

ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ВУЛКАНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ КАРЕЛИИ И МОДЕЛИ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ (НОВЫЙ ВЗГЛЯД)

© 2010 г. В. В. Куликова

*Институт геологии Карельского НЦ РАН
185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11
E-mail: vkulikova@yandex.ru*

Поступила в редакцию 22.04.2010 г.

На основе, в том числе авторских, полевых исследований, анализе литературы по геологии Карелии, новых геофизических данных, вещественного состава пород, новых изотопных возрастов и учета специфики строения современных вулканических областей Мира, проведена палеореконструкция вероятных палеовулканов. Дается новое объяснение палеовулканизма в пределах людиковийского надгоризонта (2075–1960 млн. лет) палеопротерозоя Центральной Карелии. Приведено краткое описание выделенных автором близких по возрасту палеовулканов (с севера на юг): Гирвас (1976 млн. лет), Мунно, Конч (1975 млн. лет), Укша, Лой (1963 млн. лет), Римский (1984 млн. лет), а также проинтерпретировано глубинное строение региона под ними. В зависимости от уровня эрозионного среза, их реликты в разной степени сохранности представлены лавами, силлами, подвулканными интрузивами мафит-ультрамафитов. С учетом современных геофизических данных оценены размеры реконструируемых построек, в среднем: диаметр основания 20–30 км и кальдеры – до 5 км, и намечены места “подводящих каналов”. Показано местоположение палеовулканов и продуктов их деятельности за счет преобразования вулканических и осадочных пород на современном тепловом поле региона, которое может рассматриваться как остаточное от поствулканических процессов в людиковии. Проведено сравнение с вулканами Галапагосских о-вов, траппового плато Путорана и Курило-Камчатской островной дуги.

Ключевые слова: *палеореконструкции, Фенноскандинавский щит, палеопротерозой, людиковий, палеовулкан, метасоматиты, изотопный возраст.*

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вулкано-плутонические ассоциации палеопротерозоя в центральной и южной Карелии всегда привлекали внимание исследователей вследствие их доступности, обширного территориального развития и хорошей обнаженности, поэтому им посвящены многие работы карельских геологов: К.О. Кратца, В.А. Соколова, А.П. Светова, В.С. Куликова, А.И. Голубева и др. Кроме того, длительная история изучения [3–5, 22 и др.], в том числе автором [2, 8–12, 16, 19, 25 и др.], докембрийского (людиковийского) вулканизма центральной и южной Карелии обусловлена предполагаемыми перспективами на поиски ряда полезных ископаемых, которые ограничиваются как сложным наложением плохо коррелируемых между собой лавовых и осадочных образований, перемежающихся с силлами и дайками преимущественно долеритов, так и активной современной тектоникой и небольшим количеством изотопных возрастов пород. “Близкие” по структуре и составу “слои”, оказавшиеся на поверхности за счет глубокого эрозионного среза, объединены в свиты, сформированные, как предполагается, в несколько этапов “в карельской тектоно-магматической эпохе” (2.6–1.65 млрд. лет): гирвасский, кондопожский, свекофеннский, когда здесь господствовал протоплатформенный ре-

жим [3, 5, 22 и др.]. К этому периоду относятся сумийский, сариолийский, ятулийский, людиковийский и вепсийский надгоризонты, объединенные в единый палеопротерозойский структурный этаж. На основании формационного анализа коллегами были детально проработаны: вещественный состав, петрохимические особенности и природа вулканических в совокупности с силлами мафит-ультрамафитов и сопровождающих их осадков в рамках “трапповой гипотезы”. В то же время не уточнялся масштаб магматических процессов на разбитой блоками земной коре. Современные технологии обработки полевых материалов, использование космических снимков (Google Earth), а также новые результаты изотопного датирования по ряду объектов [11, 21, 27, 30 и др.] позволили наметить целую серию палеовулканов, которые корректно сопоставляются по размерам, особенностям строения и вещественному составу продуктов магматизма с аналогичными современными структурами. В настоящей работе предлагается рассмотреть выделяемый в палеопротерозойской истории Земли временной интервал (суперпериод) в 215 млн. лет под названием орозирий [8, 29], который включает в себя региональные подразделения: “людиковий” (2075–1940 млн. лет) и “калевий” (1940–1860 млн. лет). Насколько возможно детально рассматривается геодинамическая ситуация в центральной и южной Карелии с учетом новых ге-

ологических, геохронологических данных и некоторых петрографо-петрохимических результатов исследования вещества. На основании сравнения территории Карело-Кольского региона с некоторыми геологическими структурами планеты: плато Путорана (Сибирь), вулканические цепи в океане (Галапагосские о-ва) или области перехода “континент–океан” (например, п-ов Камчатка), сделана попытка найти наиболее достоверную модель для палеорекострукции. В основу анализа магматизма в людиковии положены известные опубликованные материалы, полученные в процессе совместных работ с В.С. Куликовым, И.С., Пухтелем, С.Я. Соколовым и др., а также собственные данные. В центральной и южной Карелии весь пестрый спектр пород людиковийского возраста (2075–1960 млн. лет) традиционно рассматривается в составе заонежской (нижней) и суйсарской (верхней) свит [3, 25 и др.]. **Заонежская свита** характеризуется: 1) широким развитием углеродсодержащих пород, в том числе высокоуглеродистых шунгитов, природа которых до настоящего времени остается проблематичной; 2) наличием толеитовых базальтов и пород с повышенной кремнекислотностью и щелочностью (трахиандеизбазальты и трахибазальты) в верхах свиты; 3) водным типом осадков и вулканитов. В свиту включены субвулканические силлы основного состава не установленного (предположительно людиковийского) возраста. **Суйсарская свита** отличается: 1) преобладающим развитием высокомагнезиальных вулканитов – пикробазальтов пикритовой серии и базальтов нормальной щелочности; 2) ограниченным объемом осадочных пород в разрезах; 3) обилием пирокластических образований аэрального и субаэрального вулканизма. Осадочно-вулканогенные комплексы этих “свит” наиболее доступны для изучения по западному краю выделенной по геоморфологическим и геофизическим данным Онежской кольцевой структуры (кальдеры, астроблемы ?) [8, 14, 15].

