

Таблица 2

Влияние минеральных добавок осадочных и вулканических пород на выбиваемость технологических образцов стержневых смесей

Состав смеси, мас. %	Минеральная добавка	Выбиваемость, Дж	Интервал дегидратации, °С	Содержание дегидрат. воды, %
Кварцевый песок – 94,5	Без добавки	1383	–	–
Жидкое стекло – 5,5	Нигозерский сланец	60	465–660	3,5
Минеральная добавка – 10	Тальк-хлоритовая порода (м-е Костомукша)	30	540–960	6–10
	Перлит	67	5–700	3,9
	Порфирит (м-е Хавчозеро)	147	520–660	1,8
	Габбодиабаз м-е Береговое	150	480–660	2,5
	м-е Голодай Гора	868	20–400	<1

Исследование механизма взаимодействия силиката натрия с водосодержащими минералами, входящими в состав минеральной основы Нигозерского сланца и ШП м-я Загогино, показало, что в процессе нагрева смеси происходит перераспределение силиката натрия в системе за счет активации поверхности водосодержащих минералов в результате их дегидратации [3]. Предложенный

механизм разупрочняющего действия добавок этих пород позволяет прогнозировать возможность использования в качестве добавок широкий круг горных пород, содержащих дегидратирующие минералы, что в конечном счете позволяет расширить их ассортимент, обеспечить литейное производство местными добавками и эффективно утилизировать отходы горной промышленности.

1 Лясс А. М. Быстротвердеющие формовочные смеси. М., 1965. 329 с.

2. Тяганова В. И., Заверткин А. С. Метод оценки выбиваемости стержневых и формовочных смесей: Информационный листок. № 86. ЦНТИ, Петрозаводск, 1988. 4 с.

3. Калинин Ю. К., Китаев Ю. С., Заверткин А. С., Тяганова В. И. Шунгитсодержащие разупрочняющие добавки в жидкостеклянных смесях // Шунгиты – новое углеродистое сырье. Петрозаводск, 1984. С. 157–164.

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СВЕКОФЕННСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

В. И. Иващенко

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; ivashche@krc.karelia.ru

Свекофеннский складчатый пояс (домен) Фенноскандинавского щита (рис.) сформировался в результате рифтинга архейского Карельского кратона по оси Раахе – Ладога (от северной Швеции до Ладожского озера) с новообразованием океанической коры и последующим их конвергентным взаимодействием с генерацией офиолитовых, островодужных и окраинно-континентальных комплексов и их аккрецией и коллизией во время свекокарельского орогенеза [1].

К настоящему времени в его пределах выявлено большое число золоторудных месторождений и проявлений (рис.), многие из которых имеют промышленное значение. Часть из них разрабатывалась или разрабатывается и поныне. Характеристика отдельных золоторудных объектов приведена в многочисленных публикациях [2–5 и др.]. Однако вопросам минералогии в них, в особенности касающихся продуктивных на золо-

то минеральных ассоциаций и их прогнозно-металлогенического значения, уделялось недостаточно внимания. Вследствие этого представляется целесообразным рассмотреть данные вопросов с большей детальностью, основываясь на относительно минералогически наиболее хорошо изученных свекофеннских золоторудных проявлениях Ю. Финляндии и Ю. Карелии. Вне зависимости от геологической позиции золоторудные месторождения и проявления этих территорий относятся к нескольким генетическим типам (табл. 1), впервые в систематизированном виде выделенным для Свекофеннского складчатого пояса применительно к золоторудным объектам Финляндии [2]. Ведущим генетическим типом золоторудной минерализации в свекофеннидах, как и в других докембрийских регионах [6, 7], является орогенический мезозональный в зонах сдвиговых дислокаций.

