

## ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ВУЛКАНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАРЕЛИИ И МОДЕЛИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ (новый взгляд)

В.В. Куликова

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск, e-mail: vkulikova@yandex.ru

Выделяемый в палеопротерозойской истории Земли временной интервал (суперпериод) под названием орозирий [Gradstein et al., 2004; История Земли ..., 2005; и др.] характеризовался различными геодинамическими режимами. В Карело – Кольском регионе начало суперпериода – «стандартного галактического года» (СГГ) связано с образованием пород людикувийского надгоризонта, который в Ц. Карелии является составной частью палеопротерозойского структурного этажа и состоит из заонежской (нижней) и суйсарской (верхней) свит [Суйсарский пикрит-базальтовый ..., 1999]. Заонежская свита характеризуется: 1) широким развитием углеродсодержащих пород (в том числе высокоуглеродистых шунгитов), которые можно сопоставить с продуктами современных смокеров в океанах; 2) наличием толеитовых базальтов и пород с повышенной кремнекислотностью и щелочностью (трахиандези- и трахибазальты, или исландиты и гавайиты, по [Петрохимические серии ..., 2001]) в верхах свиты, завершающих гомодромный цикл эволюции заонежского вулканизма; 3) водным типом осадков и вулканитов. В свите среди вулканогенно - осадочных пород описаны субвулканические силлы основного состава неустановленного возраста. Суйсарская свита отличается: 1) преобладающим развитием высокомагнезиальных вулканитов, традиционно выделяемых как пикробазальты пикритовой серии и базальтов нормальной щелочности, а по алюмотитановому модулю (АТМ) [там же], на некоторых участках в основании разреза как гавайиты – исландиты до шошонитов в верхней части; 2) ограниченным объемом осадочных пород в разрезах; 3) обилием пирокластических образований аэрального и субаэрального вулканизма, а также особенных «соломенских брекчий», которые дали основание предполагать здесь наличие ударного кратера – астроблемы «Онего» с возрастом около 1.77 млрд. лет. Многолетние исследования автора совместно с В.С.Куликовым [Суйсарский пикрит-базальтовый ..., 1999; Глубинное строение..., 2004 и др.] по траверзу пос. Святнаволок (на севере) – г. Петрозаводск (на юге) в полосе, шириной более 5 км, позволили проследить, задокументировать, проанализировать и подойти к возможности палеорекострукции всей структуры на предмет создания геологического сюжета на период около 2.0 млрд. лет. Намечено местоположение и особенности строения нескольких палеовулканов.

Палеовулкан Гирвас. Геологическое строение реликтов выделенного палеовулкана Гирвас в интерпретации автора [Глубинное строение..., 2004; История Земли..., 2005] представлено тремя толщами, представленными пакетами лав, перекрытых осадочными образованиями. Нижняя сложена потоками метабазальтов с зачаточными подушками – «коробками» в кровле мощностью до 70 м (U-Pb возраст базальтов на участке “Каньон” р. Суны  $1976 \pm 9$  Ma [Puchtel et al., 2004]). Она залегает на кварцевых конгломератах рясия (ятулия) и перекрывается косослоистыми осадками с текстурами волноприбойных знаков, гематитовых прослоев и секущими их поздними кварцевыми жилами, мощностью до 10 м. Средняя состоит из газонасыщенных лав базальтов и трахибазальтов (более 250 м), иногда с повышенной магнезиальностью (MgO до 14%), сменяющихся аркозовыми кварцитами, вишневыми сланцами, кварцевыми конгломератами. Верхняя толща прослежена от Поор - Порога р. Суны с перерывами до Пальеозерской ГЭС [История Земли..., 2005] и представлена лавами, подушечными и массивными, осложненными мелкими «вторичными» потоками канатных лав нормальной щелочности и трахибазальтов, в значительной степени гидротермально переработанных (эпидозиты, карбонатные гидротермалиты, боровая минерализация (турмалин, аксинит и др.). Подводящим каналом для формирования вулкана Гирвас является Койкарско-Святнаволоцкий силл долеритов, возраст которого  $1983.4 \pm 6.5$  Ma [Филиппов и др., 2007].

