

## Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

УДК 553.3

DOI 10.21285/0130-108X-2016-56-3-9-19

### ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ И РУДОНОСНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ХАУТАВААРСКОЙ СТРУКТУРЫ (ЮЖНАЯ КАРЕЛИЯ)

© Ф.А. Гордон<sup>1</sup><sup>1</sup>Санкт-Петербургский Горный Университет, 199106, Россия, г. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 2.

Хаутаваарская структура Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса представляет особый геологический интерес в связи с потенциальной золотоносностью верхнеархейских вулканогенно-осадочных толщ, вмещающих колчеданное оруденение и сопряженных с ними интрузивных комплексов кислого, основного и ультраосновного составов. При невысоких концентрациях золота (0,2–0,3 г/т), прогнозные ресурсы по категории Р<sub>3</sub> на Хаутаваарской площади составляют 10–35 т. В северо-восточной части структуры изучены исходные породы, гидротермально-метасоматические образования и их рудная минерализация. Наиболее ранним и широко проявленным процессом гидротермально-метасоматического изменения пород является пропилитизация, локально проявлены поздние кварц-карбонат-серицитовые и тальк-хлоритовые ассоциации. В измененных породах вулканогенно-осадочных толщ фиксируется увеличение содержания сульфидов с переходом от пиритовой рудно-минеральной ассоциации к пирротиновой и халькопирит-пирротиновой. В габброидах, первично обогащенных титаномagnetитом, также возрастает количество сульфидов с появлением арсенидной ассоциации, представленной арсенидопиритом, кобальтином, герсдорфитом. Установлено, что в пределах исследуемой площади золоторудная минерализация локализована в телах габброидов, прорывающих вулканогенно-осадочные толщ, контролируется зоной интенсивного проявления разрывных нарушений и приурочена к кварц-карбонат-серицитовым и биотит-эпидотовым метасоматическим ассоциациям. Самородное золото ассоциирует с минералами висмута и теллура, образуя неравномерную микрозернистую вкрапленность. По обстановкам локализации и сопутствующим рудно-минеральным парагенезисам выделено два типа золотоносного оруденения: халькопирит-золото-висмутовая минерализация, сопоставимая с мезотермально-Аu полисульфидным типом в зонах сдвиговых дислокаций и пирит-золото-висмутовая минерализация с молибденитом и шеелитом, сопоставимая по своим характеристикам с золото-сульфидно-кварцевым молибденсодержащим типом оруденения.

*Ключевые слова:* зеленокаменный пояс, Карелия, колчеданное оруденение, гидротермально-метасоматические изменения, золото.

**Формат цитирования:** Гордон Ф.А. Гидротермально-метасоматические ассоциации и рудоносность северо-восточной части Хаутаваарской структуры (Южная Карелия) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2016. № 3 (56). С. 9–19. DOI 10.21285/0130-108X-2016-56-3-9-19.

### HYDROTHERMAL-METASOMATIC ASSOCIATIONS AND ORE MINERALIZATION IN THE NORTH-EAST PART OF THE KHAUTAVAARA STRUCTURE (SOUTH KARELIA)

F.A. Gordon

Saint-Petersburg Mining University, 2, 21<sup>st</sup> line V.O., Saint-Petersburg, 199106, Russia.

The Khautavaara structure of Vedlozero-Segozero greenstone belt presents a particular geological interest due to its potential gold mineralization in Upper Archean volcano-sedimentary rocks, hosting massive sulfide ore, and related acid, basic and hyperbasic intrusion complexes. Despite of the low gold concentrations (0.2–0.3 ppm)

<sup>1</sup>Гордон Фаина Андреевна, аспирант кафедры геологии и разведки месторождений полезных ископаемых, тел.: (812) 3288257, e-mail: fany.gordon@yandex.ru

Gordon Faina, Postgraduate of the Department of Geology and Exploration of Mineral Deposits, tel.: (812) 3288257, e-mail: fany.gordon@yandex.ru

forecast resources on the Khautavaara square compose 10–35 t by the category P<sub>3</sub>. Source rocks, hydrothermal-metasomatic formations and their ore mineralization have been studied in the north-east part of the structure. Propylitization is the earliest and most common kind of hydrothermal-metasomatic alterations. Local development of later quartz-carbonate-sericite and talk-chlorite associations is observed. In altered volcano-sedimentary rocks the amount of sulfides increases with the transition from pyrite to pyrrhotite and chalcopyrite-pyrrhotite mineral association. Gabbroids primary enriched with titanomagnetite feature the increased amount of sulfides in the presence of arsenide mineral association represented by arsenopyrite, cobaltite, and hersdorffite. It is found that within the investigated area gold mineralization is located in gabbroid bodies cropping out the volcanogenic sedimentary rocks, controlled by the shear-zone and linked to the quartz-carbonate-sericite and biotite-epidote metasomatic associations. Native gold associates with bismuth and tellurium minerals with the formation of irregular fine-grained impregnation. Two types of gold mineralization are distinguished by the localization and accompanying ore and mineral paragenesis: chalcopyrite-gold-bismuth mineralization comparable to the mesothermal-Au polysulfide occurrence type in shear-zones; pyrite-gold-bismuth mineralization with molybdenite and scheelite comparable to gold-sulfide-quartz molybdenum-bearing occurrence type by its characteristics.