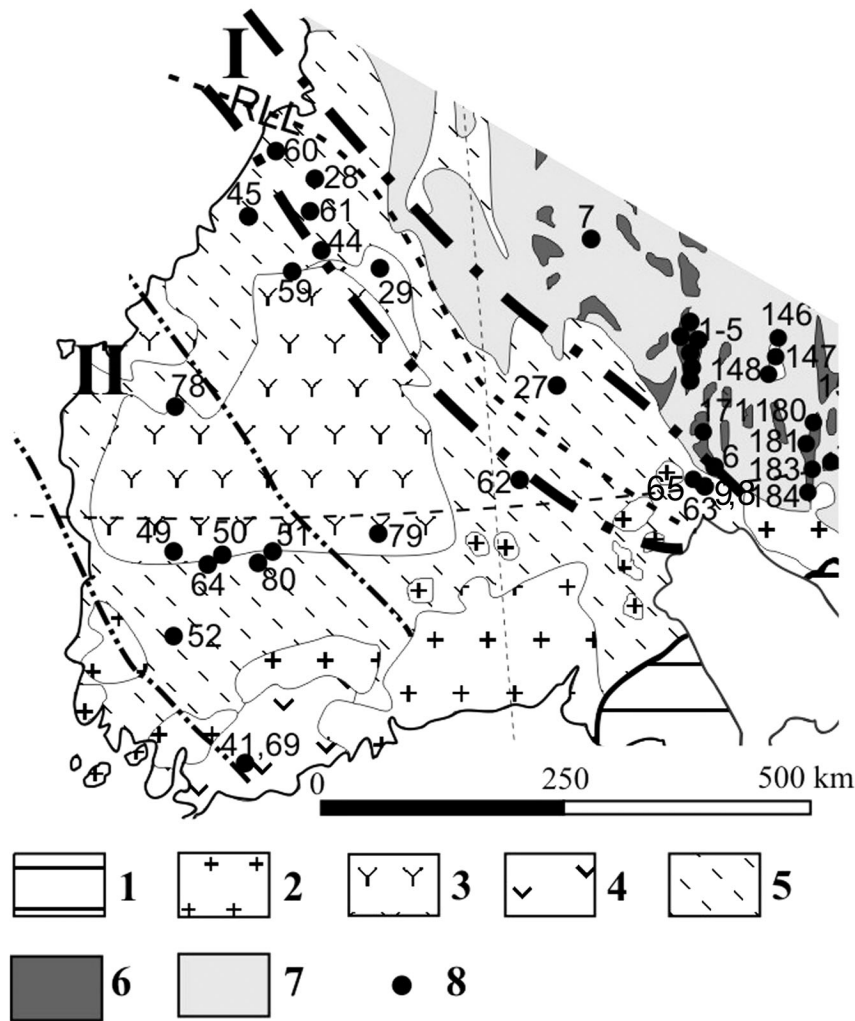


Схема размещения золоторудных месторождений и проявлений в юго-восточной части Свекофеннского складчатого пояса (Ботнический седиментационный бассейн), по: [2, 3] с дополнениями:

1 – фанерозойский платформенный чехол; 2 – свекофеннские посторогенные гранитоиды и граниты рапакиви; 3 – раннесвекофеннские гранитоиды; 4 – раннесвекофеннские метавулканиды; 5 – раннесвекофеннские метасадочные и метавулканические породы (нерасчлененные); 6 – архейские зеленокаменные пояса; 7 – архей нерасчлененный; 8 – золоторудные месторождения и проявления. RLL – Раахе-Ладожская линия. Пунктирными линиями оконтурены свекофеннские металлогенические золоторудные зоны (пояса): I – континентально-окраинная, II – островодужная. Цифрами обозначены золоторудные месторождения: (Финляндия) 1 – Куйттила, 2 – Корвилансуо; 3 – Рямепуру; 4 – Пампало; 5 – Валкеасуо; 7 – Сеппонен; 27 – Оутокумпу; 28 – Виханги, 29 – Пюхясалми; 44 – Копса; 45 – Юоухинева; 49 – Исovesи; 50 – Илеярви; 51 – Кутемаярви; 52 – Юокисиву; 59 – Кангаскюля; 60 – Лайвакангас; 61 – Похлола; 62 – Осиконмяки; 64 – Хавери; 69 – Пюхяламми; 78 – Тервасмяки; 79 – Таммиярви; 80 – Ахвенлампи; (Россия, С. Приладожье) 6 – Ялонвара; 9 – Койтонъярви; 8 – Райконкоски; 63 – Пякюля (Алатту); 65 – Янис; 146 – Питкулампи; 147 – Маймъярви; 148 – Ятулий; 171 – Соаньйоки; 180 – Центральное; 181 – Хюрсюля; 183 – Няльмозерское; 184 – Ведлозерское