Палеовулкан Муно детально описан и реконструирован на территории заповедника «Кивач», где находится водопад “Кивач» в долине р. Суны [Куликова, Куликов, 2008]. Стратифицированные образования представлены терригенно-хемогенными, частично, углеродистыми осадками и залегающими на них туфами суйсарской свиты с обломками нижележащих углеродсодержащих пород Магматические породы, в основном, силлы долеритов (с запада на восток): Лаголампи; Рагуйлампи, Левобережный, Корбалампи и

покровы (Водопадный) умеренно- (суб)щелочных базальтов. В долине р. Суны отмечены трубки взрыва неясного происхождения. Подвулканной камерой для «палеовулкана Муно», возможно, является силл Орел. По периферии территория заповедника окружена толщей доломитов со строматолитами, перемежающихся с шунгитами, алеровлитами, алевритами и др., условия образования и возраст которых до настоящего времени не нашли своего убедительно однозначного обоснования [Заварзин, 2004; Петров, 1996 и др.].

Палеовулкан Конч (озеро Кончозеро). Вулканические и субвулканические образования, слагающие палеовулкан, неоднократно детально описаны [Светов, 1979; Пухтель и др., 1993; Pucntel et al., 1998; Суйсарский..., 1999 и др.], а также определен изотопный возраст перидотитов и габброидов Кончезерского силла (подвулканной камеры для вулканов Конч и Укша)  $1975 \pm 24$  Ма.

Палеовулкан Укша располагается к северу от г. Петрозаводска (оз. Укшозеро) и представлен останцами в виде прекрасных обнажений суйсарской свиты мощностью от нескольких до 400 м и более и на современном эрозионном срезе занимает площадь около 2000 кв.км. Выделено пять вулканических пачек базальтов и пикробазальтов преимущественно подушечного строения, а также миндалекаменные, вариолитовые и брекчиевые лавы и туфы.

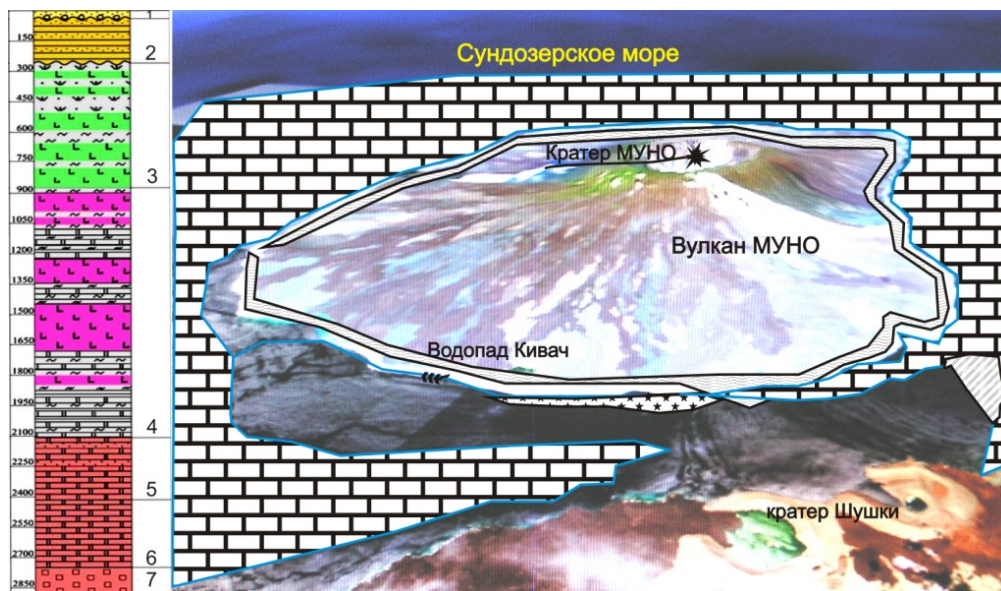
Вулкан Лой находится в северной части г. Петрозаводска [Куликов, Куликова, 2001]. Основные реликты палеовулкана обнажаются на участке Чертов Стул (пос. Соломенное), где подушечные и массивные базальтовые и андезибазальтовые лавы с маркирующим покровом сериальнопорфировых андезибазальтов онежской свиты с несогласием перекрываются туфами базальтов и гиалобазальтов суйсарской свиты. К верхней части этой пачки приурочены вариолитовые лавы. Разрез сечется телами мелких даек основного состава с варьирующим составом порфировых вкрапленников: оливиновых, пироксеновых, плагиоклазовых. В.С.Куликовым установлен «паразитический» кратер андезибазальтов «Соломенский» диаметром около 13 м, а второй на о-ве Лой (подвулканная камера) – около 2 м. Остров сложен долеритами в виде овальной структуры с концентрическими трещинами, ориентированными вокруг некоторого центра. Изотопные возрасты цирконов из одной из даек пикритов с порфировыми зернами оливина, псевдоморфно замещенного хлоритом (участок Чертов Стул), полученные Д.И. Мутаковым на SHRIMP-II (ВСЕГЕИ -  $1963 \pm 42$  Ма наиболее сопоставимы с возрастными палеовулканов Гирвас и Конч.

