

Минерагения благородных металлов докембрия Карелии**Голубев А.И., Иващенко В.И., Трофимов Н.Н.**

Учреждение Российской академии наук Институт геологии Карельского научного центра РАН,
г. Петрозаводск, e-mail: golubev@krc.karelia.ru

В Карельском регионе известно несколько десятков месторождений металлических полезных ископаемых и типов их проявлений, благороднометалльные среди которых, несмотря на то, что большинство из них открыто преимущественно в последние десятилетия, являются одними из самых промышленно перспективных. Важнейшим результатом металлогенических исследований конца XX века территории Карелии стало обоснование ее в качестве нового перспективного на золото и МПГ региона Карело-Кольской благороднометалльной провинции России, характеризующегося значительным типовым разнообразием МПГ-оруденения (табл. 1).

В Карельском регионе выделяется три геологических домена – Карельский кратон, Беломорский мобильный пояс и Ладожский складчатый пояс, различающиеся геологическим строением, геодинамическими обстановками и металлогенией. Перспективны на крупные комплексные месторождения МПГ - Карельский кратон и, предположительно, Беломорский мобильный пояс.

В пределах *Карельского кратона* месторождения и проявления МПГ связаны, главным образом, с расслоенными перидотит-пироксенит-габброноритовыми и дифференцированными базит-ультрабазитовыми интрузивами, черносланцевыми толщами и метасоматитами зон СРД. Наиболее крупные и промышленно перспективные из них локализируются в Онежском рудном районе, расположенном на ЮВ окраине Карельского кратона и Беломорско-Лапландского рифта и связанного с Онежско-Водлозерским сводовым воздыманием, состоящем из парагенетически структурно взаимосвязанных впадин – Онежской и Ветреный пояс, разделенных Водлозерским поднятием. Во многом он сопоставим с Печенгским рудным районом, отличаясь гораздо меньшей (~ на 500 м) глубиной эрозионного среза.

Бураковский плутон. U-Pb возраст по циркону - $2449 \pm 1,5$ млн. лет. С Главным хромитовым горизонтом (ГХГ), разделяющим базитовую и ультрабазитовую части, связано крупнейшее в России Аганозерское месторождение и крупное Шалозерское рудопроявление хромитовых руд, в пределах которых получены обоснованные данные для прогноза (кат.Р₁) крупного месторождения комплексных Cu-Ni-БМ-Сг руд с ресурсами МПГ не менее 100 т.

Пудожгорский субвулканический комплекс трапповой формации представлен Пудожгорским интрузивом, Габневским силлом (восточный борт Онежской впадины) и Койкарско-Святнаволоцким силлом (западный борт). U-Pb возраст последнего по циркону – $1983,4 \pm 6,5$ млн.лет. С ними связаны известные одноименные месторождения Fe-Ti-V-БМ руд. Ресурсы БМ в интрузивах оцениваются на уровне 1000 т: кат. Р₁ – 500 т; кат. Р₂ – 500 т.

Комплексные Cu-U-Mo-V с БМ месторождения черносланцевой формации (возраст 1790 млн. лет) в альбит-карбонатно-слюдистых метасоматитах – падминский тип. По запасам основного элемента – ванадия, это средние месторождения, но с высокими содержаниями. Месторождения и проявления этого формационного типа еще не достаточно изучены на БМ, ореол которых с учетом вертикальной и латеральной зональности может быть смещен относительно главной рудной залежи, но перспективы их высоки. Возможно также наличие крупных стратиформных комплексных объектов с МПГ и Au ввиду уникальности, для раннего протерозоя масштабов накопления углерода в свободной и восстановленной формах.

В *Беломорском мобильном поясе* проявления рудной минерализации, относящиеся, вероятно, к промышленному типу комплексных (с Au и МПГ) большеобъемных месторождений с невысокими содержаниями рудных элементов, но значительными запасами, известны и охарактеризованы на Лоушском, Плотинском, Малиноваракском участках, а в последние годы выявлены в пределах Климовского рудного узла.