Таблица 1

Генетические типы золоторудной минерализации Свекофеннского складчатого пояса

Генетический тип	Геологические структуры	Возраст, млрд лет	Месторождения, рудопроявления
Орогенический мезозональный	Шеллефте, Бергслаген, Раахе-Хаапаярви, Тампере, Центральная Остроботния, Саво, Ваммала, Хяме, С. Приладожье	1,87–1,83	Акерберг, Бьеркдал, Осиконмяки, Лайвакангас, Пякюля, Алатту, Янис и др.
Порфировый (Intrusion-related)	Гелливаре, Шеллефте, Центральная Остроботния	1,9–1,85	Айтик, Бьеркдал, Копса, Юоухинева, Таллберг
VMS (колчеданный)	Раахе-Ладожская, Шеллефте, Бергслаген, Фродерид	1,92–1,87	Оутокумпу, Пюхясалми, Виханги, Удден, Ренстром, Фалун
Эпитермальный (+метаморфизм)	Тампере, Шеллефте	~1,9	Кутемаярви, Болиден, Энасен, Исovesи, Йокисиву

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена с использованием данных [2, 3 и др.]; месторождения VMS типа являются комплексными золотосодержащими и соответственно в данной статье не рассматриваются.

Определяющим в формировании орогенических месторождений золота, кроме основополагающих факторов, необходимых для образования рудных концентраций [8], является также наличие базовых золоторудных формаций, повышенные содержания золота в которых могут и не достигать промышленных значений, но его форма нахождения предопределяет возможность последующего концентрирования в экономически значимых масштабах. При эволюции орогенической золоторудной системы происходит ремобилизация, перерас-

пределение и концентрирование золота базовой формации. Главными базовыми золоторудными формациями в обсуждаемой части Свеккофеннского складчатого пояса являются порфировая, черносланцевая и колчеданная. В зависимости от вещественного состава рудовмещающих пород выделяются орогенические золоторудные концентрации нескольких подтипов, характеризующиеся типоморфными рудными продуктивными и сопутствующими минеральными ассоциациями и определенными метасоматитами (табл. 2).

Таблица 2

Минеральные ассоциации золоторудных месторождений и проявлений Свеккофеннского складчатого пояса (Ю. Финляндия, Ю. Карелия)