Палеовулкан Римский (возможно, трещинный) располагается на восточном побережье Онежского озера. Новый U-Pb изотопный возраст цирконов из дифференцированного Пудожгорского силла – его подводящего канала -  $1975 \pm 24$  Ма [Филиппов и др., 2007].

Другие палеовулканы (Суйсари, Уница, Василисин, Мудрый, Лебедь, Ким, Диана, Пяльма, Пажа, Конжа) изотопного возраста в настоящее время не имеют.

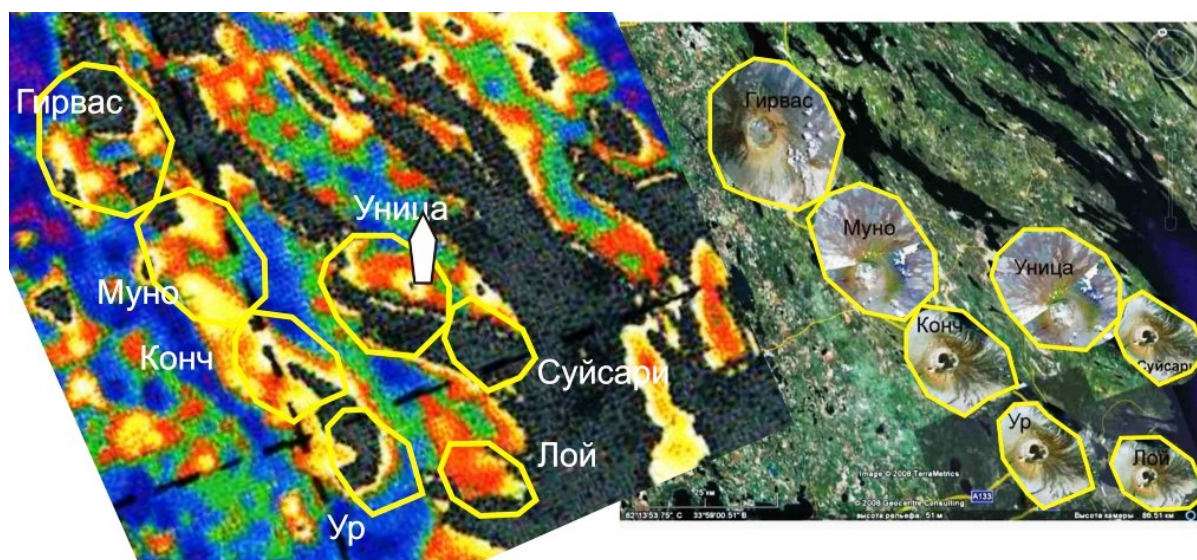
Выделенные индивидуальные палеовулканы, кроме размеров (диаметр подножья около 25 – 30 км и кальдер – до 5 км), состава магматических пород (преимущественно пикритовая и толеитовая петрохимические серии), объединены близкой стратиграфией. Существенную роль в строении разрезов играют осадочные породы: алевролиты, углеродсодержащие сланцы и шунгиты, а также доломиты, содержащие постройки строматолитов. Последние, охватывая большие площади, становятся маркирующими для оценки динамики тектоно-магматических процессов. На обширной территории, занятой вулканами, эти породы детально и многократно описаны рядом известных ученых (Р.М.Бутин, Г.Кононова, В.В.Макарихин, П.В.Медведев и др.). Однако новая информация значительно расширяет возможности палеореконструкций. Так, параметрическая скважина, разбуренная к ЮВ от г. Кондопоги [[http://karelnedra.karelia.ru/geolinform/onego\\_skv5.htm](http://karelnedra.karelia.ru/geolinform/onego_skv5.htm)], вскрыла разрез, аналогичный разрезам на территории заповедника Кивач (палеовулкан Муно), в районе пос. Гирвас, на восточном берегу Онежского озера (рис. 1) В основании вскрытой толщи на глубине около 2900 м находится горизонт (около 800 м), состоящий из каменной соли (галита) в ассоциации с карбонатными гидротермалитами, урансодержащими доломитами и др.

