

внутриконтинентальных синколлизийных гранитоидов. Существенное значение имеют также редко-металльные проявления и золоторудные концентрации в ассоциации с сульфидами, арсенидами и теллуридами в ограничивающих террейны аккреционно-коллизийных швах. Постколлизийная минерализация проявляется преимущественно в осадочных комплексах чехла террейнов и имеет ограниченное развитие.

#### Литература

1. Нечеухин В. М. Эпиконтинентальные и эпикратонные палеогеодинамические системы и плитотектоническая металлогения Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии // Геология Урала и сопредельных территорий. Екатеринбург: УрО РАН. 2007. С. 40-62.
2. Нечеухин В. М., Душин В. А. Палеогеодинамические ассоциации и тектоно-геодинамические элементы Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Северной Евразии / Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России. Т. 2. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 40-42.
3. Нечеухин В. М., Краснобаев А. А., Соколов В. Б. Террейны древней континентальной коры в аккреционно-коллизийных структурах Урала // Докл. РАН. 2000. Т. 370. № 5. С. 655-657.

### Геологическое строение и оруденение приграничных площадей Западной Карелии и Финляндии

Нилов М.Ю., Кулешевич Л.В., Юдин С.Н.

Учреждение Российской академии наук Институт геологии КАР НЦ РАН, г. Петрозаводск,  
e-mail: [nilov@krc.karelia.ru](mailto:nilov@krc.karelia.ru); [kulushev@krc.karelia.ru](mailto:kulushev@krc.karelia.ru)

Зеленокаменный пояс (ЗП) Ялонвара-Хатту-Тулос – субмеридиональная линейная структура, прослеживаемая с территории В. Финляндии на широте оз. Севьярви на приграничную площадь З. Карелии. Возраст вмещающих пород на финской территории, не превышает 2,74-2,76 млрд. лет, а их формирование в основном связано с окраинно-континентальным вулканизмом с накоплением вулканогенно-осадочных и турбидитовых формаций, и лишь в районе Пампало выделяются океанические последовательности с коматиитами [1]. Материалом для накопления осадков были также и более древние породы Карельского кратона, о чем свидетельствуют находки окатанных цирконов более раннего возраста. В ЗП Хату были обнаружены многочисленные золоторудные проявления, что явилось главной причиной постановки и проведения геолого-геофизических работ в Карелии, выполненных Карельской ГЭ и ИГ КарНЦ РАН. Результаты этих работ [2-3] и материалы по [1] позволили построить геологическую карту, провести корреляцию стратиграфических и интрузивных комплексов и связанного с ними оруденения.

**Корреляция неоархейских (лопийских) вмещающих толщ приграничных площадей.** Сравнение состава лопийских образований Северной Приграничной площади с толщами северной части пояса Хату (провинция Иломанси) было проведено по доменам Кульюнки, Хоско и в СВ его части – с доменом Пампало (табл. 1). Возраст вмещающих толщ, представленных литотипами формаций Тииталанваара и Сиваккоеки, равен 2761 и 2754–2744 млн. лет. Северная ветвь ЗП включает формации Сиваккоеки, Хоско, Тииталанваара и Кульюнки, которые переходят на территорию Карелии в пределах участка Приграничного Северного.

Формация Сиваккоеки слагает антиклиналь в обрамлении массива тоналитов Тасанваара, она представлена последовательностью 1–11 (№ по [1]): пелитовыми и песчаниковыми осадками, в том числе, с обломочными компонентами, аренитами, конгломератами, метаандезитами, агломератами, массивными дацитами, сланцами по слоистым и кристаллокластическим туфам, шаровыми и брекчиевидными лавами, полевошпатовыми пелитами, сульфидсодержащими черными сланцами, выделяющимися в магнитных и электромагнитных полях. Слоистые и шаровые текстуры осадков и лав предполагают их накопление в морском мелководном близконтинентальном бассейне. Лапилли и кристаллокластические туфы подчеркивают взрывной характер вулканизма. Переходит на российскую территорию в северной части площади.