Золоторудные месторождения и проявления Карельского региона относятся к нескольким генетическим типам (табл. 2), ведущим среди которых, как и в целом для Фенноскандинавского щита является орогенический (мезотермальный) в shear-зонах. Золоторудная минерализация сосредоточена преимущественно в архейских и палеопротерозойских зеленокаменных поясах и свекофенни-

дах. Ее формирование происходило в неоархейскую (2,8-2,5 млрд. лет) и свекофенскую (1,9-1,8 млрд. лет) металлогенические эпохи.

Таблица 1. Рудно-формационные типы платиноносных объектов Карельского региона

Подгруппа	Тип, подтип	Геологические формации	Месторождения, проявления	Возраст млн лет
1. Класс эндогенных месторождений				
1.1 Собственно-магматическая группа				
Малосульфидная платиноме-тальная	Платино-палладиевый	Мафит-ультрамафитовая (ритмично-расслоенные комплексы)	Бураковское Луккулайсваара Кивакка Ципринга Кивач-Сямозеро	U-Pb 2449±1,5 U-Pb 2442±1,9 U-Pb 2444±1 U-Pb 2442,3±1,7
		Диорит-габброноритовая	Кааламо, Сурисуо	U-Pb 1883,3±5,2
Платино-содержащая хромитовая	Платино-палладиевый с Ru-Os	Мафит-ультрамафитовая	Бураковский (ГХГ)	U-Pb 2449□1,5
	Платино-палладиевая с Au	Ультрамафитовая (дифференциро-ванная)	Рыбозерская структура	Верхний архей
Платиносодержащая титаномагнетитовая с ванадием	Платино-палладиевый с золотом	Трапповая толеит-базальто-вая, (габбро-долеритовая)	Пудожгорское Тубозерское Койкарско-Святнаволоцкое	U-Pb 1984±8 U-Pb 1983±6.5
		Габбро-пироксенитовая	Хаутоваарская структура	
	Палладиево-платиновый с Au	Щелочно-ультраосновная	Тикше-Елетьозерский комплекс	1900-1800
		Мафит-ультрамафитовая (габбро-анортозитовая?)	Палаярвинское Травяная губа	
1.2 Постмагматическая группа				
Сульфидная платиноидно-медно-никелевая	Платино-палладиевый с Ir, Ru, Rh	Мафит-ультрамафитовая (плутоническая).	Лебяжинское Восточно-Вожминское Светлозерское Рыбозерская структура (скв.7)	Верхний архей
	Платино-палладиевый с Au	Коматиит-базальтовая	Золотопорожское Лещевское, Западно-Рыбозерское, Хаутаваарское Cu-Ni	
Золото-платиноидно-содержащая медно-молибден-порфировая	Re - ¹⁸⁷ Os радиогенный в молибдените	Диорит-грано-диорит-гранитовая	Лобаш Пяяваара Ялонваара	U-Pb 2807,7±1,4 Re-Os 2772±11 Re-Os 2741±11
	Золото-полисульфидный с Pt и Pd		Ялонваара Хатуноя	
2. Класс полигенных месторождений				
Платино-полиметаллическая в углеродистых сланцах и метасоматитах	Cu-U -Mo-V платино-палладиевый с Au и ¹⁸⁷ Os в молибдените (онежский тип, падминский подтип)	Альбит-карбонатные метасоматиты зон СРД в углеродистых сланцах	Средняя Падма Верхняя Падма Весеннее Царевское Космозеро Южное Космозеро Губа Великая и др.	U-Pb 1724±42
	Платино-палладиевый с Ir, Rh, Os, Au (онежский тип, уницкий подтип)	Сульфидно-углеродистые сланцы	Уницкий	

