 5 – вожозерская толща: подушечные и массивные базальты с редкими прослоями туфов и туффитов и углеродсодержащих сланцев (около 2000 м); 6 – варозерская толща: андезиты, туфы среднего и кислого состава, углеродсодержащие сланцы (150 м).

Коматииты и высокомагнезиальные базальты изливались на ранних этапах развития ЗП. Выделяется примерно 15 достоверных потоков ультраосновного состава, переслаивающихся с вулканидами основного состава и осадочно-туфогенным материалом. Базальт-коматиитовые толщи по возрасту оценивались от 3016 ± 64 млн лет в Каменноозерской структуре до 2960 ± 150 млн лет в Токшинской структуре [Сочеванов и др., 1991], а более поздние результаты изотопных возрастов базальтов вожминской серии [Puchtel et al., 1999б]

оценены в 2916 ± 117 млн лет (Sm-Nd метод) и 2892 ± 130 млн лет (Pb^{206}/Pb^{207} метод). Обращают на себя внимание большие погрешности оценок возраста. Время формирования плагиогранитов и риодацитов Каменноозерской структуры оценивается в 2875 ± 2 и 2876 ± 6 млн лет соответственно [Puchtel et al., 19996].

Мезоархейские образования известны в *Костомукшской структуре*. Ряд исследователей [Вулканизм..., 1981; Костомукшский рудный район..., 2015 и ссылки в ней] рассматривают ее как часть *Гимольско-Костомукшского ЗП*, простирающегося в субмеридиональном направлении на расстояние до 300 км при ширине 60 км и сложенного главным образом неархейскими комплексами, а в соответствии с другой точкой зрения [Кожевников и др., 2006; Hölttä et al., 2014 и ссылки в ней], Костомукшский ЗП и пояса Гимольский, Хедозерско-Большозерский, Иломантси – это различные по времени становления структуры. Мезоархейские комплексы ЗП формируют в Костомукшской структуре две серии: нюкозерскую и контоксую.

Нюкозерская серия [124] объединяет биотитовые, гранат-биотитовые, мусковитовые, двуслюдяные гнейсы по метапесчаникам и аркозам, реже прослой полевошпатовых кварцитов и мигматиты по ним. Мощность толщи >200 метров.

В контоксой серии [124] выделяются три свиты (снизу вверх): 1 – ниemiaрвинская, мощностью до 1300 м, сложенная основными вулканитами и небольшими по мощности линзами коматиитов и магнетитовых кварцитов; 2 – шурловарская свита мощностью от 0 до 600 м, состоящая из агломератовых, лапиллиевых, слоистых туфов, кремнистых и карбонатсодержащих туффитов, магнетитовых сланцев и кварцитов, углеродсодержащих сланцев; 3 – рувинваарская свита мощностью до 1100 м, включающая metabазальты, коматииты и редкие маломощные прослойки углеродсодержащих сланцев и кварцитов. Sm-Nd возраст metabазальтов и метакоматиитов оценивается в 2843 ± 43 и 2808 ± 95 млн лет [Puchtel et al., 1998b; Лобач-Жученко и др., 2000a] соответственно, что хорошо согласуется с возрастом цирконов из синхронных с ниemiaрвинскими базальтами туфов – 2792 ± 6 млн [Кожевников и др., 2006]. Возраст кислых вулканитов шурловарской свиты оценивается в 2795 ± 10 , 2790 ± 21 млн лет [Лобач-Жученко и др., 2000a; Бибикина и др., 2005].

Среди вулканитов основного и ультраосновного состава контоксой серии присутствует дайковая фация, представленная

габбро-амфиболитами, актинолититами и тремолититами.

Беломорская провинция. Здесь мезоархейские образования являются наиболее древними и представлены гранитоидами, зеленокаменными и парагнейсовыми комплексами.

Гранитоиды ТТГ ассоциации встречаются в виде разгнейсованных и мигматизированных разностей, возраст наиболее ранних оценивается в 2,83–2,80 млрд лет [Bogdanova, Bibikova, 1993; Бибикина и др., 1999; Слабунов, 2008], но обычны и более молодые. T_{DM}^{Nd} гранитоидов Беломорской провинции отвечают интервалу 2,93–2,72 млрд лет и почти совпадают с возрастными магматической кристаллизации. Это означает, что в протолите этих пород отсутствует значительное количество древнего (более 2,9 млрд лет) корового вещества.

Мезоархейские (2,9–2,8 млрд лет) супракрустальные комплексы установлены в составе Северо-Карельского, Пезозерского и Центрально-Беломорского ЗП и Чупинского парагнейсового поясов.

Северо-Карельская система ЗП [124] включает Тикозерский и Керетский ЗП [Слабунов, 2008]. В их составе выделяется четыре зеленокаменных комплекса, первый из которых мезоархейский: керетьозерский (2,88–2,82 млрд лет), хизоваарский (2,8–2,78 млрд лет), челозерский (около 2,75 млрд лет) и кичанский (около 2,72 млрд лет).

В составе керетьозерского комплекса, слагающего большую часть Керетского пояса, выделяются три стратотектонические ассоциации: коматиит-толеитовая, средних и кислых метавулканитов и андезибазальт-базальтовая [Бибикина и др., 1999; Слабунов, 1993, 2008 и др.]. Метабазальты коматиит-толеитовой ассоциации принадлежат Na-типу толеитовой серии, а высокомагнезиальные породы классифицируются как коматииты Al-недеплетированного типа, обогащенные ЛРЗЭ.

Средние и кислые (от андезибазальтов до риолитов, с преобладанием андезитов и дацитов) метатифы, металавы (2877 ± 45 млн лет) и субвулканические тела (2829 ± 30 млн лет) составляют большую часть комплекса. Эти породы по петрогеохимическим особенностям сопоставимы с вулканитами зрелых островных дуг. Рассмотренный комплекс является одним из компонентов, маркирующих раннюю (2,9–2,82 млрд лет) субдукционную стадию развития Беломорской провинции [Бибикина и др., 1999; Slabunov et al., 2006; Слабунов, 2008].

Центрально-Беломорский ЗП [vс124] представляет собой узкую (0,5–3,0 км) структуру, прослеженную вдоль осевой линии провинции

с С-З на Ю-В на 150–160 км и, вероятно, продолжающуюся к юго-востоку. В ее составе выделены четыре фрагмента (Серякский, Лоухско-Пиземский и др.), сложенные амфиболитами и в подчиненном объеме ультрабазитами [Степанов, Слабунов, 1989]. Мафит-ультрамафитовая толща интродуцирована диоритами с возрастом 2850 ± 10 млн лет [Borisova et al., 1997] и трондьемитами – 2878 ± 13 млн лет [Бибикова и др., 1999]. Кроме того, возраст ранних метаморфогенных цирконов из амфиболитов оз. Серяк оценивается в 2836 ± 49 млн лет [Слабунов и др., 2009], что уверенно определяет их возраст как не моложе мезоархейского.

Совокупность имеющихся геологических и изотопно-геохимических данных по мафит-ультрамафитам позволяет рассматривать этот зеленокаменный комплекс как тектонически дезинтегрированный и метаморфизованный фрагмент мезоархейской океанической (офиолитовой) ассоциации [Степанов и др., 2003; Ранний докембрий..., 2005; Слабунов, 2008; Hölttä et al., 2014].

Чупинский парагнейсовый пояс [124] сложен мигматизированными кианит-гранат-биотитовыми и биотитовыми гнейсами, среди которых в виде мелких линзовидных тел встречаются мелкозернистые гранат-биотитовые и гранат-клинопироксен-амфиболовые гнейсы, иногда сохраняющие реликты осадочных текстур. Последние рассматриваются как метаосадки [Ручьев, 2000; Мыскова и др., 2003; Бибикова и др., 2004], но некоторые исследователи считают, что среди них значительная роль принадлежит вулканитам [Володичев, 1990]. По петрохимическим особенностям (обогащенность Ni, V, Co, Cr) парагнейсы реконструируются как метаграувакки, образовавшиеся при разрушении кислых вулканитов, основных и ультраосновных пород в условиях преддугового бассейна [Слабунов, 2008]. Среди граувакк отмечаются небольшие прослои средних и кислых вулканитов (преобладают дациты) известково-щелочной серии, сопоставимых с островодужными, и редкие тела толеитов, что является дополнительным аргументом в пользу образования толщи в преддуговом бассейне.

Мезоархейские ($3,01$ – $2,83$ млрд лет) Sm-Nd модельные возрасты [Bibikova et al., 1996; Timmerman, Daly, 1995] этих гнейсов и $3,0$ – $2,9$ млрд лет U-Pb датировки ядер детритовых цирконов определяют нижний предел времени накопления осадочных протолитов парагнейсов. Наиболее ранние метаморфогенные цирконы имеют возраст $2,85$ – $2,80$ млрд лет. Следовательно, время отложения осадочных пород, по которым образовались парагнейсы, отвечает интервалу

$2,9$ – $2,85$ млрд лет. Это согласуется с тем, что возраст метадацитов, залегающих среди чупинских метаграувакк, – 2870 ± 20 млн лет [Бибикова и др., 2004].

Таким образом, предполагается, что формирование граувакк рассмотренного пояса происходило в преддуговом бассейне островодужной системы, вулканическая дуга которой маркируется андезитами, дацитами и андезибазальтами керетьозерского комплекса. Для построения геодинамических моделей архея принципиально важно также, что в данной системе океанические породы Центрально-Беломорского пояса – это аналоги субдуцировавшей в это время плиты и что ранние в мезоархее ($2,88$ – $2,86$ и $2,82$ – $2,81$ млрд лет) эклогиты Беломорской провинции из района Салми и Куру-Ваара [Щипанский, 2008; Глубинное строение..., 2010; Mints et al., 2010; Щипанский и др., 2012] также могли быть элементом этой системы. Следовательно, в мезоархее существовали геодинамические системы, аналогичные современным субдукционным [Светов, 2005, 2009; Слабунов, 2008].

Неоархей [13]

Карельская провинция. В этот период продолжается формирование зеленокаменных комплексов, которые, как правило, входят в состав ЗП вместе с мезоархейскими. Так, в Ведлозерско-Сегозерском ЗП в это время формируются завершающие фазы средне-кислых ассоциаций, основные проявления магматизма в этот период связаны с формированием гранодиоритовых массивов санукитоидного ряда (в Хаутаваарской структуре) с возрастом 2743 ± 8 млн лет [Bibikova et al., 2005], в Чалкинской структуре – 2745 ± 5 млн лет [Овчинникова и др., 1994] и вулканитов АДР-серии в Масельгской структуре. Для вулканитов Масельгской палеопостройки были получены две изохроны: 2743 ± 12 млн лет, что идентично времени формирования санукитоидов, и 2686 ± 18 млн лет, отвечающее времени, по-видимому, метаморфических преобразований [Светов и др., 2010]. Близкие возрастные значения получены для субвулканического некка у оз. Сарилампи, секущего Чалкинскую вулканическую постройку, изохрона по циркону дает значение 2765 ± 13 млн лет. Вулканиты адакитового ряда в этом временном интервале представлены ограниченно, лишь в дайковой и вулканокластической фазах.

Наиболее полно осадочные образования проявлены в ЗП Гимольско-Костомукшском [Костомукшский рудный район..., 2015 и ссылки в ней] и Иломантси [Sorjonen-Ward, 1993].

В районе Костомукши неогархейская гимольская серия [131] состоит из осадочных пород и разделяется на четыре свиты: суккозерскую, костомукшскую, сурлампинскую и хедозерскую.

Суккозерская свита сложена полимиктовыми конгломератами, гравелитами и граувакками, мощность 20–85 м. Костомукшская подразделяется на две подсвиты: нижнюю, существенно железорудную, где сосредоточены основные промышленные запасы железа, с прослоями углеродсодержащих и ритмичнослоистых слюдястых сланцев, и верхнюю, где железистые кварциты составляют не более 50 %. Мощность 80–1140 м. Сурлампинская сложена ритмичнослоистыми кварц-биотитовыми и биотит-кварцевыми сланцами с высокоглиноземистыми минералами и редкими прослоями до 1 м Fe-кварцитов. Мощность 100–1200 м. Хедозерская представлена кварцитопесчаниками, кварцевыми конгломератами и гравелитами, изучена слабо.

Время формирования этих осадочных образований Гимольско-Костомукшского ЗП оценивается как неогархейское [Железисто-кремнистые формации..., 1988; Костомукшский рудный район..., 2015] исходя из того, что они секутся гранитами с изотопным возрастом около 2700 млн лет [Бибикова и др., 1977; Лобач-Жученко и др., 2000а]. Вместе с тем следует обратить внимание на то, что осадочные комплексы данного ЗП содержат синхронные с ними вулканы, которые позволяют оценить возраст гимольской серии в Костомукшской структуре в 2778 ± 8 млн лет, а в Хедозерско-Большеозерской и Гимольской – в 2730 ± 6 млн лет [Самсонов и др., 2001; Бибикова и др., 2005]. Возраст силлов андезитов и риодацитов, секущих гимольские осадки, 2707 ± 31 млн лет [Лобач-Жученко и др., 2000а].

Время проявления прогрессивного регионального метаморфизма пород неогархея и терригенных осадков гимольской серии оценивается в 2720 и 2700 млн лет [Щербак и др., 1986]. Приблизительно такой же возраст установлен и для обширных полей санукитоидов западной и центральной Карелии [Самсонов и др., 2001; Бибикова и др., 2005].

Беломорская провинция. Неогархейские комплексы широко развиты в *Северо-Карельской системе ЗП [131]*: хизоваарский (2,8–2,78 млрд лет), челозерский (около 2,75 млрд лет) и кичанский (около 2,72 млрд лет).

Супракрустальные образования хизоваарского комплекса (2,8–2,77 млрд лет) слагают северную часть *Керетского ЗП* и южную часть *Тикшозерского*. Он маркирует позднюю, субдукционно-аккреционную обстановку развития

Беломорской провинции. Наиболее полно изучен в Хизоваарской и Ириногорской структурах [Щипанский и др., 1999, 2001; Кожевников, 2000; Бибикова и др., 2003; Кожевников и др., 2006]. В первой выделяется четыре стратотектонических ассоциации: нижняя мафическая, метаандезитов, осадочно-вулканогенная и базитовая.

Мафическая ассоциация представлена четырьмя геохимическими типами метабазитов, сформировавшихся в различных петрогенетических условиях (снизу вверх): (1) метавулканитами островодужных толеитов; (2) метавулканитами бонинитовой серии, состоящей из низкотитанистых примитивных метабазалтов и собственно метабоинитов; (3) высокотитанистыми метабазальтами типа толеитов океанических островов; (4) метабазальтами, близкими к толеитам срединно-океанических хребтов.

Толща андезитов включает миндалекаменные, массивные, гломеропорфировые высокнатровые андезиты, главным образом толеитового тренда дифференциации. Андезит-дацит-риолитовые метавулканиты ассоциации имеют известково-щелочной тренд дифференциации. Их возраст оценивается в 2778 ± 21 млн лет, а цирконы из генетически связанных с ними осадков – в 2728 ± 82 млн лет [Бибикова и др., 2003].

Подушечные базальты верхней ассоциации местами перекрывают с угловым несогласием все остальные, при этом в ее основании отмечены силлы коматиитов.

Кроме того, в Хизоваарской структуре Керетского ЗП установлен осадочно-вулканогенный комплекс, содержащий кварцевые аренины. Накопление кварцевых аренинов, как было установлено при датировании единичных зерен циркона, ограничено рубежами 2,71 и 2,69 млрд лет [Кожевников и др., 2006]. Это, вероятно, самые молодые супракрустальные образования в данной зеленокаменной системе. Их можно коррелировать с образованиями Воче-Ламбинского ЗП [Slabunov et al., 2006 и ссылки в ней].

В целом хизоваарский зеленокаменный комплекс является тектоническим коллажем рассмотренных ассоциаций, образование которых связывается с заложением и последующим развитием энсиматической островодужной системы и ее преддуговой области ~2,8 млрд лет [Кожевников, 2000; Кожевников и др., 2006]. Прямым указанием на такую обстановку формирования Северо-Карельского пояса является наличие в нем метавулканитов бонинитовой серии [Щипанский, 2008].

Ириногорская структура представляет собой менее деформированную часть Тикшозерского пояса. Она сложена сходными стратотектоническими ассоциациями, но при этом в ней были обнаружены более сохранившиеся фрагменты офиолитов [Щипанский и др., 1999, 2001], что представляет собой уникальное для архея явление. Один из фрагментов офиолитов был обнаружен на северном берегу оз. Иринозеро. Здесь обнажаются лавовый и габбровый комплексы и фрагменты комплекса параллельных даек с его переходом в вышележащие лавы, а также меланжевый комплекс в основании офиолитового покрова.

Бонинитовая серия Северо-Карельского пояса по своим петро- и геохимическим, а также изотопно-геохимическим характеристикам практически идентична верхним подушечным лавам офиолитов Троодоса, считающимся эталоном высоко-Са бонинитовых серий. Такое сходство неархейских и позднемезозойских бонинитовых серий предполагает и сходство петрогенетических условий их формирования.

В северной части *Северо-Карельской системы ЗП* известны также еще два более молодых комплекса. Первый из них – челоозерский в одноименной структуре Тикшозерского ЗП. Он сложен главным образом метавулканитами среднего состава с реликтами миндалекаменной и шаровой текстур и осадочно-вулканогенными образованиями, реже – metabазальтами и высоко-Mg базитами. Возраст порфирировидных андезибазальтов этого комплекса оценивается в 2750–2740 млн лет [Алексеев и др., 2004; Балаганский и др., 2011].

Еще более молодой комплекс кичанский слагает одноименную структуру Тикшозерского пояса [Степанов, Слабунов, 1989; Левченков и др., 2003; Слабунов, 2008]. Он состоит из трех стратотектонических ассоциаций: коматиит-толеитовой, средне-кислых вулканитов и осадочно-вулканогенной.

Коматиит-толеитовая толща сложена амфиболитами (плагиоклазовыми, гранатовыми), имеющими полосчатую, реже однородную текстуру, в них не установлены какие-либо реликты дометаморфических текстур. По особенностям состава их можно интерпретировать как базальты толеитовой серии. Содержание РЗЭ в metabазальтах в 8–15 раз выше хондритовых, график распределения РЗЭ близок к плоскому ($(La/Yb)_N = 0,9–1$), они сходны с современными N-MORB. Среди амфиболитов этой пачки картируются тела метаультрабазитов Al-недеплеированного типа (Al_2O_3/TiO_2 – от 18 до 25, CaO/Al_2O_3 – 0,7–1,6; Zr/Y – 2–2,8). Спектр распределения РЗЭ в них дифференцирован-

ный ($(La/Yb)_N = 0,7–0,8$): породы обеднены легкими РЗЭ ($(La/Sm)_N = 0,7–0,8$).

Толща средне-кислых вулканитов представлена амфибол-биотитовыми сланцами, среди которых выделяются разновидности с хорошо сохранившейся текстурой агломератовых туфов, а также тонкополосчатые разновидности. По петрохимическим особенностям они относятся к андезибазальтам, андезитам и риолитам известково-щелочной серии, что подчеркивается низким отношением Sr/Y (около 20–25), при содержании Y 20–30 ppm. Спектр распределения РЗЭ в них дифференцированный ($(La/Yb)_N$ около 11–17), содержание легких РЗЭ превышает хондритовый уровень в 70–100 раз, средних – в 20–40 раз, а тяжелых – в 6–7 раз. В них отмечается отрицательная относительно Th и La аномалия Nb, типичная для островодужных вулканитов, формирующихся в ходе глубокой холодной субдукции. Время формирования вулканитов толщи оценивается в 2735 ± 20 млн лет [Милькевич и др., 2007]. При этом каймы цирконов, отвечающие времени метаморфизма, имеют возраст 1796 млн лет.

Осадочно-вулканогенная толща представлена лейкократовыми (гранат-кианит) – биотит-мусковитовыми сланцами (иногда с турмалином) – граувакками, с прослями биотит-амфиболовых сланцев – туфов или лав средне-кислого состава. Возраст последних оценивается в $2719,8 \pm 4$ млн лет [Левченков и др., 2003].

Таким образом, время формирования ассоциации средне-кислых островодужных пород кичанского комплекса 2720–2735 млн лет, и они могут быть генетически связаны с гридинскими неархейскими эклогитами: вулканиты формировались в надсубдукционной зоне, а эклогиты – в погружающемся слэбе единой субдукционной системы [Hölttä et al., 2014 и ссылки в ней].

Гранитоиды этапа 2,8–2,65 млрд лет [ру124]. Большинство гранитоидов, состав которых отвечает тоналитам и трондьемитам, реже лейкогранитам, и их мигматизация формировались 2,78–2,70 млрд лет назад [Бибилова и др., 1999; Каулина, Богданова, 1999]. В раннем неархее образуются интрузивы эндербитов (2777 ± 18 млн лет) и чарнокитов (2756 ± 16 млн лет) районов озер Нотозеро и Ковдозеро [Слабунов и др., 2011a].