Автором совместно с В.С. Куликовым прослежены и в разной степени изучены по траверсу: пос. Святонаволок (на севере)–г. Петрозаводск (на юге) в “полосе” длиной около 100 км при ширине более 5 км магматиты, осадки и брекчии разного возраста. В данной работе предполагается, что принадлежность пород к заонежской или суйсарской свитам, как и выделение последних не принципиально для изучения сложной докембрийской вулканической страны, поскольку любая стратификация здесь не корректна. Были использованы следующие методы для решения поставленных задач: 1) оценено территориальное распространение осадочно-вулканогенных комплексов и особенности строения нескольких структур на предмет их палеорекострукции: Гирвас, Кивач, Лой и др.; 2) в опубликованных работах [4 и др.] проанализированы поля: аномальное магнитное и аномальной силы тяжести; 3) критически оценены возможности изотоп-

ных данных для определения начала формирования структур, выделенных в результате детальных полевых работ; 4) создан ряд изображений средствами Google Earth для сравнения некоторых планетарных структур: Карело-Кольский регион, плато Путорана (Сибирь), зона сочленения плит Кокос и Наска (восточная часть Тихого океана), Курило-Камчатская островная дуга (п-ов Камчатка). В процессе исследований возник ряд дискуссионных вопросов в части обоснованности: 1) использования разными авторами термина “трапповая формация” по аналогии с плато Путорана в отношении изучаемых комплексов; 2) природы кварцевых конгломератов и отнесению их к “ятулийскому” фундаменту для людиковийского разреза; 3) местоположения в разрезах прослоев доломитов, в том числе со строматолитовыми постройками, относительно вулканогенных комплексов; 4) природы, площади распространения и положения в разрезах “соломенских брекчий”, а также их возраст. В процессе исследований на выделенной территории с учетом предыдущих работ большого коллектива геологов были намечены структуры, имеющие наиболее проявленные признаки палеовулканов людиковия на основании одинаковых изотопных возрастов составляющих их пород: Гирвас, Муно, Конч, Укша (?), Лой, Римский и др. (рис. 1–5). Ниже приводится краткая характеристика наиболее изученных и доступных “полевым дискуссиям” структур.

Структура Гирвас, выделяемая как реликт палеовулкана, отличается в нашей интерпретации [4, 8] от варианта, ранее описанного А.П. Световым [22], как по размерам, так и по строению. В окрестностях поселка Гирвас совместно с В.С. Куликовым условно выделено три толщи (с Ю на С или снизу вверх). **Нижняя** толща мощностью до 70 м сложена потоками metabазальтов с зачаточными подушками – “коробками” в кровле и текстурами течения в виде трахитоидности вблизи подошвы. На юге она контактирует с кварцевыми конгломератами неизвестного (по мнению В.А. Соколова – ятулийского) возраста и перекрыта косослоистыми кварцитами, аркозами с текстурами волноприбойных знаков, гематитовыми пропластками и секущими их поздними кварцевыми жилами мощностью до 10 м. U-Pb возраст базальтов [25]) на участке “Каньон” р. Суны из покрова “коробчатых” лав составляет 1976 ± 9 млн. лет (данные И.С. Пухтеля). **Средняя** толща – это газонасыщенные лавы базальтов и трахибазальтов (>250–? м) с MgO до 14%, сменяющиеся аркозовыми кварцитами, вишневыми сланцами, кварцевыми конгломератами и доломитами. **Верхняя** толща прослежена от Поор-Порога р. Суны с перерывами до Пальеозерской ГЭС и представлена подушечными и массивными лавами, осложненными мелкими “вторичными” потоками с канатными текстурами. Базальты нормальной щелочности и трахибазальты, в значительной степени гидротермаль-

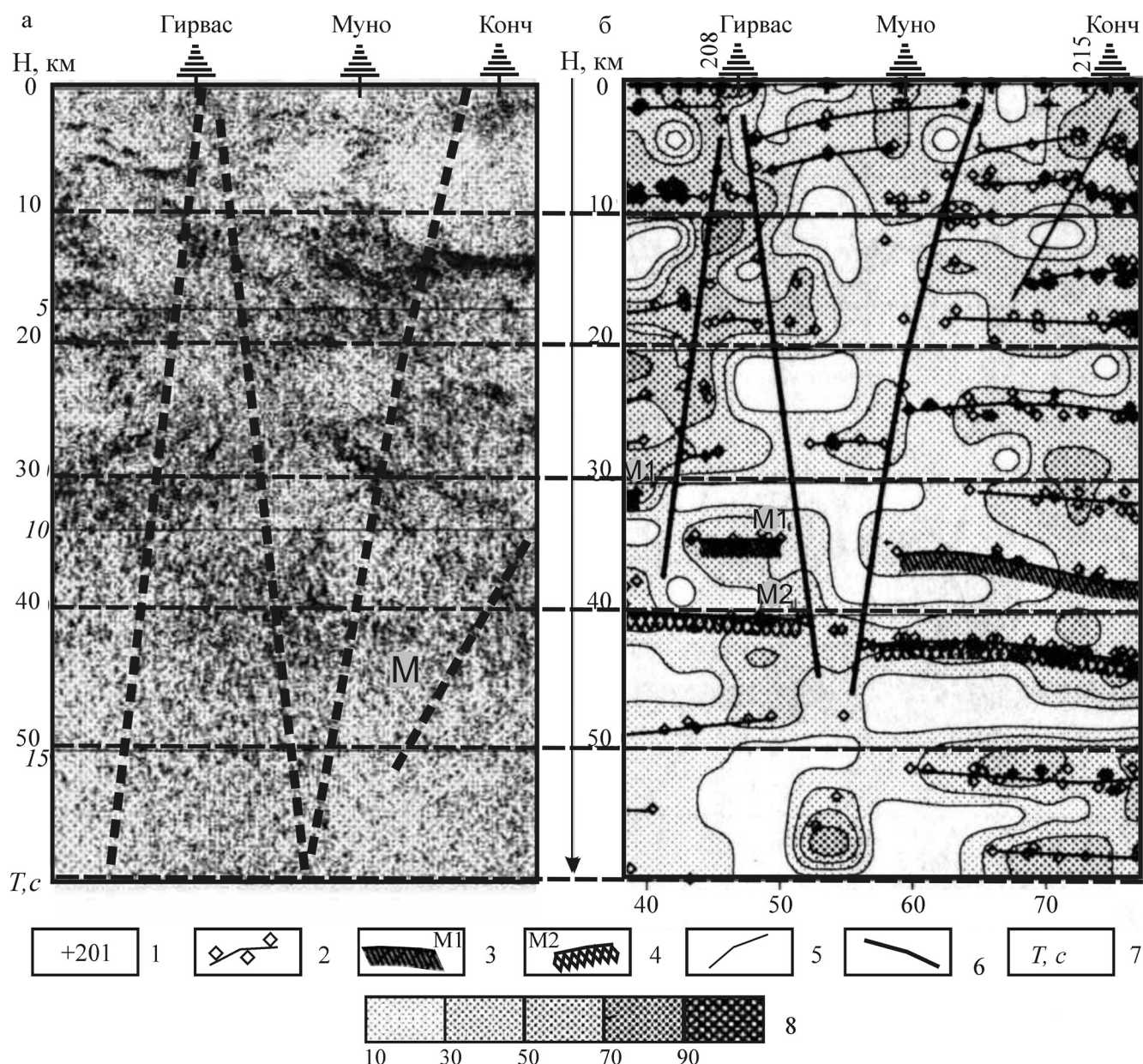


Рис. 1. Участок профиля Мяндусельга–Спасская губа–Петрозаводск–Вознесенье (III–VIII, длиной 190 км) в интервале 38–75 км реконструируемых палеовулканов Гирвас, Муно, Конч.