МИНЕРАГЕНИЯ ДОКЕМБРИЯ

Корреляция вмещающих и интрузивных пород ЗП Хатту и участка Приграничный Северный

Геологический элемент сопоставления	СВ часть ЗП Хатту, домены Кульюнки, Хоско, Пампало [1]	Участок Приграничный Северный Ялонваарского ЗП [2, 3]
Лопийские вмещающие толщи	Формации Сиваккойоки (1–11), Хоско (12–23), Кульюнки (41–50), Тииталанваара (24–26): пелиты, арени-ты, граувакки, конгломераты, вулканокластические осадки, реже лавы и туфы среднего и кислого состава, в меньшем объеме полосчатые гранат-грюнерит-кварц-магнетитовые сланцы, реже основные вулкани-ты, сульфид- и углерод-содержащие сланцы. Фор-мация Пампало (27–33): metabазальты, граувакки, конгломераты, сланцы по коматитам.	Метаморфизованные осадки, конгломе-раты, андезиты, базальты, реже кома-титы, черные и сульфид-содержащие сланцы, сланцы по туфогенно-осадоч-ной толще кислого-среднего состава.
Протерозойские толщи	Нет.	Конгломераты, вариолитовые андези-базальты, туфы, осадки.
Возраст лопийских лито-типов	2,75 млрд. л. (По циркону: 2761, 2754–2744 млн. л. Sm/Nd метод: смешение с материалом более древ-него источника, но не древнее 3,0 млрд. л.).	Нет данных.
Сингенетичное орудене-ние	Сульфидная минерализация в углеродистых слан-цах и осадках. Магнетитовые кварциты, сланцы (BIF).	Вкрапленные колчеданы (в небольшом объеме), магнетитовые кварциты, сланцы
Условия и геодинамиче-ская обстановка формиро-вания осадочных и вулка-ногенно-осадочных комп-лексов	(1–11) накопление в мелководном бассейне вблизи окраины континента, взрывной андезидацитовый вулканизм. (12–23, 24–26) – турбидиты и частично вулканогенно-осадочные отложения. (41–45) – турбидиты, осадки, конгломераты, лахары вблизи окраины континента. (24–33) – морской бассейн.	Вулканогенно-осадочные толщи мелко-водных бассейнов (обстановки накопле-ния четко не проанализированы).
Базит-гипербазитовый магматизм	AR комплекс: габбро, габбро-пироксениты. PR комплекс: габбро-долериты.	AR комплекс: габбро. PR комплекс: габбро-долериты, пироксениты, оливи-новые пироксениты.
Порфиоровые дайки	Плагипорфиры, к-с Пампалонуро.	Плагипорфиры.
Интрузивные гранитоид-ные комплексы	Тоналиты к-са Куйттила, Корпиваара (Kot), грано-диориты, гранит-порфиры, К-граниты, монцодио-риты к-са Койтери (Ktg), К-метасоматиты,	Тоналиты, гранодиориты, плагигранит-порфиры, Na-K-гранит-порфиры, суб-щелочные диориты, кварцевые диори-ты, К-граниты.
Возраст гранитодных ин-трузий	По южной части пояса: Куйттила – 2745 млн. л., Тасанваара – 2748 млн. л. Силвеваара – 2757 млн. л. Вилуваара – 2750 млн. л. Погоста – 2724 млн. л.	Нет данных.
Сдвиговые зоны	1. AR: CCB, C3, реже СВ (на месторождении Вард) в обрамлении гранитоидных массивов; 2. PR: C3.	1. AR: CCB; 2. PR: C3.
Метаморфизм	Амфиболитовая фация (андалузит-кианитовый тип).	Лопийские толщи: амфиболитовая фа-ция; протерозойские: зеленосланцевая
Околорудные изменения и метасоматоз в шир-зонах	В тоналитах, гранодиоритах, средних и кислых толщах и на контактах даек развиты серицит, биотит, альбит, К-полевоый шпат, эпидот, иногда грат-нат, турмалин, шеелит, карбонат, хлорит. На кон-такте с золото-сульфидно-кварцевыми реже карбо-нат-кварцевыми прожилками развиты серицит, биотит, альбит, карбонат, хлорит.	1. В гранитоидах и вмещающих толщах: ранние изменения – щелочные калишпато-вые, грейзенизация, поздние – кварц-сери-цитовые (до гумбеитов). 2. В основных тол-щах и габбро развиты эпидот и биотит. 3. В субщелочных гранитоидах и наложенные на вмещающие толщи по зонам – альбит-микроклиновые метасоматиты.
Эпигенетическое орудене-ние	1. Молибденит, шеелит, сульфиды полиметаллов, турмалин-кварцевое прожилковое. 2. Сфалерит-халькопирит-пирротинное в сланцах. 3. Золото-сульфидное (с пиритом и теллуридами) в шир-зо-нах измененных тоналитов и на их контактах во вмещающих толщах (реже с арсенопиритом).	1. Молибденит. 2. Золото-сульфидное вкрапленное в гранитоидах и метасома-титах шир-зон. 3. ЭПГ в дайках габбро-долеритов. 4. Редкоземельное с Р, Ti, магнетитом в щелочных метасоматитах.
Рудоконтролирующие структуры	1. Зоны расланцевания в ореоле тоналитов и гра-нодиоритов к-сов Куйттила и Вилуваара и на кон-такте с дайками (AR). 2. Сдвиговые зоны (раслан-цевание и метасоматоз, AR).	1. Зоны расланцевания в ореоле тона-литов, гранодиоритов и на контактах с дайками (AR). 2. Сдвиговые зоны (рас-сланцевание и метасоматоз, AR). 3. Габбро-долериты (PR).
Рудопроявления и участки с рудной минерализацией	В приграничной полосе: р-я Валкеасуо и Корпи-лампи.	Р-е Кадилампи, минерализация участков Каппала, Куслокки и др.
Геохимические ореолы	Au, Mo, Bi, Te, W, B, As, Ag, Cu, Se, Pb, Zn.	Au, Ag, Cu, Mo, Te, Se, As, Bi, Zn, Pb. [3]
Содержание золота: 1 – в ореолах; 2 – в рудных телах	1. 0,1–0,25 г/т; 2. 1–48 г/т.	1. 0,01–0,1 г/т; 2. 1–5,3 г/т [3]