В период 2,73–2,66 млрд лет здесь формируются гиперстеновые диориты (2728 ± 21 млн лет в районе дер. Поньгома и 2728 ± 4 млн лет – пос. Чупа [Левченков и др., 1996; Глебовицкий и др., 2000]), а также поля мигматитов

и лейкограниты (2710–2658 млн лет) [Бибикова и др., 2004; Слабунов и др., 2016]. Последние являются важными индикаторами коллизионных процессов. Кроме того, в неоархее формируются микроклиновые граниты, например в районе с. Гридино, где их возраст (LA-ICP-MS по цирконам) оценивается в 2652 ± 7 млн лет (см. отчет за 2016 год РФФИ, № 15-05-09288-а, рук. Слабунов А. И.).

Метаморфизм Беломорской провинции. Самой характерной отличительной чертой этой провинции является неоднократное проявление и в неоархее и в палеопротерозое высокобарического метаморфизма, включая эклогитовый [Володичев, 1990; Глебовицкий и др., 1996; Слабунов и др., 2016].

По особенностям неоархейского метаморфизма Беломорская провинция разделяется на восточный и западный домены [Володичев, 1990]. Для восточного домена (особенно для Гридинской зоны и района губы Поньгома) характерен P - T - t тренд «по часовой стрелке», включающий проградную ветвь эклогитового метаморфизма ($T = 740$ – 865 °C, $P = 14$ – $17,5$ кбар) и ретроградную ветвь. Последняя отражает условия полистадийной субизотермической декомпрессии со снижением P от 14 до 6,5 кбар и T от 770 до 650 °C (древнее 2,72 млрд лет) при переходе от эклогитовой фации к высокобарической гранулитовой фации и затем к амфиболитовой высоких и умеренных давлений. Условия проградного развития эклогитов, скорее всего, соответствовали обстановке «теплой» субдукции, а тренд декомпрессии при ретроградном метаморфизме, вероятно, отражает эксгумацию эклогитов. На этой стадии фиксируется гранулитовый метаморфизм ($T = 700$ – 750 °C, $P = 6$ – 7 кбар), отмеченный мигматитовыми и интрузивными эндербитами, и амфиболитовый метаморфизм умеренных давлений, которые происходили около 2,72 млрд лет назад [Володичев и др., 2004; Li et al., 2015]. На следующей стадии (2691 ± 5 млн лет) породы были реметаморфизованы в высокобарическом режиме с пиком при $T = 650$ – 700 °C и $P = 12$ – 13 кбар, связанным, вероятно, с транспрессивным этапом беломорской коллизионной орогении.

Для западного домена (например, в районе озер Нотозеро и Ковдозеро) характерен тренд «против часовой стрелки»: наиболее древним (2855 ± 5 млн лет) является умереннобарический гранулитовый метаморфизм ($T > 700$ °C, $P = 5,5$ – $6,5$ кбар), который установлен в гранат-биотитовых гнейсах (часть из них является протолитами кианитовых гнейсов) и в основных кристаллосланцах [Володичев,

1990; Лобач-Жученко и др., 1993, 1995]. Позднее ($\sim 2,78$ – $2,76$ млрд лет) [Слабунов и др., 2011a] формируется гранулитовый комплекс, представленный кристаллосланцами, эндербитами и чарнокитами известково-щелочной и железистой толеитовой серий. Затем ($\sim 2,7$ млрд лет) проявился высокобарический метаморфизм кианит-ортоклазовой субфации ($T = 650$ – 700 °C, $P = 12$ – 13 кбар) и интенсивная мигматизация. В северной части Беломорской провинции (Енский сегмент) P - T параметры первого этапа неоархейского метаморфизма составляют 620–680 °C и 7,6–8,8 кбар, а второго – 665–695 °C и 9,7–10,6 кбар, т. е. второй метаморфизм, как и в центральной части, был более высокобарическим.

Последний эпизод метаморфизма проявлен во всех доменах и, вероятно, был связан с неоархейской коллизией.

Архейские эклогиты Беломорской провинции являются древнейшими в мире коровыми эклогитами. Они установлены в районах с. Гридино (Белое море) [Володичев, 1990; Володичев и др., 2004; Li et al., 2015 и ссылки в ней] и проливов Узкая и Широкая Салма (оз. Экостровская Имандра, Кольский полуостров) [Глубинное строение..., 2010; Mints et al., 2010 и ссылки в ней; Щипанский и др., 2012].

В районе с. Гридино эклогитсодержащий комплекс слагает Гридинскую тектоническую пластину, прослеживаемую с СЗ на ЮВ примерно на 50 км при ширине до 10 км. Эклогитсодержащий комплекс представляет собой интенсивно мигматизированный меланж, гранитоидная составляющая которого превращена в гранитогнейсы. Они имеют тоналит-трондьемитовый состав и содержат реликты эндербитов, указывающие на проявление здесь гранулитового метаморфизма. Аллохтонная смесь обломочной составляющей комплекса представлена эклогитами, амфиболитами (в том числе гранатовыми и гранат-клинопироксеновыми), метаультрабазами, метагабброидами, цоизититами (метаанортозитами), глиноземистыми и амфиболсодержащими гнейсами [Слабунов, 2008; Слабунов и др., 2015].

Неоархейские эклогиты состоят из омфацита (от 28 до 40 % жадеита) и граната (22–30 % пироба и 22–30 % гроссуляра), их реликты сохраняются среди возникших при ретроградной декомпрессии симплектитовых эклогитов и гранат-клинопироксеновых амфиболитов. Эклогиты были образованы при $T = 740$ – 865 °C и $P = 14,0$ – $17,5$ кбар, т. е. на глубинах до 60–65 км. Возраст цирконов (NORDSIM) из эклогитов и симплектитовых эклогитов оценивается в $2720,7 \pm 8$ млн лет [Володичев и др.,

2004], что согласуется с новыми данными [Li et al., 2015]. Морфология этих цирконов характерна для высокобарных гранулитов и эклогитов, о парагенетичности цирконов и эклогитовых минералов свидетельствует и обедненность первых ТРЗЭ. Зона меланжа пересекается пост-тектоническими жилами трондьемитов с возрастом $2701,3 \pm 8,1$ млн лет и дайками палеопротерозойских габброноритов [Володичев и др., 2004]. Следует отметить, что в настоящее время проходит дискуссия [Мельник, 2015; Щипанский, Слабунов, 2015 и ссылки в ней] между изложенной выше точкой зрения и сторонниками того, что все эклогиты Беломорской провинции имеют палеопротерозойский возраст.

Эволюция режимов метаморфизма Беломорской провинции отражает смену субдукционных процессов коллизионными, которые подчеркиваются также развитием покровной тектоники [Миллер, Милькевич, 1995] и лейкогранитов [Бибикова и др., 2004].

ПРОТЕРОЗОЙ [2]

Палеопротерозой [21]

В палеопротерозойской эратеме выделяется шесть систем: сумий, сариолий, ятулий, людиковый, калевий и вепсий. Ранее они рассматривались в качестве надгоризонтов карельского комплекса [Геология..., 1987].

Сумий [211]. Сумийские образования широко развиты на рассматриваемой территории. Они слагают реликты раннепалеопротерозойской рифтогенной системы, которые сохранились в основном в широкой (до 160 км) полосе вдоль границы Карельской провинции и Беломорской. Отдельные мелкие структуры известны в центральной и западной Карелии. Интрузивные комплексы – комагматы соответствующих вулканитов фиксируются как в Карельской провинции, так и в Беломорской.

Сумийская рифтогенная система представляла собой ансамбль отдельных рифтов, связанных единым источником мантийного магмообразования. В этой системе наиболее отчетливо выражены три рифтовые структуры: Пана-Кукаозерская, Шомбозерско-Лехтинская и Ветренный пояс. Разрезы вулканогенно-осадочных толщ в них не являются тождественными и обладают определенными чертами различия, отражающими специфику их формирования. Это обстоятельство при ограниченных геохронологических данных вызывает дискуссию об объеме сумийской системы и ее взаимоотношении с подстилающими архейскими образованиями.

Авторы считают, что сумийская система начинается с окуневской терригенной свиты и ее аналогов, залегающих на архейских комплексах с несогласием. В то же время этот базальный горизонт развит далеко не повсеместно, и часто разрезы сумия начинаются с вулканитов, которые несогласно перекрывают архейские толщи с прорывающими их гранитоидами. Традиционно считается, что голостратотип сумия находится в Лехтинской структуре, где выделяется три свиты: окуневская (терригенная), тунгудская (основные и средние вулканиты) и ожиярвинская (кислые вулканиты). Однако имеющиеся данные [Куликов и др., 2011] позволяют рассматривать разрез толщи палеорифта Ветренный пояс как наиболее полный в сумийской системе. Здесь в ее разрезе установлены следующие свиты (снизу вверх): токшинская (аркозы, кварцитопесчаники, кварциты, кварц-серпичитовые сланцы), киричская (андезиобазальты, базальты, изредка коматиитовые базальты, туффиты), кожозерская (базальты, кварциты, карбонатные породы), виленгская (ритмично слоистые песчаники, аргиллиты, кремнистые осадки и туффиты) и Ветренный пояс (коматиитовые базальты, коматиитовые андезиобазальты, кумулятивные коматииты) с общей мощностью до 3–5 км [Куликов et al., 2010; и др.].

Представляется, что формирование этих вулканитов происходило из специфической «ветренитовой» магмы, возникшей в результате контаминации мантийного коматиитового расплава кислым коровым веществом в основании континентальной коры [Куликов и др., 2010].

В Лехтинской, Шомбозерской и Панаярвинской структурах слабо представлены высокомагнезиальные вулканиты, но значительное развитие получили кислые вулканиты с повышенными значениями мантийных элементов (Cr, Mg и др.) в свитах ожиярвинской, миноварской, пайозерской и др. [Геология..., 1987]. Они обычно перекрывают основные вулканиты тунгудской свиты и ее аналогов.

Комагматы кислых вулканитов представлены в Беломорской провинции телами гранитов и чарнокитов [v211] с возрастом 2,45–2,41 млрд лет [Корсакова и др., 2011], а базитов – габброидами [ov211] комплекса лерцолитов-габброноритов [Stepanova, Stepanov, 2010 и ссылки в ней; Степанова и др., 2011].

В центральной Карелии вулканогенно-осадочные образования сумийской системы наиболее широко проявлены в Кумсинской структуре и мелких структурах в районе Красная Речка – Пальеозеро и представлены разрезами

глубокоозерской и кумсинской свит, в основании которых залегают кварциты [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. Следует особо подчеркнуть, что характер породной ассоциации постоянен во всех структурах. Лавовые толщи представлены в Кумсинской структуре 35 лавовыми потоками общей мощностью 1200 м, в Семченской структуре 21 потоком общей мощностью 560 м, в Койкарской структуре 18 потоками общей мощностью 630 м и в районе дер. Красная Речка 18 потоками, формирующими 270-метровый вулканический разрез [Светов и др., 2004].

Для сумийского интрузивного магматизма характерны расслоенные мафит-ультрамафитовые массивы и отдельные тела, развитые в северной и восточной Карелии и на Ветреном поясе [Сv 211]. Наиболее крупный Бураковский массив (около 630 кв. км) характеризуется вкрапленными хромитовыми рудами [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. Расслоенные массивы Кивакка, Луккулайсвара, Ципринга и другие широко представлены в северной Карелии [Геология..., 1987], а также в Беломорской провинции и на Ветреном поясе. Их возраст составляет 2,45–2,40 млрд лет [Amelin et al., 1995; Kulikov et al., 2010; и др.].

Образования сумия метаморфизованы различно в зависимости от места их положения относительно активных зон метаморфизма в палеопротерозое. Самые свежие породы характерны для коматиитовых базальтов свиты Ветренный пояс на одноименном крыже, а наиболее метаморфизованы магматиты в Беломорской провинции (амфиболитовая фация).

Первичные геологические структуры сумийского периода и их вещественный состав наиболее схожи с рифтогенными образованиями фанерозоя, однако имеются и отличия, которые позволяют более правильно именовать их проторифтовыми.

Сариолий [212]. Сариолийские отложения распространены в различных районах Карельской провинции. Они обычно прослеживаются в виде прерывистых узких зон на границе с перекрывающимися их ятулийскими образованиями или отдельных, изолированных участков, иногда слагают выдержанные полосы длиной до 10 и более километров (оз. Вотулма, р. Кумса). Отчетливо устанавливается несогласное залегание сариолийских отложений на образованиях сумия и более древних гранитоидах [Кратц, 1963; Негруца, Негруца, 2007].

В центральной и южной Карелии находятся наиболее полные разрезы сариолийских отложений. Они описаны в районе пос. Гумарино – оз. Селецкого, оз. Сегозеро, а также на

северо-западной периферии Северо-Онежской структуры. В восточной Карелии сариолийские образования известны во многих местах в районе оз. Вотулма – Шуезеро, на мысе Сабельники (оз. Выг), а также в районе Ветреного пояса. В северной Карелии они установлены в районах оз. Кукаозеро, оз. Паанаярви, в верховьях р. Оланга, а в западной Карелии встречаются севернее оз. Среднее Куйто и у оз. Большозеро.

В состав сариолийской системы входят селецкая, палеозерская, пайозерская, онтолампинская, калгачинская свиты. По вещественному составу выделены два типа разреза сариолия: полный и сокращенный [Коросов, 1991]. Сокращенный тип характеризуется развитием только обломочных пород (конгломератов, песчаников, алевролитов), а полный – наличием, кроме обломочных базальных пород, толщи вулканитов андезибазальтового состава. Полный тип разреза сариолия установлен лишь в Лехтинской, Шомбозерской и Панаярвинской структурах.

Сариолийские дайки долеритов (Fe-Ti базитов) с U-Pb (ID TIMS) по бадделеиту возрастом 2310 млн лет известны в районе оз. Куйто [Степанова и др., 2014a; Stepanova et al., 2015]. Они имеют черты сходства с континентальными толеитами MORB-типа, но в отличие от них интенсивно контаминированы вследствие длительного нахождения в континентальной коре и фиксируют эпизод относительно спокойного растяжения, не сопровождавшегося расколом континентальной литосферы.

Конгломераты залегают на риодацитах сумия с возрастом 2,44 млрд лет и перекрываются ятулийскими породами с возрастом ~2,3 млрд лет.

Ятулий [213]. Отложения ятулийской системы неравномерно развиты на территории Карелии в основном в пределах Свекофеннской и Карельской провинций. В первой они прослеживаются вдоль ее северо-восточной границы в районе оз. Малое Янисъярви и далее в Финляндию до района Коли-Култимо, а во второй от Онежского озера – Туломозеро – Суоярви на северо-запад до озер Паанаярви и Куоляярви. На большей части Беломорской провинции за исключением района Кукаозера породы стратона пока достоверно не установлены. Ятулийские отложения залегают с резким угловым несогласием на эродированной поверхности разновозрастных доятулийских образований [Соколов, Хейсканен, 1966; Геология..., 1987].

Ятулийская система расчленяется по принципу изменения характера процесса осадконакопления на два отдела: нижний – сегозерский

и верхний – онежский [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011].

Сегозерский отдел [2131] по сгруппированным в нем породно-слоевым ассоциациям представлен преимущественно кварцитопесчаниками с пластовыми телами лав базальтового состава. В него включаются следующие свиты: янгозерская, медвежьегорская, северо-сегозерская, вороновоборская, койкарская и др., а также терригенная часть самых низов разреза туломозерской свиты (низы разреза терригенно-карбонатной толщи).

Онежский отдел [2132] включает в себя карбонатную и вулканогенную части туломозерской свиты (мощность отдела 900 м [Негруца, 1984]). Для дробного расчленения его используются слои с *Lithophyta*. В разрезе свиты Онежской параметрической скважины в Онежской структуре в районе дер. Улитина Новинка вскрыта галитовая толща мощностью около 200 м, перекрытая 300-метровой ангидрит-магнезитовой толщей, на которой залегают доломиты [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. Общая мощность верхнего отдела иногда достигает 600 м.

Базальтовый вулканизм в ятулии проявлялся в течение трех фаз [Геология..., 1987]. В некоторых крупных ятулийских структурах на ОГК выделены пачки вулканитов, которые отражают особенности их тектоники (Пана-Куоляярви, Лехтинская, Шомбозерская, Янгозерская), в других структурах вулканиты показаны совместно с осадками.

Людиковий [214]. Людиковийская система наиболее полно представлена в двух крупных палеопротерозойских структурах рассматриваемой территории – Онежской и Куоляярвинской. В других районах (Северное Приладожье, ЮВ Финляндия, Сегозерская, Шомбозерская, Кукасозерская структуры) сохранились ее фрагменты. Она разделяется многими исследователями на два отдела: нижний – заонежский и верхний – суйсарский. К нижнему относятся следующие свиты: соанлахтинская и питкяррантская сортавальской серии, а также заонежская, соваяярвинская, хирвинаволокская, гайкольская.

Отложения заонежского отдела, как правило, залегают в ядрах крупных синклинальных структур совместно с ятулийскими породами, а иногда и на доятулийском основании. Стратотип его расположен в Северо-Онежском синклинории и представлен породами заонежской свиты, которая включает в себя осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные образования. Характерной особенностью свиты, как и всего одноименного горизонта, является

присутствие в шунгитовых породах в разной степени метаморфизованного органического вещества [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. Вулканиты сортавальской серии имеют Sm-Nd изохронный возраст 2069–2083 млн лет [Матреничев, Матреничев, 2009].

Практически все литотипы осадочных пород свиты содержат какие-либо ископаемые останки организмов. В карбонатных породах встречаются *Lithophyta* (строматолиты и микрофитолиты), в терригенных породах (главным образом первично пелитовых) – акритархи, в кремнистых породах – стириолиты и микрофоссилии, в углеродистых (шунгитовых) породах – хемофоссилии.

Для суйсарского отдела, где доминирующими являются вулканогенные образования основного, частично ультраосновного и среднего состава, характерно существенное различие разрезов на юге (западное крыло Онежской структуры) и севере (Куоляярвинская структура). В Онежской структуре детальный разрез описан по опорной скв. 5 (Укшозерская) [Куликов и др., 1999]. Выделено четыре пачки, которые состоят из базальтов или пикробазальтов в переслаивании с туфами и туффитами, различаются по минеральному и химическому составу и имеют общую мощность 420 м.

Существенно иной состав суйсарского отдела описан в Куоляярвинской структуре, где выделяется три свиты [Куликов, Куликова, 2014]: 1 – апарярвинская (конгломераты, кварцитопесчаники, базальты, андезибазальты, трахибазальты с линзами карбонатсодержащих туффитов), мощность 530 м; 2 – кайральская (доломиты, кремнистые и слюдястые сланцы, туффиты), мощность 400 м, и 3 – соткойвинская (андезибазальты, коматиитовые базальты, базальты и кислые вулканиты), мощность более 1000 м.

Такой объем суйсарского отдела людиковийской системы не признается финляндскими геологами на западе Куоляярвинской структуры [Manninen, 1991; и др.], которые относят указанные свиты к более древним толщам сумия-сариолия, якобы надвинутым на ятулийские образования с северо-запада.

К людиковийским комплексам на ОГК отнесены интрузивы мафит-ультрамафитов в Шомбозерском и Куоляярвинском синклинориях и их обрамлении, а также в Онежской структуре [v214].

Особое внимание привлекают новые данные о возрасте дифференцированных массивов Тикшозерского и Елетьозерского (северная Карелия), в составе которых выделяются щелочные породы (нефелиновые сиениты и др.) и карбонатиты наряду

с оливинитами и габброидами. Их возраст составляет 2070–2086 млн лет [Шарков и др., 2015], что древнее, чем считалось ранее (1,9–1,8 млрд лет).

Кратко суммируем другие данные по геохронологии людиковия Карелии. Для долеритов, секущих породы заонежского комплекса, получены датировки 1919 ± 18 млн лет (SIMS, $n=12$, $MSWD = 0,18$) [Priyatkina et al., 2014] и 1956 ± 5 млн лет (SIMS; $n=9$; $MSWD = 0,18$) [Степанова и др., 2014б; Stepanova et al., 2014], для высокоуглеродистых осадочных пород заонежского разреза – 2,05 млрд лет (Re-Os метод) [Hannah et al., 2006], цирконометрия вулканитов заонежского комплекса позволила получить датировки $1982 \pm 4,5$ и $1961,6 \pm 5,1$ млн лет (ID-TIMS) [Martin et al., 2015]. Совокупность изотопных датировок [Puchtel et al., 1998а; Куликов и др., 1999; Филиппов и др., 2007; Lubnina et al., 2016] долеритов [v214], залегающих среди ятулийских карбонатных и терригенных пород в Онежской структуре, не позволяет их считать ятулийскими, как это традиционно принималось [Геология..., 1987], а требует относить к людиковию. Суйсарские магматиты имеют следующие датировки: Re-Os изохрона по породе (перидотиты, габбро) и минеральным фракциям ильменита и ульвошпинели дает значение 1969 ± 18 млн лет; габброиды с привлечением данных по клинопироксену имеют Sm-Nd изохрону 1988 ± 34 млн лет ($MSWD = 1,84$; $n = 13$) и Pb-Pb возраст по породе и монофракциям (клинопироксен и плагиоклаз) 1985 ± 57 млн лет ($MSWD = 3,0$; $n = 18$) [Puchtel et al., 1999а]. Близкие возрасты получены по цирконам из кимберлитов оз. Кимозеро – 2009 ± 2 млн лет в Онежской структуре [Лохов и др., 2013], а также базитовой дайке в Сортавальском куполе – 1963 ± 19 млн лет [Шульдинер и др., 2000].