МИНЕРАГЕНИЯ ДОКЕМБРИЯ

Таблица 2. Генетические типы золоторудной минерализации Фенноскандинавского щита

Генетический тип	Геологические структуры	Возраст млрд. лет	Месторождения рудопроявления
Орогенический мезотермальный (мезозональный)	AR зеленокаменные пояса: Иломанси, Хатту, Кухмо, Суомуссалми, Ялонвара, Костомукша, Сумозеро, Хаутоваара, Колмозеро	AR 2,7	Валкеасуо, Пампало, Рямепоро, Хатуноя, Оленинское, Рыбозеро, Хюрсюля, Берендей
	PR зеленокаменные пояса: Лапландский, Куусамо, Перяпохья, Карасьйоки, Каутокейно, Кируна, Печенга-Варзуга, Печенгская	PR 1,9-1,85	Пахтаваара, Сааттопора, Суурикуосикко, Биджовадгге Пахтохаваре, Майское
	Свекофеннский складчатый пояс: Шеллефте, Раахе-Хаапаярви, Саво, Тампере, Бергслаген, С. Приладожье	PR 1,87-1,83	Акерберг, Осиконмяки, Лайвакангас, Йокисиву, Пякюля, Алатту, Янис
	Транскандинавский магматический пояс	PR 1,8-1,7	Адельфорс, Солстад
	Готский домен	PR 1,0	Глава, Харнас, Блэка Эйдсволл, Векселмур
	Докембрий Норвегии: Довре, Оппдал, Гаутелисфьелл, Ромбак, Рингвассова	(?)	Сордалшогда, Сибириэн, Гаутелисфьелл, Оппдал
Порфиновый (Intrusion-related)	AR зеленокаменные пояса: Авнеозеро-Парандовский, Ялонвара-Иломанси, Колмозеро	AR 2,8-2,7	Лобаш-1, Ялонвара, Каддилампи, Заломаевское, Галовейс, Пеллапкх
	Свекофеннский складчатый пояс: Гелливаре, Шеллефте, Центральная Остроботния	PR 1,9-1,85	Айтик, Бьеркдал, Копса, Юоухинева, Галлберг
VMS (колчеданный)	Свекофеннский складчатый пояс: Раахе-Ладожская, Шеллефте, Бергслаген, Фродерид	1,92-1,87	Оутокумпу, Пюхясалми, Виханги, Удден, Ренстром, Фалун
Эпитермальный (+метаморфизм)	AR зеленокаменные пояса: Ояярви	AR 2,7	Кюльмякангас(?)
	Свекофеннский складчатый пояс: Тампере, Шеллефте	PR 1,9	Кутемаярви, Болиден, Энасен, Исовеси, Райконкоски (?),
Скарновый и Au,Cu,Fe-рудный	PR зеленокаменные пояса: Лапландский, Перяпохья	PR 1,9-1,8	Куэрвитикко, Вяхяйоки
Палеороссыпи	Центральная Лапландия, Тунгудская, Янгозерская, Нименьга	1,9-1,8	Каарестунтури, Оутаря, Нигалма, Маймъярви, Ятулий-1, Нименьга
Россыпи	Северная Лапландия		Ивалойоки, Лемменйоки

Наиболее значимым и изученным мезотермальным оруденением золота в архее Фенноскандинавского щита являются месторождения и проявления района Иломанси (Финляндия) зеленокаменного пояса Ялонвара-Хатту-Тулос, контролируемые преимущественно субмеридиональными сдвиговыми зонами. Аналогичный контроль имеют и другие месторождения и проявления данного пояса, в том числе и в пределах российской его части, где в сходной геологической позиции выявлено (КГЭ, ИГ Кар.НЦ РАН,) несколько перспективных рудопроявлений золота (Соаньйоки, Хатуноя, Пролонваара, Юованьйоки и др.). Среди мезотермальных золоторудных объектов в других архейских зеленокаменных поясах Фенноскандинавского щита по масштабам и изученности выделяются месторождения Рыбозеро (3,28 т Au; 2,18 г/т) и Педролампи (3,4 т Au; 5,9 г/т) в Карельской гранит-зеленокаменной области и Оленинское (28 т Au, 3,1 г/т), Няльм (34,5 т Au, 0,35-3,7 г/т) – в Кольской.

