

Институт геологии – обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Карельский научный центр Российской академии наук»

Важнейшие результаты завершенных фундаментальных исследований

по программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации
на долгосрочный период (2021-2030 годы)
за 2024 год

Утверждены на заседании Ученого совета ИГ КарНЦ РАН 12 декабря 2024 года (протокол №13)

1.5.2.1. Эволюция Земли в процессе ее геологической истории; ранняя история Земли

В осевой части Костомукшского зеленокаменного пояса (КЗП) Карельского кратона установлена новая неоархейская стратотектоническая ассоциация, представленная полимиктовыми конгломератами. Обломочная часть пород состоит из плохо сортированных, угловатых галек, выполненных: амфиболитами, магнетит-амфиболовыми кварцитами, кварцевыми метаграувакками, сопоставимыми с породами окружающего зеленокаменного комплекса. Конгломераты интенсивно деформированы ($\gamma > 10$) в условиях левостороннего сдвига. Их образование происходило около 2.71 млрд лет назад (по результатам изучения терригенных цирконов из цемента конгломератов) в бассейне пулл-апарт типа, на заключительной стадии эволюции КЗП. Близкие по возрасту вулканогенно-осадочные ассоциации существуют в Хедозеро-Большезерском, Кухмо и Таканен зеленокаменных поясах Карельского кратона.

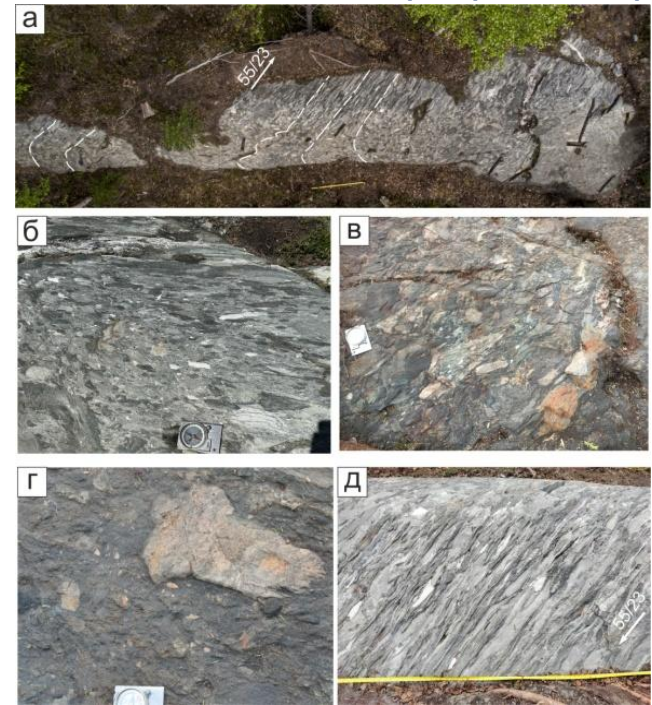
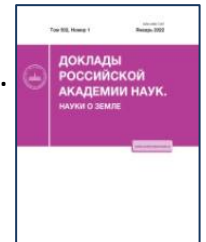


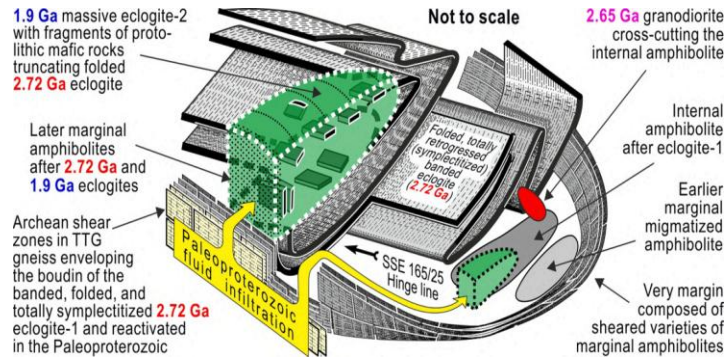
Рис. Неоархейские (2.71 млрд лет) конгломераты Костомукшского зеленокаменного пояса в обнажении (а-д)

ИГ КарНЦ РАН, лаборатория геологии и геодинамики докембрия, РНФ № 22-17-00026

Слабунов А.И., Нестерова Н.С., Мудрук С.В., Максимов О.А., Кервинен А.В.
Находка неоархейских (2.71 млрд лет) конгломератов в Костомукшском железорудном районе: к вопросу о самой молодой стратотектонической ассоциации архея Карельского кратона // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2024. DOI: 10.1134/S10283334X24603493