Калевий [215]. Калевийские образования развиты в Свекофеннской и Карельской провинциях. Стратотипом калевия для Карельского региона является ладожская серия в Северном Приладожье, включающая три свиты (снизу вверх): пъякярви, контиосаари, наатселька. Метаосадочные породы ладожской серии относятся к сланцевому поясу, протягивающемуся при ширине 20–30 км на 190 км из Приладожья в район оз. Хойтиайнен в Финляндии. Этот пояс рассматривается [Kohonen, 1995] как раннепротерозойская структура, которая развивалась на краю пассивной континентальной окраины Карельского кратона.

Калевийские отложения Северо-Ладожской зоны представлены метатурбидитами с локальным развитием вулcano-кластических

пород, а в Свекофеннской зоне (Западное Приладожье) – их сильно метаморфизованными аналогами и вулканогенно-осадочными образованиями Куркиекско-Лахденпохского метаморфического комплекса, сопоставимыми с островодужными породными ассоциациями свекофеннид на территории южной Финляндии. Названные зоны разделены Мейерским надвигом [Балтыбаев и др., 2004]. Среди пород ладожской серии преобладают ритмично-слоистые биотитовые гнейсы и кварц-слюдяные сланцы, повсеместно содержащие в разных количествах порфиروبласты андалузита, ставролита и граната, а также разнообразные конкреции. С углеродсодержащими сланцами в зоне амфиболитового метаморфизма связано месторождение графита Ихала.

Парастратотипом калевия в Онежской структуре является бесовецкая серия [Кайряк, 1973] со свитами падосской, шуйской, кондопожской и вазозерской [215]. Разрезы представлены чередованием алевролитов, глинистых сланцев, микалитов, аркозовых и кварцевых песчаников с ограниченным распространением гравелитов, силицитов, кислых туффитов.

Калевийский магматизм представлен преимущественно гранитоидами и в меньшей степени основными интрузиями. Главными интрузивными комплексами являются следующие.

Кааламский комплекс [δvu215] ($1888,3 \pm 5,2$ млн лет) [Богачев и др., 1999], включает одноименный крупный плутон (80 км^2), расположенный в 30 км к северу от г. Сортавала, и ряд его небольших сателлитов, Исоярвинский массив, шток Алатту и многочисленные дайки, варьирующие по составу от основных до кислых. В строении массивов участвуют оливиновые клинопироксениты, плагио-пироксениты, горнблендиты, меланократовые габбро, габбро-нориты, габбро, меланодиориты, диориты, кварцевые диориты и тоналиты. В связи с Кааламским магматическим комплексом известно несколько рудопроявлений платиноидов, золота, никеля и меди.

Вялимякский комплекс [δvs215], объединяет одноименный массив ($1891,7 \pm 4,9$ млн лет) [Богачев и др., 1999], расположенный на северном берегу Ладожского озера в 5 км к югу от пос. Ляскеля, и небольшой интрузив острова Мякисало. В их строении участвуют метапироксениты, габбро, диориты, монцодиориты, монцониты, сиениты. В метапироксенитах встречаются Ti-V-содержащие железные руды и бедная благороднометалльная минерализация.

Два (Приозерско-Импиниемский и Яккимский) **диоритовых комплекса [γδ215]** (1871 ± 4 и $1878,5 \pm 13,3$ млн лет) [Балтыбаев, Кузьмина,

2002], варьирующих по составу – от габбро до гранитоидов, распространены преимущественно в ЮЗ Приладожье в зоне амфиболитовой фации метаморфизма.

Лахденпохский комплекс [δvυ215] (1881,4 ± 9,3 млн лет) [Балтыбаев и др., 2004], в состав которого входят метаморфизованные габбро-нориты, кварцевые диориты, эндербиты. Наиболее широко они распространены вблизи поселка Куркиёки и г. Лахденпохья на территории, характеризующейся обширной гравитационной аномалией, контуры которой ограничивают гранулитовый ореол метаморфизма.

Кузнеченско-Латвасюрский мигматит-гранитовый комплекс [mγ215], занимает обширные площади от Латвасюрского купола до Карельского перешейка включительно. Наиболее характерны сильно огнейсованные двуполевошпатовые гранитоиды, гнейсограниты и мигматиты с возрастом 1871 ± 2,1 млн лет [Балтыбаев, Кузьмина, 2002].

Путсаарский монцодиорит-гранитовый комплекс [γqμ215] (1869 ± 7,7; 1868 ± 5,9 млн лет) [Балтыбаев и др., 2004], слагает одноименный остров и отличается крайне неоднородным строением (от габброидов до гранитов) и широким распространением тектонических и эруптивных брекчий.

Комплекс калиевых гранитов [γ215] с наиболее типичным представителем – Тервусским массивом (1866,9 ± 4,4 млн лет) [Балтыбаев и др., 2004].

Метаморфизм гранулитовой фации сопровождается внедрением эндербитов (1881,4 ± 9,3 млн лет). С промежуточной фазой метаморфизма сопряжено внедрение диорит-тоналитовых массивов с возрастом 1878,5 ± 13,3 млн лет, образование мигматитов 2-й генерации (1871–1876 млн лет) и калиевых гранатсодержащих гранитов (1866,9 ± 4,4 млн лет). Поздняя стадия свекофеннского метаморфизма в Приладожье сопровождается формированием небольших тел позднекинematicких гранитов в интервале 1860,8 ± 2,6 – 1849,7 ± 4,4 млн лет [Балтыбаев и др., 2004].

Вепсий [216]. Вепсийские образования в основном развиты в южной части Карельской провинции, слагая Южно-Онежскую мульду площадью около 9 тыс. км². Вепсийская система включает две свиты: нижнюю петрозаводскую и верхнюю шокшинскую. Некоторые исследователи рассматривают их в ранге отделов, а другие относят петрозаводскую свиту к более древней калевийской системе [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. Петрозаводская свита, мощностью более

300 м, сложена преимущественно слоистыми сероцветными песчаниками, кварцитопесчаниками, алевролитами и аргиллитами, редко конгломератами.

Шокшинская свита представлена красноцветными (малиновые, розовые, буроватые) кварцитами и кварцитопесчаниками с линзами конгломератов возрастом около 1,8 млрд лет. Мощность их составляет не менее 500 м, верхняя граница не установлена, а нижняя с петрозаводской свитой обычно проводится по подошве пачки кварцитов, содержащих линзы конгломератов, гальки в которых сложены кварцем, реже гранитоидами, иногда песчаниками и углеродсодержащими сланцами.

Магматические образования вепсия в основном приурочены к Южно-Онежской мульде, а также установлены в СЗ Приладожье. Наиболее ярким представителем первых является Ропручейский силл габбро-долеритов, обнажающийся на протяжении около 100 км вдоль западного берега Онежского озера. Он образован тремя телами, которые непосредственно связаны между собой. Главное тело мощностью до 200 м сложено преимущественно среднезернистыми габбро-долеритами и габбро, а два других (перекрывающее и подстилающее) тела мощностью до 25 м представлены долеритами, в т. ч. мелкозернистыми, иногда с миндалекаменными текстурами в приконтактных частях. Некоторые исследователи (А. П. Светов, А. И. Кайряк, А. И. Голубев) принимают их за лавовые потоки [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011]. U-Pb возраст габброидов силла оценивается в 1770–1750 (1770 ± 12 по циркону, 1751 ± 3 по бадделеиту) млн лет [Бибикина и др., 1990; Lubnina et al., 2012]. В СЗ Приладожье известны Элисенваарско-Вуоксинский шошонитовый и Маткасальский пегматит-лейкогранитовый комплексы.

Первый [μευ] включает несколько массивов (Вуоксинский, Райвимяки, Кайвомяки, Ояярви, Островский, Бородинский) и большое число даек. Он представлен гранитами, сиенитами, монцонитами, умереннощелочными габброидами, лампрофирами (минетты, керсантиты), породами, близкими к биотитовым пироксенитам, и разнообразными переходными разновидностями между ними. В соответствии с принадлежностью к шошонитовой серии все породы данного комплекса обогащены барием, стронцием, редкоземельными элементами цериевой группы, фосфором вплоть до образования нескольких рудопроявлений апатита. Возраст комплекса 1800 млн лет (U-Pb, циркон): Вуоксинский массив – 1802 ± 17 млн лет [Konopelko, Ivanikov, 1996];

Райвимаакский – 1800 ± 6 млн лет [Mertanen et al., 2006], 1775 ± 65 млн лет [Иваников и др., 1996]; Островской – $1789,9 \pm 1,1$ млн лет [Богачев и др., 2004]; Бородинский – 1799 млн лет [Богачев и др., 2004]; Оаярви – 1800–1805 млн лет, K-Ar, амфибол [Иваников и др., 1996]; лампрофировые дайки – 1770 ± 30 млн лет, U-Pb, циркон [Shebanov et al., 2006].

Маткасельский пегматит-лейкогранитовый комплекс [Ly 216] развит в пределах западной группы гнейсогранитных куполов Северного Приладожья. В его состав входят одноименный массив и многочисленные небольшие жильные тела лейкогранитов, пегматоидных гранитов и мусковит-редкометалльных пегматитов. С этим комплексом связаны рудопроявления вольфрама в скарнах и редких металлов (Li, Ta, Nb) в пегматитах.

Мезопротерозой [22]

Нижний рифей [221]. Нижнерифейские образования развиты вдоль зоны сочленения Свекофеннской и Карельской провинций и перекрываются осадками Русской плиты в пределах Ладожского рифта. Они представлены осадочными, вулканогенно-осадочными и плутоническими комплексами. Выделяются: анортозит-рапакивигранитный (Выборгский и Улялегско-Салминский массивы) и монцодолеритовый (Валаамский силл, дайки «сортավалитов» – умереннощелочных долеритов) комплексы: Улялегско-Салминский массив имеет возраст $1546,7 \pm 1,7$ – $1529,9 \pm 0,6$ [Ларин, 2011], а Выборгский – 1665–1615 млн лет [Vaasjoki et al., 1991; Ramo, 1999]. Массивы многофазные [рyv221]. Ранние фазы представлены преимущественно габброноритами, габбро-анортозитами, сиенитами; средние – выборгитами, питерлитами и крупнозернистыми гранитами рапакиви; поздние – литий-фтористыми гранитами и габброидами.

В связи с Улялегско-Салминским плутоном известны крупные месторождения облицовочного и строительного камня, керамических пегматитов, многочисленные скарново-грейзеновые месторождения Sn-Cu-Zn-Fe-Ag, разрабатывавшиеся в XIX и XX веках, а также открытые в XX веке месторождения бериллия, флюорита и рудопроявления титана и ниобия. В последние годы обоснованы их перспективы на индий, редкие земли, золото и платиноиды [Иващенко, Голубев, 2015].

Нижнерифейские вулканогенно-осадочные образования [221] с резким угловым несогласием залегают на коре выветривания архей-палеопротерозойского фундамента и гранитах

рапакиви и прорываются Валаамским силлом. В целом в разрезе Ладожского рифта выделяется пять свит рифейского возраста – приозерская, салминская, пашская, приладожская, яблоновская [Михайлов, 2004]. В пределах Карелии развиты отложения только двух первых, мощность их варьирует в зависимости от эрозионного среза и глубины залегания фундамента. Они имеют двучленное терригенно-вулканогенное строение [Кайряк, Хазов, 1967; Купцова и др., 2011]. Мощность терригенной части разреза приозерской свиты в районе п. Карку 0–80 м, а в Пашском грабене – более 450 м. Он завершается лавами трахибазальтов с линзами туфобрекчий и туфов. Всего насчитывается 9 потоков общей мощностью до 113 м в районе п. Карку и не менее 389 м в Пашском грабене.

Вулканы приозерской свиты через кору выветривания перекрываются отложениями салминской свиты, в базальной части которой залегают светлые кварц-полевошпатовые и полимиктовые разнозерностные песчаники с глинистым цементом, а в кровле – умереннощелочные базальты с прослоями туфов. Мощность салминской свиты в районе п. Карку составляет 125 м, в Пашском грабене – 150–200 м [Купцова и др., 2011].

С нижнерифейскими вулканогенно-осадочными образованиями связано формирование уранового месторождения «типа несогласия» Карху вблизи пос. Салми [Кушнеренко и др., 2004; Михайлов, 2004]. **Валаамский силл [vм221]** монцодолеритов-ферродолеритов имеет мощность 200–250 м и площадь распространения ~16 тыс. км² [Свириденко, Светов, 2008]. Он полого (5–10°) падает на юго-восток. В основании силла габбродолериты обогащены титаномагнетитом. Вверх по разрезу они постепенно обогащаются калиевым полевым шпатом, становясь, по сути, монцодолеритами и трахидолеритами, рассекаемыми жилками гранит-аплитов (гранофиров?). Изотопный возраст монцодолеритов – $1457,4 \pm 2,7$ – 1459 ± 3 млн лет (U-Pb, бадделеит [Ramo et al., 2001]). Породы Валаамского силла имеют повышенное содержание титана и фосфора – до 4 и 2 % соответственно.

К среднему рифею относятся скрытые под водами Белого моря песчано-глинистые осадки, лампроитовые и кимберлитовые дайки в Костомукшской структуре с возрастом 1,2 млрд лет [Костомукшский рудный район..., 2015], долериты с возрастом 1,1 млрд лет дайки Салла в Куолаярвинской структуре [Lauerma, 1967] и ее продолжение на востоке (оз. Туттиярви).

Неопротерозой [23]

Объединяет образования верхнего рифея и венда.

Верхний рифей [231]. Представлен песчано-глинистыми осадками акватории Белого моря [Балуев и др., 2012] и астроблемой Янисъярви, расположенной к северу от Ладожского озера. Астроблема в виде древнего (725 ± 5 млн лет) глубоко эродированного импактного кратера с начальным диаметром ~14 км занята сейчас котловиной одноименного озера [Масайтис и др., 1980; Вишневский и др., 2004]. Мишенью кратера послужили регионально-метаморфизованные и дислоцированные метатурбидиты ладожской серии калевия и вулканогенно-осадочные образования соанлахтинской свиты людиковия.

В коренном залегании импактиты астроблемы представлены тагамитами и импактными брекчиями с переменным количеством стекла, от «сваренных» игнимбриитовидных разностей до бедных стеклом щебне-глыбовых брекчий. Стекла зювитов пористые, вплоть до пемзовидных.

В импактитах астроблемы установлены коэсит, стишовит, самородное железо, вюстит и кристаллиты алмаза [Масайтис и др., 1980; Вишневский и др., 2004].

Венд [232]. Вендские отложения широко представлены на ОГК, окаймляя с юга и востока ФСЦ, и непосредственно перекрываются осадочными породами девона или карбона Русской плиты. В пределах щита они сохраняются в виде останцов преимущественно вдоль кряжа Ветреный пояс с северной и южной его сторон, а также на Поморской низменности и на дне Онежской губы Белого моря [Балуев и др., 2012]. В последнее время широкое развитие венда отмечено также в акватории Онежского озера [Онежская палеопротерозойская структура..., 2011].

Осадочные породы венда с резким угловым несогласием субгоризонтально залегают на различных докембрийских образованиях. В основании разреза (редкинский горизонт) развита пачка гравелито-песчаников, конгломератов и разнозернистых песчаников буро-коричневого цвета. Галечный материал в конгломератах содержит все породы, развитые в окружающем районе; цемент нередко карбонатный. Вверх по разрезу грубообломочные породы постепенно переходят в тонкопереслаивающиеся аргиллиты, алевролиты, песчаники. Мощность базальной пачки в районе Ветреного пояса достигает 15 м. С ней связаны проявления россыпного золота. Залегающая выше пачка характеризуется чередованием прослоев светло-серого

и буро-коричневого цвета аргиллитов, алевролитов и песчаников и имеет мощность до 100 м. Общая мощность венда достигает в районе р. Онеги 220 м [Богданов, 2000].

ФАНЕРОЗОЙ [3]

Палеозой [31]

Палеозойские отложения развиты на юго-восточной и восточной частях территории ОГК и представлены девонской, каменноугольной и пермской системами [Богданов, 2000].

Девон [314]. Образования франского яруса верхнего девона, имея субгоризонтальное залегание, с несогласием перекрывают отложения докембрия, включая и венд. Они представлены обычно песчаниками, алевролитами, песками и глинами. Окраска пород преимущественно красная и желтая, в верхних частях пестрая. Минеральный состав отложений зависит от состава близлежащих более древних образований.

В районе оз. Кенозеро разрез сложен известняками, доломитами и мергелями (~100 м), а верхи представлены песчано-глинистыми, местами пестроцветными отложениями (~200 м). Наиболее характерной фацией девона является фация «древнего красного песчаника» (*Old Red sandstone*), широко распространенная во всех странах Северного полушария. Находки органических остатков в красном песчанике (панцирные рыбы, филоподы) позволяют рассматривать эти образования как результат смешения лагунно-континентальной и лагунно-морской фаций. Мощность девона до 300 м.

На ЮЗ Мурманской области и СВ Финляндии известны щелочно-ультраосновные массивы Вуориярви, Салланлатва и др. [еу314], сложенные оливинитами, перидотитами, пироксенитами, карбонатитами и щелочными породами (йолиты, якупирангиты и др.). Возраст составляет $383 \pm 7 - 375 \pm 7$ млн лет [Баянова и др., 2002].

Карбон [315]. Представлен тремя отделами мощностью свыше 220 м, залегающими трансгрессивно на размытой поверхности древних разновозрастных отложений. Нижний отдел (~100 м) сложен пестроцветными глинами, бокситами, песками, мергелями, к ним приурочены залежи бокситов Северо-Онежского бокситового района. Средний отдел (~100 м) образован песчаниками, алевролитами, органическими известняками. Верхний отдел слагают пестроцветные известняки и доломиты.

Пермь [316]. Пермские образования на территории ОГК слагают только два небольших участка в юго-восточном углу карты (Каргополь) и характеризуют западную окраину обширного пермского поля Русской плиты. Они представлены нижним отделом в составе ассельского и сакмарского ярусов [Богданов, 2000]. Первый сложен сильно доломитизированными, огипсованными органо-обломочными, реже хемогенными известняками и окремненными доломитами. Второй – внизу образован доломитами с прослоями ангидритов и гипсов (местами встречаются прослои конгломератов, песчаников и глин), а вверху – переслаиванием ангидритов, гипсов, огипсованных доломитов и каменной соли. Мощность от 50 до 200 м. Мезозойские и кайнозойские образования на ОГК не показаны, т. к. первые достоверно не установлены, а вторые развиты повсеместно и требуют составления специальной карты, выходящей за пределы данной работы.

Заключение

В ходе выполнения работ впервые была составлена ОГК масштаба 1:750 000 на основе материалов ИГ КарНЦ РАН и других производственных и научно-исследовательских организаций. В настоящей статье она уменьшена до масштаба приблизительно 1:2 000 000. Разработанная легенда к карте включает новые методические подходы авторов, учитывает передовой международный опыт, международную шкалу геологического времени, а также новые геохронологические данные по региону. При создании карты успешно использовались ГИС-технологии применительно к геологическим картам масштаба 1:500 000 – 1:1 000 000. ОГК может служить экспериментальным примером при создании геологических карт других регионов развития докембрия, в том числе для обновления международной геологической карты ФСЦ и Евразии. ОГК найдется применение при создании нового поколения карт по тектонике, магматизму, метаморфизму, минерагении и др. Она, безусловно, станет базой для геодинамических исследований докембрия. Кроме того, будет использоваться как учебное пособие для студентов вузов по курсу «Геология России». Карта прошла апробацию на XII Всероссийском петрографическом совещании в Петрозаводске [Куликов и др., 2015]; XLVIII Тектоническом совещании в Москве [Куликов, Полин, 2016]; XXXV Международном геологическом конгрессе в Кейптауне [Svetov et al., 2016]; IX Международном симпозиуме «Lithosphere-2016» в Хельсинки [Slabunov et al., 2016].

Авторы благодарят директора Института геологии КарНЦ РАН д. г.-м. н. В. В. Щипцова за всестороннюю поддержку исследований, ценные замечания и предложения, высказанные в ходе проведения работы и подготовки макета карты.

