

---

*В. И. Иващенко, А. И. Голубев*

## **КОЛЧЕДАННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ БАЗОВАЯ ЗОЛОТОРУДНАЯ ФОРМАЦИЯ КАРЕЛЬСКОГО РЕГИОНА**

### **Введение**

Колчеданные месторождения (Cu, Zn, Pb) с сопутным золотом являются одним из ведущих генетических типов золоторудных месторождений (Сафонов и др., 2004). По данным Н. И. Еремина и др. (2002б), в России и странах СНГ на долю колчеданных месторождений приходится почти 20% запасов Au и около 8% его добычи. На Фенноскандинавском щите золотонесущие колчеданные месторождения относятся к VMS-типу (Eilu, 1999). По состоянию изученности они известны только для протерозоя Финляндии (Оутокумпу – добыто 28 т Au, Виханти и Пюхясалми – ~30 т Au и др.) и Швеции (Ренстром – 25,2 т Au, Кристенберг – 20,1 т Au, Гарпенберг – 14,0 т и др.) (Sundblad, 2003). На российской части Фенноскандинавского щита в Карелии имеющиеся здесь серноколчеданные месторождения приурочены исключительно к архейским зеленокаменным поясам. Содержания золота в них, так же как и других рудных элементов (Cu, Pb, Zn), хотя и не достигают промышленно значимых величин (Рыбаков, 1987), представляются все же достаточно высокими в геохимическом аспекте, что предопределяет принципиальную возможность для колчеданного оруденения Карельского региона быть источником рудного вещества, в том числе и золота, в более поздних рудогенных процессах.

Согласно современным генетическим концепциям, образование промышленных золоторудных объектов, помимо других факторов, в значительной мере определяется также процессами ремобилизации и активной миграции золота с явлениями рециклинга, что особенно характерно для мезотермального орогенического типа золотого оруденения, являющегося ведущим генетическим типом месторождений золота в докембрии (Groves et al., 2003), включая Фенноскандинавский щит (Eilu, 1999; Sundblad, 2003) и Карелию (Иващенко, 2006).

Главным в формировании мезотермальных орогенических месторождений золота, кроме факторов, определяющих эффективное функционирование любой эндогенной золоторудной системы (Константинов и др., 2002), является их приуроченность к соответствующей геодинамической обстановке и наличие базовых золоторудных формаций, вовле-

каемых в рудогенный процесс. В геодинамическом аспекте зарождение и развитие золоторудных орогенических систем обусловлены эндогенными процессами коллизионной стадии конвергентного взаимодействия океанических и континентальных плит или внутриконтинентального плитного взаимодействия различной природы. Базовые золоторудные формации характеризуются повышенными, но не достигающими промышленных параметров содержаниями золота, форма нахождения которого предопределяет возможность его последующей ремобилизации и концентрирования в экономически значимых масштабах. Другими словами, базовая золоторудная формация и золотосодержащая не являются синонимами, так как не всякая золотосодержащая формация может быть базовой золоторудной по определению. Главными базовыми золоторудными формациями на территории Карелии являются черносланцевая, колчеданная, джеспилитовая и порфировая (Иващенко и др., 2005). Наиболее благоприятным при формировании мезотермальных золоторудных объектов представляется совокупное участие в рудообразующем процессе нескольких базовых золоторудных формаций. Масштабность сформированного при этом оруденения в значительной степени будет определяться металлогеническим потенциалом этих формаций (или одной из них) в пределах перспективной рудоносной площади (металлогеническая провинция, зона, область, район, узел и др.). Наиболее рациональным определением термина «металлогенический потенциал» представляется предложенное ВСЕГЕИ (Богданов, 2006). Согласно приложению к рассматриваемой проблеме, под металлогеническим потенциалом базовой золоторудной формации конкретной территории понимается общая сумма прошедших соответствующую апробацию запасов и прогнозных ресурсов (по категориям) золота, а также прогнозируемых его ресурсов мезотермального типа, сформированных с участием базовой формации. Металлогенический потенциал колчеданного оруденения Карелии как перспективной базовой золоторудной формации, ввиду отсутствия в связи с ним рудных объектов с апробированными запасами и прогнозными ресурсами золота, определяется только его прогнозируемыми ресурсами.