Тип оруденения, фация вмещающих пород	Минеральные ассоциации		
	Рудные		Нерудные
	Продуктивные	Сопутствующие	
1. Орогенический			
Гипабиссальные интрузии: диориты, габбро, тоналиты, гранодиориты	Lol _{12,0} , Asp, Sb, Sf _{8,0} , Gd _{7,5} , Tet, Bor, Bul, Bur, Sb-Pb сульфосоли, Bi _{5,0} , Jos _{4,4} , Hed, Mld, Te-ды, El, Au _{0,6} ; U_m = 3,9	Ru _{34,4} , Ilm, Hem, Mgt _{18,4} , She _{22,8} , Pov, Mo _{15,8} , Po _{8,9} , Py, Mrc, Cub, Hpy, Cov, Ulm _{7,4} , Icn _{4,5} , Gal _{3,1} ; U_m = 14,0	Q, Pl, Mk, Bt, Ser, Ep, Hl, Sos, Cal, Tu, Di; Q и Q-Ер жилы
Экзозона гипабиссальных интрузий: контрастные вулканогенно-осадочные толщи	Asp _{9,9} , Hpy, Sf _{8,0} , Vol, Dys, BiSe, El, Au _{0,6} ; U_m = 4,0	Mo _{18,4} , Lol, Po, Py, Cub _{8,7} , Gal _{3,1} ; U_m = 9,6	Q, Tu, Tr, Gru, Grf, Di, Bt, Hl, Ser; Q-Tu жилы
Субвулканические тела плагиопорфиров и порфиров в контрастных по составу толщах, их эндо- и экзоконтакты	Lol _{12,0} , Asp, AuSb, Ant, Brt, Sb, Sf, Gd, Cst _{7,4} , Tet _{6,3} , Bul, Bur _{5,2} , Jos _{4,4} , Tdm, Tsu, TeBi, Alt, Mld, Pls, Au _{0,6} ; U_m = 5,9	Ilm _{23,8} , She, Hem, Mgt, Mo _{15,8} , Cob _{9,8} , Po, Py, Cub, Hpy, Ulm _{7,4} , Vlr, Gal _{3,1} ; U_m = 12,0	Q, Ser, Ep, Amf, Hl; Q-Tu жилы
2. Эпитермальный			
Вулканогенно-осадочные толщи контрастного состава вблизи гипабиссальных интрузий диоритов, тоналитов	AuSb _{9,4} , Sb, Gd _{7,5} , Jms _{6,3} , Bul, Pb-Sb сульфосоли, Bur _{5,2} , AuTe _{4,0} , TeBi, Klv, Frb, Cla, Pb, Alt, Te, Hes, Pts, El, Au _{0,6} ; U_m = 3,9	Ru _{34,4} , Hem, Mgt _{18,4} , Asp _{9,9} , Po, Py, Cub, Hpy, Sf, Ulm _{7,4} , Gal _{3,1} ; U_m = 12,5	Q, Ser, Prf, And, Top, Flr, Kln, Ru, Ap, Tu, Hl, Flg, Adl, Tit; серицитизация, аргиллизация
3. Порфиновый (granitoid-related)			
Тоналиты, диориты, гранодиориты, граниты	Lol _{12,0} , Sfl, Asp, Cob, Py, Cub, Hpy, Bor _{5,9} , Bi _{5,0} , Bi-сульфосоли, BiTe _{3,5} ; U_m = 7,3	Ru _{34,4} , She, Mo _{15,8} , Po _{8,9} , Py, Mrc, Sf, Stn _{7,3} ; U_m = 14,3	Q, Tu, Ser, Kal; окварцевание, карбонатизация

Примечание. Alt – алтаит, Ant – антимонит, Arg – аргентит, Asp – арсеницит, Au – золото, AuSb – аурустибит, AuTe – золото-теллуриды, Brt – бертьерит, Bor – борнит, Bul – буланжерит, Bur – бурнонит, Vlr – валлериит, Bi – висмут, BiSe – висмутоселениды, Vol – вольтскит, Gal – галенит, Hed – хедлит, Hem – гематит, Hes – гессит, Gla – глаукоцит, Gd – гудмундит, Jms – джемсонит, Dis – дискразит, Jos – жозит, Icn – иконолит, Ilm – ильменит, Klv – калаверит, Cla – клаустолит, Cob – кобальтин, Cov – ковелит, Clr – колорадоит, Cst – костибит, Crn – креннерит, Cub – кубанит, Lol – леллингит, Mgt – магнетит, Mld – мальдонит, Mrc – марказит, Mo – молибденит, Pts – петцит, Pls – пильзенит, Py – пирит, Po – пирротин, Pov – повеллит, Ru – рутил, Sfl – сафлорит, Pb – свинец сам., Stn – станнин, Sb – сурьма, Sf – сфалерит, Te – теллуриды, TeBi – теллуrowисмутит, Tdm – тетрадимит, Tet – тетраэдрит, Ulm – ульманит, Frb – фробергит, Hpy – халькопирит, Tsu – цумоит, El – электрум; And – андалузит, Ap – апатит, Adl – адуляр, Amf – амфибол, Bt – биотит, Hdb – геденбергит, Grn – гранат, Grf – графит, Gru – грюнерит, Di – диопсид, Ka – кальцит, Kln – каолин, Q – кварц, Cum – куммингтонит, Mk – микроклин, Prf – пирофиллит, Pl – плагиоклаз, Ser – серицит, Sos – сюсюрит, Top – топаз, Tr – тремолит, Tit – титанит, Tu – турмалин, Hl – хлорит, Flg – флогопит, Flr – флюорит, She – шеелит, Ep – эпидот.