Данное исследование выполнено в рамках НИР «Ранняя земная кора ЮВ Фенноскандии: модели формирования и преобразования в архее и протерозое», № Госрегистрации 01201357017, с частичной поддержкой грантов РФФИ: 13-05-91162, 13-05-90909, 13-05-00402, 14-35-50191, 15-05-09288, 15-35-50162, 16-05-00486.

Литература

- Алексеев Н. Л., Балаганский В. В., Зингер Т. Ф. и др. Позднеархейская история зоны сочленения Беломорского подвижного пояса и Карельского кратона, Балтийский щит: новые изотопные данные // ДАН. 2004. Т. 397, № 3. С. 369–373.
- Арестова Н. А., Чекулаев В. П., Матвеева Л. В. и др. Новые данные о возрасте архейских пород Водлозерского домена (Балтийский щит) и их значение для геодинамических реконструкций // Доклады РАН. 2012. Т. 442, № 1. С. 67–73.
- Балаганский В. В., Алексеев Н. Л., Хухма Х. и др. Происхождение базальных сланцев сумия и возраст метавулканитов лопия на границе архея и протерозоя в Кукасозерской структуре, Северо-Карельская зона карелид, Балтийский щит // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2011. Т. 19, № 4. С. 3–20.
- Балаганский В. В., Минц М. В., Дэйли Дж. С. Палеопротерозойский Лапландско-Кольский ороген // Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программам EURO-PROBE / Под ред. А. Ф. Морозова, Н. И. Павленковой. М.: ГЕОКАРТ, ГЕОС, 2006. С. 158–171.
- Балтыбаев Ш. К., Кузьмина Е. В. Периодизация, длительность и петролого-геохимические условия развития коровых магматических очагов в пределах свекофеннид // Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков: сборник. М., 2002. Т. 2. С. 43–44.
- Балтыбаев Ш. К., Левченков О. А., Бережная Н. Г. и др. Время и длительность свекофеннской плутонометаморфической активности на юго-востоке Балтийского щита, Приладожье // Петрология. 2004. Т. 12, № 4. С. 374–393.
- 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 1:1500000) // Труды Геологического института. М.: ГЕОС, 2012. Вып. 597. 104 с.
- Баянова Т. Б., Пожиленко В. И., Смолькин В. Ф. и др. Каталог геохронологических данных по СВ части Балтийского щита. Геология рудных районов Мурманской области. Апатиты: КНЦ РАН, 2002. 53 с.

Бибикина Е. В. Уран-свинцовая геохронология ранних этапов развития древних щитов. М.: Наука, 1989. 256 с.

Бибикина Е. В., Бергман И. А., Грачева Т. В., Макарова В. А. Архейский возраст железорудных формаций Карелии // Геохронология и проблемы рудообразования. М., 1977. С. 25–32.

Бибикина Е. В., Богданова С. В., Глебовицкий В. А. и др. Этапы эволюции Беломорского подвижного пояса по данным U-Pb цирконового геохронологии (ионный микрозонд NORDSIM) // Петрология. 2004. № 3. С. 227–244.

Бибикина Е. В., Кирнозова Т. И., Лазарев Ю. И. и др. U-Pb изотопный возраст вепсия Карелии // ДАН СССР. 1990. Т. 310, № 1. С. 212–216.

Бибикина Е. В., Самсонов А. В., Петрова А. Ю., Кирнозова Т. И. Геохронология архея западной Карелии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2005. Т. 13, № 5. С. 3–20.

Бибикина Е. В., Самсонов А. В., Щипанский А. А. и др. Хизоваарская структура Северо-Карельского зеленокаменного пояса как аккрецированная островная дуга позднего архея: изотопно-геохронологические и петрологические данные // Петрология. 2003. Т. 11, № 3. С. 289–320.

Бибикина Е. В., Слабунов А. И., Богданова С. В. и др. Ранний магматизм Беломорского подвижного пояса, Балтийский щит: латеральная зональность и изотопный возраст // Петрология. 1999. Т. 7, № 2. С. 115–140.

Богачев В. А., Иваников В. В., Козырева И. В. и др. U-Pb цирконового датирование синорогенных габбро-диоритовых и гранитоидных интрузий Северного Приладожья // Вестник СПбГУ. 1999. Сер. 7, вып. 3, № 21. С. 23–31.

Богачев В. А., Салтыкова Т. Е., Буслович А. Л., Путинцева Е. В. Легенда Балтийской серии листов государственной геологической карты РФ м-ба 1:1000000 (третье поколение). Отчет. Фонды СЗР-ГЦ. СПб., 2004.

Богданов Ю. Б. (ред.). Государственная геологическая карта м-ба 1:1000000. Лист Р-35–37. Петрозаводск; СПб., 2000. 323 с.

Вишневский С. А., Иващенко В. И., Райтала Й. и др. Ударно-метаморфизованное углеродистое вещество и вмещающие импактиты из астроблемы Янисъярви, Карелия: новые данные // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. Вып. 7. С. 185–192.

Володичев О. И. Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). Л.: Наука, 1990. 245 с.

Володичев О. И., Слабунов А. И., Бибикина Е. В. и др. Архейские эклогиты Беломорского подвижного пояса, Балтийский щит // Петрология. 2004. № 6. С. 609–631.

Вулканизм архейских зеленокаменных поясов Карелии. Л.: Наука, 1981. 154 с.

Геология Карелии / Отв. ред. В. А. Соколов. Л.: Наука, 1987. 231 с.

Глебовицкий В. А., Зингер Т. Ф., Беляцкий Б. В. О возрасте гранулитов Западно-Беломорского пояса и покровообразования в нем // ДАН. 2000. Т. 371, № 1. С. 63–64.

Глебовицкий В. А., Миллер Ю. В., Другова Г. М. и др. Структура и метаморфизм Беломорско-Лапландской коллизионной зоны // Геотектоника. 1996. № 1. С. 53–63.

Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС. Серия аналитических обзоров «Очерки по региональной геологии России» / Под ред. А. Ф. Морозова. М.: ГЕОКАРТ; ГЕОС, 2010. Т. 1, вып. 4. 408 с.

Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР: Стратиграфия. Киев: Наукова думка, 1988. 192 с.

Иваников В. В., Конопелько Д. Л., Пушкарев Ю. Д. и др. Апатитсодержащие ультрамафит-мафитовые породы СЗ Ладожского региона – раннерифейские рифтогенные или протерозойские посторогенные // Вестник С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. Геол. и географ. 1996. № 28. С. 76–81.

Иващенко В. И., Голубев А. И. Новые аспекты металлогении скарнов Питкярантского рудного района // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 7. С. 127–148. doi: 10.17076/гео149

Кайряк А. И. Бесовецкая серия в Онежской структуре. Л.: Недра, 1973. 176 с.

Кайряк А. И., Хазов Р. А. Иотнийские образования Северо-Восточного Приладожья // Вестник ЛГУ. Сер. геол. и геогр. 1967. Вып. 2, № 12. С. 62–72.

Каулина Т. В., Богданова М. Н. Новые U-Pb изотопные данные для процессов магматизма и метаморфизма северо-западного Беломорья // ДАН. 1999. Т. 366, № 5. С. 677–679.

Кожевников В. Н. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 223 с.

Кожевников В. Н., Бережная Н. Г., Пресняков С. Л. и др. Геохронология циркона (SHRIMP-II) из архейских стратотектонических ассоциаций в зеленокаменных поясах Карельского кратона: роль в стратиграфических и геодинамических реконструкциях // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14, № 3. С. 19–41.

Кожевников В. Н., Скублов С. Г. Детритные цирконы из архейских кварцитов Маткалахтинского зеленокаменного пояса. Карельский кратон: гидротермальные изменения, минеральные включения, изотопные возрасты // ДАН. 2010. Т. 430, № 5. С. 681–685.

Кожевников В. Н., Скублов С. Г., Марин Ю. Б. и др. Хадей-архейские детритовые цирконы из ятулийских кварцитов и конгломератов Карельского кратона // ДАН. 2010. Т. 431, № 1. С. 1–5.

Коросов В. И. Геология джятулийского протерозоя восточной части Балтийского щита (сумий, сариолий). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1991. 118 с.

Корсаков А. К., Межеловская С. В., Межеловский А. Д. Вероятные источники обломочного материала при формировании кварцитов токинской свиты Ветреного Пояса по данным анализа детритовых цирконов // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 5. С. 11–17.

Корсакова М. А., Красоткин С. И., Мирадымов Г. Ш., Стромов В. А. Металлогеническая карта российской части Фенноскандинавского щита 1:1000000 // Геодинамика магматизм, седиментогенез и минерагения СЗ России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007а. С. 187–190.

Корсакова М. А., Красоткин С. И., Мирадымов Г. Ш., Стромов В. А. Металлогеническая карта российской части Фенноскандинавского щита м-ба 1:1000000. СПб.: ВСЕГЕИ, 2007б.

Корсакова М. А., Мыслова Т. Н., Иванов Н. М. Комплексы сумийских гранитоидов юго-восточной части северо-карельской зоны // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2011. № 14. С. 57–71.

Костомукшский рудный район (геология, глубинное строение и минерагения) / Отв. ред. В. Я. Горьковец, Н. В. Шаров. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. 322 с.

Кратц К. О. Геология карелид Карелии. М.; Л.: АН СССР, 1963. 212 с.

Куликов В. С., Володичев О. И., Голубев А. И. и др. Магматические и метаморфические формации и комплексы на новой геологической карте ЮВ Фенноскандии м-ба 1:750000 // Петрография магматических и метаморфических горных пород: материалы XII Всероссийского петрографического совещания. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2015. С. 444–446.

Куликов В. С., Куликова В. В., Лавров Б. С. и др. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 96 с.

Куликов В. С., Куликова В. В., Федюк А. В., Сухолетова Г. Н. К стратиграфии лопия Каменноозерской структуры Ветреного Пояса: опер.-информ. материалы. Петрозаводск, 1982. С. 27–30.

Куликов В. С., Куликова В. В. О национальной стратиграфической шкале нижнего докембрия России // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства: материалы всероссийской конференции / Геологический институт РАН (Москва, 23–25 мая 2013 г.). Moscow, 2013. P. 66–67.

Куликов В. С., Куликова В. В. Куолаярвинский синклиорий: новый взгляд на геологическое строение и сводный разрез // Труды КарНЦ РАН. 2014. № 1. С. 28–38.

Куликов В. С., Куликова В. В., Бычкова Я. В. Новый «ветренитовый» тип высокомагнезиальных магм // Магматизм и метаморфизм в истории Земли. Екатеринбург, 2010. Т. 1. С. 348–349.

Куликов В. С., Куликова В. В., Бычкова Я. В. Ветренный пояс: тектоно- и петротип палеопротерозоя ЮВ Фенноскандии // Геология Карелии от архея до наших дней. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 156–169.

Куликов В. С., Куликова В. В., Бычкова Я. В. Водлозерский блок как базовый фрагмент земной коры для изучения древнейших докембрийских комплексов СЗ России // Роль науки в решении проблем региона и страны: фундаментальные и прикладные исследования: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посв. 70-летию КарНЦ РАН

(Петрозаводск, 24–27 мая 2016 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. С. 40–43.

Куликов В. С., Полин А. К. Эволюция тектонических режимов территории ЮВ Фенноскандии от палеоархея до палеозоя // Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ: матер. XLIII Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2016. Т. 1. С. 306–310.

Куликов В. С., Симон А. К., Куликова В. В. и др. Эволюция магматизма Водлозерского блока Карельской гранит-зеленокаменной области в архее // Геология и геохронология докембрия Восточно-Европейской платформы. Л.: Наука, 1990. С. 92–100.

Куликова В. В. Волоцкая свита – стратотип нижнего архея Балтийского щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1993. 255 с.

Куликова В. В. Магматизм архейских зеленокаменных поясов юго-восточной окраины Балтийского щита: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: ИГЕМ РАН, 1983. 26 с.

Куликова В. В. Сумозерский зеленокаменный пояс // Коматииты и высокомагнезиальные вулканииты раннего докембрия Балтийского щита. 1988. С. 89–114.

Куликова В. В., Куликов В. С., Бычкова Я. В., Бычков А. Ю. История Земли в галактических и солнечных циклах. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 250 с.

Купцова А. В., Худoley А. К., Дэвис В. и др. Возраст и источники сноса песчаников приозерской и салминской свит рифея в восточном борту Пашско-Ладожского бассейна (южная окраина Балтийского щита) // Стратиграфия, геологическая корреляция. 2011. Т. 19, № 2. С. 3–19.

Кушнеренко В. К., Петров Ю. В., Пичугин В. А. и др. Геологическое строение и последовательность эпигенетического минералообразования уранового месторождения Карку (Северо-Восточное Приладожье) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. М.: ВИМС, 2004. Вып. 146. С. 11–22.

Ларин А. М. Граниты рапакиви и ассоциирующие породы. СПб.: Наука, 2011. 402 с.

Левченков О. А., Лобач-Жученко С. Б., Сергеев С. А. Геохронология Карельской гранит-зеленокаменной области и изотопная геохронология докембрия. Л.: Наука, 1989. С. 63–72.

Левченков О. А., Зингер Т. Ф., Дук В. Л. и др. U-Pb возраст цирконов из гиперстеновых диоритов и гранодиоритов острова Поньгом-наволок (Балтийский щит, Беломорская тектоническая зона) // ДАН. 1996. Т. 349. С. 852–854.

Левченков О. А., Милькевич Р. И., Миллер Ю. В. и др. U-Pb возраст метаандезитов верхней части разреза Тикшозерского зеленокаменного пояса (озеро Верхние Кичаны, северная Карелия) // ДАН, 2003. Т. 389, № 3. С. 378–381.

Лобач-Жученко С. Б., Арестова Н. А., Милькевич Р. И. и др. Стратиграфический разрез Костомукшской структуры Карелии (верхний архей), реконструированный на основе геохронологических, геохимических и изотопных данных // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2000а. Т. 8, № 4. С. 319–326.

Лобач-Жученко С. Б., Бибикина Е. В., Другова Г. М. и др. Геохронология и петрология магматического комплекса Тупой губы Северо-Западного Беломорья // Петрология. 1993. Т. 1, № 6. С. 657–677.

Лобач-Жученко С. Б., Бибикина Е. В., Другова Г. М. и др. Архейский магматизм района оз. Нотозера северо-западного Беломорья: изотопная геохронология и петрология // Петрология. 1995. Т. 3, № 6. С. 593–621.

Лобач-Жученко С. Б., Глебовицкий В. А., Арестова Н. А. Мантийные источники вещества Водлозерского домена Фенноскандинавского щита // ДАН. 2009. Т. 429, № 2. С. 223–226.

Лобач-Жученко С. Б., Чекулаев В. П., Арестова Н. А. и др. Архейские террейны Карелии: геологическое и изотопно-геохимическое обоснование // Геотектоника. 2000б. № 6. С. 26–42.

Лохов К. И., Глебовицкий В. А., Пиндюрина Е. О. и др. Изотопная Lu-Hf-система в цирконах как индикатор генезиса высокоглиноземистых пород в метаморфических комплексах // ДАН. 2013. Т. 453, № 6. С. 654–656.

Масайтис В. Л., Данилин А. Н., Мащак М. С. и др. Астрооблема Янисъярви // Геология астрооблем. Л.: Недра, 1980. С. 27–32.

Матреничев А. В., Матреничев В. А. Новые данные о строении и возрасте сортавальской серии, Северное Приладожье // Гранит-зеленокаменные системы архея и их поздние аналоги: Материалы научной конференции и путеводитель экскурсий. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 116–118.

Мельник А. Е. Эклиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса: геохимическая характеристика и время метаморфизма: дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб.: ИГГД РАН, 2015. 196 с.

Миллер Ю. В., Милькевич Р. И. Покровно-складчатая структура Беломорской зоны и ее соотношение с Карельской гранит-зеленокаменной областью // Геотектоника. 1995. № 6. С. 80–93

Милькевич Р. И., Мыскова Т. А., Глебовицкий В. А. и др. Каликорвинская структура и ее положение в системе Северо-Карельских зеленокаменных поясов: геохимические и геохронологические данные // Геохимия. 2007. С. 483–506.

Михайлов В. А. Особенности геологического строения и эпигенеза зоны предрифейского структурно-стратиграфического несогласия в Пашско-Ладожском грабене и перспективы его ураноносности // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. М.: ВИМС, 2004. Вып. 146. С. 31–36.

Мыскова Т. А., Бережная Н. Г., Глебовицкий В. А. и др. Находки древнейших цирконов с возрастом 3600 млн лет в гнейсах кольской серии Центрально-Кольского блока Балтийского щита (U-Pb, SHRIMP-II) // ДАН. 2005. Т. 402, № 1. С. 82–85.

Мыскова Т. А., Глебовицкий В. А., Миллер Ю. В. и др. Супракrustальные толщи Беломорского подвижного пояса: первичный состав, возраст и происхождение // Стратиграфия и геологическая корреляция. 2003. Т. 11, № 6. С. 3–19.

Негруца В. З. Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1984. 270 с.

Негруца В. З., Негруца Т. Ф. Литогенетические основы палеодинамических реконструкций нижнего докембрия. Восточная часть Балтийского щита. Апатиты: КНЦ РАН, 2007. 281 с.

Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. Апатиты: КНЦ РАН, 2002. 22 с.

Овчинникова Г. В., Матреничев В. А., Левченков О. А. и др. U-Pb и Pb-Pb изотопные исследования кислых вулканитов Хаутаваарской зеленокаменной структуры, Центральная Карелия // Петрология. 1994. Т. 2, № 3. С. 266–281.

Онежская палеопротерозойская структура (геология, тектоника, глубинное строение и минерогения) // Отв. ред. Л. В. Глушанин, Н. В. Шаров, В. В. Щипцов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 431 с.

Островский В. Н., Островский Л. А., Шахнова Р. К. Методические рекомендации по составлению геологической карты м-ба 1:1000000–1:500000 М.: ВСЕГЕИ НГЕО, 1994. 28 с.

Пухтель И. С., Богатилов О. А., Куликов В. С. и др. Роль коровых и мантийных источников в петрогенезисе континентального магматизма: изотопно-геохимические данные по раннепротерозойским пикритам Онежского плато. Балтийский щит // Петрология. 1995. Т. 3, № 4. С. 397–419.

Пухтель И. С., Журавлев Д. З., Куликова В. В. и др. Коматииты Водлозерского блока (Балтийский щит) // ДАН СССР. 1991. Т. 317, № 1. С. 197–202.

Ранний докембрий Балтийского щита / В. А. Глебовицкий (отв. ред.). СПб.: Наука, 2005. 711 с.

Ручьев А. М. О протолите северокарельских гнейсов чупинской свиты беломорского комплекса // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. Вып. 2. С. 12–25.

Самсонов А. В., Бибикина Е. В., Пухтель И. С. Изотопные и геохимические различия кислых вулканических пород зеленокаменных поясов Карелии и их геотектоническое значение // Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: 1-я международная конференция, 8–11 сентября 1996, Санкт-Петербург. СПб.: Минерал, 1996. С. 74–75.

Самсонов А. В., Берзин Р. Г., Заможняя Н. Г. и др. Процессы формирования раннедокембрийской коры Северо-Западной Карелии, Балтийский щит: результаты геологических, петрологических и глубинных сейсмических (профиль 4В) исследований // Глубинное строение и эволюция земной коры восточной части Фенноскандинавского щита: профиль Кемь – Калевала. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. С. 109–143.

Светов С. А. Древнейшие адакиты Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 115 с.

Светов С. А. Магматические системы зоны перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. 230 с.

Светов С. А. Мезоархейские коматиит-базальтовые комплексы: литогеохимические типы и их

роль в архитектуре ранней континентальной коры // *Материалы XII Всероссийского петрографического совещания*, ИГ КарНЦ РАН. Петрозаводск, 2015. С. 26–29.

Светов С. А., Гоголев М. А., Светова А. И., Назарова Т. Н. Ксенолиты и автолиты в древнейшей адakitовой серии Фенноскандинавского щита // *Труды Карельского научного центра РАН*. № 3. 2012. С. 122–136.

Светов С. А., Голубев А. И., Светова А. И. Геохимия сумийских андезибазальтов центральной Карелии // *Геохимия*. № 7. 2004. С. 729–739.

Светов С. А., Кудряшов Н. М., Ронкин Ю. Л. и др. Мезоархейская островодужная ассоциация Центрально-Карельского террейна (Фенноскандинавский щит). Новые геохронологические данные // *Доклады РАН*. 2006. Т. 406, № 3. С. 370–374.

Светов С. А., Светова А. И. Архейская субдукция: маркерные породные ассоциации и архитектура // *Геология Карелии от архея до наших дней: материалы конференции*. Петрозаводск, 2011. С. 22–32.