Метасоматические породы в виде эпидозитов, жильных магнезитов и кальцитов, а также наложенной турмалиновой, аксинитовой и др. минерализации отмечаются повсеместно. Н.Н. Трофимовым [Трофимов, Логинов, 2005] в пределах предполагаемого палеовулкана Римский в керне скв. 55 (инт. 112,1 м) установлена зона брекчирования долеритов с доломитовым цементом и слоем массивных и полосчатых гипсов. Общая позиция этих пород свидетельствует о достаточно глубоком и теплом море, а цветовая гамма соли, присутствие гипса и др. - о динамичной обстановке территории, обусловленной активной деятельностью вулканов.

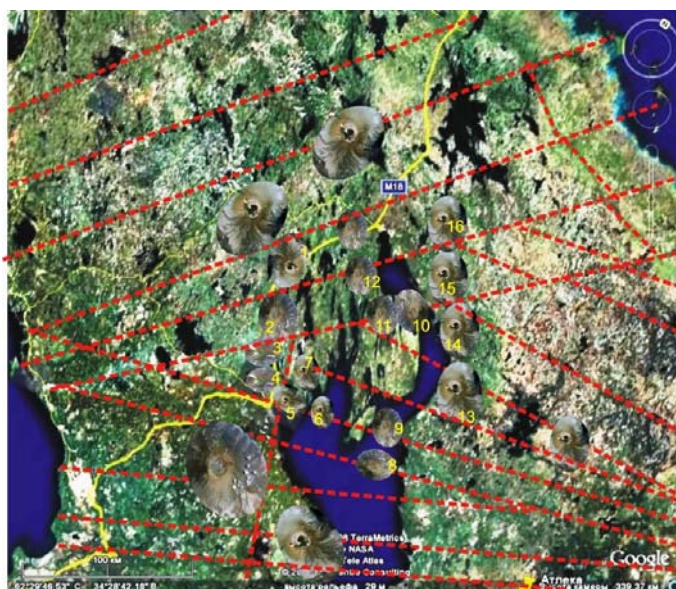


**Рис. 1.** Геологический разрез по «параметрической скважине» (из, сверху вниз): 1- песчаники, кремнистые сланцы, конгломераты; 2 – ритмично-слоистые туфопесчаники, туфоалевролиты, сланцы; 3 – переслаивание базальтов, долеритов, туффитов, пелитов, алевролитов, кремнистых (углеродистых) сланцев; 4 – переслаивание углеродсодержащих пелитов, алевролитов, шунгитовых алевритов, доломитов, базальтов, долеритов, габродолеритов; 5 – переслаивание доломитов белого, серого, коричневого, красного цвета, алевролитов, алевропесчаников; в низу пачки – доломиты с повышенной радиоактивностью; 6 – слоистые доломиты с вторичными метасоматическими магнезитами; 7 – каменная соль (галит) в переслаивании с доломитами, магнезитами, песчаниками, ангидритами.

Хотя эти сформированные из морской воды хлориды, сульфаты, карбонаты, нитраты и бораты, образующие сложный состав осадочной породы, традиционно не рассматриваются как продукты, связанные с деятельностью палеовулканов, они практически неразрывно сопряжены со всеми магматическими породами и несут их генетические следы. Используя новый подход к палеорекострукции вышеуказанных структур, где базовыми размерами являются небольшие вулканы Галапагосских о-вов, можно отметить определенную общность масштабов древних и современных стратовулканов: некоторые сравнимые закономерности их местоположения, размеры (диаметр, высота и др.), одинаковые текстуры лавовых потоков и покровов, сопоставимые продукты гидротермальных процессов и т.д., следы которых до настоящего времени отражены в тепловом поле [Горный и др., 1993](рис.2).



