

Новый подход к истории развития структур раннего протерозоя Карельского геоблока и их металлогении

Трофимов Н.Н., Голубев А.И.

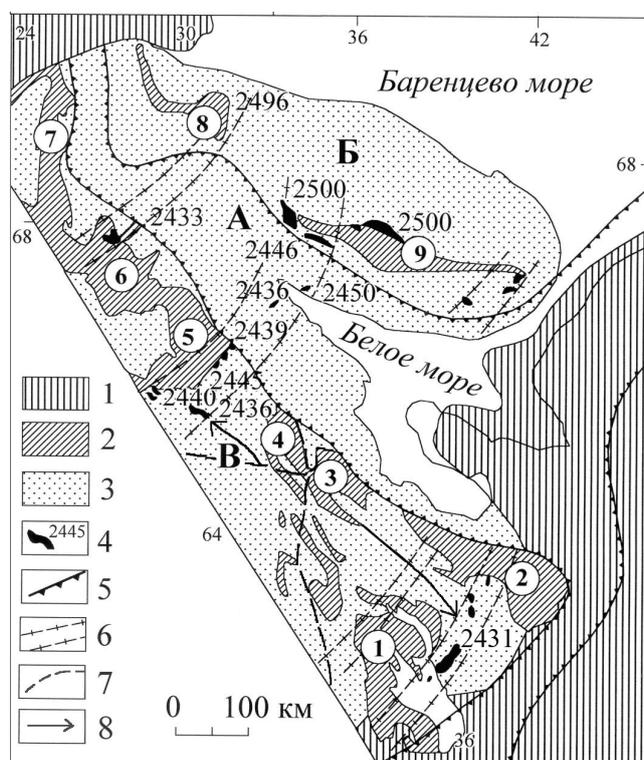
Учреждение Российской академии наук Институт геологии КАР НЦ РАН,
г. Петрозаводск, e-mail: trofimov@krc.karelia.ru

В раннем протерозое на территории Балтийского щита интенсивно продолжается процесс наращивания коры. На смену мелким ячеистым рифтогенным структурам – зеленокаменным поясам (ЗП) [2], приходят крупные рифтовые структуры, развивающиеся в условиях активного увеличения радиуса Земли, предпочтительно по ослабленным зонам – границам кратонов и плит, используя унаследованный контур тектонического рисунка ЗП архея, а при формировании трехлучевого рифта в качестве дополнительного направления – непосредственно используется зеленокаменный пояс. Металлогенические последствия процесса концентрации в таких структурах магматизма, длительного режима растяжения и интенсивного флюидного потока, обусловленных подъемом аномальной мантии, выражены в накоплении рудного вещества в уникальных масштабах на локальном пространстве, а не распылении его. Анализ, с позиции рифтогенеза, материалов по стратиграфии и магматизму Карело-Кольского региона, позволяет предположить иное развитие геологических событий и их металлогенические последствия.

На границе Карело-Кольского кратона (Балтийского щита) и Русской плиты закладывается Беломоро-Лапландская рифтовая структура [8], развивающаяся в дальнейшем как трехлучевая, о чем свидетельствует наличие двух возрастных групп расслоенных интрузивов - 2500 млн. лет и 2430-2440 млн. лет (рис. 1). В пределах Карельского плеча рифта образуются два сводовых поднятия (рис. 1, 2), соответствующие областям подъема аномальной мантии [2, 8] - астенолитов. На участках максимального воздымания сводов формируются протяженные зоны растяжения, к которым приурочено внедрение двух комплексов расслоенных интрузивов – Бураковско - Монастырского на юге и Койлиismaа-Олангского на севере (рис. 2).