Светов С. А., Светова А. И. РЗЭ систематика верхнеархейских осадочных парагенезов Центральной Карелии // *Доклады РАН*. Т. 394, № 3. 2004. С. 393–398.

Светов С. А., Светова А. И., Назарова Т. Н. Ведлозерско-Сегозерский зеленокаменный пояс Центральной Карелии – новые геохронологические данные и интерпретация результатов // *Геология и полезные ископаемые Карелии*. 2010. № 13. С. 5–12.

Светова А. И. Архейский вулканизм Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса Карелии. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. 148 с.

Светова А. И., Светов С. А., Назарова Т. Н. Мезоархейские седиментационные ансамбли в пределах офиолитоподобных комплексов Центрально-Карельского террейна // *Геология и полезные ископаемые Карелии*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. С. 135–141.

Свириденко Л. П., Светов А. П. Валаамский силл габбро-долеритов и геодинамика котловины Ладожского озера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 123 с.

Сергеев С. А., Бибикина Е. В., Матуков Д. И., Лобач-Жученко С. Б. Возраст пород и метаморфических процессов Ведлозерского комплекса Балтийского щита (по результатам анализа цирконов U-Th-Pb изотопным методом на ионном микрозонде SHRIMP II) // *Геохимия*. № 2. 2007. С. 229–236.

Сергеев С. А. Геология и изотопная геохронология гранит-зеленокаменных комплексов архея Центральной и Юго-Восточной Карелии: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. 1989. 24 с.

Слабунов А. И. Верхнеархейская Керетская гранит-зеленокаменная система Карелии // *Геотектоника*. 1993. № 5. С. 61–74.

Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 298 с.

Слабунов А. И., Азимов П. Я., Глебовицкий В. А. и др. Архейская и палеопротерозойская мигматизации пород Беломорской провинции

Фенноскандинавского щита: петрология, геохронология, геодинамические следствия // *ДАН*. 2016. Т. 467, № 1. С. 71–74.

Слабунов А. И., Бибикина Е. В., Володичев О. И. U-Pb изотопные возрасты эндербитов и чарнокитов Нотозерского гранулит-эндербит-чарнокитового комплекса Беломорской провинции // *Гранулитовые и эклогитовые комплексы в истории Земли: материалы конференции и путеводитель экскурсий*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011а. С. 217–220.

Слабунов А. И., Володичев О. И., Ли Сяоли, Максимов О. А. Архейские цоизититы Гридинского эклогитсодержащего меланжа (Беломорская провинция Фенноскандинавского щита): геология, U-Pb возрасты цирконов и геодинамические следствия // *Труды КарНЦ РАН*. 2015. № 7. С. 85–105. doi: 10.17076/geo121

Слабунов А. И., Лобач-Жученко С. Б., Бибикина Е. В. и др. Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // *Геотектоника*. № 6. 2006. С. 1–29.

Слабунов А. И., Степанова А. В., Бибикина Е. В. Мезоархейский фрагмент океанической коры Центрально-Беломорского зеленокаменного пояса Беломорской провинции: новые геохронологические данные // *Гранит-зеленокаменные системы архея и их поздние аналоги: материалы научной конференции и путеводитель экскурсий*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 154–156.

Слабунов А. И., Хёлтта 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 конференции, посвященной 50-летию ИГ КарНЦ РАН*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011б. С. 13–21.

Смолюкин В. Ф., Шарков Е. В. Древний циркон (3,8 млрд лет) в раннепротерозойских вулканитах Восточной Карелии как свидетельство существования раннеархейской коры // *Геология: история, теория, практика: матер. междунар. конференции, посв. 250-летию ГГМ им. В. И. Вернадского РАН*, 14–16 октября 2009 г. М., 2009. С. 232–234.

Смолюкин В. Ф., Шарков Е. В., Лохов К. И. и др. Генезис высокомагнезиальных вулканитов Ветреного Пояса палеопротерозоя по данным исследований U-Pb- и Lu-Hf- систем в цирконах (Восточная Карелия) // *ДАН*. 2011. Т. 439, № 4. С. 528–533.

Соколов В. А., Хейсканен К. И. Геолого-литологическая характеристика протерозойских (ятулийских) кор выветривания в Карелии // *Проблемы осадочной геологии докембрия*. М., 1966. Вып. 1. С. 176–185.

Сочеванов Н. Н., Арестова Н. А., Матреничев В. А. и др. Первые данные о Sm-Nd возрасте архейских базальтов Карельской гранит-зеленокаменной области // *ДАН СССР*. 1991. Т. 318, № 1. С. 175–180.

Степанов В. С., Слабунов А. И. Амфиболиты и ранние базит-ультрабазиты докембрия Северной Карелии. Л.: Наука, 1989. 176 с.

Степанов В. С., Слабунов А. И., Степанова А. В. Породообразующие и акцессорные минералы

позднеархейских перидотитов района озера Серяк (Беломорский подвижный пояс Фенноскандинавского щита) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. Вып. 6. С. 17–25.

Степанова А. В., Сальникова Е. Б., Самсонов А. В. и др. Проявление внутриплитного магматизма на Карельском кратоне 2,3 млрд лет назад: к проблеме эпохи «эндогенного покоя» в палеопротерозое // ДАН. 2014а. Т. 457. С. 460–466.

Степанова А. В., Самсонов А. В., Ларионов А. Н. Заключительный эпизод магматизма среднего палеопротерозоя в Онежской структуре: данные по долеритам Заонежья // Труды КарНЦ РАН. 2014б. № 1. С. 3–16.

Степанова А. В., Степанов В. С., Слабунов А. И. Достижения и проблемы в изучении основного магматизма Беломорской провинции Фенноскандинавского щита // Геология Карелии: от архея до наших дней: материалы конференции, посвященной 50-летию ИГ КарНЦ РАН. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 79–90.

Стратиграфический кодекс России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. 96 с.

Филиппов Н. Б., Трофимов Н. Н., Голубев А. И. и др. Новые геохронологические данные по Койкарско-Святнаволокскому и Пудожгорскому габбро-долеритовым интрузивам // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. 2007. Вып. 10. С. 49–68.

Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Бережная Н. Г., Пресняков С. Л. Новые данные о возрасте древнейшей тоналит-трондьемитовой ассоциации Балтийского щита // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2009а. Т. 17, № 2. С. 124–128.

Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Лобач-Жученко С. Б., Сергеев С. А. Возраст даек в древних тоналитах Водлозерского террейна – ключ к эволюции базитового магматизма в архее Фенноскандинавского щита // ДАН. 2009б. Т. 428, № 4. С. 508–510.

Шарков Е. В., Беляцкий Б. В., Богина М. М. и др. Кристаллогенезис и возраст циркона из щелочных и основных пород Ельтьозерского магматического комплекса, Северная Карелия // Петрология. 2015. Т. 23, № 3. С. 285–307.

Шульдинер В. И., Левченков О. А., Яковлева С. З. и др. Верхний карелий в стратиграфической шкале России: выбор нижней границы и региональные подразделения стратотипической области // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2000. № 6. С. 20–33.

Щербак Н. П., Горьковец В. Я., Додатко А. Д. и др. Схема корреляции стратиграфических подразделений железисто-кремнистых формаций докембрия Европейской части СССР // Геологический журнал. Киев: Наукова думка, 1986. Т. 46, № 2. С. 5–17.

Щипанский А. А. Субдукционные и мантийно-плюмовые процессы в геодинамике формирования архейских зеленокаменных поясов. М.: ЛКИ, 2008. 560 с.

Щипанский А. А., Бабарина И. И., Крылов К. А. и др. Древнейшие офиолиты на Земле: позднеархейский супрасубдукционный комплекс Ириногорской структуры Северокарельского зеленокаменного пояса // ДАН. 2001. Т. 377, № 3. С. 376–380.

Щипанский А. А., Самсонов А. В., Богина М. М. и др. Высокомагнезиальные, низкотитанистые кварцевые амфиболиты Хизоваарского зеленокаменного пояса Северной Карелии – архейские метаморфизованные аналоги бонинитов // ДАН. 1999. Т. 365, № 6. С. 817–820.

Щипанский А. А., Слабунов А. И. Природа «свекофеннских» цирконов Беломорского подвижного пояса Балтийского щита и некоторые геодинамические следствия // Геохимия. 2015. № 10. С. 888–912.

Щипанский А. А., Ходоровская Л. И., Слабунов А. И. Геохимия и изотопный возраст эколгитов Беломорского пояса (Кольский полуостров): свидетельства о субдуцировавшей архейской океанической коре // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 3. С. 341–364.

Amelin Yu. V., Heaman L. M., Semenov V. S. U-Pb geochronology of layered mafic intrusions in the eastern Baltic Shield: implications for the timing and duration of Paleoproterozoic continental rifting // Precambrian Research. 1995. Vol. 75. P. 31–46.

Bibikova E. V., Petrova A., Claesson S. The temporal evolution of sanukitoids in the Karelian Craton, Baltic shield: an ion microprobe U-Th-Pb isotopic study of zircons // Lithos. 2005. Vol. 79. P. 129–145.

Bibikova E. V., Skiöld T., Bogdanova S. V. Age and geodynamic aspects of the oldest rocks in the Precambrian Belomorian Belt of the Baltic (Fennoscandian) Shield // Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region. London Geological society. Special publication. 1996. No. 112. P. 55–67.

Bogdanova S. V., Bibikova E. V. The “Saamian” of the Belomorian Mobile Belt: new geochronological constraints // Precambrian Res. 1993. Vol. 64. P. 131–152.

Borisova E. Yu., Bibikova E. V., Lvov A. B., Miller Yu. V. U – Pb age and nature of magmatic complex of Seryak mafic zone (the Belomorian Mobile Belt) Baltic Shield // Terra Nova. 1997. Vol. 9. Abs. Suppl. 1. 132 p.

Bridgwater D., Scott D. J., Balagansky V. V. et al. Age and provenance of Early Precambrian metasedimentary rocks in the Lapland-Kola Belt, Russia: evidence from Pb and Nd isotopic data // Terra Nova. 2001. Vol. 13. P. 32–37.

Hannah J. L., Stein H. J., Zimmerman A., Yang G. et al. Precise 2004 ± 9 Ma Re-Os age for Pechenga black shale: comparison of sulfides and organic material. Geochim. Cosmochim. Acta 70, 2006. A228.

Hanski E. J., Melezhik V. A. Litho- and chronostratigraphy of the Paleoproterozoic Karelian Formations // Reading the Archive of Earth's Oxygenation. Vol. 1. Berlin: Springer, 2012. P. 39–110.

Hölttä P., Heilimo E., Huhma H. et al. The Archaean of the Karelia province in Finland // Geological survey of Finland. Special paper. 2012. Vol. 54. P. 73–174.

Hölttä P., Heilimo E., Huhma H. et al. The Archaean Karelia and Belomorian Provinces, Fennoscandian Shield // Evolution of Archean Crust and Early Life / Dilek Y., Furnes H. (Eds.). Modern Approaches in Solid Earth Sciences. Springer. 2014. Vol. 7. P. 55–102.

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. No. 380. 82 p.

Koistinen T., Stephens M. B., Bogachev V., Nordgulen Ø., Wennerström M., Korhonen J. Geological map of the Fennoscandian Shield, scale 1:2000000. Trondheim: Geological Survey of Norway, Uppsala: Geological Survey of Sweden, Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia, Espoo: Geological Survey of Finland, 2001.

Konopelko D. L., Ivanikov V. V. Postorogenic intrusions of the NW Ladoga region // In: Haapala I., Ramo O. T., Kostinen P. The Seventh International Symposium on Rapakivi Granites and Related Rocks, Helsinki. Abstract vol., Helsinki Univ. Press, 1996. P. 37.

Kulikov V. S., Bychkova Ya. V., Kulikova V. V., Ernst R. The Vetreny Poyas (Vetreny Belt) A essential component of the ca. 2.5–2.4 Ga Sumian large igneous province // Precambrian Research. 2010. Vol. 183. P. 589–601.

Lauerma R. Kalliopera kartta 4621+4623 Salla, Suomen geologinen kartta 1:1000000. 1967.

Li X., Zhang L., Wei C., Slabunov A. I. Metamorphic PT path and zircon U – Pb dating of Archean eclogite association in Gridino complex, Belomorian province, Russia // Precambrian Research. 2015. Vol. 268. P. 74–96.

Lobach-Zhuchenko S. B., Chekulaev V. P., Sergeev S. A. Archean rocks from southern Karelia (Karelian granite-greenstone terrain) // Precambrian Res. 1993. Vol. 62. P. 375–379.

Lobach-Zhuchenko S. B., Levchenkov O. A., Chekulaev V. P., Krylov I. N. Geological evolution of the Karelian granite-greenstone terrain // Precambrian Research. 1986. Vol. 33. P. 46–66.

Lubnina N. V., Mertanen S., Soderlund U. et al. A new key pole for the East European Craton at 1452 Ma: Palaeomagnetic and geochronological constraints from mafic rocks in the Lake Ladoga region (Russian Karelia) // Precambrian Research. 2016. Vol. 183. P. 442–462.

Lubnina N. V., Pisarevsky S. A., Söderlund U. et al. New palaeomagnetic and geochronological data from the Roprukey sill (Karelia, Russia): implications for late Paleoproterozoic palaeogeography // Supercontinent Symposium 2012. Programme and Abstracts / Mertanen S., Pesonen L. J. and Sangchan P. (eds). Geological Survey of Finland, Espoo, Finland. 2012. P. 81–82.

Manninen T. Sallan alueen vulkaniitit. Lapin vulkaniitiprojektin raportti. Espoo, 1991. 97 p.

Martin A. P., Prave A. R., Condon D. J. et al. Multiple Palaeoproterozoic carbon burial episodes and excursions // Earth and Planetary Science Letters 424 (2015) 226–236.

Mertanen S., Eklund O., Shebanov A., Frank-Kamenetsky D., Vasilieva T. Paleo- and Mesoproterozoic dyke swarms in the Lake Ladoga area, NW Russia – paleomagnetic studies // Dyke Swarms – Time Markers of Crustal Evolution / E. Hanski, S. Mertanen, T. Ramo, J. Vuolito (eds). London: Taylor & Francis Group, 2006. P. 63–74.

Mints M. V., Belousova E. A., Konilov A. N. et al. Mesoarchean subduction processes: 2.87 Ga eclogites from the Kola Peninsula, Russia // Geology. 2010. Vol. 38. P. 739–742.

Mutanen T., Huhma H. The 3.5 Ga Siurua trondhjemite gneiss in the Archean Pudasjärvi Granulite Belt, northern Finland // Geol. Soc. Finland Bull. 2003. Vol. 75, no. 1–2. P. 51–68.

Ogg J. G., Ogg G., Gradstein F. M. The Concise Geologic Time Scale. Cambridge. 2008. 177 p.

Precambrian Ophiolites and Related Rocks (Developments in Precambrian Geology) / (Ed. by T. M. Kusky). Elsevier Science. 2004. Vol. 13. 772 p.

Priyatkin N., Khudoley A. K., Ustinov V. N., Kullerud K. 1.92 Ga kimberlitic rocks from Kimozero, NW Russia: their geochemistry, tectonic setting and unusual field occurrence // Precambrian Res. 2014. 249. P. 162–179.

Puchtel I. S., Arndt N. T., Hofmann A. W. et al. Petrology of mafic lavas within the Onega plateau, central Karelia: evidence for 2,0 Ga plume-related continental crustal growth in the Baltic Shield // Contrib. Mineral. Petrol. 1998a. No. 130. P. 134–153.

Puchtel I. S., Brugmann G. E., Hofmann A. W. Precise Re-Os mineral isochron and Pb-Nd-Os isotope systematics of a maficultramafic sill in the 2,0 Ga Onega plateau (Baltic Shield) // Earth Planet. Sc. Lett. 1999a. Vol. 170. P. 447–461.

Puchtel I. S., Hofmann A. W., Mezger K. et al. Oceanic plateau model for continental crustal growth in the Archaean: a case study from the Kostomuksha greenstone belt, NW Baltic Shield // Earth Planet. Sci. Lett. 1998b. Vol. 155. P. 57–74.

Puchtel I., Hofmann A., Amelin Y., Garbe-Schönberg C. D. et al. Combined mantle plume-island arc model for the formation of the 2.9 Ga Sumozero-Kenozero greenstone belt, the Baltic shield: isotope and trace element constraints // Geochim. Cosmochim. Acta. 1999b. Vol. 63, no. 21. P. 3579–3595.

Puchtel I. S., Humayun M., Walker R. J. Os-Pb-Nd isotope and highly siderophile and lithophile trace element systematics of komatiitic rocks from the Volotsk suite, SE Baltic Shield // Precambrian Research. 2007. Vol. 158. P. 119–137.

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. P. 6.

Ramo O. T. Sr isotopic composition of Finnish rapakivi granites: the Suomenniemi batholiths // Bull. Geol. Soc. Finl. 1999. Vol. 71. P. 339–345.

Ramsay W. Über die prakambrischen Systeme im östlichen Teil von Fennoskandia // Central. Min. Geol. Paleont. 1907.

Robertson A. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region // Lithos. 65. 2002. P. 1–67

Shebanov A., Eklund O., Helenius E., Frank-Kamenetsky D. Probing the hidden Archean-Proterozoic boundary in Karelia using zircons in lamprophyres // Bulletin of the Geological Society of Finland. 2006. Special Issue 1. P. 144.

Slabunov A. I., Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V. et al. The Archean nucleus of the Fennoscandian (Baltic) Shield // European Lithosphere Dynamics. London: The Geological Society Publishing House, 2006. P. 18–38.

Slabunov A. I., Svetov S. A., Kulikov V. S., Polin A. K. A new geological map of the SE Fennoscandian Shield as a tool for the Early Precambrian Crustal Evolution

study (exemplified by the Archean) // *Lithosphere* 2016. Ninth Symposium on structure, composition and evolution of the lithosphere in Fennoscandia. Programme and Extended abstracts. Institute of Seismology, University of Helsinki. Finland. Report S-65. 2016. P. 131–134.

Sorjonen-Ward P. An overview of structural evolution and lithic units within and intruding the late archean Hattu schist belt, Ilomantsi, eastern Finland // Geological development, gold mineralization and exploration methods in the late Archean Hattu schist belt, Ilomantsi, Eastern Finland / Nurmi P. A., Sorjonen-Ward P. (eds). *Geol. Surv. Finland Spec. Pap.* 17. 1993. P. 9–102.

Stepanova A. V., Salnikova E. B., Samsonov A. V. et al. The 2.31 Ga mafic dykes in the Karelian Craton, Eastern Fennoscandian Shield: U-Pb age, source characteristics and implications to the breakup processes // *Precambrian Res.* 2015. Vol. 259. P. 43–57.

Stepanova A. V., Samsonov A. V., Salnikova E. B. et al. Palaeoproterozoic Continental MORB-type Tholeiites in the Karelian Craton: Petrology, Geochronology, and Tectonic Setting // *J. Petrol.* 2014. Vol. 55, no. 9. P. 1719–1751.

Stepanova A., Stepanov V. Paleoproterozoic mafic dyke swarms of the Belomorian Province, eastern

Fennoscandian Shield // *Precambrian Research.* 2010. Vol. 183, no. 3. P. 602–616.

Svetov S. A., Slabunov A. I., Kulikov V. S. A new geological map of the SE Fennoscandian Shield as a basis for the study of the evolution of the early earth crust // 35th International Geological Congress, Cape Town, South Africa. Abstracts. Alexandria: American Geosciences Institute. 2016. P. 3935. URL: <http://www.americangeosciences.org/information/igc> (дата обращения: 15.09.2016)

Timmerman M. J., Daly J. S. Sm-Nd evidence for late Archaean crust formation in the Lapland-Kola Mobile Belt, Kola Peninsula, Russia and Norway // *Precambrian Res.* 1995. Vol. 72. P. 97–107.

Vaasjoki M., Ramo O. T., Sakko M. New U-Pb ages from the Wiborg rapakivi area: constraintson the temporal evolution of the rapakivi granite-anorthosite-dyabase dyke association of southeastern Finland // *Precambrian Granitoids-Petrogenesis, Geochemistry and Metallogeny. Prec. Res.* Eds I. Haapala, K. C. Condie. 1991. Vol. 51. P. 227–243.

Поступила в редакцию 11.05.2016

References

Bajanova T. B., Pozhilenko V. I., Smol'kin V. F., Kudrjashov N. M., Kaulina T. V., Vetrin V. R. Katalog geohronologicheskikh dannykh po SV chasti Baltijskogo shhita. Geologija rudnykh rajonov Murmanskoy oblasti [Catalogue of geochronological data on the northeastern Baltic Shield. Geology of ore districts of the Murmansk Region]. Apatity: KNC RAN, 2002. 53 p.