Подстрочный символ в обозначении минерала (Lol_{12,0}) – удельная энергия кристаллической решетки минерала; U_m – средняя удельная энергия кристаллической решетки минерала.

Орогеническим золоторудным объектам, приуроченным к гипабиссальным интрузиям тоналитов, гранодиоритов, диоритов и габбро (Осиконмяки, Лайвакангас, Похлола, Киимала, Весипера, Кяпикорпи – в Финляндии и Алатту, Пякюля, Янис – в С. Приладожье Ю. Карелии), свойствен широкий набор рудных минералов от сравнительно высокотемпературных (рутил, ильменит, магнетит, гематит, шеелит, повеллит,

молибденит – сопутствующая ассоциация) до средне- и низкотемпературных (сульфосоли сурьмы и свинца, самородные висмут и сурьма, теллуриды, соединения золота и свободное золото), относящихся, по уровню значений удельной энергии кристаллической решетки (U_m), вероятно, к четырем парагенетическим ассоциациям. Рудная минерализация локализована преимущественно в кварцевых и кварц-эпидотовых

жилах и метасоматитах, сопоставимых с березитами и пропилитами. Этот же тип оруденения, приуроченный к экзоконтактам малоглубинных интрузий преимущественно среднего состава и на удалении от них (Пириля, Антиноя, Кангаскюля, Олтава, Суденкюля, Илийоки, Хакоярви, Исovesи, Хавери и др. – в Финляндии; Райконкоски, Койтонъярви – в С. Приладжье Ю. Карелии), характеризуется гораздо более бедной минерализацией, представленной средне- и низкотемпературной парагенетическими ассоциациями (табл. 2), сосредоточенными главным образом, в кварц-турмалиновых жилах и метасоматически измененных (окварцевание, серицитизация, биотитизация, турмалинизация) контрастных по составу вулканогенно-осадочных толщах. Орогеническая золоторудная минерализация в субвулканических телах плагиопорфириров, порфириров и их экзоконтактах (Ангесьярви, Хиетаярви, Сипиля, Каллиосало, Тервасмяки – в Финляндии; Янисъйоки – С. Приладжье Ю. Карелии) более разнообразна в видовом отношении по сравнению с предыдущей (табл. 2), охватывая как высокотемпературную область (ильменит, магнетит, гематит, шеелит, молибденит), так и низкотемпературную (теллуриды, самородное золото). Морфологически она локализована в кварц-турмалиновых жилах и породах, подвергшихся окварцеванию, серицитизации, эпидотизации и хлоритизации.

Кроме приведенных видовых различий минералогии фациальных подтипов орогенических золоторудных месторождений и проявлений, отмечаются также отличия их минеральных ассоциаций по величине средней U_m (табл. 2), отражающей по существу интенсивность и масштабность проявления низкотемпературной стадии минералообразования [9], именно в которую происходит массовая кристаллизация самородного золота и его минералов-спутников (сульфосоли, самородные сурьма и висмут, теллуриды). Наиболее низкие значения средней U_m (3,9) для продуктивной рудной ассоциации и высокие (14,0) для сопутствующей, отражающие в качественном аспекте полноту и завершенность проявленного рудного процесса, характерны для золоторудных месторождений орогенического типа, приуроченных к гипабиссальным интрузиям диоритов, габбро, тоналитов, гранодиоритов (табл. 2). Данный вывод согласуется и с масштабностью месторождений. Наиболее крупными по запасам золота орогеническими месторождениями в рассматриваемой части Свекофеннского складчатого пояса являются Осиконмяки (9 т) и Лайвакангас (8 т), локализованные в тоналитах, подвергшихся сдвиговым дислокациям и метасоматическим преобразованиям. В этом аспекте рудопоявление Пякюля в С. Приладжье, геологически сходное с месторождением Осиконмяки и сопоставимое с ним по величине средней U_m ,

представляется высокоперспективным золоторудным объектом с тождественными прогнозными ресурсами золота.