## Колчеданное оруденение Карельского региона

В Карелии колчеданное оруденение, по масштабности проявления соответствующее месторождению, известно только в пределах архейской Карельской гранит-зеленокаменной области (Хаутаваарское, Соанварское, Парандовское и др.) (рис.). Наибольший вклад в изучение этих месторождений внесли исследования С. И. Рыбакова (1987 и др.) и В. Е. Попова (1991 и др.), по данным которых серноколчеданные месторождения в Карельской гранит-зеленокаменной области представлены преимущественно прерывистыми линейно-вытянутыми зонами субмеридионального – северо-западного простирания, контролируемые глубинными разломами и сопряженными с ними вулканическими аппаратами и мафит-ультрамафитовыми интрузивами. Вмещающими породами для колчеданных руд являются кварциты, серицит-кварцевые сланцы, кремнистые туфы, туффиты и другие метавулканиды.

Рудные тела – субсогласные пластовые линзовидные, реже жильные (ремобилизованные?). Для них характерно кулисообразное размещение в пределах одной или нескольких крутопадающих зон. Мощность рудных тел достигает 20–25 м, длина – до 1 км. Их центральные части обычно сложены массивными пиритовыми рудами, зальбанды и фланги – вкрапленными и полосчатыми пирит-пирротиновыми. Главными рудными минералами являются пирит и пирротин; в незначительном количестве, а в ряде случаев в промышленных концентрациях присутствуют халькопирит и сфалерит. Встречаются также магнетит, галенит, пентландит, реже хромит, ильменит, барит, арсенопирит. По составу выделяются два минеральных типа руд: пирротин-пиритовые и халькопирит(±сфалерит)-пиритовые, в разном количественном соотношении распространенные на всех колчеданных месторождениях региона. Первый тип является доминирующим на Парандовском, Хаутаваарском, Шуйском, Няльмозерском, Бергаульском, Чалкинском, Ведлозерском и Улялегском месторождениях, второй более характерен для Ялонварского и Соанварского месторождений, а также для колчедановорудных объектов Каменноозерской зоны и некоторых других (Виетукка-лампи и др.).

Формирование рудных тел было полистадийным, местами с телескопированием и метасоматическим развитием сульфидов по вмещающим осадочно-вулканогенным породам. При этом даже в массивных пиритовых рудах часто сохраняются реликты линзовидно-полосчатых, полосчатых, сланцевых и плейчатых текстур замещенных метавулканидов. Структуры пиритовых руд грано- и гетеробластовые, мелко-, средне- и крупнозернистые. На некоторых месторождениях (Чалкинском, Шуйском, Бергаул) отмечаются фрагменты оолитовых текстур, а в массивных пиритовых рудах Парандовского и Няльмозерского месторождений – реликты колломорфных рудных выделений.

Пирротиновые руды обычно развиваются по пиритовым. Для них характерны массивные, брекчие-