Balaganskij V. V., Mints M. V., Dali Dzh. S. Paleoproterozojskij Laplandsko-Kol'skij orogen [Paleoproterozoic Lapland-Kola orogen]. Stroenie i dinamika litosfery Vostochnoj Evropy. Rezul'taty issledovanij po programmam EUROPROBE [Structure and dynamics of the lithosphere of Eastern Europe. Results of studies under the EUROPROBE programme]. Eds A. F. Morozov, N. I. Pavlenkova. Moscow: GEOKART, GEOS, 2006. P. 158–171.

Baltybaev Sh. K., Kuz'mina E. V. Periodizacija, dlitel'nost' i petrologo-geohimicheskie uslovija razvitiya korovykh magmaticheskikh ochagov v predelah svekofennid [Periodisation, duration, petrological and geochemical characteristics of crustal magma chambers development within Svecofennian]. Geologija, geohimija i geofizika na rubezhe XX i XXI vekov [Geology, geochemistry and geophysics at the turn of the XX–XXI centuries]. Moscow, 2002. Vol. 2. P. 43–44.

Baluev A. S., Zhuravlev V. A., Terehov E. N., Przhijalgovskij E. S. Tektonika Belogo morja i priliegajushih territorij (Ob'jasnitel'naja zapiska k "Tektonicheskoj karte Belogo morja i priliegajushih territorij" masshtaba 1:1500000) [Tectonics of the White Sea and adjacent territories (Explanatory notes to the "Tectonic map of the White sea and adjacent territories" on a scale 1:1500000)]. *Trudy Geologicheskogo instituta [Proceedings of the Geological Institute]*. Moscow: GEOS, 2012. Iss. 597. 104 p.

Bibikova E. V. Uran-svincovaja geohronologija rannih jetapov razvitiya drevnih shhitov [Uranium-lead geochronology of the early evolutionary stages of ancient shields]. Moscow: Nauka, 1989. 256 p.

Bibikova E. V., Bergman I. A., Gracheva T. V., Makarova V. A. Arhejskij vozrast zhelezorudnykh formacij Karelii [Archean age of iron formations in Karelia]. *Geohronologija i problemy rudoobrazovanija [Geochronology and problems of ore-formation]*. Moscow, 1977. P. 25–32.

Bibikova E. V., Kirnozova T. I., Lazarev Ju. I. i dr. U-Pb izotopnyj vozrast vepsija Karelii [U-Pb isotopic age of Vepsian in Karelian]. *DAN SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]*. 1990. Vol. 310, no. 1. P. 212–216.

Bogachev V. A., Ivanikov V. V., Kozyreva I. V., Konopel'ko D. L., Levchenkov O. V., Shul'diner V. I. U-Pb cirkonovoe datirovanie sinorogennykh gabbrodioritovykh i granitoidnykh intruzij Severnogo Priladozh'ja [U-Pb zircon dating of synorogenic gabbro-diorite and granitoid intrusions of the Northern Ladoga region]. *Vestnik SPbGU [Vestnik of St. Petersburg University]*. 1999. Ser. 7, iss. 3, no. 21. P. 23–31.

Bogachev V. A., Saltykova T. E., Buslovich A. L., Putintseva E. V. Legenda Baltijskoj serii listov gosudarstvennoi geologicheskoi karty RF m-ba 1:1 000 000 (tret'e pokolenie) [Explanatory notes to a set of the state geological maps of the Russian Federation. The Baltic region series. Scale 1:1 000 000 (third generation)]. Report. Res. of the North-Western Reg. Geol. Center. St. Petersburg, 2004.

Bogdanov Yu. B. (ed.). Gosudarstvennaya geologicheskaya karta m-ba 1:1000000. List R-35–37 [The state geological map of the Russian Federation. Scale 1:1000000. Sheet R-35-37]. Petrozavodsk; St. Petersburg, 2000. 323 p.

Chekulaev V. P., Arestova N. A., Berezhnaya N. G., Presnyakov S. L. Novye dannye o vozraste drevneishei tonalit-trond'emitovoi assotsiatsii Baltijskogo shchita [New data on the age of the oldest tonalite-trondhjemite association in the Baltic Shield]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya* [Stratigraphy and Geol. Correlation]. 2009a. Vol. 17, no. 2. P. 124–128.

Filippov N. B., Trofimov N. N., Golubev A. I., Sergeev S. A., Khukhma Kh. Novye geokhronologicheskie dannye po Koikarsko-Svyatnavolokskomu i Pudozhgorskemu gabbro-doleritovym intruzivam [Isotopic age data on the Koikary-Svyatnavolok and Pudozhgora sheeted intrusions]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and useful minerals of Karelia]. Petrozavodsk. 2007. Iss. 10. P. 49–68.

Geologija Karelii [Geology of Karelia]. Ed. V. A. Sokolov. Leningrad: Nauka, 1987. 231 p.

Glubinnoe stroenie, jevoljucija i poleznye iskopaemye rannedokembrijskogo fundamenta Vostochno-Evropskoj platformy: Interpretacija materialov po opornomu profilju 1-EV, profiljam 4B i TATSEJS. Serija analiticheskikh obzorov "Ocherki po regional'noj geologii Rossii" [Deep structure, evolution and mineral deposits of the Early Precambrian basement of the East European Platform: an interpretation of the data obtained for normal 1-EV profile, 4-B profiles and TATSEJS]. Ed. A. F. Morozova. Moscow: GEOKART; GEOS, 2010. Vol. 1, iss. 4. 408 p.

Ivanikov V. V., Konopel'ko D. L., Pushkarev Yu. D. et al. Apatitsoderzhashchie ul'tramafit-mafitovye porody SZ Ladozhskogo regiona – rannerifeiskie riftogennye ili proterozoiskie postorogennye [Apatite-bearing ultramafic/mafic rocks of the northwestern Ladoga region – Early Riphean rift orogenic or Proterozoic postorogenic rocks]. *Vestnik S.-Peterb. un-ta. Ser. 7, Geol. i geograf.* [Vestnik of St. Petersburg Univ. Series 7, Geology. Geography]. 1996. No. 28. P. 76–81.

Ivashhenko V. I., Golubev A. I. Novye aspekty metallogenii skarnov Pitkjarantskogo rudnogo rajona [New metallogenic aspects of skarns from the Pitkaranta ore province]. *Trudy KarNTs RAN* [Transactions of KarRC of RAS]. 2015. No. 7. P. 127–148. doi: 10.17076/geo149

Kajrjak A. I. Besoveckaja serija v Onezhskoj structure [The Besovets series in the Onega structure]. Leningrad: Nedra, 1973. 176 p.

Kajrjak A. I., Hazov R. A. Iotnijskie obrazovanija Severo-Vostochnogo Priladozh'ja [Iotnic formations in northeastern Ladoga region]. *Vestnik LGU. Ser. geol. i geogr.* [Vestnik LSU. Ser. Geol. and Geogr.]. 1967. Iss. 2, no. 12. P. 62–72.

Korosov V. I. Geologija dojatulijaskogo proterozoja vostochnoj chasti Baltijskogo shchita (sumij, sariolij) [The geology of Pre-Jatulian Proterozoic of the eastern part of the Baltic Shield (Sumian, Sariolian)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1991. 118 p.

Korsakov A. K., Mezhelovskaja S. V., Mezhelovskij A. D. Veroyatnye istochniki oblomochnogo materiala pri formirovanii kvarцитов tokshinskoy svity Vetrenogo Pojasa po dannym analiza detritovykh cirkonov [The probable sources of the clastic material during the formation of quartzites of Tokshinsk formation of the Windy Belt from the data of detritus zircons analysis]. *Izvestija vuzov. Geologija i razvedka* [Proceedings of higher

educational establishments. Geology and exploration]. 2014. No. 5. P. 11–17.

Korsakova M. A., Krasotkin S. I., Miradymov G. Sh., Stronov V. A. Metallogenicheskaja karta rossijskoj chasti Fennoskandinavskogo shchita 1:1000000. Geodinamika magmatizm, sedimentogenez i mineragenija SZ Rossii [Metallogenic map of the Russian part of the Fennoscandian Shield 1:1000000. Geodynamics, magmatism, sedimentation, and mineralogeny of NW Russia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2007. P. 187–190.

Korsakova M. A., Krasotkin S. I., Muradymov G. Sh., Stromov V. A. Metallogenicheskaja karta rossijskoj chasti Fennoskandinavskogo shchita m-ba 1:1000000 [Metallogenic map of the Russian Fennoscandian Shield. Scale 1:1000000]. St. Peteburg: VSEGEI, 2007.

Korsakova M. A., Myskova T. N., Ivanov N. M. Kompleksy sumijskih granitoidov jugo-vostochnoj chasti severo-karel'skoj zony [Sumian granitoid complexes in the southeastern North Karelian zone]. *Geologija i poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and useful minerals of Karelia]. 2011. No. 14. P. 57–71.

Kostomukshskij rudnyj rajon (geologija, glubinnoe stroenie i mineragenija) [Kostomuksha ore area (geology, deep structure and mineralogeny)]. Eds V. Ja. Gor'kovec, N. V. Sharov. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. 322 p.

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

Kratc K. O. Geologija karelid Karelii [Geology of the Karelian karelides]. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1963. 212 p.

Kulikov V. S., Volodichev O. I., Golubev A. I., Gor'kovets V. Ya., Ivashchenko V. I., Kulikova V. V., Svetov S. A., Slabunov A. I., Gogolev M. A., Polin A. K. Magmaticheskie i metamorficheskie formatsii i kompleksy na novoi geologicheskoi karte YuV Fennoskandii m-ba 1:750 000 [Magmatic and metamorphic formations and complexes on a new geological map of the southeastern Fennoscandia (scale 1:750 000)]. Petrografiya magmaticheskikh i metamorficheskikh gornyx porod: materialy XII Vserossiiskogo petrograficheskogo soveshchaniya [Petrography of Magmatic and Metamorphic Rocks: Proceed. of the XII All-Russian Petrographic Conf.]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2015. P. 444–446.

Kulikov V. S., Kulikova V. V., Lavrov B. S., Pisarevskij S. A., Puhtel' P. S., Sokolov S. Ja. Sujsarskij pikrit-bazal'tovij kompleks paleoproterozoja Karelii (opornyj razrez i petrologija) [The Proterozoic Suisar' picrite-basalt complex in Karelia (reference section and petrology)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1999. 96 p.

Kulikov V. S., Kulikova V. V., Fedjuk A. V., Suholetova G. N. K stratigrafii lopija Kamennoozerskoj struktury Vetrenogo Pojasa: oper.-inform. materialy [The Lopian stratigraphy of Kamennoozero structure of the Windy belt: express information materials]. Petrozavodsk. 1982. P. 27–30.

Kulikov V. S., Kulikova V. V. O natsional'noi stratigraficheskoi shkale nizhnego dokembrija Rossii [Russia's national lower Precambrian stratigraphic scale]. Obshchaya stratigraficheskaja shkala Rossii: sostoyanie i perspektivy obustroistva: materialy vs Rossijskoj

konferentsii [General stratigraphic scale of Russia: current state and ways of perfection: proc. pan-Russian conf.]. Geologicheskii institut RAN [GIN RAS] (Moscow, 23–25 may 2013). Moscow: 2013. P. 66–67.

Kulikov V. S., Kulikova V. V. Kuolajarvinskij sinklinorij: novyj vzgljad na geologicheskoe stroenie i svodnyj razrez [Kuolajarvi synclinorium: a new concept of geological structure and composite section]. *Trudy KarNTs RAN [Transactions of KarRC of RAS]*. 2014. No. 1. P. 28–38.

Kulikov V. S., Kulikova V. V., Bychkova Ja. V. Vetre-nyj pojas: tektono- i petrotip paleoproterozoja JuV Fen-noskandii [The vetreny poyas: early Proterozoic tectonic and petrologic type of southeastern Fennoscandia]. Geologija Karelii ot arheja do nashih dnei [Geology of Karelia from the Archean to the present]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2011. P. 156–169.

Kulikov V. S., Kulikova V. V., Bychkova Ja. V. Novyj “vetrenitovyj” tip vysokomagnezial’nyh magm [New “vetrenite” type of high-Mg magmas]. *Magmatizm i metamorfizm v istorii Zemli [Magmatism and metamorphism in the Earth’s history]*. Ekaterinburg, 2010. Vol. 1. P. 348–349.

Kulikov V. S., Kulikova V. V., Bychkova Ya. V. Vod-lozerskii blok kak bazovyi fragment zemnoi kory dlya izucheniya drevneishikh dokembriiskikh kompleksov SZ Rossii [The Vodlozero block as a large segment of the Earth’s crust for studying ancient Precambrian complexes of NW Russia]. Rol’ nauki v reshenii problem regiona i strany: fundamental’nye i prikladnye issledovaniya: materialy Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem, posv. 70-letiyu KarNTs RAN (Petrozavodsk, 24–27 maya 2016 g.) [The role of science in solving the problems of the region and the country: fundamental and applied research: proc. pan-Russian sci. conf. with intern. inv. devoted to the 70th anniversary of the KarRC RAS (Petrozavodsk, May 24–27, 2016)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2016. P. 40–43.

Kulikov V. S., Polin A. K. Evolyutsiya tektonicheskikh rezhimov territorii YuV Fennoskandii ot paleoarkheya do paleozoya [Evolution of tectonic regimes of the south-eastern Fennoscandia from the Palaeoarchean to the Palaeozoic]. Tektonika, geodinamika i rudogenez skladchatykh poyasov i platform: mater. XLIII Tektonicheskogo soveshchaniya [Tectonics, Geodynamics and Ore Genesis of the Fold Belts and Platforms: Proceed. of the XLIII Tectonic Conf.]. Moscow: GEOS, 2016. Vol. 1. P. 306–310.

Kulikov V. S., Simon A. K., Kulikova V. V. i dr. Evolyutsiya magmatizma Vodlozerskogo bloka Karel’skoi granit-zelenokamennoi oblasti v arhee [Magmatic evolution of the Vodlozero block of the granite-greenstone terrane in the Archean]. Geologiya i geokhronologiya dokembriya Vostochno-Evropeskoj platform [Precambrian geology and geochronology of East European platforms]. Leningrad: Nauka, 1990. P. 92–100.

Kulikova V. V. Magmatizm arhejskih zelenokamennykh poyasov jugo-vostochnoj okrainy Baltijskogo shhita [Magmatism of the Archean greenstone belts of the southeastern part of the Baltic Shield]: Summary of PhD (Cand. of Geol.-Min.) thesis. Moscow: IGEM RAN, 1983. 26 p.

Kulikova V. V. Sumozerskij zelenokamennyj pojas [The Sumozero greenstone belt]. Komatiiti i vysokomagnezial’nye vulkanity rannego dokembrija

Baltijskogo shhita [Komatiites and high-Mg volcanics in the early Precambrian of the Baltic Shield]. 1988. P. 89–114.

Kulikova V. V. Volockaja svita – stratotip nizhnego arheja Baltijskogo shhita [The Volotsk formation as the lower Archean stratotype of the Baltic Shield]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 1993. 255 p.

Kulikova V. V., Kulikov V. S., Bychkova Ja. V., Bychkov A. Ju. Istorija Zemli v galakticheskikh i solnechnyh ciklah [The history of the Earth in galactic and solar cycles]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. 250 p.

Kushnerenko V. K., Petrov Ju. V., Pichugin V. A., Gromov Ju. A., Shurilov A. V., Polehovskij Ju. S., Tarasova I. P., Britvin S. N. Geologicheskoe stroenie i posledovatel’nost’ jepigeneticheskogo mineraloobrazovaniya uranovogo mestorozhdenija Karku (Severo-Vostochnoe Priladozh’e) [Geological structure and succession of epigenetic mineral formation in the Karku uranium deposits (northeastern Ladoga region)]. Materialy po geologii mestorozhdenij urana, redkih i redkozemel’nyh metallov [Materials on geology of uranium deposits, rare and rare earth metals]. Moscow: VIMS, 2004. Iss. 146. P. 11–22.

Larin A. M. Granity rapakivi i asociirujushhie porody [Rapakivi granites and related rocks]. St. Petersburg: Nauka, 2011. 402 p.

Levchenkov O. A., Lobach-Zhuchenko S. B., Sergeev S. A. Geohronologija Karel’skoj granit-zelenokamennoj oblasti i izotopnaja geohronologija dokembrija [Geochronology of the Karelian granite-greenstone terrain and isotope geochronology of the Precambrian]. Leningrad: Nauka, 1989. P. 63–72.

Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Drugova G. M. i dr. Geohronologija i petrologija magmaticheskogo kompleksa Tupoj guby Severo-Zapadnogo Belomor’ja [Geochronology and petrology of the magmatic complex of Tupaya Bay, northwestern Belomorian area]. *Petrologija [Petrology]*. 1993. Vol. 1, no. 6. P. 657–677.

Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Drugova G. M. i dr. Arhejskij magmatizm rajona oz. Notozera severo-zapadnogo Belomor’ja: izotopnaja geohronologija i petrologija [Archean magmatism in the region of Notozero Lake, northwestern Belomorian area: isotopic geochronology and petrology]. *Petrologija [Petrology]*. 1995. Vol. 3, no. 6. P. 593–621.

Masajtis V. L., Danilin A. N., Mashchak M. S., Raikhlin A. I., Selivanovskaya T. V., Shadenkov E. M. Astroblema Janis’jarvi [The Janisjärvi astroblem]. Geologija astroblem [The geology of astroblemes]. Leningrad: Nedra, 1980. P. 27–32.

Matrenichev A. V., Matrenichev V. A. Novye dannye o stroenii i vozraste sortaval’skoi serii, Severnoe Priladozh’e [New data on the structure and age of the Sortavala Group, Northern Ladoga region]. Granit-zelenokamennye sistemy arkheya i ikh pozdnie analogi: Materialy nauchnoi konferentsii i putevoditel’ ekskursii [Granite-greenstone Systems of the Archean and their Later Analogues: Proceed. of the Scientific Conf. and the Excursion Guide]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2009. P. 116–118.

Mel’nik A. E. Jeklogity severo-zapadnoj chasti Belomorskogo podvizhnogo pojasa: geohimicheskaja

harakteristika i vremja metamorfizma [Eclogites in the northwestern Belomorian mobile belt: geochemical characteristics and time of metamorphism]: DSc (Cand. of Geol.-Min.) thesis. St. Petersburg: IGGD RAN, 2015. 196 p.

Mihajlov V. A. Osobennosti geologicheskogo stroenija i jepigenez zony predrifejskogo strukturno-stratigraficheskogo nesoglasija v Pashsko-Ladozhskom grabene i perspektivy ego uranonosnosti [Geology and epigenesis of the zone of Pre-Riphean unconformity in the Pasha-Ladoga graben and perspective of its uranium resource potential]. Materialy po geologii mestorozhdenij urana, redkih i redkozemel'nyh metallov [Materials on geology of uranium deposits, rare and rare earth metals]. Moscow: VIMS, 2004. Iss. 146. P. 31–36.

Miller Ju. V., Mil'kevich R. I. Pokrovno-skladchataja struktura Belomorskoj zony i ee sootnoshenie s Karel'skoj granit-zelenokamennoj oblast'ju [Fold-and-thrust structure of the Belomorian tectonic zone and its relations with the Karelian granite-greenstone terrane]. *Geotektonika [Geotectonics]*. 1995. No. 6. P. 80–93

Negrutsa V. Z., Negrutsa T. F. Litogeneticheskie osnovy paleodinamicheskikh rekonstrukcij nizhnego dokembrija. Vostochnaja chast' Baltijskogo shhita [Lithogenetic principles of paleodynamic reconstructions of the lower Precambrian of the Eastern Baltic Shield]. Apatity: KNC RAN, 2007. 281 p.

Negrutsa V. Z. Ranneproterozoiskie etapy razvitiya vostochnoi chasti Baltijskogo shhita [Early Proterozoic evolutionary stages of the Eastern Baltic Shield]. Leningrad: Nedra, 1984. 270 p.

Obshchaya stratigraficheskaya shkala nizhnego dokembrija Rossii [General stratigraphic scale of the lower Precambrian of Russia]. Apatity: KNTs RAN, 2002. 22 p.

Onezhskaja paleoproterozojskaja struktura (geologija, tektonika, glubinnoe stroenie i mineragenija) [Palaeoproterozoic Onega Structure (geology, tectonics, deep structure and mineralogeny)]. Eds L. V. Glushanin, N. V. Sharov, V. V. Shhipcov. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2011. 431 p.

Ostrovskii V. N., Ostrovskii L. A., Shakhnova R. K. Metodicheskie rekomendatsii po sostavleniyu geologicheskoi karty m-ba 1:1000000–1:500000 [Methodological recommendations for compilation of geological map on the scales 1:1000000–1:500000]. Moscow: VSEGEI NGE0, 1994. 28 p.

Ovchinnikova G. V., Matrenichev V. A., Levchenkov O. A., Sergeev S. A., Jakovleva S. Z., Gorohovskij O. A. U-Pb i Pb-Pb izotopnye issledovanija kisljykh vulkanitov Hautavaarskoj zelenokamennoj struktury, Central'naja Karel'ija [U-Pb and Pb-Pb isotope studies on acid volcanites from the Hautavaara greenstone structure, Central Karelia]. *Petrologija [Petrology]*. 1994. Vol. 2, no. 3. P. 266–281.