1.5.2.3. Структура и история формирования глобальных и региональных тектонических структур



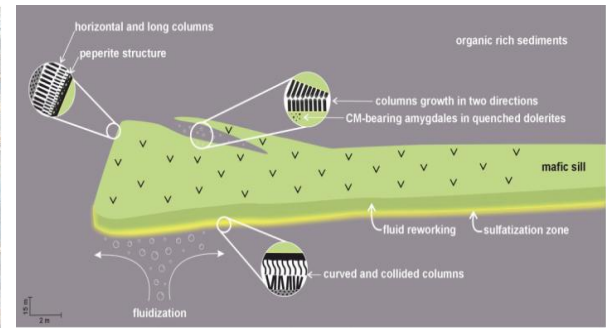
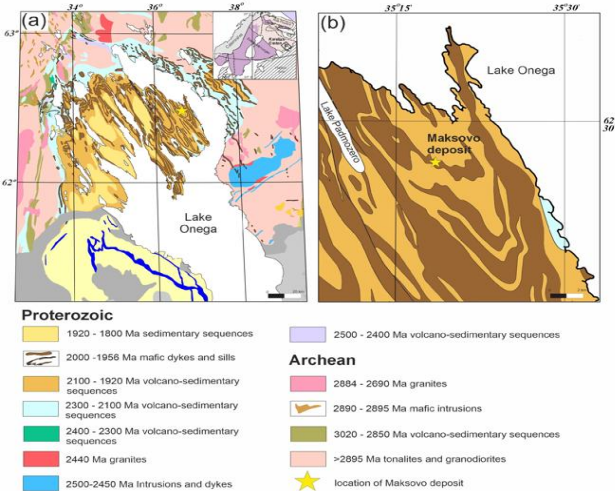
Balagansky V.V., **Maksimov O.A.**, Gorbunov I.A., Gorbunova T.V., **Mudruk S.V.**, Sidorov M.Yu., **Sibelev O.S.**, **Slabunov A.I.** Early Precambrian eclogites in the Belomorian Province, eastern Fennoscandian Shield // Precambrian Research, V. 413, 107579 DOI: 10.1016/j.precamres.2024.107579



Рис. Соотношение архейских (2.72 млрд лет) и протерозойских (1.9 млрд лет) эклогитов: модель строения будины эклогитов на острове Столбиха

Впервые, на основе многолетних исследований пород Гридинского комплекса Беломорской провинции выделены два разновозрастных эклогитовых метаморфизма. Показано, что неоархейская эклогитизация охватывает весь комплекс, кроме палеопротерозойских образований, в то время как палеопротерозойская - характеризуется локальным проявлением. На острове Столбиха (в зоне палеопротерозойских массивных эклогитов) установлены реликты амфиболитов, которые по ориентации, положению идентичны неоархейским полосчатым, смятым в складки разностям. Показано, что формирование палеопротерозойских эклогитов проходило по неоархейским за счет инфильтрации флюида вдоль реактивированных неоархейских сдвиговых зон. Результаты исследования подтверждают вывод о существовании тектонике плит не позднее неоархея.

1.5.3.1. Магматические, метаморфические и минералообразующие системы и их эволюция



Схематическая модель образования столбчатой отдельности в шунгитовых породах Максковского месторождения на контакте с силлом

Проведено комплексное изучение столбчатой отдельности на контакте палеопротерозойских углеродсодержащих пород (шунгитов) Онежского бассейна с силлами долеритов. Впервые выявлен механизм формирования столбчатой отдельности, связанный с генерацией и миграцией газо- и нефтенасыщенного флюида, образовавшегося вследствие теплового воздействия интрузии. Результаты исследования способствуют пониманию механизмов миграции газо- и нефтенасыщенных флюидов в зонах контакта интрузивных и осадочных пород.