Рис. 1. Раннепротерозойская Беломорско-Лапландская внутриконтинентальная рифтогенная структура:
(составлен с использованием материалов: [1, 5])

1 - фанерозойские отложения; 2 – нижнепротерозойские вулканогенно-осадочные комплексы; 3 – нерасчлененные архейские и архей-протерозойские (Беломорский блок) образования; 4 – расслоенные интрузии и их радиогенный возраст; 5 – границы срединной зоны рифта и металлогенических субпровинций: А – Беломорская; Б – Кольская (северо-восточное плечо рифта); В – Карельская (юго-западное плечо рифта); 6 – поперечные зоны растяжения контролирующие внедрение расслоенных интрузивов; 7 – сумийские сводовые поднятия: I – Водлозерско-Сегозерское; II – Пяозерско-Тикшеозерское; 8 – направление воздымания продольной оси свода. Межсводовые впадины: 3 – Лехтинская, 4 – Шомбозерская. Компенсационные структуры прогибания: 1 – Онежская, 2 – Ветренный пояс, 5 – Пана-Куоляярвинская, 6 – Сала-Соданкюля, 7 – Карасйок, 8 – Печенгская, 9 – Имандра-Варгуская. Ятулийско-людиковийский авлакоген (1, 2, 5, 6).



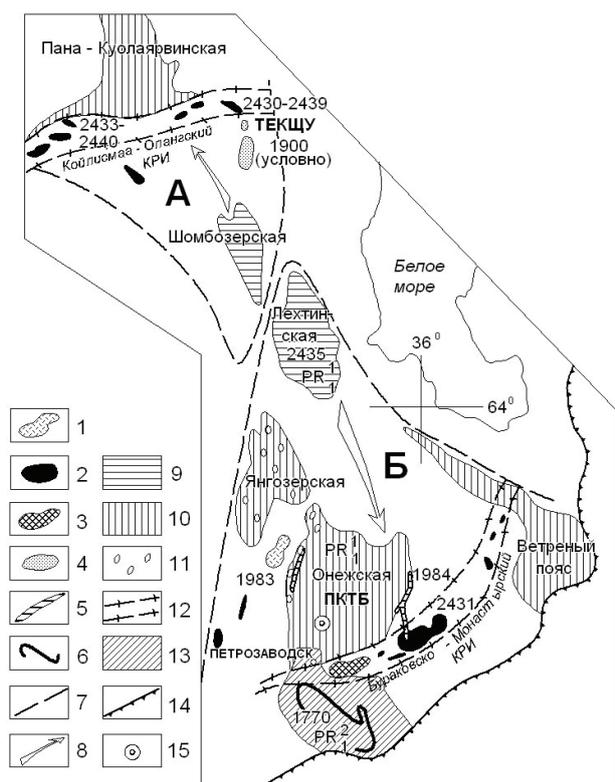


Рис.2. Последовательность образования сводов и впадин на стадиях заложения и активизации рифта:

1 – Семчинский дифференцированный плутон габбро-диоритовой формации (лопий); 2 – комплекс расслоенных интрузивов рифтогенного этапа (сумий): Бураковско – Монастырский (БМКРИ) и Койлиσμαа – Олангский (КОКРИ); 3 – положительная гравиметрическая Петрозаводская аномалия, сопоставляемая с БМКРИ; 4 – Тикше – Еletzозерский плутонический комплекс щелочно-ультраосновной формации (ТЕКЩУ) – людиковый(?); 5 – Пудожгорский комплекс дифференцированных пластовых интрузивов толеит-базальтовой формации – (ПКТБ) – людиковый; 6 – Ропручейский силл толеит-базальтовой формации – вепсий; 7 – сводовые поднятия (сумий): А – Пяозерско –Тикшеозерское; Б – Водлозерско – Сегозерское; 8 – направление воздымания сводов; 9 – межсводовые впадины – Лехтинская и Шомбозерская – сумий; 10 – авлакогены: Ветренный пояс; Онежско – Янгозерский; Пана – Куолаярвинский - ятулий-людиковый; 11 – основные области накопления продуктов сариолийских кор выветривания кварцевых конгломератов и гравелитов в авлакогенах; 12 – зоны растяжения в апикальных частях сводов; 13 – свекофенские континентальные красноцветы (аркозовые кварцито-песчаники) – вепсий; 14 – граница Русской платформы (фанерозой); 15 – параметрическая скважина.