*Формация Хоско* обрамляет с юга массив гранитов Картица и представлена последовательностью (12–23), в которой развиты измененные, мелкозернистые, ритмичнослоистые, кластические полевошпатовые осадки (серицитовые арениты), выделяемые как турбидиты. В средних частях (14–19) разреза развиты более зернистые осадки и в незначительном количестве измененные фельзитовые лавы. Верхняя пачка (21–23) сложена рассланцованными основными шаровыми лавами и актинолит-талк-хлоритовыми сланцами по ультраосновным породам.

*Формация Тииталанваара* протягивается до оз. Кадилампи в Карелии. Она представлена последовательностью (24–26), обрамляет тоналиты Корпиваара и домен Пампало и включает гранат-грюнерит-кварц-магнетитовые полосчатые толщи (BIF), граувакки, metabазальты, несортированные полимиктовые конгломераты (26). Она коррелируется с толщами, содержащими магнетит на участках Шаверки-1 и Каппала.

*Формация Пампало* представлена последовательностью (27–33). Она включает граувакки, кластические осадки, конгломераты с обломками среднего и кислого состава, туфы, metabазальты, талк-тремолит-хлоритовые сланцы по коматиитам, прорывается габбро. Толща, прослеживается к СВ до оз. Кадилампи в Карелии.

*Формация Кульюнки* (41–50) образует синклиналию между лейкогранитами Нарва и массивом Картица и представлена пелитами, граувакками, турбидитами, отчасти вулканокластическими осадками, брекчиями, лахарами (с обломками пород кислого и среднего состава размером до 30 см), полимиктовыми конгломератами, переотложенными эпикластическими осадками, сланцами с порфиробластами микроклина. Для верхних частей последовательности (47, 49–50) характерна повышенная магнитность за счет присутствия сульфидов и магнетита (BIF) с порфиробластами граната, либо амфибола.