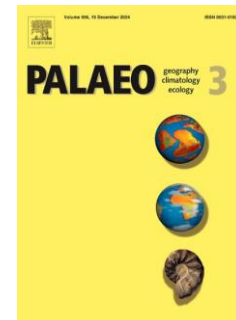
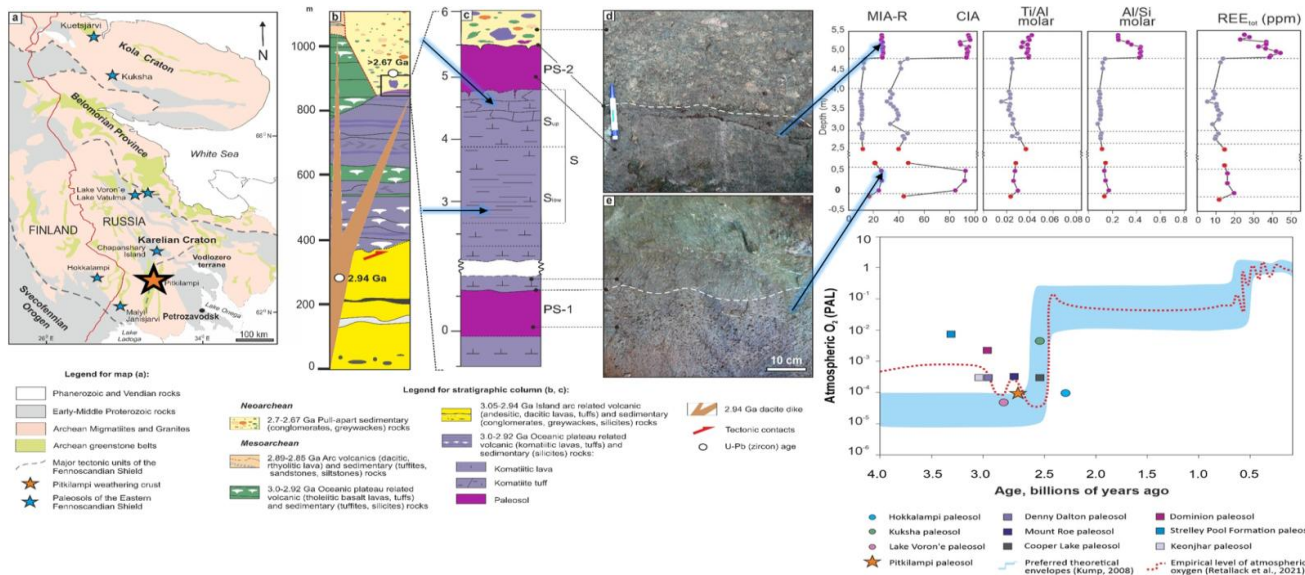


Chzhengina S.Y., Ustinova V.V., Stepanova A.V. Columnar jointing in Paleoproterozoic carbon-bearing rocks (Onega Basin, NW Russia): implications for carbon migration in sedimentary rocks // International Geology Review, 2024. DOI: 10.1080/00206814.2024.2420185

ИГ КарНЦ РАН, лаборатория геохимии, четвертичной геологии и геоэкологии, лаборатория геологии и геодинамики докембрия

1.5.3.1. Магматические, метаморфические и минералообразующие системы и их эволюция

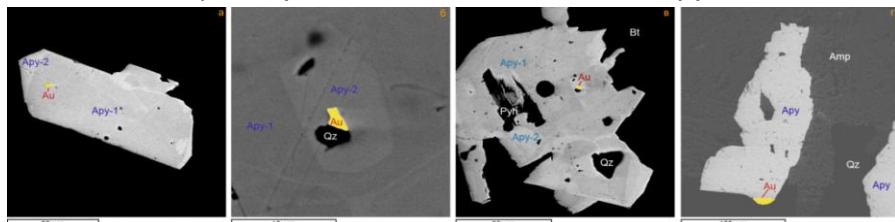
Впервые показано, что архейские коры выветривания, сформированные по вулканитам коматиитового ряда в Койкарской зеленокаменной структуре (Карельский кратон), характеризуются существенной химической переработкой ($MIA > 25$ и $CIA > 80$). На основе минералогических и геохимических прокси установлен низкокислородный режим и кислые условия процесса выветривания. Рассчитан палеоатмосферный уровень pO_2 и pCO_2 равный 1×10^{-4} PAL и 22 PAL, соответственно. Анализ кор выветривания Восточной Фенноскандии показывает, что низкокислородное выветривание преобладало в регионе в архейско-раннепротерозойском временном интервале.