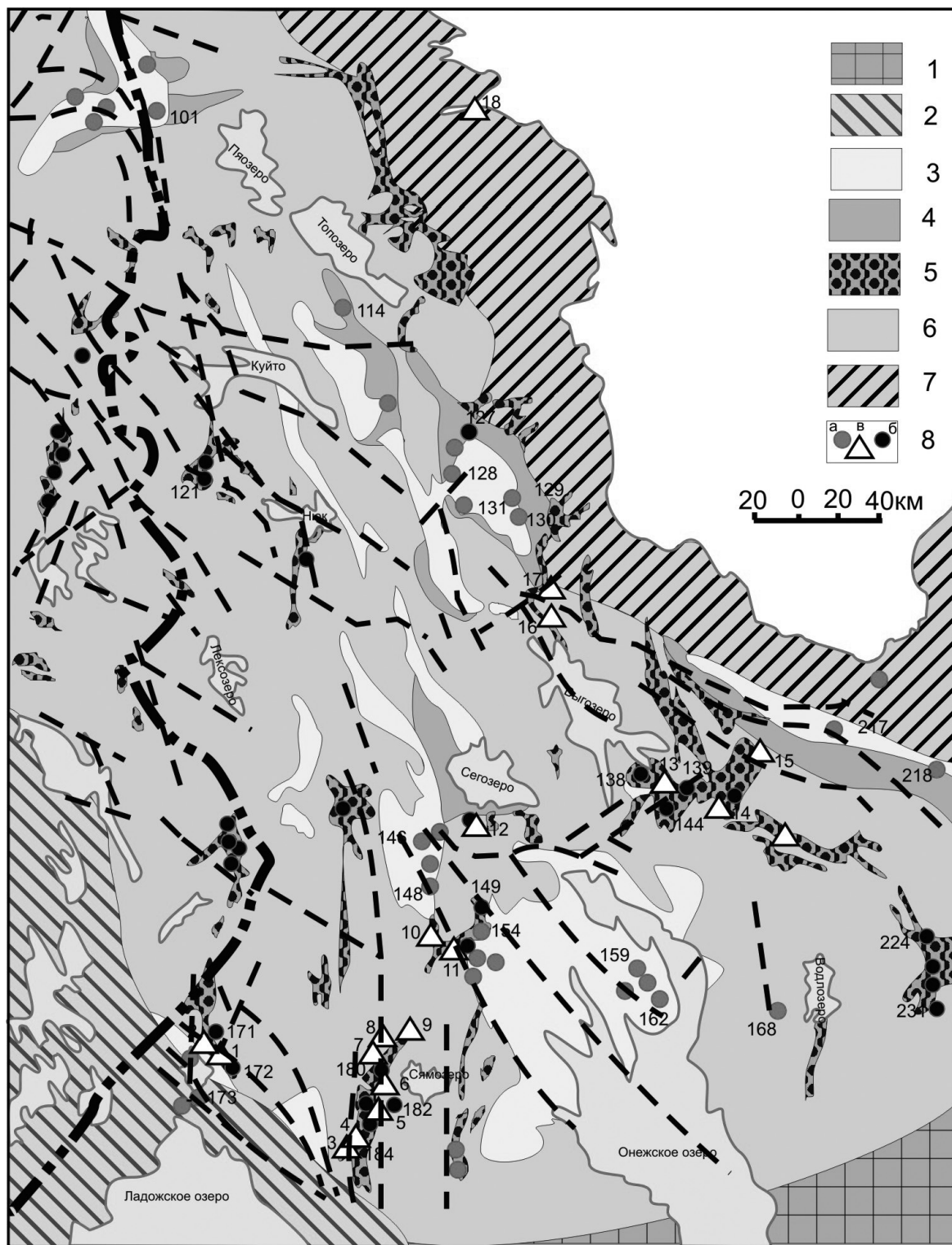
видные, вкрапленные и прожилково-вкрапленные текстуры и разнозернистые аллотриоморфнозернистые структуры. На Няльмозерском, Хаутаваарском, Чалкинском, Ялонварском и Соанварском месторождениях развита в виде сульфидно-кварц-карбонатных прожилков и вкрапленности более поздняя галенит-сфалеритовая минерализация.

Количество серы в рудах изменяется в широких пределах – 15–25% и выше. Содержания других полезных компонентов, характерных для колчеданных месторождений, также сильно варьируют (Cu – до 3,5%, Zn – до 1,2%, Pb – до 0,03%, Ni – до 0,056%, Co – до 0,053%, Mo – до 0,035%, Sn – до 0,06%).

В Беломорском мобильном поясе, палеопротерозойских зеленокаменных поясах и свекофенидах Приладожья колчеданное оруденение представлено лишь мелкими рудопроявлениями.

Ввиду значительных метаморфо-метасоматических преобразований (преимущественно эпидот-амфиболитовая и амфиболитовая фации) типизация архейских колчедановорудных объектов Карелии крайне затруднительна, но все же по устойчивой пространственной ассоциированности многих из них с базальт-андезиобазальт-риодацитовыми вулканическими комплексами, низким содержаниям меди и повышенным – серебра по сравнению с золотом наиболее вероятно их принадлежность к типу куроко. Парандовское месторождение рассматривается как предполагаемый докембрийский аналог месторождений кипрского типа (Еремин и др., 2002а). Метаморфические изменения колчеданных руд, развившиеся преимущественно в их перекристаллизации и повсеместной пирротинизации, сопровождались также перераспределением рудных компонентов (главным образом, Cu, Zn, Pb, As). Они концентрировались на флангах рудных тел и за их пределами в виде рассеянной вкрапленности и прожилков. Относительная «обогащенность» колчеданных руд Карелии медью и полиметаллами характерна для месторождений с широким распространением кварц-серицит-хлоритовых метасоматитов и не претерпевших метаморфизм выше эпидот-амфиболитовой фации (Северо-Вожминское, Соанварское, Ялонварское, Койкарское).