а (оригинал) – сейсмический разрез МОВ ОГТ-вибро (фрагмент профиля III–VIII) (интервал 1000–1050 км) [4], б (по Б.Н. Клабукову) – глубинный разрез и обменоспособность среды по ПР 1-ЕВ; 1 – пункты наблюдений и их номера; 2 – точки проявления обменных волн и границы обменов; 3 – кровля зоны перехода кора – мантия (M1); 4 – подошва перехода кора – мантия (M2); 5 – внутрикоровые разломы; 6 – мантийные разломы, разрывающие M1 и M2; 7 – время прохождения сейсмической волны; 8 – обменоспособность среды (%).

но переработаны и участками представлены эпидозитами, карбонатными гидротермалитами, боровой минерализацией (турмалин, аксинит и др.) [8, 19]. А.Ю. Бычков провел реконструкцию метасоматитов [2]. Было установлено, что здесь происходило два основных процесса: 1) пневматолитиз фумарольного типа за счет магматогенных газов, отделяющихся от габбро-долеритовых силлов; 2) разогрев и циркуляция экзогенных вод с образованием околожильных пропилитов. При $T > 500^\circ\text{C}$ флю-

ид был равновесен с магматической породой, а при дальнейшем понижении T произошли метасоматические преобразования: 1) $400\text{--}350^\circ\text{C}$ – кварц + альбит + актинолит; 2) $350\text{--}300^\circ\text{C}$ – кварц + альбит + актинолит + флогопит + хлорит; 3) $300\text{--}200^\circ\text{C}$ – тальк + пирофиллит + гематит; 4) ниже 200°C начинается осаждение карбонатов – кальцита и магнезита. Модель взаимодействия экзогенной воды (в качестве исходного состава выбран современный состав океанической воды) с изучаемыми базальта-

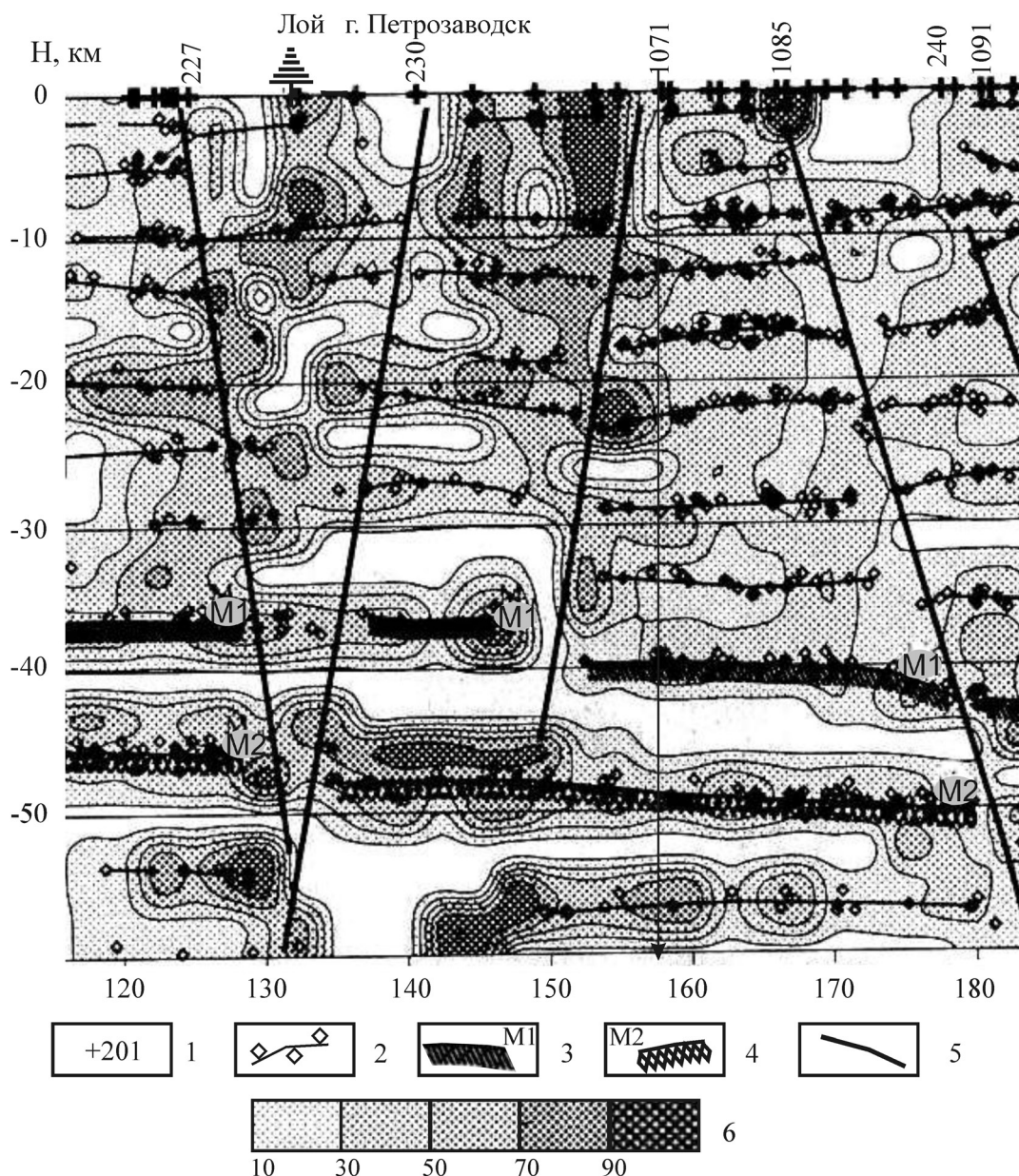


Рис. 2. Участок реконструируемого палеовулкана Лой.

1 – пункты наблюдений и их номера; 2 – точки проявления обменных волн и границы обменов; 3 – кровля зоны перехода кора – мантия; 4 – подошва зоны перехода кора – мантия; 5 – мантийные разломы, разрывающие M1 и M2; 6 – обменная способность среды (%).