**Интрузивные комплексы гранитоидов.** На финской территории непосредственно к российской границе примыкает массив *гранодиоритов Хойкан Килкейнен* (Hkg), близкий по составу и времени образования комплексу Вилуваара (2750±200 млн. лет). Он представлен серыми гранодиоритами с порфиrowыми вкрапленниками К-полевого шпата размером до 3–4 см. Массив прослеживается вплоть до оз. Кадилампи в Карелии, сопровождается порфиrowыми дайками и нами коррелируется с гранитами массива Кадилампи (dTa -150÷-200 нТл), которые контрастно выделяются среди вмещающих магнетит-содержащих пачек и толщ среднего состава. Присутствующая в грейзенизированных гранитах вкрапленно-прожилковая минерализация (молибденит и другие сульфиды) не отражаются в геофизических полях по причине их малой концентрации и вкрапленного характера распределения по непроводящей массе, но возможно ожидать увеличение поляризуемости при увеличении концентрации сульфидов.

*Тоналиты Корпиваара* (Kot) образуют небольшой плутон на ЮВ площади Хоско и Кульюнки, южнее границы с Карелией. Они представлены серыми средне- и равномернозернистыми, либо порфиrowыми с вкрапленниками плагиоклаза (до 1 см), биотитовыми тоналитами. Он сопоставляется с комплексом Куйттила (2745±11÷2748±6 млн лет), сопровождается сближенными дайками плагиопорфиrow, гранит-порфиrow и телами типа Пампалонуро. Им соответствует 1-ая фаза массива Кадилампи в Карелии.

*К-граниты Картица* (Kag) тянутся вдоль СВ границы провинции Иломантси и переходят на территорию Карелии в районе одноименного озера, прослеживаются на север на участках оз. Каппала, Солуха и западнее Куслокки. Породы розовато-серые, мелкозернистые, рассланцованы, содержат порфиробласты К-полевого шпата, кварц, плагиоклаз, мусковит, биотит. Сопровождаются интенсивным К-метасоматозом.

Двуслюдяные турмалин-содержащие *лейкограниты Нарва* (Nag) образуют вытянутый синкинематический плутон. Он прослеживается на российскую территорию в районе р. Хаапайоки. Разнозернистостые породы (от аплитовидных до пегматоидных и собственно пегматитов), сложены плагиоклазом, кварцем, К-полевым шпатом, мусковитом, биотитом, содержат ксенолиты рассланцованных вмещающих пород, гранат. Возраст по монациту подобных им лейкогранитов Луканваара 2696 млн лет.

*Субцелочной комплекс Койтери* (Ktg) образует крупный плутон, расположенный в СЗ части площади и секущий вмещающие толщи и мигматиты. Породы представлены рассланцованными крупнозернистыми монзонитами и К-гранодиоритами, серого цвета с вкрапленниками К-по-

левого шпата (до 5–6 см), содержат клинопироксен, роговую обманку, биотит, магнетит. Монциты имеют повышенную магнитность.

На финской территории выделяются также узкие *высокомагнитные тела магнетит-пироксен-содержащих пород*, фиксируемые по результатам аэромагнитной съёмки [1]. Они могут коррелироваться: с телами габбро-пироксенитов или с магнетит-содержащими щелочными метасоматитами на участках Шаверки-1 и Каппала.

**Оруденение.** В приграничной полосе на финской территории известны месторождения Валкеасуо и Корпилампи и небольшие проявления. Они содержат Au, Mo, Bi, Te, W, B, As, Ag, Cu, Se, Pb, Zn. В ореоле рудных тел концентрация золота достигает десятые г/т (0,1–0,25 г/т), рудные тела содержат до 1–48 г/т Au.

В приграничной площади в Карелии по результатам исследований [3] были выделены несколько участков (Кадилампи, Каппала, Шаверки, Куслочки и некоторые др.), перспективных на благородные металлы (Au, ЭПГ, Mo). Благодаря литогеохимическому опробованию, были установлены первичные и вторичные ореолы рассеяния (Au 0,2 г/т): участки южнее оз. Куслочки, Киви, Ниж. Айттоярви (Cu, Zn), Кайдолампи (Au и Zn, Se), Перти (Cu, Zn, Ag до 112 г/т, Mo, Sb, As).