Puhtel' I. S., Bogatikov O. A., Kulikov V. S., Kulikova V. V., Zhuravlev D. Z. Rol' korovyh i mantijnyh istochnikov v petrogenezise kontinental'nogo magmatizma: izotopno-geohimicheskie dannye po ranneproterozojskim pikritam Onezhskogo plato. Baltijskij shhit [The role of crustal and mantle sources in the petrogenesis of continental magmatism: isotope and geochemical evidence from the early Proterozoic picrites of the Onega

Plateau. Baltic Shield]. *Petrologija [Petrology]*. 1995. Vol. 3, no. 4. P. 397–419.

Puhtel' I. S., Zhuravlev D. Z., Kulikova V. V., Samsonov A. V., Simon A. K. Komatiitiy Vodlozerskogo bloka (Baltijskij shhit) [Komatiites of the Vodlozero block (Baltic Shield)]. *DAN SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]*. 1991. Vol. 317, no. 1. P. 197–202.

Rannij dokembrij Baltijskogo shhita [Early Precambrian of the Baltic Shield]. Ed. V. A. Glebovickij. St. Petersburg: Nauka, 2005. 711 p.

Ruch'ev A. M. O protolite severokarel'skikh gnejsov chupinskoj svity belomorskogo kompleksa [Protolith of North Karelian gneisses in the Chupa series of the Belomorian complex]. *Geologija i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and useful minerals of Karelia]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2000. Iss. 2. 12 25 p.

Samsonov A. V., Berzin R. G., Zamozhnaja N. G., Shhipanskij A. A., Bibikova E. V., Kirnozova T. I., Konilov A. N. Processy formirovanija rannedokembrijskoj kory Severo-Zapadnoj Karelii, Baltijskij shhit: rezul'taty geologicheskikh, petrologicheskikh i glubinnyh sejsmicheskikh (profil' 4V) issledovanij [Early Precambrian crust-forming processes in NW-Karelia, Baltic Shield: evidences from geological, petrological and deep seismic (4B profiles) studies]. Glubinnoe stroenie i jevoljucija zemnoj kory vostochnoj chasti Fennoskandinavskogo shhita: profil' Kem' – Kalevala [Deep structure and crustal evolution of the Eastern Fennoscandian Shield: Kem' – Kalevala reflection profile]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2001. P. 109–143.

Samsonov A. V., Bibikova E. V., Puhtel' I. S. Izotopnye i geohimicheskie razlichija kisljykh vulkanicheskikh porod zelenokamennykh pojasov Karelii i ih geotektonicheskoe znachenie [Isotopic and geochemical differences of acid igneous rocks of the greenstone belts of Karelia and their geotectonic significance]. Korreljacija geologicheskikh kompleksov Fennoskandii: 1-ja mezhdunarodnaja konferencija, 8–11 sentjabrja 1996, Sankt-Peterburg [Correlation of geological complexes of Fennoscandia: the 1st intern. conf., Sept. 8–11, 1996, St. Petersburg]. St. Petersburg: Mineral, 1996. P. 74–75.

Sergeev S. A. Geologija i izotopnaja geohronologija granit-zelenokamennykh kompleksov arheja Central'noj i Jugo-Vostochnoj Karelii [Geology and isotope geochronology of Archean granite-greenstone complexes in central and southeastern Karelia]: Summary of PhD (Cand. of Geol.-Min.) thesis. 1989. 24 p.

Shherbak N. P., Gor'kovec V. Ja., Dodatko A. D. i dr. Shema korreljicii stratigraficheskikh podrazdelenij zhelezisto-kremnistyh formacij dokembrija Evropejskoj chasti SSSR [Correlation stratigraphic scheme of ferruginous-siliceous formations of the Precambrian of the European part of the USSR]. *Geologicheskij zhurnal [Geological Journal]*. Kiev: Naukova dumka, 1986. Vol. 46, no. 2. P. 5–17.

Shhipanskij A. A. Subdukcionnye i mantijno-pljumovye processy v geodinamike formirovanija arhejskikh zelenokamennykh pojasov [Subduction-related and mantle plume processes in the geodynamics of formation of Archean greenstone belts]. Moscow: LKI, 2008. 560 p.

Shul'diner V. I., Levchenkov O. A., Yakovleva S. Z. i dr. Verkhonii karelii v stratigraficheskoi shkale Rossii: vybor nizhnei granitsy i regional'nye podrazdeleniya

stratotipicheskoi oblasti [The late Karelian in the stratigraphic scale of Russia: determination of its lower boundary and regional units in the stratotype area]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya [Stratigraphy and Geol. Correlation]*. 2000. № 6. P. 20–33.

Slabunov A. I. Verhnearhejskaja Keretskaja granit-zelenokamennaja sistema Karelii [Upper Archean Keret granite-greenstone system of Karelia]. *Geotektonika [Geotectonics]*. 1993. No. 5. P. 61–74.

Slabunov A. I. Geologija i geodinamika arhejskih podviznyh pojasov (na primere Belomorskoj provincii Fennoskandinavskogo shhita) [Geology and geodynamics of Archean mobile belts (example from the Belomorian Province of the Fennoscandian Shield)]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 298 p.

Slabunov A. I., Hjoltta P., Sharov N. V., Nesterova N. S. 4-D model' formirovaniya zemnoj kory Fennoskandinavskogo shhita v arhee kak sintez sovremennyh geologicheskikh dannyh [A 4-D framework of the Fennoscandian Shield Earth crust growth in Archean: synthesis of the shelf geological datat]. Geologija Karelii: ot arheja do nashih dnei: materialy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju IG KarNC RAN [Geology of Karelia from the Archean to the present: proc. of the conf. on the 50th anniversary of IG KarRC RAS]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2011. P. 13–21.

Slabunov A. I., Stepanova A. V., Bibikova E. V. Mezoarhejskij fragment okeanicheskoj kory Central'no-Belomorskogo zelenokamennogo pojasa Belomorskoj provincii: novye geohronologicheskie dannye [Mesoarchean segment of ocean crust, Central-Belomorian greenstone belt of the Belomorian province: new geochronological data]. Granit-zelenokamennye sistemy arheja i ih pozdnie analogi: materialy nauchnoj konferencii i putevoditel' jekskursij [Archean granite-greenstone systems and their younger analogues: extended abstracts and guidebook of field trips]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2009. P. 154–156.

Slabunov A. I., Volodichev O. I., Li Xiaoli, Maksimov O. A. Arhejskie coizitity Gridinskogo jeklogitsoderzhashhego melanzha (Belomorskaja provincija Fennoskandinavskogo shhita): geologija, U-Pb vozrasty cirkonov i geodinamicheskie sledstvija [Archean zoisites of the gridino eclogitebearing melange, Belomorian province of the Fennoscandian shield: geology, U-Pb zircon ages and geodynamic setting]. *Trudy KarNTs RAN [Transactions of KarRC of RAS]*. 2015. No. 7. P. 85–105. doi: 10.17076/geo121

Smol'kin V. F., Sharkov E. V. Drevnij cirkon (3,8 mlrd let) v ranneproterozojskikh vulkanitah Vostochnoj Karelii kak svidetel'stvo sushhestvovaniya rannearhejskoj kory [Ancient zircon (3.8 Ga) in early Proterozoic volcanic rocks of Eastern Karelia as evidence of early Archean crust]. Geologija: istorija, teorija, praktika: mater. mezhdunar. konferencii, posv. 250-letiju GGM im. V. I. Vernadskogo RAN, 14–16 oktjabrja 2009 g [Geology: history, theory, practice: Proc. intern. conf. on the 250th anniversary of the Vernadsky State Geological Museum, Oct. 14–16, 2009]. Moscow, 2009. P. 232–234.

Smol'kin V. F., Sharkov E. V., Lokhov K. I., Kapitov I. N., Sergeev S. A. Genezis vysokomagnezial'nykh vulkanitov Vetrebnogo Poyasa paleoproterozoya po dannym issledovanii U-Pb- i Lu-Hf- sistem v tsirkonakh

(Vostochnaya Kareliya) [Genesis of high-magnesium volcanic rocks of the Palaeoproterozoic Vetryny Belt (Eastern Karelia) according to the data from the study of U-Pb and Lu-Hf systems in zircons]. *DAN [Dokl. Earth Sciences]*. 2011. Vol. 439, no. 4. P. 528–533.

Sochevanov N. N., Arestova N. A., Matrenichev V. A., Lobach-Zhuchenko S. B., Guseva V. F. Pervye dannye o Sm-Nd vozraste arhejskikh bazal'tov Karelijskoj granit-zelenokamennoj oblasti [First data on Sm-Nd age of Archean basalts in Karelian granite-greenstone region]. *DAN SSSR [Proceedings of the USSR Academy of Sciences]*. 1991. Vol. 318, no. 1. P. 175–180.

Sokolov V. A., Heiskanen K. I. Geologo-litologicheskaja harakteristika proterozojskikh (jatulijskikh) kor vyvetrivanija v Karelii [Geological and geochemical characteristics of Proterozoic (Jatulian) weathering crusts in Karelia]. Problemy osadochnoj geologii dokembrija [Problems of sedimentary geology of the Precambrian]. Moscow, 1966. Iss. 1. P. 176–185.

Stepanov V. S., Slabunov A. I. Amfibolity i rannie bazit-ul'trabazity dokembrija Severnoj Karelii [Amphibolites and early basite-ultrabasites of the Precambrian in Northern Karelia]. Leningrad: Nauka, 1989. 176 p.

Stepanov V. S., Slabunov A. I., Stepanova A. V. Porodoobrazujushhie i aksesornye mineraly pozdnearhejskikh peridotitov rajona ozera Serjak (Belomorskij podvizhnyj pojas Fennoskandinavskogo shhita) [Rock-forming and accessory minerals of Late Archean peridotites from the Lake Seryak area (Belomorian mobile belt, Fennoscandian Shield)]. Geologija i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and useful minerals of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2003. Iss. 6. 17–25 p.

Stepanova A. V., Samsonov A. V., Larionov A. N. Zakljuchitel'nyj jepizod magmatizma srednego paleoproterozoya v Onezhskoj strukture: dannye po doleritam Zaonezh'ja [The final episode of the middle Proterozoic magmatism in the Onega structure: data on Trans-Onega dolerites]. *Trudy KarNTs RAN [Transactions of KarRC of RAS]*. 2014. No. 1. P. 3–16.

Stepanova A. V., Stepanov V. S., Slabunov A. I. Dostizhenija i problemy v izuchenii osnovnogo magmatizma Belomorskoj provincii Fennoskandinavskogo shhita [Achievements and problems in the study of mafic magmatism in the Belomorian Province of the Fennoscandian Shield]. Geologija Karelii: ot arheja do nashih dnei: materialy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju IG KarNC RAN [Geology of Karelia from the Archean to the present: proc. of the conf. on the 50th anniversary of IG KarRC RAS]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2011. P. 79–90.

Stratigraficheskii kodeks Rossii [Stratigraphic Code of Russia]. St. Petersburg: VSEGEI, 2006. 96 p.

Svetov S. A. Drevnejšie adakity Fennoskandinavskogo shhita [The oldest adakites of the Fennoscandian Shield]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2009. 115 p.

Svetov S. A. Magmaticheskie sistemy zony perehoda okean-kontinent v arhee vostochnoj chasti Fennoskandinavskogo shhita [Archean magmatic systems of the ocean-continent transition zone in the eastern Fennoscandian Shield]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2005. 230 p.

Svetov S. A. Mezoarhejskie komatiit-bazal'tovye komplekсы: litogeohimicheskie tipy i ih rol' v arhitekture

rannej kontinental'noj kory [Mesoarchean komatiite-basalt complexes: lithochemical types and their role in the early architecture of the continental crust]. *Materialy XII Vserossijskogo petrograficheskogo soveshhanija*, IG KarNC RAN [Proc. XII All-Russian petrographic conf., IG KarRC RAS]. Petrozavodsk, 2015. P. 26–29.

Svetov S. A., Gogolev M. A., Svetova A. I., Nazarova T. N. Ksenolity i avtolity v drevneishei adakitovoi serii Fennoskandinavskogo shchita [Xenoliths and autoliths in the ancient adakite series of the Fennoscandian Shield]. *Trudy KarNTs RAN [Transactions of KarRC of RAS]*. 2012. No. 3. P. 122–136.

Svetov S. A., Svetova A. I. Arhejskaja subdukcija: markernye porodnye asociacii i arhitektura [Archean subduction: marker rock assemblages and architecture]. *Geologija Karelii ot arheja do nashih dnei: materialy konferencii [Geology of Karelia from the Archean to the present: conf. proc.]*. Petrozavodsk, 2011. P. 22–32.

Svetov S. A., Svetova A. I., Nazarova T. N. Vedlozersko-Segozerskij zelenokamennyj pojas Central'noj Karelii – novye geohronologicheskie dannye i interpretacija rezul'tatov [Vedlozero-Segozero greenstone belt, Central Karelia: new geochronological data and interpretation of results]. *Geologija i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and useful minerals of Karelia]*. 2010. No. 13. P. 5–12.

Svetova A. I. Arhejskij vulkanizm Vedlozersko-Segozerskogo zelenokamennogo pojasa Karelii [Archean volcanism in the Vedlozero-Segozero greenstone belt of Karelia]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1988. 148 p.

Svetova A. I., Svetov S. A., Nazarova T. N. Mezoarhejskie sedimentacionnye ansambli v predelakh ofiolitopodobnyh kompleksov Central'no-Karel'skogo terrejna [Mesoarchean sedimentary ensembles in ophiolite-like complexes of the Central Karelian Terrane]. *Geologija i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and useful minerals of Karelia]*. Petrozavodsk: KarRC of RAN, 2008. P. 135–141.

Sviridenko L. P., Svetov A. P. Valaamskij sill gabbrodoleritov i geodinamika kotlovin Ladozhskogo ozera [Valaam gabbro-dolerites sill and geodynamics of Lake Ladoga basin]. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2008. 123 p.

Vishnevskij S. A., Ivashhenko V. I., Rajtala J., Pal'chik N. A., Leonova I. V. Udarno-metamorfizovannoe uglerodistoe veshhestvo i vmeshhajushhie impaktity iz astroblemy Janis'jarvi, Karelija: novye dannye [Shock metamorphism of carbonaceous matter in impactites of the Janisjärvi astrobleme, Karelia: new data]. *Geologija i poleznye iskopaemye Karelii [Geology and useful minerals of Karelia]*. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2004. Iss. 7. P. 185–192.

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

Vulkanizm arhejskih zelenokamennyh pojasaov Karelii [Volcanism in the Archean greenstone belts of Karelia]. Leningrad: Nauka, 1981. 154 p.

Zhelezisto-kremnistye formacii dokembrija Evropejskoj chasti SSSR: Stratigrafija [Precambrian ferruginous-siliceous formations in the European part of the USSR: Stratigraphy]. Kiev: Naukova dumka, 1988. 192 p.

Alekseev N. L., Balagansky V. V., Zinger T. F., Levchenkov O. A., Glebovitsky V. A., Makeev A. F., Jakovleva S. Z. Late Archean evolution of the junction between the Belomorian mobile belt and Karelian craton, Baltic Shield: Evidence from new isotope data. *Doklady Earth Sciences*. 2004. Vol. 397, no. 6. P. 743–746.

Amelin Yu. V., Heaman L. M., Semenov V. S. U-Pb geochronology of layered mafic intrusions in the eastern Baltic Shield: implications for the timing and duration of Paleoproterozoic continental rifting. *Precambrian Research*. 1995. Vol. 75. P. 31–46.

Arestova N. A., Chekulaev V. P., Matveeva L. V., Kucherovsky G. A., Lepekhina E. N., Sergeev S. A. New age data on the Archean rocks of the Vodlozero domain, Baltic Shield, and their significance for geodynamic reconstructions]. *Doklady Earth Sciences*. 2012. Vol. 442, no. 1. P. 1–7.

Balagansky V. V., Alekseev N. L., Huhma H., Azimov P. Ja., Levsky L. K., Pin'kova L. O. Provenance of the Sumian basal schists and age of the Lopian metavolcanic rocks at the Archean-Proterozoic boundary in the Kukasozero structure, North-Karelia zone of the Karelides, Baltic Shield. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2011. Vol. 19, no. 4. P. 369–384.

Baltybaev Sh. K., Levchenkov O. A., Berezhnaya N. G., Levsky L. K., Makeev A. F., Yakovleva S. Z. Age and duration of Svecofennian plutonic-metamorphic activity in the Ladoga area, southeastern Baltic Shield. *Petrology*. 2004. Vol. 12, no. 4. P. 340–347.

Bibikova E. V., Petrova A., Claesson S. The temporal evolution of sanukitoids in the Karelian Craton, Baltic shield: an ion microprobe U-Th-Pb isotopic study of zircons. *Lithos*. 2005. Vol. 79. P. 129–145.

Bibikova E. V., Bogdanova S. V., Glebovitsky V. A., Claesson S., Skiöld T. Evolution of the Belomorian belt: NORDSIM U–Pb zircon dating of the Chupa paragneisses, magmatism, and metamorphic stages. *Petrology*. 2004. Vol. 12, no. 3. P. 195–210.

Bibikova E. V., Samsonov A. V., Petrova A. Ju., Kirnozova T. I. The Archean geochronology of western Karelia. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2005. Vol. 13, no. 5. P. 459–475.

Bibikova E. V., Samsonov A. V., Shchipansky A. A., Bogina M. M., Gracheva T. V., Makarov V. A. The Hisoavaara structure in the northern Karelian greenstone belt as a late Archean accreted island arc: Isotopic geochronological and petrological evidence. *Petrology*. 2003. Vol. 11, no. 3. P. 261–290.

Bibikova E. V., Slabunov A. I., Bogdanova S. V., Skiöld T., Stepanov V. S., Borisova E. Yu. Early magmatism of the Belomorian mobile belt, Baltic Shield: Lateral zoning and isotopic age. *Petrology*. 1999. Vol. 7, no. P. 123–146.

Bibikova E. V., Skiöld T., Bogdanova S. V. Age and geodynamic aspects of the oldest rocks in the Precambrian Belomorian Belt of the Baltic (Fennoscandian) Shield. *Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region*. London Geological society. Special publication. 1996. No. 112. P. 55–67.

Bogdanova S. V., Bibikova E. V. The “Saamian” of the Belomorian Mobile Belt: new geochronological constraints. *Precambrian Res.* 1993. Vol. 64. P. 131–152.