ми сопоставима с процессами настоящего времени. Наиболее поздними являются доломиты в виде жил, переходящие в “линзы” и прослои. И.С. Пухтелем был определен изотопный возраст метасоматитов по “среднеятулийским” [23] лавам района электростанции на Пионерном канале на северной окраине пос. Гирвас. Он составил 1593 ± 24 млн. лет (валовая проба, кальцит, турмалин, эпидот и амфибол) и 1602 ± 148 млн. лет (с добавлением сульфида и апатита) при сходной величине ($\epsilon_{Nd}(T) = +0.3 \pm 1.2$) (данные И.С. Пухтеля, Майнц, 1998 г.), что и заставило провести дополнительное изучение и моделирование процессов, сформировавших эти поро-

ды [11]. Подобные породы встречены еще на ряде участков (например, Поор-Порог и др.), где жилы магнетита секут измененные подушечные лавы, перемежающиеся с прослоями доломитов. За пределами корректных выводов остается природа триады: кварцевые конгломераты–кварциты–кварцевые жилы, которая сопровождает весь вулканогенный комплекс. Подводящим каналом палеовулкана является Койкарско-Святнаволоцкий силл долеритов протяженностью не менее 20 км с возрастом 1983.4 ± 6.5 млн. лет [27].

Палеовулкан Муно детально описан и реконструирован на территории заповедника “Кивач”,

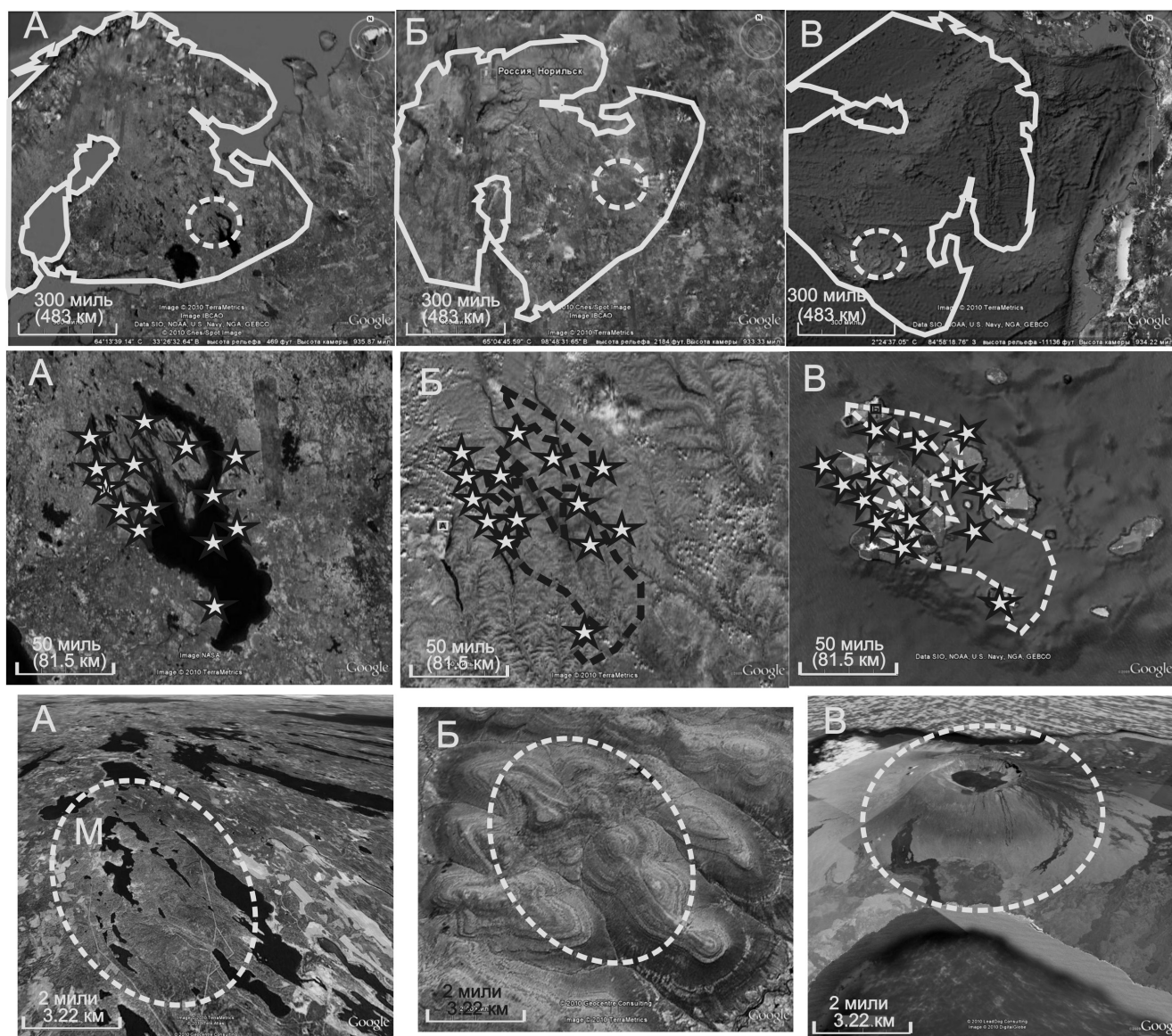


Рис. 3. Карело-Кольский регион (а) в сравнении с плато Путорана (б) и тектонической зоной между плитами Кокос и Наска (в).

В центре – наложение людиковийских палеовулканов Онежского озера на плато Путорана и на Галапагосские о-ва; внизу – “палеовулкан” Муно (М) в сравнении с участком траппов на плато Путорана и вулкана Исабель (Галапагосские о-ва).

где в долине р. Суны находится водопад “Кивач” [13]. Стратифицированные образования представлены терригенно-хемогенными, частично, углеродистыми осадками и туфами с обломками ниже лежащих углеродсодержащих пород и приурочены к центральной части структуры (оз. Мунозеро). Магматические породы представлены, в основном, силлами долеритов субмеридионального направления (с запада на восток): Лаголампи, Рагуйлампи, Левобережный, Корбалампи и покров Водопадный умеренно щелочных базальтов. Покров прекрасно идентифицируется непосредственно вблизи водопада на смотровой площадке и представлен в кровельной зоне подушечными, канатными и др. текстурами. В долине р. Суны отмечены трубки взры-

ва неясного происхождения. По периферии территории находится толща доломитов со строматолитами, перемежающихся с шунгитами, алевролитами, алевритами, долеритами и др. Подвулканной камерой для “палеовулкана Муно”, возможно, служит силл Орел.

Палеовулкан Конч (оз. Кончозеро). Вулканические и субвулканические образования, слагающие палеовулкан, неоднократно подробно описаны [20, 22, 25, 30 и др.]. И.С. Пухтелем определен изотопный возраст – 1975 ± 24 млн. лет – перидотитов и габброидов хорошо обнаженного Кончозерского силла (подвулканной камеры для вулканов Конч и Укша) [25], известного меднорудной специализацией.

Палеовулкан Укша располагается к северу от г. Петрозаводска (оз. Укшозеро), на современном эрозионном срезе занимает площадь около 2000 км² и представлен пятью вулканическими пачками базальтов и пикробазальтов. Потоки лав, массивные в основании и брекчиевые, иногда подушечные, миндалекаменные и вариолитовые в кровле, вместе с туфами имеют общую мощность до 400 м и более. Местоположение его кальдеры в настоящее время не установлено.