Водлозерско – Сегозерское сводовое поднятие реконструируется по наличию продольного (угол 4°) и поперечного склонов Бураковского плутона (рис. 3), имеющего большую протяженность – 50км. Ширина свода 250-300км, протяженность на северо-запад – 350км. Он имеет клиновидную форму, сужающуюся в направлении Лехтинской структуры (рис. 2) и унаследует контуры площади ограниченной Водлозерско – Сегозерским и Сумозерско – Кенозерским ЗП лопия [6]. Эта реконструкция позволяет обосновать наличие на северо-западе Карелии второго сводового поднятия, занимающего зеркально-отраженное положение относительно вышеописанного и начинающегося с Шомбозерской впадины (рис. 2).

Здесь в пределах области максимального воздымания размещается Койлиσμαа – Олангская группа расслоенных интрузивов. Внедрение расслоенных интрузивов приурочено к участкам с максимальной амплитудой поднятия и, как следствие, наиболее глубоко эродированным (рис. 4), где обнажены блоки древних пород – серых гнейсов (Водлозерский и Тавоярвинский). При формировании поднятий синхронно с ними образуются две межсводовые впадины - Лехтинская и Шомбозерская (рис. 2). Для сводов характерен плутонический магматизм с интервалом внедрения интрузивов 2440-2431млн. лет, для впадин – кислый вулканизм дацит-риолитовой формации калиевой серии – 2446-2431млн. лет [6]. Изложенная последовательность эндогенных событий отнесена к собственно рифтовому этапу.

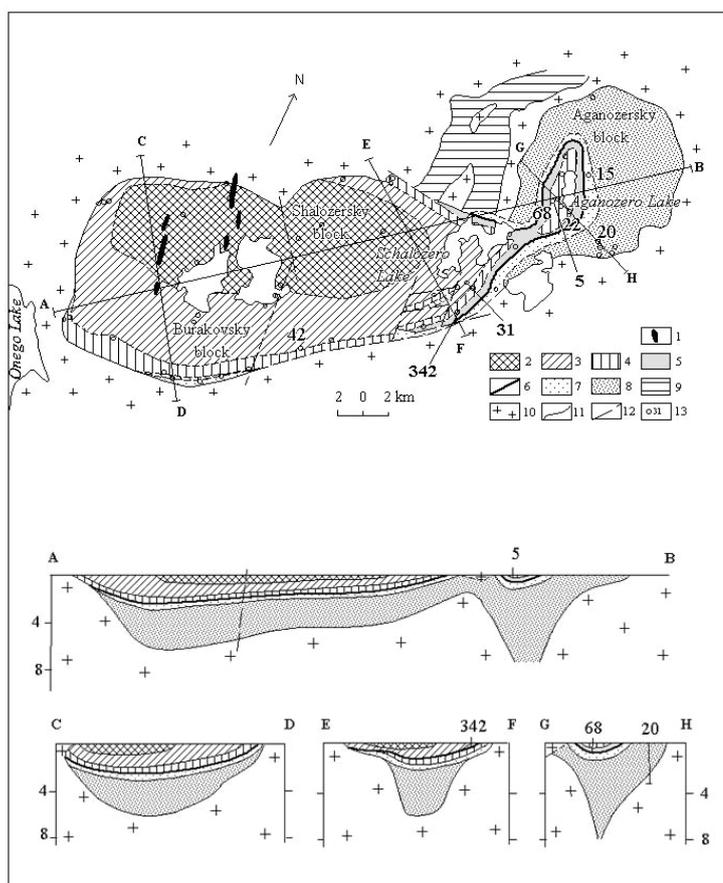
В сариолийское время Карельское плечо рифта является областью длительной пенеппенизации и формирования кор физического и химического выветривания. Основная часть обломочного материала сносится в рифтовую долину (Беломорский блок), что объясняет феномен отсутствия эродированной многокилометровой толщи архея. Остаточный наиболее устойчивый минерал – кварц сохраняется на пенеппенизированной поверхности. Через наиболее проницаемую зону – рифтовую долину идет опережающий поток «протонированного» водорода, обусловивший высокую степень метаморфизма пород Беломорского блока.