*Северо-Вожминское месторождение* – наиболее типичный пример колчеданно-полиметаллической рудной формации Карельского региона, не испытавший существенных метаморфических преобразований (Кулешевич и др., 2005), расположено в Каменноозерском рудном районе Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса. Для колчеданной минерализации этого района в целом характерен слабый метаморфизм, свидетельством чего являются сохранность первичных слоистых текстур руд, оолитовых, фрамбоидальных и глобулярных структур пирита и присутствие шунгита (Кулешевич и др., 2005). Колчеданное оруденение на Северо-Вожминском месторождении приурочено преимущественно к двум крутопадающим, субсогласным пластообразным залежам мощностью 3,0–20,5 м в лопийских вулканидах (андезиобазальты-дациты) и кварц-альбит-серицитовых сланцах,



**Схема размещения колчеданных и золоторудных месторождений и проявлений на территории Карелии (с использованием данных: Рыбаков, 1987; Коровкин и др., 2003; Минерально-сырьевая база..., 2005, 2006):**

1 – платформенный чехол; 2 – Свектофенский складчатый пояс; 3–6 – Карельская гранит-зеленокаменная область: 3 – ятулий, людикий, калевий, велсий нерасчлененные, 4 – сумий и сариолий нерасчлененные, 5 – лопий, 6 – комплекс основания; 7 – Беломорский мобильный пояс; 8 – колчеданные и золоторудные месторождения и проявления: а, б – золоторудные (а – протерозойские, б – архейские), в – колчеданные; 1–18 – колчедановорудные объекты (1 – Ялонварское, 2 – Соанварское, 3 – Ведлозерское, 4 – Няльмозерское, 5 – Улягское, 6 – Хаутаваарское, 7 – Шуйское, 8 – Планшет 6–8, 9 – Чалкинское, 10 – Корбозерское, 11 – Койкарское, 12 – Бергаул, 13 – Северо-Савинское, 14 – Золотопорожское, 15 – Северо-Вожминское, 16 – Парандовское, 17 – Идельское, 18 – Кивгуба; 101–231 – золоторудные объекты (101 – Майское; 114 – Шомбозерское; 121 – Таловойс; 127 – Лобаш-1; 128 – Нигалма; 129 – Шуезерское; 130 – Риговарака; 138 – Заломаевское; 139 – Южно-Заломаевское; 144 – Рыбозерское; 146 – Питкулампинское; 148 – Ятулий-1; 149 – Педролампи; 154 – Эльмус; 159 – Весеннее; 162 – Космозерское; 168 – Меридиональная зона; 171 – Соанварское; 172 – Ялонвара, Хатуноя; 173 – Пяюля, Янис; 180 – Центральное; 182 – Новые Пески; 184 – Ведлозерское; 217 – Нименгя; 218 – Кожозерское; 224 – Надвиговое; 231 – Кенозерское)

прослеживающимся по простиранию на 200–400 м и падению – до 400 м. Руды – массивные, полосчатые и вкрапленные, представлены халькопирит-пиритовым, сфалерит-пиритовым, халькопирит-сфалерит-пиритовым и пиритовым минеральными типами. Изредка в них встречаются галенит, пирротин, арсенопирит, блеклые руды, ковелин, борнит и дюрлеит (Кулешевич и др., 2005; Минерально-сырьевая база., 2005). Запасы (тыс. т) меди на месторождении составляют по  $C_1+C_2$  – 10,2 при среднем содержании 0,28%; цинка по  $C_1$  – 18,9,  $C_2$  – 15,7, прогнозные ресурсы по  $P_1+P_2$  – 138,6 тыс. т при среднем содержании 1,7% (Минерально-сырьевая база., 2005). В рудах постоянно присутствует золото (0,1–1,2 г/т) и серебро (5,0–167,1 г/т). Исходя из геологической и минералого-петрографической характеристики пород и руд данного месторождения (Кулешевич и др., 2005), оно представляется наименее затронутым регенерационными метаморфическими преобразованиями и соответственно наиболее полно отражающим исходную геохимическую специфику колчеданного оруденения в архее Карелии по сравнению с другими месторождениями, подвергшимися гораздо более сильному метаморфизму. Установленные в рудах Северо-Вожминского месторождения содержания главных рудных (Zn, Cu) и второстепенных (Au, Ag) элементов сопоставимы с таковыми в протерозойских колчеданных месторождениях Фенноскандинавского щита и в более молодых других регионов, относимых к типу куро (Еремин и др., 2002а).

Типичным представителем колчеданных месторождений Карелии, метаморфизованных в эпидот-амфиболитовой фации и частично зеленосланцевой, является *Ялонварское месторождение*, детально охарактеризованное В. Е. Поповым (1991, 1994). Согласно его данным и результатам предыдущих исследований (Потрубович, Анищенко, 1956; Рыбаков, 1987 и др.), частично дополненных и уточненных нами, колчеданное оруденение локализовано в верхах разреза ялонварской свиты лопия в пачке (мощностью 50–200 м) переслаивания дацитовых туфов, туффитов и силицитов, преобразованных в кварц-хлорит-серицитовые, кварц-эпидот-хлоритовые, углеродсодержащие и другие сланцы с маломощными прослоями железистых кварцитов. Установлено два вытянутых в северо-западном направлении лентообразных горизонта – северо-восточный (Ялонварское серноколчеданное месторождение) и северо-западный (руд. Хювя-Нойвисто). Колчеданные тела (>10 линзовидной и пластовой формы при мощности 12 м протягиваются на 320–350 м.