Вулкан Лой находится в северной части г. Петрозаводска на северном берегу Петрозаводской губы Онежского озера [8–10 и др.]. Наиболее доступным для посещения является участок Чертов Стул (пос. Соломенное), где подушечные и массивные базальтовые и андезибазальтовые лавы с маркирующим покровом плагиопорфировых андезибазальтов находятся в переслаивании с осадками и туфами базальтов и гиалобазальтов. Здесь к верхней ча-

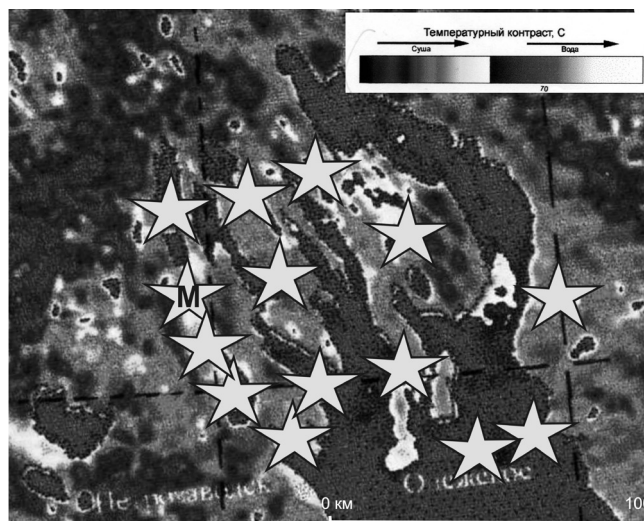


Рис. 4. Тепловое поле [6] и местоположение палеовулканов (М – вулкан Муно).

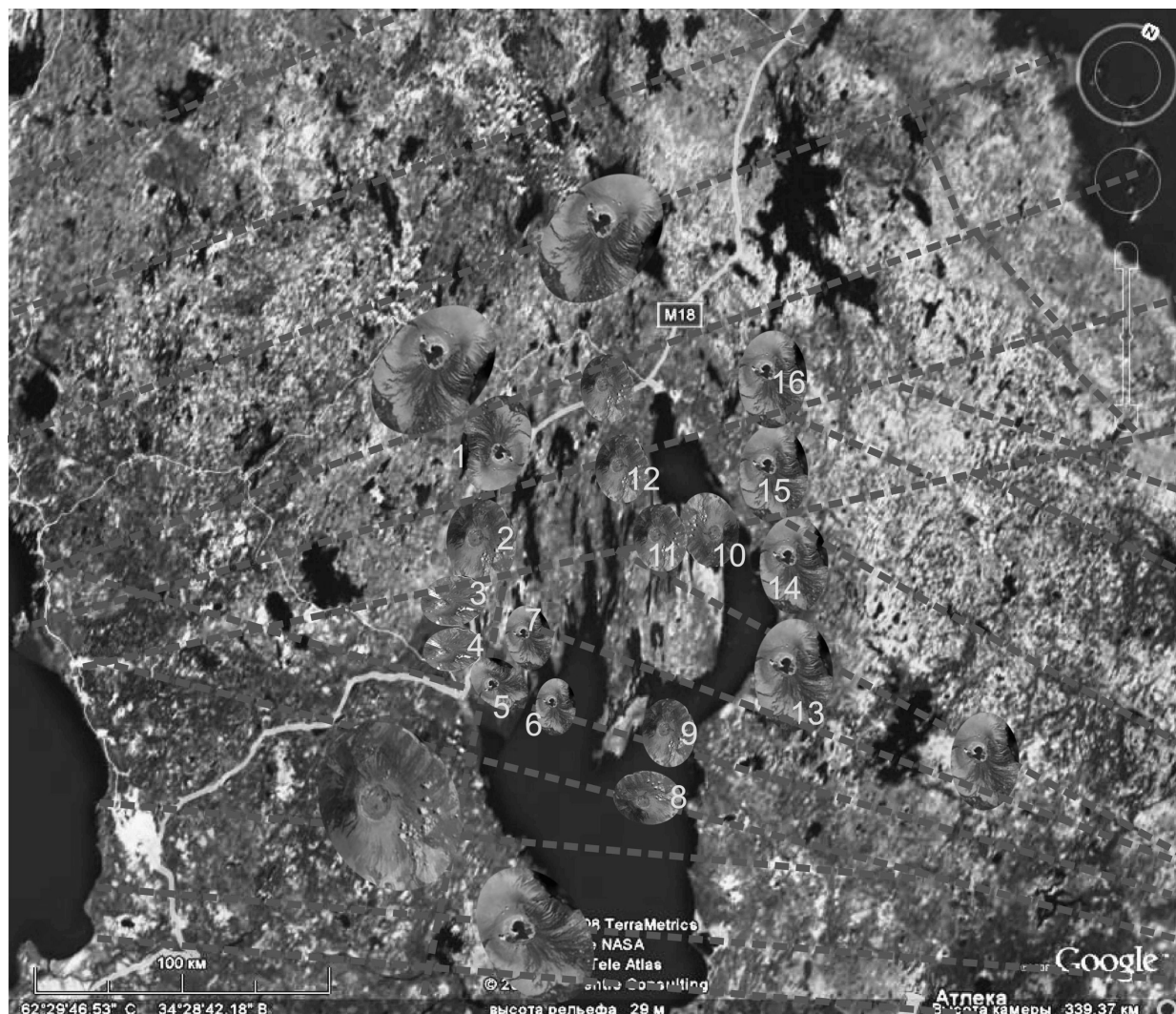


Рис. 5. Палеорекострукция возможного местоположения людиковийских вулканов в районе Онежского озера. 1 – Гирвас, 2 – Муно, 3 – Конч, 4 – Ур (Укша), 5 – Лой, 6 – Уница (Конда), 7 – Суйсарь, 8 – Василисин, 9 – Мудрый, 10 – Лебедь, 11 – Ким, 12 – Диана, 13 – Римский, 14 – Пяльма, 15 – Паж, 16 – Конжа.