Спустя один галактический цикл [4], – начавшийся 2430-215=2215 млн. лет назад, вдоль главной оси сумийского рифта закладывается серия прогибов – авлакогенов, за счет сокращения площадей сводов (рис. 2). Такая точка зрения предполагает отсутствие, на подавляющей площади ятулий-

ских структур, сумийско-сариолийских лав, что подтвердила сверхглубокая скважина. В центре Онежской впадины разрез вулканогенно-осадочной толщи начинается с туломозерской свиты, имеющей сульфат-карбонатный состав. Та же картина на ее восточном обрамлении в районе п. Пудожгорский [8, 9]. Туломозерская свита плавно переходит в нижнюю подсвиту заонежского горизонта, которая относится к карбонатно-глинистой углеродсодержащей формации. В ее оновании присутствуют маломощные слойки восстановленных форм углерода (шунгита), отражающие самый низкий стратиграфический уровень их появления.

Рис. 3. Геологическая схема Бураковского расслоенного интрузива (Лавров и др.2004, с дополнениями авторов).

Нижний протерозой. Пудожгорский комплекс. 1 – габбро-долериты. Бураковский комплекс. Зоны расслоенной серии: 2 – магнетитовых габбро-норитов и диоритов; 3 – пижонитовых габбро-норитов; 4 – габбро-норитов; 5 – переходная; 6 – Главный хромитовый горизонт; 7-8 – ультраосновная (перидотитовая подзона; 8 – дунитовая подзона); Архей. 9 – фрагмент зеленокаменного пояса (метаморфизованные осадки и вулканы). 10 – граниты, гранито-гнейсы, мигматиты. 11 – границы зон расслоенной серии; 12 – тектонические нарушения; 13 – буровые скважины.



Принято, что для ятулия характерен трехфазный платобазальтовый вулканизм трапповой толеит-базальтовой формации, разделенный выдержанными по латерали пачками кварцито-песчаников с горизонтами кварцевых конгломератов и гравелитов, перекрытых толщей красноцветных карбонатов. Однако такой разрез типичен для Янгозерской и западного борта Онежской впадин, что указывает на заложение авлокогена на западе и продвижение его на восток. Но максимальный прогиб – до 3 км (Онежская впадина) формируется в людиковии.

Новый людиковийский этап активизации наступил после завершения одной полной фазы глобальной пульсации Земли равной 430 млн. лет, т.е. 2430-430=2000 млрд. лет назад, соответствующей переходу стадии максимального расширения планеты в стадию сжатия [3]. Такие геодинамические эпохи являются рудными. Таким образом, вырисовывается мегацикл тектогенеза соответствующий разнице интервалов рудоносных интрузивов – 2430-1990=440 млн. лет, что соответствует 2 галактическим годам [4]. Согласно Епифанову В.А. (2005г.), 430 млн. лет это геогалактическая пульсация охватывающая фазы сжатия и растяжения Галактики. На примере фанерозойских кимберлитов, им установлено, что формирование высокоалмазонасных месторождений происходило сразу после максимального расширения Земли на начальном этапе фазы сжатия. В эту временную границу (в сводах) вписываются пластовые интрузивы: Пудожгорский – 1984±8 и Койкарско-Святнаволоцкий - 1983,4±6.5 млн. лет.[11] Внедрение Пудожгорского интрузива связано с формирова-

нием в людиковии сводового поднятия с центром Бураковский блок Бураковского плутона [10]. Интрузив сформирован флюидонасыщенными высокожелезистыми расплавами и контрастно дифференцирован на 5 горизонтов от монцогранитов и монцодиоритов до кварцевых монцодолеритов и долеритов с обособлением титаномагнетитового горизонта с Fe-Ti-V и БМ оруденением.[10]. Он ориентирован вкрест простирания зоны развития расслоенных интрузий БМКРИ.