Среди руд выделяются сплошные, полосчатые, вкрапленные и прожилково-вкрапленные разновидности. Последние более типичны для фланговых частей месторождения. В некоторых рудных телах сплошные руды приурочены к их центральным частям, а полосчатые и вкрапленные – к краевым (периферийным). Несмотря на это, границы рудных тел обычно резкие, контрастные. В сплошных массивных рудах изредка отмечаются реликты слоистой текстуры и колломорфной структуры. Преобладают

руды с разнообразными полосчатыми текстурами и бластическими структурами. Главный рудный минерал колчеданных залежей – пирит. Широко распространены также пирротин, халькопирит, магнетит, сфалерит и галенит, тяготеющие к флангам рудных тел. Изредка встречается борнит, ильменит, хромит, марказит, лимонит. В единичных знаках отмечается тетраэдрит, арсенопирит, пентландит, самородное серебро, макиавит, ванадинит. В ряде случаев полиметаллическая минерализация совместно с кварцем и карбонатом выполняет прожилки и секущие зонки в колчеданных рудных телах и, вероятно, связана с более поздними процессами рудообразования.

В колчеданных рудах в пределах месторождения в целом и в отдельных рудных телах в частности содержание второстепенных минералов значительно варьирует. Так, магнетит локализован преимущественно в центральной части рудного поля (Попов, 1991) и совместно с халькопиритом, сфалеритом и галенитом в выклинивающихся частях колчеданных тел (Рыбаков, 1987). Полиметаллическая минерализация сконцентрирована в основном на флангах месторождения и за его пределами.

Для верхних частей разреза ялонварской свиты отмечается положительная корреляция между содержаниями полиметаллов в колчеданных рудах и относительно большим объемом кислых вулканитов в составе рудовмещающих пород и отрицательная – для меди. Пиррогиновые руды, образующиеся при метаморфизме пиритовых, в большей степени тяготеют к зальбандам рудных тел. Для них характерны брекчиевидные текстуры и аллотриоморфнозернистые структуры.

По данным В. Е. Попова (1991), преобладающими минеральными типами руд колчеданной Ялонвары являются пиритовый, пирит-пирротинный, пирротинный. Менее распространены (в порядке убывания) халькопирит-пирит-пирротинный, пирит-пирротин-магнетитовый (с содержанием магнетита до 80%), халькопирит-магнетитовый, сфалерит-пиритовый, сфалерит-галенит-халькопирит-пиритовый. Содержания серы в сплошных пиритовых рудах составляют 35–47%, меди и цинка в соответствующих типах руд – до 3,5%. Кроме того, в колчеданных рудах отмечаются повышенные концентрации Ti – до 1%, Ni, Co, V, Mn, Cr, Ba – до 0,1; Mo – 0,05%; As – 0,02%, Ag – до 10 г/т. По данным спектрального анализа, в них также установлены (в г/т): Be – 2, B – 100, Sc – 220, Pb – 100, Ga – 22, V – 22, Zr – 150, Yb – 5, Sr – 220, Ge – 5. В сплошных колчеданных рудах содержится золото (до 0,14 г/т).

Утвержденные в ГКЗ запасы серного колчедана по Ялонварскому месторождению составляют 2151,9 тыс. т при среднем содержании серы 26,61% (кат.  $C_1$ ) и 745,6 тыс. т с содержанием серы 20,64% (забалансовые) руды.

Согласно данным В. С. Попова и др. (1994ф), прогнозные ресурсы меди на Ялонварском месторождении оцениваются в 98 тыс. т с содержанием 0,78% до глубины 300 м и 156 тыс. т – до 500 м.