Перспективы участка Кадилампи-2 связаны с габбро-долеритами (PR1): в рудах количество титаномагнетита составляет 10–25 %, (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) до 18,9 %, TiO<sub>2</sub> до 3,66 %, V до 0,6 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до 0,36 %, Cu до 0,09 %, ЭПГ и Au в сумме до 0,1–0,48 г/т. Южнее в габбро-долеритах оз. Вуоттоярви - ЭПГ до 0,4 г/т, Au до 1 г/т.

На участках Кайдолампи, Кадилампи-1, Горный, Солуха, Куслочки большинство геохимических аномалий сосредоточено в субмеридиональной зоне, которую можно выделить как наиболее перспективную полосу протяженностью около 12 км при ширине до 300 м - шир-зону Кадилампи–Куслочки [3]. На участке Горном развиты щелочные метасоматиты, они содержат магнетит, сфен, апатит и секутся сульфидно-кварцевыми прожилками (геохимические аномалии совмещают химические элементы разных генетических типов минерализации). Метасоматиты хорошо выделяются по данным магниторазведки (по аномалиям dTa) и геохимии (по Mo, Au, Cu, Se, Te, Zn, Sb и P). Содержание Au достигает 0,34 г/т, Cu – 0,65 % (С-113); концентрации P до 3 %, Cu 0,17 %, Se 1,48 г/т (С-115). Зоны с халькопирит-молибденит-кварцевой вкрапленно-прожилковой минерализацией содержат Mo 0,017 %, Cu 0,1 %, Au 0,13 г/т.

К центральной части гранитного массива участка Кадилампи-1 приурочена кварцевая штокверковая зона с вкрапленной сульфидной минерализацией, представленная молибденитом, халькопиритом, пиритом, пирротинном, сульфидами полиметаллов, шеелитом, золотом. Штокверковая зона (мощность около 100 м) представлена прожилками двух доминирующих направлений – СЗ и ССВ. Они содержат кварц с турмалином и сульфидами (молибденит, пирит, халькопирит). Молибденитовая минерализация (1–1,53 % Mo) в западной части участка сменяется золото-халькопирит-пиритовой (с Au 0,3–5,3 г/т, Cu, Se, Te).

Благодаря комплексным геолого-геофизическим исследованиям, проведенным на приграничной площади, прослежено продолжение свит северной части ЗП Хатту на российскую территорию, оконтурены гранитоидные массивы, выявлены высокомагнитные породы – магнетит-содержащие сланцы, дайки габбро-долеритов и щелочные метасоматиты с магнетитом. С габбро-долеритами связано титаномагнетитовое оруденение с ЭПГ и Au. К штокверку массива Кадилампи приурочена молибденитовая и золото-сульфидная минерализация. Он по своим геохимическим свойствам сопоставим с комплексами Куйттила и Вилуваара. В пределах площади установлены проявления золота Куслочки, Шаверка, Солуха, Кадилампи, Горное, Каппала. Массив Кадилампи и шир-зона Кадилампи–Куслочки представляются наиболее перспективными для обнаружения золото-сульфидной минерализации, выделяемой по аномалиям повышенного сопротивления. Щелочные метасоматиты с комплексной минерализацией хорошо выделяются в магнитном поле.

#### Литература

1. *Geological development, gold mineralization and exploration methos in the Cate Archean Hattu Shist belt, Pomantsi, eastern Finland.* Ed. by Pekka A. Nurmi and P. Sorjonen-Ward // Geological Survey of Finland. Sp. paper 17. Espoo. 1993. 386 p.

2. Нилов М.Ю., Юдин С.Н., Кулешевич Л.В. Геологическое строение и геофизические исследования Северной Приграничной площади зеленокаменного пояса Ялонвара-Хатту-Тулос // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. Вып. 9. 2006. С. 100-120.