сти разреза приурочен поток (?) вариолитовых лав, который наращивается (до 100 м) к северо-востоку, в район залива Ялгуба, несколькими покровами (до 10 м) [24]. Весь разрез сечется многочисленными дайками пикритов и долеритов с варьирующим составом оливиновых, пироксеновых, плагиоклазовых вкрапленников. К подвулканной камере отнесены долериты, полностью слагающие о-в Лой – овальную структуру с концентрическими трещинами, ориентированными вокруг некоторого центра. Поздними (?) проявлениями магматизма являются “паразитические” некии андезибазальтов: один “Соломенский” (диаметром около 13 м) на восточной окраине пос. Соломенное [25] и второй – на о-ве Лой (около 2 м). Изотопные возраста нескольких цирконов из дайки пикритов (участок Чертов Стул), полученные Д.И. Мутаковым на SHRIMP-II (ВСЕГЕИ), составляют 2018 ± 55 , 1969 ± 42 , 1963 ± 42 млн. лет и наиболее сопоставимы с возрастами палеовулканов Гирвас и Конч. Другая группа – 1655 ± 49 и 1426 ± 34 млн. лет, близка возрасту метасоматитов Гирваса. Наиболее проблемная третья группа цирконов (445 ± 12 , 424 ± 22 млн. лет) в настоящее время может отвечать времени внедрения (?) “дайки Левинсон-Лессинга” и др. либо “отраженных” процессов активизации на Кольском п-ове.

Римский палеовулкан (трещинный) представлен только протяженным Пудожгорским дифференцированным силлом, прослеженным почти на 20 км, секущим Бураковский плутон и, возможно, представляющим корневую часть подвулканной камеры. U-Pb изотопный возраст цирконов из него – 1984 ± 8 млн. лет [27] (ранее 1871 ± 51 млн. лет [8, 19]). Здесь также отмечены метасоматические породы в виде эпидозитов, жильных магнетитов и кальцитов, а также наложенной турмалиновой, аксинитовой и др. минерализации. Н.Н. Трофимовым [26] в керне скв. 55 (инт. 112.1 м) установлена зона брекчирования долеритов с доломитовым цементом и слоем массивных и полосчатых гипсов – типичных морских химических осадков.

Другие палеовулканы: Суйсари, Уница, Василисин, Мудрый, Лебедь, Ким, Диана, Пяльма, Пажжа, Конжа (рис. 5) изотопных возрастов в настоящее время не имеют, но они, кроме размеров (диаметр подножья около 25–30 км и кальдер – до 5 км) и состава магматических пород (преимущественно, пикритовая и толеитовая с феннеровским трендом кристаллизации петрохимические серии) объединены близкой стратиграфией.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

I. Полученные геологические материалы и крупномасштабные геофизические работы (материалы сейсмического эксперимента – интервал 1000–1085 км геотраверса 1-ЕВ в [4]) – на территории Карело-Кольского региона позволили внести кор-

рективы в палеорекострукции структур за счет уточнения местоположения подводящих каналов на участках профиля Мяндусельга–Спаская губа–Петрозаводск–Вознесенье (III – VIII) (общей длиной 190 км): Гирвас–Спаская Губа (38–75 км) и Петрозаводск–Шелтозеро (115–170 км) (см. рис. 1–2). Нижнекоровый слой в интервале глубин 10–35 км имеет крайне неоднородное строение: скучивание, разрывы, закручивание вещества, надвигание отдельных линз друг на друга, многослойность (рис. 1–2). Пластинообразные фрагменты разорваны, изогнуты и погружаются до глубины около 40 км. В верхней части земной коры предполагается присутствие волновода (7–18 км) – субгоризонтальной трещиноватой зоны, заполненной минерализованными растворами, обеспечивающими существование волновода и его флюидодинамическое равновесие. Можно предположить, что прохождение волн напряжений в земной коре вызывает периодическое повышение порового давления флюида, приводящее к текучести раздробленных пород в волноводах, а при наличии горизонтальных сил – к проскальзыванию верхней хрупко-жесткой части коры относительно нижней псевдопластичной. На профиле выделено и прослежено восемь прерывистых границ, соответствующих разделам сред с различными физическими свойствами [4]. До глубины в 10 км по профилю прослеживаются субвертикальные зоны, отражающие положение подводящих каналов вышеуказанных вулканов Гирвас, Мунно, Укша и Лой. Как следует из фрагментов профиля, граница Мохо (M1) погружается с глубины ~42 км в районе Гирваса до 48–50 км в направлении Петрозаводска и южнее.

II. Территория центральной и южной Карелии, по некоторым геологическим признакам, рядом авторов традиционно сопоставляется с плато Путорана – одной из крупнейших трапповых провинций Мира. Однако внутри этой сибирской площади помещается весь Карело-Кольский регион, как и в пределы широкой тектонической зоны между плитами Кокос и Наска (рис. 3, верхний ряд). По мнению автора, последний вариант является предпочтительным “шаблоном” для палеорекострукций докембрийских вулканов. При некоторых чертах сходства вещественных составов карельских магматитов людиковия и траппов плато Путорана с их феннеровским эволюционным трендом, пестрым набором вулканно-плутонических и осадочных комплексов, тектоно-структурные ансамбли и дискретная распространенность карельских вулканов, однако, не сопоставимы с горизонтально залегающими обширными монотонными толщами траппов. Они лучше узнаются в вулканогенных породах вулканов Фернандина (Нарборо), Дарвина и даже останцах Исабель и др. Галапагосских о-вов (рис. 3, центральный и нижний ряды).

III. Существенную роль, наряду с лавами и породами, в строении разрезов играют осадочные породы: конгломераты, кварциты, алевролиты, углеродсодержащие сланцы и шунгиты, доломиты, иногда, осложненные постройками строматолитов. Последние детально и многократно описаны и классифицированы рядом карельских ученых: Р.М. Бутин, Г. Кононова, В.В. Макарихин, П.В. Медведев и др. Они традиционно рассматриваются как представители ятулийского (2.3–2.2 млрд. лет) обширного мелкого и теплого моря. При этом динамика морского бассейна, природа доломитов и их связь с магматизмом не обсуждается. Поскольку *строматолиты* – органоседиментарные структуры, представляют главную группу биоты докембрия, то, вероятно, существует широкий спектр геодинамических условий их возникновения. Разнообразие прокариот обусловлено их зарождением в: 1) засоленных лагунах с формированием *галофильных* матов цианобактерий, придающих красный цвет осадкам (например, восточный берег Онежского озера(?)); 2) динамичных мелких содовых озер с избытком натрия и процветанием *алкалофильного* сообщества, в формировании которых ведущую роль играет серный цикл; 3) в термальных полях (от 60°C – норма и верхний предел) вулканов в условиях нейтрального pH и CO₂ как доминирующего газа – *термофильные* сообщества; 4) вблизи тектонических разломов на полях развития “черных курильщиков” [1, 7, 18, 28 и др.]. При этом в одних случаях (кальдера Узон) в структуру встраиваются слои серы, а в других случаях (Долина Гейзеров в Йеллоустонском поле, подземные термы в Австралии) установлено “существование термофильных железовосстанавливающих бактерий, которые образуют магнетит. В Заонежье (участок Кузаранда), на восточном побережье Онежского озера (участки Челмужи, Пяльма) и др. доломиты находятся в переслаивании с углеродсодержащими осадками и содержат псевдоморфозы кристаллов галита. Параметрическая скважина (к ЮВ от г. Кондопоги) вскрыла геологический разрез, аналогичный разрезу на территории заповедника Кивач (палеовулкан Муно), в районе пос. Гирвас, на восточном берегу Онежского озера. Впервые в его основании (2751–2944 м) установлен горизонт каменной соли (галита) в ассоциации с карбонатными гидротермалитами, урансодержащими доломитами и др. Хотя хлориды, сульфаты, карбонаты, нитраты и бораты, усложняющие состав осадочной толщи, авторами [17] не рассматриваются как продукты деятельности палеовулканов, они неразрывно сопряжены со всеми магматическими породами и несут их генетические следы. Поступление мантийных восстановленных газов (H₂S, CO) через “черные курильщики” привело впоследствии к образованию, по мнению автора данной работы, шунгитов и их разновидностей, в которых выявлены многочисленные остатки кокко-