Большинство колчеданных месторождений Карелии метаморфизовано в эпидот-амфиболитовой и амфиболитовой фациях и характеризуется преимущественно пирит-пирротиновым типом рудной минерализации. К наиболее сильно метаморфизованным колчедановорудным объектам относятся фальбандовые проявления района *Кивзубы* Беломорского мобильного пояса (Гинсбург, 1921 и др.), относящиеся к сульфидному медь-никель-кобальтовому с Au и Ag типу. Оруденение пространственно, а вероятно, и генетически ассоциируется с хетоламбинскими ортоамфиболитами. Рудная минерализация сконцентрирована в субпараллельных зонах СЗ простирания протяженностью до 6 км и мощностью до 10–60 м с прожилково-вкрапленным оруденением, слагающим кулисообразные линзовидные залежи и жилы мощностью 0,6–4,8 м длиной 300–400 м с массивными рудами: пирит, пирротин, халькопирит, магнетит; второстепенные – пентландит, сфалерит, галенит, молибденит, арсенопирит, лелленгит, самородный висмут. Содержания полезных компонентов в рудах существенно варьируют: Ni – 0,09–0,6%, Cu – 0,1–1,85%, Co – 0,12–0,56%, Au – до 0,9, Ag – до 10 г/т. Висмут-мышьяковистая и благороднометаллическая минерализация наложена на колчеданную и контролируется зонами сдвиговых дислокаций (Ахмедов и др., 2001).

#### **Золоторудный потенциал колчеданного оруденения Карелии**

В работах многих исследователей указывалось, что оруденение большинства колчеданных месторождений и проявлений Карелии имеет повышенные содержания золота. Обычно эти значения не превышают 0,5–0,6 г/т, но нередко отмечаются и промышленно значимые концентрации золота. Их появление обусловлено тем, что на фоне метаморфических преобразований колчеданного оруденения Карелии на некоторых месторождениях (Соанварское, Ялонварское, Няльмозерское, Ведлозерское и др.) проявлена их интенсивная локальная регенерация по протяженным линейным зонам сдвиговых дислокаций, сопровождающихся метасоматитами березит-пропилитового ряда и золотонесущей полисульфидной минерализацией. Наиболее характерными примерами такого типа золоторудных объектов Карелии являются месторождение Рыбозерское и рудопроявления Соанйоки, Талпус. По комплексу характеристических признаков они соответствуют мезотермальным золоторудным месторождениям орогенического типа в зонах сдвиговых дислокаций (по: Groves et al., 2003).

Расположенное в Южно-Выгозерской структуре Сумозерско-Кенозерского неоархейского зеленокаменного пояса месторождение *Рыбозеро* локализовано в метакоматитах, базальтах и разнообразных сланцах, пространственно ассоциируясь с пирит-пирротиновой колчеданной минерализацией. Золотонесущее прожилково-вкрапленное оруденение, представленное пиритом, пирротинном, халькопиритом,

сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, бурнонитом, висмутином, тетраэдритом, алтаитом, ульманнитом, колорадоитом и самородным золотом, слагает два крутопадающих линзовидно-пластовых рудных тела (0,8–1,5 × 340–850 м), контролирующихся субмеридиональной зоной (протяженность ~5 км) смятия, рассланцевания и метасоматических преобразований (пропилитизация, лиственитизация, березитизация), приуроченной к ядерной части синформы. Средневзвешенные содержания золота в рудах составляют 1,8–2,32 г/т, запасы по С<sub>2</sub> – 3,28 т, прогнозные ресурсы по Р<sub>2</sub>+Р<sub>3</sub> – 15 т (Минерально-сырьевая база., 2005).

Согласно современным генетическим концепциям, образование золоторудных месторождений (в особенности орогенических мезотермальных) в значительной мере определяется процессами ремобилизации и активной миграции золота с явлениями рециклинга. Вследствие этого установленные на карельских колчеданных месторождениях признаки ремобилизации и перераспределения золота с концентрированием в зонах сдвиговых дислокаций свидетельствуют о том, что при формировании золоторудных орогенических мезотермальных месторождений, как ведущего генетического типа на Фенноскандинавском щите, колчеданная рудная формация, наряду с черносланцевой, джеспилитовой и золото-порфировой, вероятно, выступала в роли одной из базовых золотонесущих формаций. Согласно геологическим и геохронологическим (Кулешевич, 2006) данным, образование орогенического мезотермального оруденения в Карельском регионе, по-видимому, связано с эндогенными процессами коллизионной стадии в надсубдукционной зоне или с внутриконтинентальным плитным взаимодействием. Коллизионное гранитообразование в этом аспекте представляется одним из наиболее благоприятных факторов для формирования этого типа оруденения.