**Рис. 2.** Реконструируемые вулканы Ц. и Ю. Карелии на основе размеров вулканов Галапагосских о-вов (справа). Слева – контуры этих же вулканов на фоне теплового поля земли [по Горный и др., 1993]. В контуре вулкана Уница – «параметрическая» скважина.



**Рис. 3.** Палеорекострукция возможного местоположения людиковийских вулканов: 1 – Гирвас, 2 – Муно, 3 – Конч, 4 – Ур (Укша), 5 – Лой, 6 – Уница (Конда), 7 – Суйсарь, 8 – Василисин, 9 – Мудрый, 10 – Лебедь, 11 – Ким, 12 – Диана, 13 – Римский, 14 – Пяльма, 15 – Паж, 16 – Конжа.

На основании имеющихся личных и других материалов по всей территории Онежского озера создана схема расположения предполагаемых палеовулканов людиковийского возраста (рис. 3). Проведен сравнительный анализ северной части Онежской структуры, где установлены реликты вулканов, и наиболее близких ей регионов Галапагосских вулканических о-вов, расположенных на сложной границе океанических плит Кокос и Наска. Вулканы архипелага располагаются на сложном пересечении двух (?) разновозрастных систем трансформных разломов относительно андийской обдущивающей зоны, как и палеовулканы Ц.Карелии (рис. 3), приуроченные к протяженной (более 1000 км) тектонической зоне. Плиты Кокос и Наска представлены корой океанического типа со сложным типом границ: дивергентные относительно (рис. 4) Тихоокеанской плиты и границами 3-го типа относительно друг друга с мощным (?) базальтовым вулканизмом в виде Галапагосской вулканической цепи и мелкофокусной сейсмичностью. Они перемещаются вдоль последней в сторону американского континента со значительной скоростью до 75 мм/год. Восточная часть Фенноскандинавского щита в генеральном тектоническом плане на период людиковия сопоставима с частями современных мегаструктур, однако по масштабу является весьма скромной. Предполагается, что в период около 2060 - 1980 Ма мог существовать «несостоявшийся» внутриконтинентальный палеорифт, протяженностью более 1000 км внутри которого формировалась цепь вулканов, аналогичных по форме и размерам Галапагосским.