Оруденение золота эпитермального типа имеет крайне ограниченное распространение в рассматриваемом регионе (Кутемаярви, Йярвенпяя в сланцевом поясе Тампере), но играет при этом исключительно важную экономическую роль, так как единственным разрабатываемым в настоящее время золоторудным месторождением не только на юге Финляндии, но и на всей ее территории является Кутемаярви. Минералогия этих золоторудных объектов разнообразна и специфична, в особенности для нерудных ассоциаций, определяющих главные характеристические признаки данного типа оруденения (табл. 2). Наряду с доминирующими кварцем и серицитом золотонесущие метасоматиты, слагающие субвертикальные трубообразные тела вблизи гипабиссальных интрузий диоритов и тоналитов, содержат в значительных количествах пиррофиллит, андалузит, топаз, флюорит, адуляр, каолин, в совокупности определяющие их формационную принадлежность к своеобразным вторичным кварцитам. Рудная минерализация в них представлена несколькими ассоциациями с преобладающим развитием низкотемпературных сульфосолей свинца, сурьмы, висмута, теллуридов, селенидов, соединений золота и его свободных ультрадисперсных (<0,05 мм) выделений. В состав продуктивной золотонесущей минеральной ассоциации оруденения эпитермального типа входят ряд минералов (теллуровисмутит – Bi_2Te_3 , калаверит – $AuTe_2$, фробергит – $FeTe_2$, клаусталит – $PbSe$, гессит – Ag_2Te , петцит – Ag_3AuTe_2 , самородные свинец и теллур), не встречающихся в свекофенских золоторудных объектах других генетических типов. Средние значения U_m продуктивной (3,9) и сопутствующей (12,5) минеральных ассоциаций эпитермальных золоторудных месторождений Свекофеннского складчатого пояса (табл. 2) согласуются с прямыми геолого-минералогическими признаками, свидетельствующими о нередуцированном развитии рудного процесса на месторождении Кутемаярви, что находит также отражение и в прогрессивном увеличении его ресурсов по мере дальнейшего изучения и эксплуатационной разведки.

Свекофенские золоторудные объекты порфирирового типа в С. Приладжье не известны, хотя синорогенный малоглубинный магматизм, продуцирующий на территории Ю. Финляндии комплексные золотопорфирировые месторождения (Копса, Юохинева, Кюрюля, Ритовуори), в его пределах развит достаточно широко. Формирование порфирирового оруденения происходило в широком температурном интервале на фоне ретроградных гидротермально-метасоматических пре-

образований (окварцевание, серицитизация, турмалинизация, карбонатизация) рудовмещающих тоналитов, диоритов, гранодиоритов, гранитов. При этом высокотемпературные (рутил, шеелит, молибденит) и низкотемпературные (висмут самородный, сульфосоли висмута и висмутотеллуриды) рудные минералы в своем распространении значительно уступают среднетемпературным (пирит, халькопирит, арсенопирит и др.). Вследствие этого средние значения U_m для продуктивной и сопутствующей минеральных ассоциаций оруденения данного типа существенно выше, чем для орогенического и эпитермального оруденения (табл. 2), а содержания золота в рудах (0,4 г/т) соответственно значительно ниже.

Средние значения U_m продуктивных минеральных ассоциаций рассматриваемых золоторудных месторождений и проявлений сильно зависят от масштабности развития в их рудах сульфосолей и теллуридов. По активности теллура на завершающей стадии минералообразования резко выделяются месторождения эпитермального типа (полное насыщение – кристаллизуются калаверит, самородный теллур), тогда как в порфировых и орогенических месторождениях теллуридная ассоциация не эволюционирует далее гессита.