Преобладающее большинство золоторудных месторождений и проявлений в палеопротерозойских зеленокаменных поясах и свекофеннидах относятся к орогеническому (мезотермальному) типу. В Лапландском зеленокаменном поясе, предположительно, протягивающемся более чем на тысячу километров известно около 20 месторождений, часть из которых раз-абатывалась (Сааттопора, Пахтаваара и др.). В его российской части известно несколько мелких золоторудных объектов

и выявлено в последние годы ряд новых перспективных рудопроявлений – Шапочка, Кенозерское, Нижневолошовское, Надвиговое. В Северном Приладожье в области сочленения Карельского кратона (AR₂) и Свекофеннского складчатого пояса (PR₁) на продолжении выделяемой финскими геологами Раахе-Ладожской металлогенической зоны с известными там мезотермальными золото-арсенидными месторождениями (Осиконмяки, Лайвакангас, Пириля и др.) обнаружено несколько перспективных проявлений аналогичного типа – Алатту, Пякюля, Янис, контролируемых малоглубинным тоналитовым магматизмом и зонами сдвиговых дислокаций.

На территории Карелии имеются определенные предпосылки для выявления крупных комплексных с благородными металлами месторождений *порфирового* типа, или перевод в такой ранг при соответствующем доизучении уже известных рудных объектов – Лобаш-1 и Ялонвара, которые могут представляться как большеобъемные месторождения с бедными рудами.

Металлогенический потенциал благороднометалльного оруденения Карельского региона как и Фенноскандинавского щита в целом по аналогии с территориями Финляндии и Швеции связывается, главным образом, с протерозойскими структурами и Свекофеннской эпохой рудообразования.

Наибольшие металлогенические перспективы на промышленное золото и выявление крупных комплексных благороднометалльных месторождений на территории Карелии имеют (в иерархической последовательности) Онежский рудный район, Костомукшский рудный район, Лобашский рудный узел и Северо-Ладожский рудный район.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы президиума РАН № 14.

Структурно-вещественные критерии прогнозирования сульфидно-медно-никелевых руд в условиях закрытого региона на примере Астаховско-Большемартыновского рудного района (ВКМ)

Гончарова Л.В.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, e-mail: gordeichenko_1@mail.ru

В обеспечении сырьевой безопасности России XXI веке важное значение приобретают выявленные во второй половине прошлого столетия в докембрийском фундаменте Центрального региона (в рамках Воронежского кристаллического массива- ВКМ) ряда разномасштабных по запасам и ресурсам никеля, меди, кобальта, МПГ и Au сульфидных медно-никелевых месторождений [3, 5]. Пространственно они ассоциируют с двумя различными по геолого-формационной принадлежности, возрасту и составу интрузивно-дайкивыми комплексами [5, 7]: а) дунит-перидотит-пироксенит-габброноритовым зон рассеянного спрединга (2100-2080±14 млн лет)- мамонский тип месторождений и б) ортопироксенит-норит-диоритовым (2065-2050± 14 млн лет) реактивизированных позднеархейских структурах (еланский тип месторождений). Оба этих типа месторождений сосредоточены в Хоперском мегаблоке, одной из характерных особенностей которого является исключительно широкое развитие в его пределах ультрамафит-мафитовых, мафитовых интрузивно-дайкивых тел никель-платиноносного мамонского комплекса.

В его составе выделяются несколько групп интрузивно-дайкивых тел, сформировавшихся, вероятно, в условиях неодинаковых уровней магмагенерации и различающихся по структурному положению и разному уровню эродированности, масштабам и степени продуктивности на цветные и благородные металлы [2, 4]: 1) ранние ультрамафитовые высоко- и умеренномагнезиальные в разной мере дифференцированные, беспоплевошпатовые промышленно рудоносные (мамонский тип); 2) ультрамафит-мафитовые умеренномагнезиальные камернодифференцированные с амфибол (титанистая роговая обманка)-плагиоклазсодержащими рудоносными ультрамафитами (ширяевский тип); 3) ультрамафит-мафитовые (фазные) камернодифференцированные рудоносные (елань-вязовский тип); 4) количественно преобладающие в составе комплекса слабодифференцированные с неустановленным оруденением и недифференцированные безрудные габброноритовые, габбровые и