3. Юдин С.Н. Информационный отчет о результатах поисков месторождений золота и МПГ на участке Приграничный Северный в пределах гранит-зеленокаменной области Ялонвара-Иломанси за 2004 г. Петрозаводск. ТГФ. 2004.

## Докембрийские кимберлиты Восточно-Европейского кратона

Носова А.А.<sup>1</sup>, Кононова В.А.<sup>1</sup>, Самсонов А.В.<sup>1</sup>, Ушков В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ИГЕМ РАН, г. Москва, e-mail: nosova@igem.ru

<sup>2</sup> ГУП РК «Карельская ГЭ», г. Петрозаводск

Подавляющее большинство известных в Мире проявлений кимберлитов имеют фанерозойский возраст. Однако практически на всех древних кратонах известны единичные раннедокембрийские проявления алмазоносных ультраосновных пород, и в существенно большем количестве – позднедокембрийские.

Для архейского времени характерны алмазоносные породы коматиитового типа, а для палеопротерозоя – в большей степени кимберлитового. Палеопротерозойские кимберлиты установлены в Западной Африке (Габон, район Mitzic, 1.9-2.0 млрд. лет) и Южной Африке (Kuraman, 1.6-1.7 млрд. лет), в Австралии (Brookman Creek, 1.9 млрд. лет, и Turkey Well, 2.2 млрд. лет) и др.

Позднедокембрийские кимберлиты Южной Африки представлены в том числе такими высокопродуктивными трубками как Премьер (около 1200 млн. лет) и Венешиа (530 млн. лет), в Индии - Анантапур, (около 1100 млн. лет), в Австралии – Agies (около 1200 млн. лет). Это краткое перечисление показывает, что минерагенический потенциал докембрийских кимберлитов может быть весьма высоким.

Восточно-Европейская платформа в отношении проявлений докембрийских кимберлитов не является исключением среди древних кратонов: в ее пределах помимо промышленно-алмазоносных девонских кимберлитов Архангельской провинции, установлены докембрийские кимберлиты и лампроиты трех возрастных уровней. Эти возрастные уровни отвечают относительно коротким временным интервалам, в течение каждого из которых кимберлитовые проявления квазисинхронно формировались в различных частях платформы. Наиболее ранние проявления датируются *поздним палеопротерозоем* (около 2000 и 1800 млн. лет назад). Следующий момент проявления внутриплитного магматизма этого типа - *мезопротерозой* (средний рифей, около 1200-1100 млн. лет назад). Затем последовал *неопротерозойский* импульс кимберлитового магматизма (с возрастом около 600 млн. лет назад). Таким образом, докембрийские кимберлитовые проявления Восточно-Европейского кратона (ВЕК) имеют палео-, мезо- и неопротерозойский возраст.

**Возраст и геодинамическая обстановка формирования.** *Неопротерозойские* проявления кимберлитового магматизма на ВЕК представлены полями Каави-Куопио и Куусамо в Восточной Финляндии [11]. Они входят в число кимберлитовых проявлений обширной области пассивной окраины океана Япетус, открывшегося в ходе распада суперконтинента Родинии. Кимберлиты, связанные с этой геодинамической обстановкой, известны в пределах Востока Канады (проявления Torngats, Otish, 630-550 млн. лет) и Западной Гренландии (проявления Maniitsoq 564 млн. лет, Sarfartoq, около 600 млн. лет и др.). Кимберлитовые проявления сопровождаются развитием даек, силлов и покровов ультраосновных лампрофиров (ULM), иногда содержащих микроалмазы.

Кимберлиты Каави-Куопио имеют возраст 589–626 млн. лет (U-Pb определения по перовскиту; O'Brien, Tunj, 1999; 12], а для кимберлитов Куусамо аналогичным методом установлен возраст 759±15 и 757±2 млн. лет [11]. Алмазоносность кимберлитов Каави-Куопио не достигает промышленного уровня (только в нескольких трубках установлены содержания до 0,14-0,41 карат/т), подавляющая часть кристаллов сильно резорбирована и доля камней ювелирного качества невелика [16]. В отдельных телах кимберлитов Куусамо установлены микроалмазы [11].