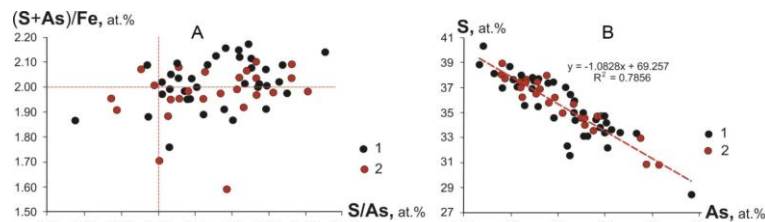
Bakaeva A.V., Chazhengina S.J., Svetov S.A. Neoproterozoic paleosols in the Eastern Fennoscandian Shield of Central Karelia, Russia, and their paleoatmospheric implication // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2024, 112319. DOI: 10.1016/j.palaeo.2024.112319

1.5.5.2. Металлогенические провинции, эпохи и рудные месторождения: от генетических моделей к прогнозу минеральных ресурсов

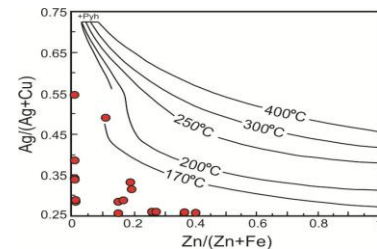
Установлено, что рудопроявление золота Алатту-Пякюля орогенной металлогенической системы Раахе-Ладожской надсубдукционной зоны сформировано в связи с тоналитовым магматизмом (~1.89 млрд лет) и двумя этапами свекофеннского метаморфизма (1.89–1.86 и 1.83–1.79 млрд лет). Этим обусловлены сложные и неоднозначные соотношения минеральных ассоциаций с видимым и невидимым золотом, гидротермальные изменения рудных минералов и значительные вариации их состава, наиболее масштабно проявленные для арсенопирита. Измененные участки в зернах арсенопирита с видимым золотом обогащены As и имеют более высокую (до >500 °С) температуру образования, чем исходный арсенопирит с невидимым золотом (<500 °С). Определена парагенетическая последовательность золоторудного минералообразования : пирротин+неизмененный арсенопирит (с невидимым золотом) → измененный арсенопирит (обогащенный As) + пирит + видимое золото ± пирротин.



(1) BSE изображение. а-в. Характерные формы изменений (более светлое) в Au-содержащих арсенопиритах; Измененные домены в арсенопирите обогащены As и обеднены S. г. Хемосорбция микроразмерного золота на гранях корродированного кристалла арсенопирита



(2) А. Химический состав арсенопирита в координатах S/As и (S+As)/Fe (ат.%). Пересечение линий составов S/As = 1 и (S+As)/Fe = 2 соответствует химической стехиометрии. 1 – арсенопириты с невидимым золотом; 2 – арсенопириты с видимым золотом. В. Отрицательная корреляционная зависимость между As и S (ат.%) в арсенопирите.



(3) Соотношение Ag/(Ag + Cu) и Zn/(Zn + Fe) в Ag-тетраэдрите (Ag до 31.3%) и кривые максимальной растворимости Ag в системе $Ag_2S-Cu_2S-ZnS-FeS-Sb_2S_3$ при 170-400 °С по (Sack et al., 2005).

Ivashchenko, V.I. Ore Formation and Mineralogy of the Alattu–Pakyla Gold Occurrence, Ladoga Karelia, Russia. Minerals 2024, 14, 1172.

DOI: 10.3390/min14111172

ИГ КарНЦ РАН, отдел минерального сырья



Рис.1. Фотография места пробоотбора

В пределах Салминского батолита установлено, что танталониобаты Уксинского редкометалльно-гранитного дайкового комплекса относятся к ряду - колумбит-(Fe) - танталит-(Fe) и тапиолит. Впервые методом ID-TIMS определен U-Pb возраст минерализации - 1541 ± 2.5 млн лет. Определение времени инициализации ниобий-танталового минералообразования в нем является принципиально важным для выяснения эволюции и металлогенических перспектив редкометалльной рудообразующей системы Салминского батолита.

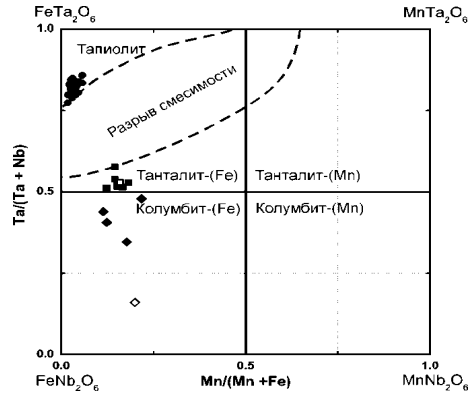


Рис.2 Дискриминационная диаграмма для минералов ряда колумбит-танталит-тапиолит по (Černý and Ercit, 1985) Кружки - тапиолит, квадраты - танталит, ромбы - колумбит. Незакрашенные значки - усредненные составы, полученные для внутренней и внешней зоны зерна на рис. 3