Имеющиеся аналитические данные по колчеданным месторождениям Карелии свидетельствуют о том, что многие из них (в особенности с уровнем метаморфизма, не превышающим эпидот-амфиболитовую фацию) характеризуются повышенными содержаниями Au и Ag (табл.). Вследствие этого породы и руды колчеданных месторождений, являющиеся своеобразным «коллектором» благородных металлов, могут существенным образом влиять на золоторудный потенциал отдельных структур и Карельского региона в целом при условии вовлечения их в рудогенные процессы, ответственные за формирование орогенических мезотермальных месторождений в зонах сдвиговых нарушений глубинного заложения. Как оказалось (Колодяжный, 2006; Леонов, 2008), глубинные разломы, контролировавшие изначально размещение колчеданных месторождений (рис.), впоследствии подновлялись и длительно эволюционировали как сдвиговые дислокации, обеспечивая тепло- и массоперенос из глубинных геосфер и способствуя в благоприятных условиях, к каковым относятся районы развития колчеданного оруденения, обра-

зованию благороднометалльной минерализации мезотермального орогенического типа. Согласно сделанным нами расчетам, золоторудный потенциал колчеданного оруденения Карелии оценивается в 370 т (табл.), а наиболее перспективной площадью на предмет выявления крупных золоторудных концен-

траций орогенического типа в колчеданосных структурах представляется Соанлахтинская с Соанварским колчеданным месторождением (золоторудный потенциал 151 т) и серией золоторудных проявлений (Соанйокское, Пролонваара, Синкори и др.) в ее пределах.

#### Средние содержания рудных элементов в колчеданных месторождениях Карелии и их золоторудный потенциал

Месторождение	S, %	Cu, %	Zn, %	Pb, %	As, ppm	Ag, ppm	Au, ppb	Запасы руды	Ресурсы руды	Au потенциал
Северо-Вожминское	–	0,28	1,7	До 0,6	–	5–170	100–1200	3463	11 616	7,6
Хаутаваарское	32,6	0,4–0,65	0,6–1,0	–	50	0,5–0,7	1–6	14 592	72 000	46,8
Няльмозерское	34,55	0,004	До 1,0	До 0,05	40	До 15–	До 3900	5916	18 000	11,7
Шуйское	34,04	0,02	До 0,02	До 0,02	До 200	–	10–800	3043	6800	4,4
Парандовское	38,16	0,04	До 0,01	До 0,01	150	0,6–81	30–1000	12 227	47 200	30,7
Ялонварское	26,61	До 3,54	До 1–2	До 0,4	До 200–	До 500	До 200	2500	12 500	8,1
Чалкинское	27,6	0,1–2,7	–	0,1–2,7	10	4	50	623	2210	1,4
Соанварское	32,25	До 0,81	До 0,2	До 0,2	–	До 15	10–300	70 000	233 000	151,4
Улялегское	36,9	–	–	–	До 1800	–	–	174	–	0,1
Ведлозерское	25,5	0,02	0,1	0,03	–	До 174	До 2700	1333	3600	2,3
Планшет 6–8	33,9	–	–	–	–	–	–	4743	–	3,1
Койкарское	31,05	–	–	–	–	–	До 60	8859	15 100	9,8
Корбозерское	29,5	–	0,2–1,0	–	–	–	До 80	50 847	65 000	42,3
Идельское	17,85	–	–	–	–	–	–	15 518	–	10,1
Кивгуба	~10,0	0–2,4	0–1,68	–	–	0–75,7	0–10,36	–	40 000	40,0
Золоторудный потенциал в целом по колчеданному оруденению Карельского региона										370,0

Примечание. Прочерк обозначает отсутствие аналитических данных. В рудах Хаутаваарского и Шуйского месторождений отмечаются повышенные содержания (ppm) Se – соответственно 10 и 60, Парандовского – Se – до 30, Mo – до 350, Ni – до 200, Co – до 570, Улялегского – Ni, Co – до 100, Sb – до 500. Запасы и ресурсы руды – в тыс. т; золоторудный потенциал – в тоннах, рассчитывался исходя из среднего содержания золота 0,65 г/т в исходных колчеданных рудах, взятого по эталонному (неизмененному) колчеданному месторождению – Северо-Вожминскому; таблица составлена с использованием данных: Леонтьев и др., 2003.

#### Заключение

Колчеданные месторождения (Cu, Zn, Pb) с сопутным золотом являются одним из ведущих генетических типов золоторудных месторождений в мире. Для Фенноскандинавского щита этот тезис с некоторыми ограничениями применим только к протерозою. В архее щита и Карельского региона в частности колчеданные месторождения с промышленным золотом неизвестны. Однако в геохимическом плане наличие повышенных содержаний золота в колчеданном оруденении архея определяет его как перспективную базовую золоторудную формацию, кото-

рая могла служить источником рудного вещества, в том числе и благородных металлов, при формировании более поздних месторождений золота, главным образом, мезотермального орогенического типа. Металлогенический потенциал колчеданного оруденения Карелии на золото в таком аспекте оценивается в 370 т. Наиболее перспективной площадью на золоторудные месторождения орогенического типа в колчеданосных структурах Карелии представляется Соанлахтинская с Соанварским колчеданным месторождением (золоторудный потенциал 151 т) и серией уже известных проявлений золота (Соанйокское, Пролонваара, Синкори и др.) в ее пределах.