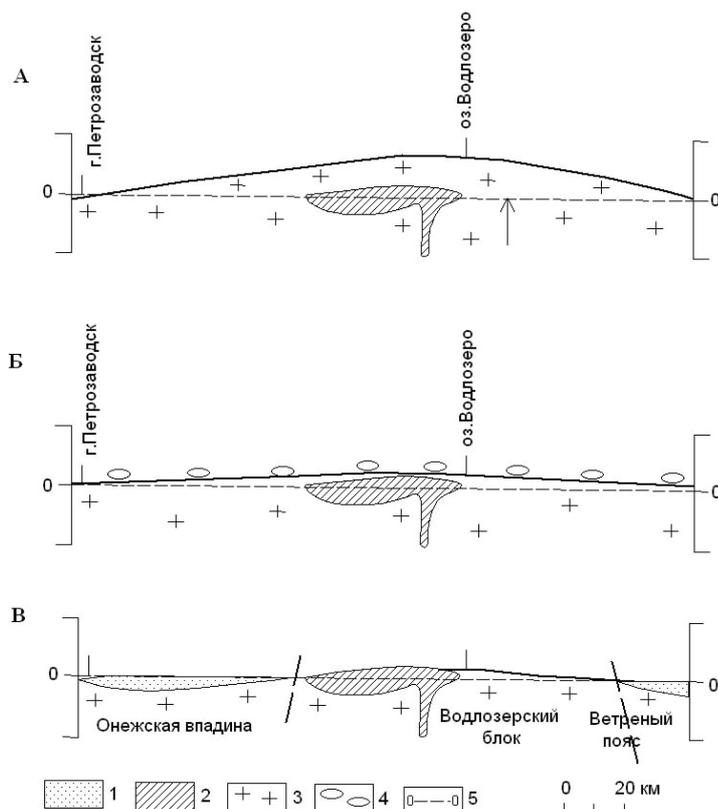


Рис.4. Водлозерско-Сегозерское сводовое поднятие.

А – сумий. Рифтогенный этап. Б – сариолийский пенеппен, заполнение рифтовой долины. В – ятулий, людиковий. Авлакогенный этап. 1 – вулканогенно-осадочные образования ятулия и людиковия; 2 – Бураковский расслоенный плутон; 3 – гранито-гнейсовая рама (архей); 4 – остаточная кора выветривания; 5 – уровень современного эрозионного среза.

В авлакогенах трапповая углеродистая формация наиболее контрастно проявлена в Онежской и Пана-Куолярвинской структурах. Осадконакопление в людиковии начинается с пульсационных появлений восстановленных форм углерода с нарастающей интенсивностью во времени и образующих многократные переслаивания пластов и линз шунгита с потоками и покровами лав базальтов. Поступление восстановленного углерода и вулканизм рассматриваются нами как единая трапповая углеродаккумулирующая система. С позиции нефте-газоносных провинций, восстановленные формы углерода (углеводороды) концентрируются во впадинах по бортам унаследованного сумийского свода.

В людиковийский этап активизации ядерной части Пяозерско-Тикшеозерского свода, так же перпендикулярно простиранию интрузий Олангского комплекса, внедряются два многофазных интрузива щелочно-ультраосновной формации Тикше-Ельтьозерского комплекса, мафит-ультрамафитовая фаза которых является ритмично расслоенной (рис. 2).

Таким образом, в сводах зоны растяжения образуют две дуговые структуры с радиусами 350 и 220 км и центрами по периферии Лехтинской и Шомбозерской впадин (рис.2), которые контролируют на рифтовом этапе размещение внутрикоровых камер и поступление глубинных флюидонасыщенных выплавок, формирующих расслоенные плутоны, а на этапе активизации: в авлакогенах – трапповую углеродаккумулирующую систему, в их бортах – гипабиссальные дифференцированные интрузивы. Металлогеническая специализация обеих структур в рифтовый этап: главная – Cr, МПГ; сопутствующая – Cu, Ni; второстепенная – Ti, V. На этапе активизации их значимость инвертированная.