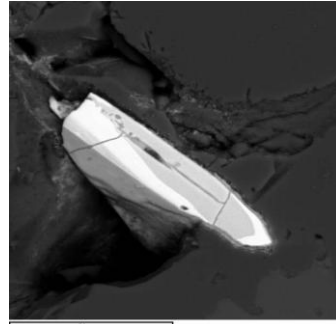


Рис.3. Характерное зерно минерала ряда Колумбит-(Fe) - танталит-(Fe). BSE

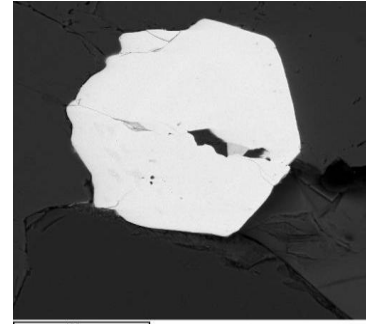
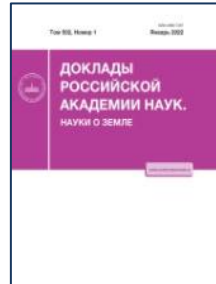


Рис. 4. Характерное зерно тапиолита. BSE

Konyshev A.A., Rizvanova N.G., Sergeeva N.A. New Data on the Age of Ta-Nb Mineralization from the Uuksu Rare-Metal-Granite Dike Complex, (Salmi Batholith, Karelia) // Doklady Earth Sciences, 2024. DOI: 10.1134/S1028334X24603705



Комплексные исследования агатовых образований из высокоуглеродистых пород онежской свиты (~2100–1980 млн лет) Онежской структуры показали, что их образование связано с многостадийной гидротермальной активизацией территории. Установлена связь процесса жильной агатовой минерализации с гидротермальным рудообразованием, происходившим 1750–1490 млн лет назад. Подтверждено существование молодых (1100–200 млн лет назад) гидротермальных событий в Онежской структуре, приведших к формированию концентрически-зональных агатовых конкреций (содержащих метастабильную фазу кремнезема – могоанит) в высокоуглеродистых породах.

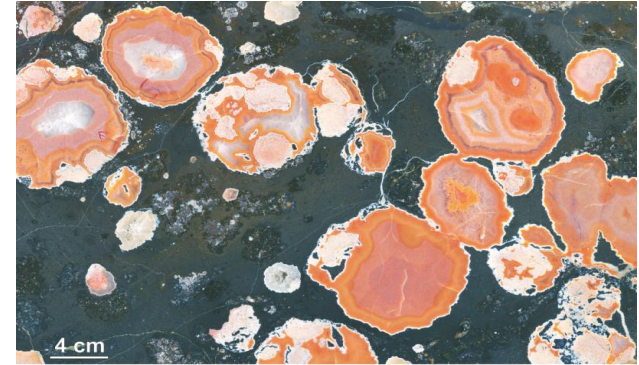


Рис.1. Концентрически-зональные агаты в высокоуглеродистых алеврититах

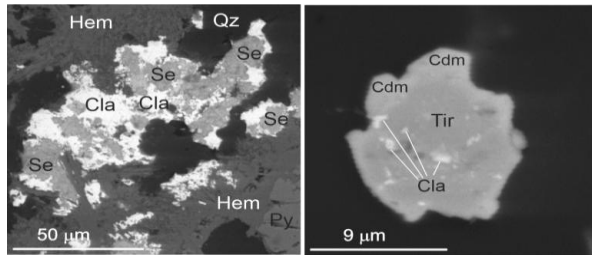


Рис.2. BSE изображения включений сульфидов и селенидов в жильных агатах

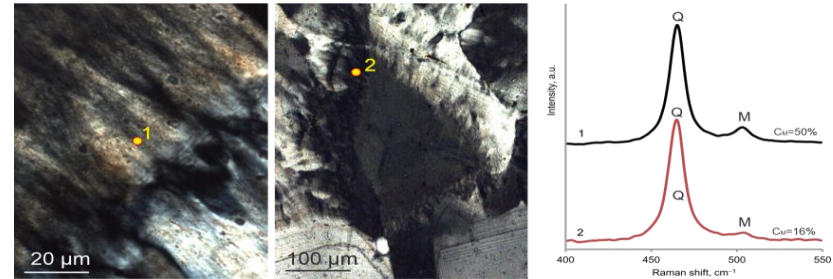


Рис.3. Микрофотография в поляризованном свете и КР-спектр локального участка агата, показывающие присутствие фазы могоанита (Mog)