**Рис. 4.** Положение восточной части Фенноскандинавского щита относительно п-ова Камчатка и границы плит Кокос и Наска.

Исходя из общих закономерностей расположения современных систем основных разломов вдоль меридианов, а перпендикулярных к ним трансформных в широтном направлении сделано предположение об определенном единообразии динамики их возникновения в любом промежутке времени, что может быть обусловлено исключительно особенностями разрушения коры любого типа под воздействием горизонтальных нагрузок на блоки и их разнонаправленного перемещения. Наши палеорекострукции позволяют рассматривать «галапагосский» вариант отсутствия признаков закрытия океана, как и возникновения коллизионного сюжета, т.к. вулканические образования с небольшим объемом

осадков компактно концентрируются вблизи даек – подводящих каналов. Предполагается, что вулканы были расположены в акватории Сундозерского моря глубиной около 3000 м и являлись теплогенерирующими системами для окружавшего их «барьерного палеорифа», представленного постройками строматолитов. Высота вулканов составляла, возможно, до 1000 метров и более, диаметры кальдер – достигали 6 км. Однако достоверно провести аналогии с современными структурами крайне сложно.

### Список литературы

**Бычков А.Ю., Куликова В.В., Куликов В.С.** Реконструкция Гирвасского палеовулкана // Материалы Первого всероссийского палеовулк. симпозиума, 20-25 августа 2001 г., г. Петрозаводск “Палеовулканология, вулканогенно-осадочный литогенез, гидротермальный метаморфизм и рудообразование докембрия”, Петрозаводск. 2001. С. 21-22.

Глубинное строение и сейсмичность Карельского кратона и его обрамления. Под ред. Н.В. Шарова. Петрозаводск. Карельский научный центр. 2004.

**Голубев А.И., Светов А.П.** Геохимия базальтов платформенного вулканизма Карелии. Петрозаводск. Карелия, 1983. 192 с.

**Горный В.И., Шилин Б.В., Ясинский Г.И.** Тепловая аэрокосмическая съемка. М.: Наука, 1993. 128 с.

**Заварзин Г.А.** Лекции по природоведческой микробиологии // Отв. ред. Н.Н. Колотилова; Ин-т микробиологии. М.: Наука, 2004. 348 с.

**История Земли** в галактических и солнечных циклах // Куликова В.В., Куликов В.С., Бычкова Я.В., Бычков А.Ю. Петрозаводск. Карельский научный центр РАН, 2005. 250 с.

**Куликов В.С., Куликова В.В.** Докембрийская геология территории Ботанического сада /HORTUS BOTANICUS (международный журнал бот. садов). Петрозаводск. 2001. № 1. С. 19-24.

**Петров П.Ю.** Модель морфогенеза строматолитов // Литология и полезные ископаемые, 1996. № 3. С. 258-269.

Петрохимические серии магматических пород (анализ состояния и проблемы систематизации, предпочтительные модули химических элементов, новые направления) // Куликова В.В., Куликов В.С., Ефремова С.В., Бычков А.Ю., Бычкова Я.В. Петрозаводск. Карельский научный центр, 2001. 115 с.

**Светов А.П.** Платформенный базальтовый вулканизм карелид Карелии. Л., 1979. 208 с.

Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология) // Ред. В.С. Куликов, Петрозаводск.: КНЦ РАН, 1999. 96 с.

**Трофимов Н.Н., Логинов В.Н.** Эвапориты или флюидизитно-эксплозивные образования восточного Прионежья? // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск. Карельский научный центр РАН. 2005. С.75-81.

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

**Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Bleeker W., Lourens L.J.** A new Geologic Time Scale with special reference to Precambrian and Neogene // Episodes, 2004. V. 27. № 2. P. 83 – 100.  
[http://karelnedra.karelia.ru/geoinform/onego\\_skv5.htm](http://karelnedra.karelia.ru/geoinform/onego_skv5.htm)

**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. 130: P. 134-153.