Особенности авлакогеновых впадин, примыкающих к зонам растяжения (рис. 2), развитие углеродсодержащей формации, неразрывно связанной преимущественно с заонежским трапповым магматизмом людиковийского этапа активизации. Аккумуляция шунгитового вещества (восстановленных форм углерода) сопровождается поступлением в бассейн огромного количества S (сульфатной – основание туломозерской свиты; сульфидной – заонежская свита) и ряда рудных элементов – U, V, Mo, Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Jr, Bi, Se. В бортах авлакогенов внедряются флюидонасыщенные высокожелезистые, с повышенным содержанием МПГ и Au (в сумме 90-100мг/т), расплавы, формирующие дифференцированные пластовые интрузивы с титаномагнетитовым (Fe, Ti, V) стратиформным оруденением и совмещенной с ним малосульфидной золото-платинометальной минерализацией. Расплавы являются отщепленными внутрикоровыми дифференциатами. Такой камере предположительно соответствует Петрозаводская положительная гравиметрическая аномалия (рис. 2). U-Pb возраст интрузивов $1983 \pm 6,5$ и 1984 ± 8 млн. лет соответствует Печенгским никеленосным (Пилгуярви и др.), что позволяет отнести людиковийский этап активизации к потенциально никеленосным. После внедрения Пудожгорского интрузива весьма вероятно ожидать «эшелонированное» поступление высокомагнезиальных никеленосных расплавов из промежуточной камеры. При более глубоком эрозионном срезе Онежской впадины (~ на 500м), она имела бы форму полуовала (как и Печенгская впадина), где в восточном борту возможно наличие месторождений Аллареченского типа, а во впадине – Пилгуярвингского. Ответ на эти построения можно получить только с помощью глубокого бурения.

Внедрившиеся чуть позднее – 1975 ± 24 млн. лет [7], на завершении людиковийского этапа активизации, в суйсарский горизонт дифференцированные гипербазитовые силы (Кончезерский, Тернаволоцкий) уже дефицитны по сере, хотя дифференциаты Тернаволоцкого сила близки по химическому составу печенгским никеленосным интрузивам.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 14.

Литература

1. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. Автореферат докт. дис. М., 2002. 46 с.
2. Грачев А.Ф. Рифтовые зоны Земли. М., Недра, 1987. 248 с.
3. Епифанов В.А. Геогалактические пульсации – ритмы глобальной геодинамики // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере. Сыктывкар; Геопринт, 2005. С. 107-110.
4. Куликова В.В., Куликов В.С. // Универсальная галактическая хронометрическая шкала. Петрозаводск, 1997. 93с.
5. Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита. СПб., Недра, 1993. 244 с.
6. Металлогения Карелии. Петрозаводск, 1999. 340 с.
7. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии // Куликов В.С., Куликова В.В., Лавров Б.С. и др. Петрозаводск, 1999. 96 с.
8. Трофимов Н.Н., Голубев А.И. Металлогения и цикличность развития внутриконтинентального Онежско-Водлозерского докембрийского мантийного плюма // Мантийные плюмы и металлогения. Материалы Международного симпозиума. Петрозаводск-Москва, 2002. С. 249-253.
9. Трофимов Н.Н., Логинов В.Н. Эвапориты или флюидизатно-эксплозивные образования восточного Прионежья? // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005. С. 75-81.
10. Трофимов Н.Н., Голубев А.И., Геодинамическая позиция и минерагения Пудожгорского дифференцированного интрузива – нового рудно-формационного платиносодержащего титаномагнетитового типа // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерагения северо-запада России. Петрозаводск, 2007. С. 398-402.
11. Филлипов Н.Б., Трофимов Н.Н., Голубев А.И., Сергеев С.А., Хухма Х. Новые геохронологические данные по Койкарско-Святоволоцкому и Пудожгорскому габбро-доллеритовым интрузивам // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск, 2007. С. 49-69.