идных колониальных бактерий с преобладающими микрофитофоссилиями и микрофитолитами. Возможен и иной сюжет, поскольку не ясно, сменяются ли режимы их эволюции во времени, напр., окислительная терригенно-карбонатная седиментация – на резко восстановительную углеродисто-сульфидную с нарастанием железо-марганцевой составляющей в карбонатных породах и т.д.

IV. Используя новый подход к палеореконструкции вышеуказанных структур, где базовыми размерами являются вулканы Галапагосских о-вов, можно отметить определенную общность масштабов древних и современных стратовулканов: некоторые сравнимые закономерности их местоположения, размеры (диаметр, высота и др.), одинаковые тектуры лавовых потоков и покровов, сопоставимые продукты гидротермальных процессов и т.д., следы которых отражены в современном тепловом поле (рис. 4) [6]. Анализ пространственного расположения месторождений, рудопроявлений, зон метасоматоза и гидротермолитов показывает: 1) их приуроченность к полям повышенного конвективного теплового потока (КТП), 2) контролируемую роль границ вулкана и кальдеры, 3) возможное местонахождение нектров. Изучение термической геологической структуры происходит в результате фиксации излучения спутником МОАА. Эти данные спутников NOAA-AVHRR (с радиометром высокого разрешения на борту) используются Комиссией центра объединенных научных исследований Европейского сообщества в Испре с июля 1981 г. Автором для территории центральной Карелии использован фрагмент карты КТП Земли в масштабе 1 : 1 000 000 с локальными аномалиями. Совпадение повышенных КТП и рудоносных зон неслучайно, поскольку связано с конвективным выделением дополнительного тепла при распаде радиоактивных элементов и разложении колчеданов, а тепловые аномалии подчеркивают местоположение построек, прорывы гидротерм, зарождение рудной минерализации.

V. Вышеперечисленные палеовулканы рассматриваются как стратовулканы, близкие по форме и размерам (диаметром до 20 км в основании и около 6 км в предполагаемой кальдере), сформированные в течение 10–20 млн. лет в тектонической зоне, аналогичной границе между плитами Кокос и Наска (рис 3 и 5). Каждый из них обладает своей подвулканной камерой и сложным строением. Однако, поскольку останцы вулканов имеют возраст около 2.0 млрд. лет и следы длительной тектонической эволюции, соотношение поверхностных и глубинных параметров следует воспринимать только как гипотезу или предположение, хотя и перспективное. Безоговорочное отнесение исследуемой территории к определенной геотектонической обстановке затруднительно, поскольку даже современные вулканы не всегда могут быть отнесены к COX или MORB, OIB, IAB, BABB, тем более плохо опреде-

ляемые, докембрийские – например, к ВЛР. Так, толеитовые базальты центральной и южной Карелии, трапповой формации Путорана, о-ва Исландии, Галапагосских о-вов или расслоенной серии Скергаарда имеют одинаковую феннеровскую направленность эволюции изливающихся расплавов или последовательности кристаллизации, но масштабы проявления в них не сопоставимы.

ВЫВОДЫ

1. Сравнение территории центральной и южной Карелии в людиковии с современными, наиболее близкими ей по масштабу вулканизма, тектонической обстановке и особенностям вулканических продуктов, показало, что наиболее приемлемой для сопоставления является область Галапагосских вулканических о-вов, находящихся между небольшими океаническими плитами Кокос и Наска [1]. Вулканы архипелага располагаются на коре океанического типа со сложным типом границ: дивергентные относительно Тихоокеанской плиты и границы 3-го типа относительно друг друга с базальтовым вулканизмом в виде вулканической цепи с мелкофокусной сейсмичностью. Они приурочены к сложному пересечению двух (?) разновозрастных систем трансформных разломов относительно андийской обдущивающей (?) зоны и перемещаются вдоль последней в сторону американского континента со значительной скоростью – до 75 мм/год.

2. Предполагается, что вулканы центральной Карелии были также расположены в акватории Сундозерского моря глубиной около 3000 м в пределах активной тектонической зоны. Они являлись теплогенерирующими системами для древних “черных курильщиков” и для окружавшего их “барьерного палеорифа”, представленного постройками строматолитов. Высота вулканов составляла, возможно, до 1000 м и более над уровнем моря, диаметры кальдер – до 6 км. Однако достоверно провести аналогии с современными структурами крайне сложно.

3. Восточная часть Фенноскандинавского щита в генеральном тектоническом плане на период людиковия сопоставима лишь с частями современных мегаструктур, поскольку ее площадь по масштабу является весьма скромной. Предполагается, что в период около 2060–1980 млн. лет здесь мог существовать “несостоявшийся” внутриконтинентальный палеорифт, протяженностью более 1000 км, внутри которого формировалась цепь небольших вулканов, аналогичных по форме и размерам Галапагосским. Исходя из общих закономерностей расположения современных систем основных разломов вдоль меридианов, а перпендикулярных к ним трансформных разломов – в широтном направлении, сделано предположение об определенном единообразии динамики возникновения подобных систем в любом промежутке времени. Это может быть обусловлено исклю-

чительно особенностями разрушения земной коры разного типа под воздействием горизонтальных нагрузок на блоки и их разнонаправленного перемещения. Возможно, в веписии (~1770 млн. лет) эта территория существенно видоизменилась из-за образования Онежской кольцевой структуры [8].