#### ЛИТЕРАТУРА

Ахмедов А. М., Воинова О. А., Калабашкин С. Н. и др. Компьютерная карта золотоносности докембрия Карельского региона масштаба 1 : 1 000 000. Анализ перспектив // Региональная геология и металлогения. Вып. 13–14. СПб., 2001. С. 84–104.

Богданов Ю. В. Металлогенический потенциал и/или металлогенические ресурсы // Региональная геология и металлогения. 2006. № 29. С. 70–73.

Гинсбург И. И. Полезные ископаемые побережья Кандалакшского залива Белого моря. Труды Северной Научно-промысловой экспедиции. Вып. 7. Петроград, 1921. 64 с.

Еремин Н. И., Дергачев А. Л., Позднякова Н. В., Сергеева Н. Е. Эпохи вулканогенного колчеданного рудообразования в истории Земли // Геология рудных месторождений. 2002а. Т. 44, № 4. С. 259–275.

Еремин Н. И., Сергеева Н. Е., Дергачев А. Л., Позднякова Н. В. Благородные металлы в рудах вулканогенных колчеданных месторождений // Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов: Материалы Всерос. симпоз. М., 2002б. С. 150–153.

Иващенко В. И. Золото Фенноскандии – металлогения и перспективы золотоносности территории Карелии // Тр. Карельского НЦ РАН. Вып. 9. Петрозаводск, 2006. С. 84–111.

Иващенко В. И., Кулешевич Л. В., Лавров О. Б., Ручьев А. М. Отчет по научно-исследовательской теме «Эндогенные золоторудные системы докембрия Карелии». Петрозаводск, 2005. 70 с.

Колодяжный С. Ю. Структурно-кинематическая эволюция Карельского массива и Беломорско-Лапландского пояса в палеопротерозое (Балтийский щит). М., 2006.

Константинов М. М., Косовец Т. Н., Кряжев С. Г. и др. Строение и развитие золотоносных рудообразующих систем. М., 2002. 192 с.

Кулешевич Л. В. Эволюция эндогенных режимов формирования золотого оруденения Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 9. Петрозаводск, 2006. С. 81–99.

Кулешевич Л. В., Фурман В. Н., Федюк З. Н. Перспективы золотоносности Каменноозерской структуры Сумозерско-Кенозерского зеленокаменного пояса // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск, 2005. С. 50–67.

Леонов М. Г. Горизонтальные протрузии в структуре литосферы Земли // Геотектоника. 2008. № 5. С. 3–36.

Леонтьев А. Г., Голованов Ю. Б., Дегтярева Т. А., Ярцев В. М. Отчет по теме «Составление карты полезных ископаемых Республики Карелия масштаба 1 : 500 000» 2003 // Фонды КГЭ.

Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Кн. 1 / Под. ред. В. П. Михайлова и В. Н. Аминова. Петрозаводск, 2005. 278 с.

Попов В. Е. Генезис вулканогенно-осадочных месторождений и их прогнозная оценка. Л., 1991. 287 с.

Попов В. Е. и др. Пакет геологической информации по Янисъярвинской площади. Петрозаводск, 1994. 26 с.

Потрубович Л. Н., Анищенкова О. Н. Отчет Янисъярвинской партии о геолого-поисковых и съемочных работах в Сортавальском районе КФССР в 1953–55 гг. Т. 1, кн. 1. 271 с.; кн. 2. 181 с. // СЗГУ. Л., 1956.

Рыбаков С. И. Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. Л., 1987. 266 с.

Сафонов Ю. Г., Попов В. В., Волков А. В. и др. Геодинамические факторы образования крупных и сверхкрупных докембрийских золоторудных концентраций // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М., 2005. С. 15–46.

Eilu P. Fingold – a public database on gold deposits in Finland // Geol. Survey of Finland. Report of Investigation 146. Espoo, 1999. 224 p.

Groves D. I., Goldfarb R. J., Robert F., Hart C. J. R. Gold deposits in metamorphic belts: overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance // Economic Geology. 2003. Vol. 98. P. 1–29.

Sundblad K. Metallogeny of gold in the Precambrian of Northern Europe // Economic geology. 2003. Vol. 98. P. 1271–1290.