- Borisova E. Yu., Bibikova E. V., Lvov A. B., Miller Yu. V. U-Pb age and nature of magmatic complex of Seryak mafic zone (the Belomorian Mobile Belt) Baltic Shield. *Terra Nova*. 1997. Vol. 9. Abs. Suppl. 1. 132 p.
- Bridgwater D., Scott D. J., Balagansky V. V., Timmerman M. J., Marker M., Bushmin S. A., Alexeyev N. L. and Daly J. S. Age and provenance of Early Precambrian metasedimentary rocks in the Lapland-Kola Belt, Russia: evidence from Pb and Nd isotopic data. *Terra Nova*. 2001. Vol. 13. P. 32–37.
- Chekulaev V. P., Arestova N. A., Lobach-Zhuchenko S. B., Sergeev S. A. Age of dikes in ancient tonalites of the Vodlozero terrane as the key to Archean evolution of basic magmatism of the Fennoscandian Shield. *Doklady Earth Sciences*. 2009. Vol. 428, no. 7. P. 1117–1119.
- Glebovitsky V. A., Miller Ju. V., Drugova G. M., Mil'kevich R. I., Vrevskii A. B. The Structure and metamorphism of the Belomoride – Lapland collision zone. *Geotectonics*. 1996. No. 1. P. 53–63.
- Glebovitsky V. A., Zinger T. F., Belyatskii B. V. The age of granulites and nappe formation in the western White Sea belt. *Doklady Earth Sciences*. 2000. Vol. 371, no. 2. P. 255–258.
- Hannah J. L., Stein H. J., Zimmerman A., Yang G., Markey R. J., Melezhik V. A. 2006. Precise 2004 ± 9 Ma Re-Os age for Pechenga black shale: comparison of sulfides and organic material. *Geochim. Cosmochim. Acta* 70. 2006. A228.
- Hanski E. J., Melezhik V. A. Litho- and chronostratigraphy of the Paleoproterozoic Karelian Formations. *Reading the Archive of Earth's Oxygenation*. Vol. 1. Berlin: Springer, 2012. P. 39–110.
- Höltta P., Heilimo E., Huhma H., Kontinen A., Mertanen S., Mikkola P., Paavola J., Peltonen P., Semprich J., Slabunov A. and Sorjonen-Ward P. The Archaean Karelia and Belomorian Provinces, Fennoscandian Shield. *Evolution of Archean Crust and Early Life*. Dilek Y., Furnes H. (Eds). Modern Approaches in Solid Earth Sciences. Springer. 2014. Vol. 7. P. 55–102.
- Höltta P., Heilimo E., Huhma H., Kontinen A., Mertanen S., Mikkola P., Paavola J., Peltonen P., Semprich J., Slabunov A. and Sorjonen-Ward P. The Archaean of the Karelian province in Finland. Geological survey of Finland. Special paper. 2010. Vol. 54. P. 73–174.
- Kaulina T. V., Bogdanova M. N. New U-Pb data on magmatic and metamorphic processes in the north-western White sea region. *Doklady Earth Sciences*. 1999. Vol. 367, no. 5. P. 677–679.
- 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. No. 380. 82 p.
- Koistinen T., Stephens M. B., Bogachev V., Nordgulen Ø., Wennerström M., Korhonen J. Geological map of the Fennoscandian Shield, scale 1:2000000. Trondheim: Geological Survey of Norway, Uppsala: Geological Survey of Sweden, Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia, Espoo: Geological Survey of Finland, 2001.
- Konopelko D. L., Ivanikov V. V. Postorogenic intrusions of the NW Ladoga region. In: Haapala I., Ramo O. T., Kostinen P. The Seventh International Symposium on Rapakivi Granites and Related Rocks, Helsinki. Abstract vol., Helsinki Univ. Press, 1996. P. 37.
- Kozhevnikov V. N., Berezhnaya N. G., Presnjakov S. L., Lepehina E. N., Antonov A. V., Sergeev S. A. Geochronology (SHRIMP-II) of zircons from Archean stratotectonic associations of Karelian greenstone belts: significance for stratigraphic and geodynamic reconstructions. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2006. Vol. 14, no. 3. P. 240–259.
- Kozhevnikov V. N., Skublov S. G. Detritic zircons from the Archean quartzites of the Matlakhta greenstone belt of the Karelian craton: hydrothermal alterations, mineral inclusions, and isotope age. *Doklady Earth Sciences*. 2010. Vol. 430, no. 2. P. 223–227.
- Kozhevnikov V. N., Skublov S. G., Marin Ju. B., Medvedev P. V., Systra Ju., Valensia V. Hadean – Archean detrital zircons from Jatulian quartzites and conglomerates of the Karelian craton. *Doklady Earth Sciences*. 2010. Vol. 431, no. 1. P. 318–323.
- Kulikov V. S., Bychkova Ya. V., Kulikova V. V., Ernst R. The Vetreny Poyas (Vetreny Belt) A essential component of the ca. 2.5–2.4 Ga Sumian large igneous province. *Precambrian Research*. 2010. Vol. 183. P. 589–601.
- Kuptsova A. V., Khudoley A. K., Davis W., Rainbird R. H., Kovach V. P., Zagornaya N. Yu. Age and provenances of sandstones from the Riphean Priozersk and Salmi formations in the eastern Pasha-Ladoga basin (southern margin of the Baltic Shield). *Stratigraphy and Geological correlation*. 2011. Vol. 19, no. 2. P. 125–140.
- Lauerma R. Kalliopera kartta 4621+4623 Salla, Suomen geologinen kartta 1:1000000. 1967.
- Li X., Zhang L., Wei C., Slabunov A. I. Metamorphic PT path and zircon U–Pb dating of Archean eclogite association in Gridino complex, Belomorian province, Russia. *Precambrian Research*. 2015. Vol. 268. P. 74–96.
- Levchenkov O. A., Mil'kevich R. I., Miller Ju. V., Zinger T. F., L'vov A. B., Myskova T. A., Shuleshko I. K. U-Pb isotope age of metaandesites in the upper sequence of the Tikshozero greenstone belt (Lake Verkhnie Kichany, Northern Karelia). *Doklady Earth Sciences*. 2003. Vol. 389, no. 3. P. 384–387.
- Levchenkov O. A., Zinger T. F., Duk V. L., Jakovleva S. Z., Baikova V. S., Shuleshko I. K., Matukov D. I. U-Pb zircon age of the hypersthene diorite and granodiorite of Pan'gomnavolok Island (Baltic Shield, White sea tectonic zone). *Doklady Earth Sciences*. 1996. Vol. 349, no. 5. P. 852–854.
- Lobach-Zhuchenko S. B., Arestova N. A., Mil'kevich R. I., Levchenkov O. A., Sergeev S. A. Stratigraphy of the Kostomuksha belt in Karelia (upper Archean) as inferred from geochronological, geochemical and isotopic data. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2000a. Vol. 8, no. 4. P. 319–326.
- Lobach-Zhuchenko S. B., Glebovitskii V. A., Arestova N. A. Mantle sources of rocks in the Vodlozero Domain of the Fennoscandian Shield]. *Doklady Earth Sciences*. 2009. Vol. 429, no. 8. P. 1284–1287.
- Lobach-Zhuchenko S. B., Chekulaev V. P., Arestova N. A., Levskii L. L., Kovalenko A. V. Archean terrains in Karelia: geological and isotopic-geochemical evidence. *Geotectonics*. 2000b. Vol. 34, no. 6. P. 452–466.

- Lobach-Zhuchenko S. B., Chekulaev V. P., Sergeev S. A., Levchenkov O. A., Krylov I. N. Archaeological rocks from southern Karelia (Karelian granite-greenstone terrain). *Precambrian Res.* 1993. Vol. 62. P. 375–379.
- Lobach-Zhuchenko S. B., Levchenkov O. A., Chekulaev V. P., Krylov I. N. Geological evolution of the Karelian granite-greenstone terrain. *Precambrian Research.* 1986. Vol. 33. P. 46–66.
- Lokhov K. I., Glebovitsky V. A., Pindyurina E. O., Gol'tsin N. A., Bushmin S. A. Lu-Hf isotope system in zircons as an indicator of genesis of high-alumina rocks from metamorphic complexes. *Doklady Earth Sciences.* 2013. Vol. 453, no. 2. P. 1197–1199.
- Lubnina N. V., Mertanen S., Soderlund U., Bogdanova S., Vasilieva T. I., Frank-Kamenetsky D. A new key pole for the East European Craton at 1452 Ma: Palaeomagnetic and geochronological constraints from mafic rocks in the Lake Ladoga region (Russian Karelia). *Precambrian Research.* 2016. Vol. 183. P. 442–462.
- Lubnina N. V., Pisarevsky S. A., Söderlund U., Nilsson M., Sokolov S. J., Khramov A. N., Iosifidi A. G., Ernst R., Romanovskaya M. A., Pisakin B. N. New palaeomagnetic and geochronological data from the Roprukey sill (Karelia, Russia): implications for late Palaeoproterozoic palaeogeography. Supercontinent Symposium 2012. Programme and Abstracts. Mertanen S., Pesonen L. J. and Sangchan P. (eds). Geological Survey of Finland, Espoo, Finland. 2012. P. 81–82.
- Manninen T. Sallan alueen vulkaniitit. Lapin vulkaniitiprojektin raportti. Espoo, 1991. 97 p.
- Martin A. P., Prave A. R., Condon D. J., Lepland A., Fallick A. E., Romashkin A. E., Medvedev P. V., Rychanchik D. V. Multiple Palaeoproterozoic carbon burial episodes and excursions. *Earth and Planetary Science Letters* 424 (2015) 226–236.
- Mertanen S., Eklund O., Shebanov A., Frank-Kamenetsky D., Vasilieva T. Paleo- and Mesoproterozoic dyke swarms in the Lake Ladoga area, NW Russia – paleomagnetic studies. Dyke Swarms – Time Markers of Crustal Evolution / E. Hanski, S. Mertanen, T. Ramo, J. Vuolli (eds). London: Taylor & Francis Group, 2006. P. 63–74.
- Mil'kevich R. I., Myskova T. A., Glebovitsky V. A., L'vov A. B., Berezhnaya N. G. Kalikorva structure and its position in the system of the northern Karelian greenstone belts: geochemical and geochronological data. *Geochemistry International.* 2007. Vol. 45, no. 5. P. 428–450.
- Mints M. V., Belousova E. A., Konilov A. N., Natapov L. M., Shchipansky A. A., Griffin W. L., O'Reilly S. Y., Dokukina K. A., Kaulina T. V. Mesoarchean subduction processes: 2.87 Ga eclogites from the Kola Peninsula, Russia. *Geology.* 2010. Vol. 38. P. 739–742.
- Mutanen T., Huhma H. The 3.5 Ga Siurua trondhjemite gneiss in the Archaean Pudasjärvi Granulite Belt, northern Finland. *Geol. Soc. Finland Bull.* 2003. Vol. 75, no. 1–2. P. 51–68.
- Myskova T. A., Berezhnaya N. G., Glebovitsky V. A., Mil'kevich R. I., Lepekhina E. N., Matukov D. I., Antonov A. V., Sergeev S. A., and Shuleshko I. K. Findings of the Oldest (3600 Ma) Zircons in Gneisses of the Kola Group, Central Kola Block, Baltic Shield: Evidence from U–Pb (SHRIMP-II) Data. *Doklady Earth Sciences.* 2005. Vol. 402, no. 4. 2005. P. 547–550.
- Myskova T. A., Glebovitsky V. A., Miller Ju. V., L'vov A. B., Kotov A. B., Kovach V. P., Zagornaja N. Ju. Su-pracrustal sequences of the Belomorian mobile belt: protoliths, age, and origin. *Stratigraphy and Geological Correlation.* 2003. Vol. 11, no. 6. P. 535–549.
- Ogg J. G., Ogg G., Gradstein F. M. The Concise Geologic Time Scale. Cambridge. 2008. 177 p.
- Precambrian Ophiolites and Related Rocks* (Developments in Precambrian Geology). (Ed. by T. M. Kusky). Elsevier Science. 2004. Vol. 13. 772 p.
- Priyatkina N., Khudoley A. K., Ustinov V. N., Kullerud K. 1.92 Ga kimberlitic rocks from Kimozero, NW Russia: their geochemistry, tectonic setting and unusual field occurrence. *Precambrian Res.* 2014. 249. P. 162–179.
- Puchtel I. S., Arndt N. T., Hofmann A. W. et al. Petrology of mafic lavas within the Onega plateau, central Karelia: evidence for 2,0 Ga plume-related continental crustal growth in the Baltic Shield. *Contrib. Mineral. Petrol.* 1998. No. 130. P. 134–153.
- Puchtel I. S., Brugmann G. E., Hofmann A. W. Precise Re-Os mineral isochron and Pb-Nd-Os isotope systematics of a maficultramafic sill in the 2,0 Ga Onega plateau (Baltic Shield). *Earth Planet. Sc. Lett.* 1999a. Vol. 170. P. 447–461.
- Puchtel I., Hofmann A., Amelin Y., Garbe-Schönberg C. D., Samsonov A., Shchipansky A. Combined mantle plume-island arc model for the formation of the 2.9 Ga Sumozero-Kenozero greenstone belt, the Baltic shield: isotope and trace element constraints. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1999b. Vol. 63, no. 21. P. 3579–3595.
- Puchtel I. S., Hofmann A. W., Mezger K. et al. Oceanic plateau model for continental crustal growth in the Archaean: a case study from the Kostomuksha greenstone belt, NW Baltic Shield. *Earth Planet. Sci. Lett.* 1998. Vol. 155. P. 57–74.
- Puchtel I. S., Humayun M., Walker R. J. Os-Pb-Nd isotope and highly siderophile and lithophile trace element systematics of komatiitic rocks from the Volotsk suite, SE Baltic Shield. *Precambrian Research.* 2007. Vol. 158. P. 119–137.
- 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. P. 6.
- Ramo O. T. Sr isotopic composition of Finnish rapakivi granites: the Suomenniemi batholiths. *Bull. Geol. Soc. Finl.* 1999. Vol. 71. P. 339–345.
- Ramsay W. Über die prakambrischen Systeme im ostlichen Teil von Fennoskandia. *Central. Min. Geol. Paleont.* 1907.
- Robertson A. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos.* 65. 2002. P. 1–67.
- Sergeev S. A., Bibikova E. V., Matukov D. I., Lobach-Zhuchenko S. B. Age of the magmatic and metamorphic processes in the Vodlozero complex, Baltic Shield: an ion microprobe (SHRIMP II) U-Th-Pb isotopic study

of zircons]. *Geochemistry International*. 2007. Vol. 45, no. 2. P. 198–205.

Sharkov E. V., Belyatskii B. V., Bogina M. M., Chistyakov A. V., Shchiptsov V. V., Antonov A. V., Lepkhina E. N. Genesis and age of zircon from alkali and mafic rocks of the Elet'ozero Complex, North Karelia. *Petrology*. 2015. Vol. 23, no. 3. P. 259–280.

Shebanov A., Eklund O., Helenius E., Frank-Kamenetsky D. Probing the hidden Archean-Proterozoic boundary in Karelia using zircons in lamprophyres. *Bulletin of the Geological Society of Finland*. 2006. Special Issue 1. P. 144.

Shchipansky A. A., Babarina I. I., Krylov K. A., Samsonov A. V., Bogina M. M., Bibikova E. V., Slabunov A. I. The oldest ophiolites: the late Archean suprasubduction zone complex Iringora structure, North Karelian greenstone belt. *Doklady Earth Sciences*. 2001. Vol. 377, no. 3. P. 283–287.

Shchipansky A. A., Khodorevskaya L. I., Slabunov A. I. The geochemistry and isotopic age of eclogites from the Belomorian Belt (Kola Peninsula): evidence for subducted Archean oceanic crust. *Russian Geol. and Geophys.* 2012. Vol. 53. P. 262–280.

Shchipansky A. A., Samsonov A. V., Bogina M. M., Slabunov A. I., Bibikova E. V. High-Mg, low-Ti quartz amphibolites of the Khizovaara greenstone belt, Northern Karelia: Archean metamorphosed boninites? *Doklady Earth Sciences*. 1999. Vol. 365, no. 3. P. 422–425.

Shchipansky A. A., Slabunov A. I. Provenance of “Svecofennian” zircons in the Belomorian mobile belt, Baltic shield, and some geodynamic implications. *Geochemistry International*. 2015. No. 10. P. 869–891.

Slabunov A. I., Azimov P. Ya., Glebovitsky V. A., Zhang L., Kevlich V. I. Archean and Paleoproterozoic migmatization in the Belomorian Province, Fennoscandian Shield: petrology, geochronology and geodynamic setting. *Doklady Earth Sciences*. 2016. Vol. 467, no. 1. P. 71–74.

Slabunov A. I., Bibikova E. V., Volodichev O. I. U-Pb isotopic ages of en- derbites and charnockites from the Notozero granulite-enderbite-charnockite complex, Belomorian province. Granulite and eclogite complexes in the Earth's history. Extended Abstract and Field Guide. Petrozavodsk: KarRC of RAS, 2011a. P. 217–220.

Slabunov A. I., Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Sorjonen-Ward P., Balagansky V.V., Volodichev O. I., Shchipansky A. A., Svetov S. A., Chekulaev V. P., Arestova N. A., Stepanov V. S. The Archean nucleus of the Fennoscandian (Baltic) Shield. *European Lithosphere Dynamics*. London: The Geological Society Publishing House, 2006. P. 18–38.

Slabunov A. I., Svetov S. A., Kulikov V. S., Polin A. K. A new geological map of the SE Fennoscandian Shield as a tool for the Early Precambrian Crustal Evolution study (exemplified by the Archean) // *Lithosphere* 2016. Ninth Symposium on structure, composition and evolution of the lithosphere in Fennoscandia. Programme and Extended abstracts. Institute of Seismology, University of Helsinki. Finland. Report S-65. 2016. P. 131–134.

Sorjonen-Ward P. An overview of structural evolution and lithic units within and intruding the late archean Hattu schist belt, Ilimantsi, eastern Finland. Geological

development, gold mineralization and exploration methods in the late Archean Hattu schist belt, Ilimantsi, Eastern Finland. Nurmi P. A., Sorjonen-Ward P. (eds). *Geol. Surv. Finland Spec. Pap.* 17. 1993. P. 9–102.

Stepanova A. V., Sal'nikova E. B., Samsonov A. V., Larionova Ju. O., Stepanov V. S. 2.3 Ga intraplate magmatism on the Karelian craton: implications for the problem of “endogenic shutdown” in the Paleoproterozoic. *Doklady Earth Sciences*. 2014. Vol. 457. P. 965–970.

Stepanova A., Stepanov V. Paleoproterozoic mafic dyke swarms of the Belomorian Province, eastern Fennoscandian Shield. *Precambrian Research*. 2010. Vol. 183, no. 3. P. 602–616.

Stepanova A. V., Samsonov A. V., Salnikova E. B., Puchtel I. S., Larionova Y. O., Larionov A. N., Stepanov V. S., Shapovalov Y. B., Egorova S. V. Palaeoproterozoic Continental MORB-type Tholeiites in the Karelian Craton: Petrology, Geochronology, and Tectonic Setting. *J. Petrol.* 2014. Vol. 55, no. 9. P. 1719–1751.

Stepanova A. V., Salnikova E. B., Samsonov A. V., Egorova S. V., Larionova Y. O., Stepanov V. S. The 2.31 Ga mafic dykes in the Karelian Craton, Eastern Fennoscandian Shield: U-Pb age, source characteristics and implications to the breakup processes. *Precambrian Res.* 2015. Vol. 259. P. 43–57.

Svetov S. A., Golubev A. I., Svetova A. I. Geochemistry of Sumian basaltic andesites of Central Karelia. *Geochemistry International*. 2004. No. 7. P. 630–640.

Svetov S. A., Kudrjashov N. M., Ronkin Ju. L., Huhma H., Svetova A. I., Nazarova T. N. Mesoarchean island-arc association in the Central Karelian Terrane, Fennoscandian Shield: new geochronological data. *Doklady Earth Sciences*. 2006. Vol. 406, no. 1. P. 103–106.

Svetov S. A., Slabunov A. I., Kulikov V. S. A new geological map of the SE Fennoscandian Shield as a basis for the study of the evolution of the early earth crust // 35th International Geological Congress, Cape Town, South Africa. Abstracts. Alexandria: American Geosciences Institute. 2016. P. 3935. URL: <http://www.americangeosciences.org/information/igc> (accessed: 15.09.2016)

Svetov S. A., Svetova A. I. The REE systematics of upper Archean sedimentary assemblages in Central Karelia. *Doklady Earth Sciences*. 2004. Vol. 394, no. 1. P. 104–108.

Timmerman M. J., Daly J. S. Sm-Nd evidence for late Archean crust formation in the Lapland-Kola Mobile Belt, Kola Peninsula, Russia and Norway. *Precambrian Res.* 1995. Vol. 72. P. 97–107.

Vaasjoki M., Ramo O. T., Sakko M. New U-Pb ages from the Wiborg rapakivi area: constraintson the temporal evolution of the rapakivi granite-anorthosite-dyke association of southeastern Finland. *Precambrian Granitoids-Petrogenesis, Geochemistry and Metallogeny. Prec. Res.* Eds I. Haapala, K. C. Condie. 1991. Vol. 51. P. 227–243.

Volodichev O. I., Slabunov A. I., Bibikova E. V., Konilov A. N., Kuzenko T. I. Archean eclogites in the Belomorian mobile belt, Baltic Shield. *Petrology*. 2004. No. 6. P. 540–560.

Received May 11, 2016

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Куликов Вячеслав Степанович

главный научный сотрудник, д. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kulikov@krc.karelia.ru

Светов Сергей Анатольевич

зам. директора, руководитель лаб., д. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская 11, г. Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ssvetov@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 782753

Слабунов Александр Иванович

заведующий лаб., д. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: slabunov@krc.karelia.ru
тел.: +79814024207

Куликова Виктория Владимировна

ведущий научный сотрудник, д. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: vkulikova@yandex.ru

Полин Александр Константинович

ведущий научный сотрудник, к. ф.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: polin@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 783630

Голубев Анатолий Иванович

заведующий лаб., к. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: golubev@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 769824

Горьковец Валентин Яковлевич

ведущий научный сотрудник, д. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: gorkovet@krc.karelia.ru
тел.: (8142) 782753

Иващенко Василий Иванович

ведущий научный сотрудник, к. г.-м. н.
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: ivashche@krc.karelia.ru

Гоголев Максим Александрович

младший научный сотрудник
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: mag>333@mail.ru
тел.: (8142) 782753

CONTRIBUTORS:

Kulikov, Vyacheslav

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

Svetov, Sergey

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: ssvetov@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 782753

Slabunov, Alexandr

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: slabunov@krc.karelia.ru
tel.: +79814024207

Kulikova, Victoria

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

Polin, Alexandr

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: polin@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 783630

Golubev, Anatoly

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: golubev@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 769824

Gorkovets, Valentin

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: gorkovet@krc.karelia.ru
tel.: (8142) 782753

Ivashchenko, Vasily

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

Gogolev, Maxim

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: mag>333@mail.ru
tel.: (8142) 782753