Автор благодарит доктора геол.-мин. наук В.С. Куликова за дискуссии и понимание всей сложности поставленной проблемы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09–05–00376-а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин В.В., Кругляков В.В. Металлгенез мирового океана. 2003. <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1177306&uri=index.html>
2. Бычков А.Ю., Куликова В.В., Куликов В.С. Реконструкция Гирвасского палеовулкана // Мат-лы Первого всерос. палеовулк. симпозиума. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. С. 21–22.
3. Геология Карелии. Л.: Наука, 1987. 231 с.
4. Глубинное строение и сейсмичность Карельского кратона и его обрамления / Под ред. Н. В. Шарова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 353 с.
5. Голубев А.И., Светов А.П. Геохимия базальтов платформенного вулканизма Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1983. 192 с.
6. Горный В.И., Шилин Б.В., Ясинский Г.И. Тепловая аэрокосмическая съемка. М.: Недра, 1993. 128 с.
7. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2004. 348 с.
8. История Земли в галактических и солнечных циклах / В.В. Куликова, В.С. Куликов, Я.В. Бычкова, А.Ю. Бычков. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 270 с.
9. Куликов В.С., Куликова В.В. Докембрийская геология территории Ботанического сада // 2001, Hortus bot. T. 1. С. 19–24. <http://hb.karelia.ru>
10. Куликов В.С., Куликова В.В. Палеопротерозойская геология и суйсарский магматизм в районе г. Петрозаводска (Ц. Карелия) // Мат-лы Всерос. совещ. (XII годовичное совещание СВ отделения ВМО). Т. 2. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 191–194.
11. Куликов В.С., Куликова В.В., Пухтель И.С. и др. Палеопротерозойский магматизм Восточной и Центральной Карелии (сравнительный анализ). // Глубинный магматизм, магматические источники и проблемы плюмов: тр. II Междунар. семинара. Иркутск–Владивосток. ИрГТУ, 2002. С. 235–257.
12. Куликов В.С., Лавров Б.С., Куликова В.В. Опорные разрезы суйсарской свиты Онежской структуры // Тез. докл. Юбил. научн. конф. 50 лет КарНЦ РАН. Петрозаводск: Карел.НЦ РАН. 1996. С. 128–130.
13. Куликова В.В., Куликов В.С. Геологическое строение докембрийского фундамента территории заповедника “Кивач” // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. Вып. 11. С. 103–119.
14. Куликова В.В., Куликов В.С. Иридийсодержащие цирконы в шунгитовых породах Онежской структуры // Федоровская сессия – 2008: тез. докл. междунар. на-

- уч. конф. СПб.: СПб.ГГИ (ТУ), 2008. С. 70–73. <http://www.minsoc.ru/authors.php?id=6&uid=822>
15. Куликова В.В., Куликов В.С., Бычков А.Ю. Докембрийская астролема “ОНЕГО” (Ц. Карелия) // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых: материалы XXXVIII совещ. М.: ГЕОС, 2005. Т. 1. С. 368–371.
 16. Леонтьев Н.В., Бычков А.Ю., Куликов В.С., Куликова В.В. Аксинитовая гидротермальная минерализация мыса Радколье (Большое Онего) // Вопросы геологии, магматизма и метаморфизма Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 59–63.
 17. Отчет по объекту “Онежская параметрическая скважина” (отв. исполнитель В.В. Наркисова). Ярославль, 2009. http://karelnedra.karelia.ru/geolinform/onego_skv5.htm; http://karelnedra.karelia.ru/geolinform/onego_skv3_2.htm
 18. Петров П.Ю. Модель морфогенеза строматолитов // Литология и полез. ископаемые. 1996. № 3. С. 258–269.
 19. Петрохимические серии магматических пород / В.В. Куликова, В.С. Куликов, С.В. Ефремова и др. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 115 с.
 20. Пухтель И.С., Богатилов О.А., Куликов В.С. и др. Роль коровых и мантийных источников в петрогенезе континентального магматизма: изотопно-геохимические данные по раннепротерозойским пикритам Онежского плато, Балтийский щит // Петрология. 1995. Т. 3, № 4. С. 397–419.
 21. Пухтель И.С., Куликов В.С., Куликова В.В. Новые изотопные возрасты вулканитов Центральной Карелии и их геологическое обоснование // Тез. докл. на XIII научных чтениях памяти проф. И.Ф. Трусковой. М.: РГГУ, 2003. С. 28–29.
 22. Светов А.П. Платформенный базальтовый вулканизм карелид Карелии. Л.: Наука, 1979. 208 с.
 23. Светов А.П., Голубев А.И. Вулканический аппарат ятулийского вулканического комплекса Центральной Карелии // Докл. АН СССР. 1967. Т. 77, № 1. С. 171–174.
 24. Светов С.А., Светова А.И., Назарова Т.Н. Вариолитовые лавы Ялгубы, Центральной Карелии – классический пример ликвационной дифференциации в природных силикатных системах // Электронный научный журнал “ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ”. С. 209–217. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2008/017.pdf>
 25. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология) // Ред. В.С. Куликов, Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 96 с.
 26. Трофимов Н.Н., Логинов В.Н. Эвапориты или флюидизитно-эксплозивные образования восточного Прионежья? // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. Вып. 8. С. 75–81.
 27. Филиппов Н.Б., Трофимов Н.Н., Голубев А.И. и др. Новые геохронологические данные по Койкарско-Святнаволоцкому и Пудожгорскому габбро-долеритовым интрузивам // Геология и полезные ископаемые Карелии, Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2007. Вып. 10. С. 49–68.
 28. Яхонтова Л.К., Зверева В.П. Основы минералогии гипергенеза. Владивосток: Дальнаука, 2000. 331 с.
 29. Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. et al. A new Geologic Time Scale with special reference to Precambrian and Neogene // Episodes, 2004. V. 27, № 2. P. 83–100.
 30. 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. V. 130. P. 134–153.

Рецензент В.Н. Огородников

Paleoproterozoic volcanoes of the Central Kareliya and model of their formation (new view)

V. V. Kulikova

Institute of Geology, Karelian Research Centre of RAS

The paleoreconstruction of probable paleovolcanoes was realized on a basis of field researches (including author's data), literature analysis of Karelian geology, new geophysical data, rock composition, new isotopic age and the account of specificity of modern volcanic World areas structure. The new explanation of paleovolcanic process in limits of Paleoproterozoic Ludikovichian horizon (2075–1960 MA) of the Central Karelia is offered. The short description of the close on age paleovolcanoes (from the north to the south) allocated by the author is resulted: Girvas (1976 MA), Munio, Konch (1975 MA), Uksha, Loy (1963 MA), Rimsky (1984 MA), a deep structure of region under them is interpreted too. Depending on level of an erosive section their relicts in different degree of safety are presented by mafic-ultramafic lavas, sills, subvolcanic intrusions. Taking into account the modern geophysical data the sizes of reconstructed constructions, are estimated on an average: Diameter of the basis 20–30 km and kaldera – to 5 km, also places of “bringing channels” are planned. The site of paleovolcanoes and products of their activity at the expense of igneous and sedimental rocks transformation on a modern thermal field of region which can be surveyed as residual from postvolcanic processes in Ludikoviy is shown. Comparison with volcanoes of Galapagosky islands, trapp plateau of Putorana and the Kuril-Kamchatka island arc is spent.

Key words: *Fennoscandian shield, paleoreconstruction, paleoproterozoic, ludicovichian, paleovolcan, metasomatic rocks, isotopic age.*