Сравнительный анализ разнотипных продуктивных минеральных ассоциаций золоторудных месторождений и проявлений Свекофеннского складчатого пояса показал, что наибольшей информативной значимостью обладают ассоциации эпитермального оруденения (табл. 2), предопределяющие возможность однозначной идентификации проявлений золота данного типа. Минеральные ассоциации порфирового и орогенического типов золотого оруденения в этом аспекте

менее информативны, и их использование в генетических и прогнозно-металлогенических целях становится еще более неопределенным, учитывая, что для орогенического оруденения все предшествующие ему рудные образования, включая и порфировые, могут выступать в роли базовой золоторудной формации. Вместе с тем для орогенических золоторудных концентраций, по сравнению с порфировыми, характерно более широкое развитие арсенопирита, сульфосолей свинца и теллуридов. При этом арсенопирит орогенических проявлений имеет очень высокие содержания золота (до 240 г/т, руд. Пякюля в С. Приладжье) и $S/As > 1,0$, а арсенопирит порфировых – низкие (<10 г/т) и $S/As < 1,0$, что согласуется с данными по арсенопиритам продуктивных и непродуктивных ассоциаций месторождений других регионов [10]. Средние значения удельной энергии кристаллической решетки (U_m) продуктивных и сопутствующих минеральных ассоциаций золотопоявлений различных генетических типов значимо отличаются (табл. 2). Минимальные ее значения (<3–4) для продуктивной ассоциации и максимальные (>12–14) для сопутствующей свидетельствуют о полноте и эволюционной завершенности проявленного рудного процесса, а также об интенсивности и масштабности низкотемпературного минералообразования, с которым сопряжена массовая кристаллизация самородного золота и его минералов-спутников. Вследствие этого величина среднего значения U_m , наряду с другими признаками, представляется достаточно эффективным критерием при качественной прогнозно-металлогенической оценке золоторудных проявлений, что в основе своей согласуется с мировой практикой [11, 12].

1. *Nironen M.* The Svecofennian orogen: A tectonic model // *Precambrian Research*. 1997. V. 86. P. 21–44.

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

3. *Sundblad K.* Metallogeny of gold in the precambrian of Northern Europe // *Economic Geology*. 2003. V. 98. P. 1271–1290.

4. *Geological setting and characteristics of the tonalite-hosted Paleoproterozoic gold deposit at Osikonmaki, Rantasalmi, southeastern Finland* // *Geol. Survey of Finland. Spec. Paper*. 25. 1998. 119 p.

5. *Иващенко В. И., Ручьев А. М., Лавров О. Б., Кондрашова Н. И.* Рудопроявление Пякюля – новый высокоперспективный тип благороднометалльного оруденения в докембрии Карелии // *Доклады РАН*. 2002. Т. 384, № 2. С. 232–237.

6. *Groves D. I., Goldfarb R. J., Gebre-Mariam M. et al.* Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types // *Ore Geology Reviews*. 1998. V. 13. P. 7–27.

7. *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. V. 98. P. 1–29.

8. *Рудообразующие процессы и системы*. М., 1989. 224 с.

9. *Шумская Н. И., Ляхницкая В. Д., Рахманова Н. В.* Генетическая минераграфия. СПб., 1999. 104 с.

10. *Бакшеев И. А., Кривицкая Н. Н., Брызгалов И. А., Кудрявцева О. Е.* Ранняя турмалин-пирит-арсенопирит-кварцевая минерализация Дарасунского золоторудного месторождения, Восточное Забайкалье // *Минералогия во всем пространстве сего слова*. СПб., 2004. С. 116.

11. *Константинов М. М., Некрасов Е. М., Сидоров А. А., Стружков С. Ф.* Золоторудные гиганты мира. М., 2000. 272 с.

12. *Wallece A. B.* Possible signatures of buried porphyry copper deposits in Middle to Late Tertiary volcanic rocks of Western Nevada // *Programs and Abstracts, 5 Symposium, Snowbird, Alta, Utah, USA*. 1978. p. 198.