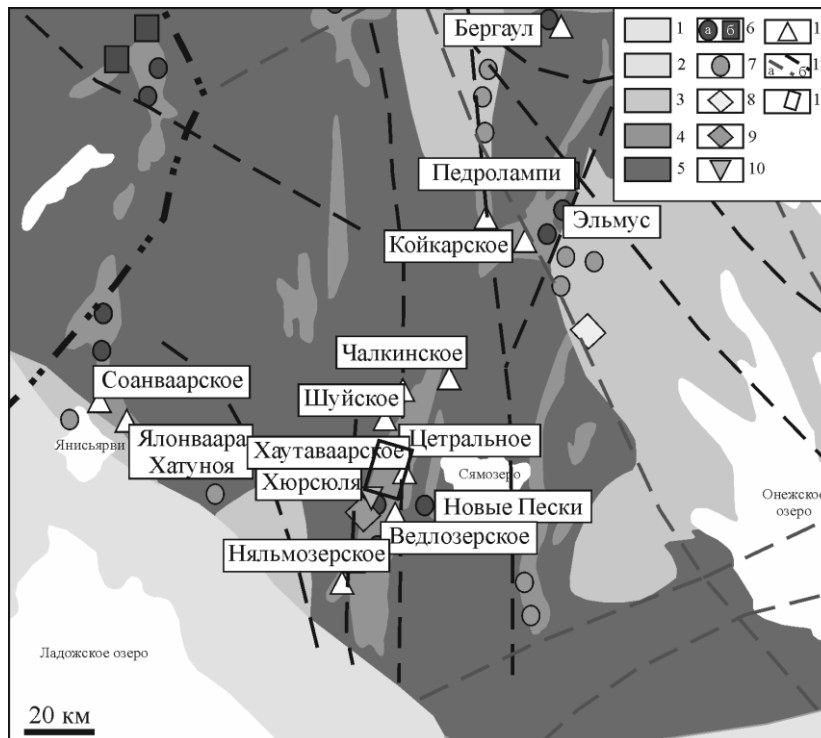
*Keywords:* greenstone belt, Karelia, massive sulfide ore, hydrothermal-metasomatic alteration, gold

**For citation:** Gordon F.A. Hydrothermal-metasomatic associations and ore mineralization in the north-east part of the Khautavaara structure (South Karelia). Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences, Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Prospecting and Exploration of Ore Deposits. 2016. No. 3 (56). Pp. 9–19. DOI 10.21285/0130-108X-2016-56-3-9-19.

### Введение

Хаутаваарская зеленокаменная структура трогового типа расположена в пределах Ведлозерско-Сегозерского

зеленокаменного пояса восточной части Балтийского щита, к которому приурочены известные в Карелии проявления золота Эльмус, Педролампи и др. (рис. 1).



**Рис. 1. Схема размещения благороднометалльных месторождений и проявлений на территории Карелии [1]:**

1 – платформенный чехол; 2 – Свекофенский складчатый пояс; 3–5 – Карельская гранит-зеленокаменная область: 3 – ятулий, людииковий, калевий, вепсий нерасчлененные; 4 – сумий и сариолий нерасчлененные; 5 – лопий; 6–7 – золоторудные объекты (а – месторождения, б – проявления); 6 – архейские, 7 – протерозойские;

8–10 – золотосодержащие платинометалльные месторождения и проявления, рудно-формационные типы: 8 – трапповый толеит-базальтовый, 9 – габбро-пироксенитовый, 10 – платино-палладиевый с золотом коматит-базальтовый; 11 – серноколчеданные месторождения; 12 – тектонические нарушения; 13 – Хаутаваарская структура

В 50-е гг. XX в. в Хаутаваарской структуре было выявлено месторождение и несколько проявлений колчеданных руд [1]. Многие исследователи указывали, что руды большинства колчеданных месторождений и проявлений Карелии золотоносны [2]. При невысоких концентрациях (0,2–0,3 г/т), но значительном масштабе развития прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  на Хаутаваарской площади составляют 10–35 т [3]. Несмотря на более чем полувековую историю исследований, некоторые вопросы геологического строения и рудоносности Хаутаваарской структуры остаются дискуссионными. В последние годы в пределах северо-восточной части Хаутаваарской структуры выполнены поисковые работы на золото (РГЭЦ – филиал ФГУГП «Урангео», отчет о результатах работ по договору № 1/01-08 от 28.01.2008 г. с ООО «Онего-Золото»: «Геохимические поиски золота по вторичным ореолам на Хаутаваарском участке (Республика Карелия)», ООО «Биоланд», отчет о результатах геохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния в пределах участка недр «месторождение рудного золота Хюрсюльское» в рамках лицензии ПТЗ 01666 БЭ от 28.02.2013 г.) и научно-исследовательские изыскания Л.В. Кулешевич и др. [4, 5]. Эти данные послужили основанием для начала нового этапа исследований, целью которых явилось выявление условий локализации и вещественного состава пород и руд изучаемой территории.

В плане выполнения этого этапа в настоящей статье рассматриваются минеральные ассоциации Хаутаваарской площади.

#### **Материал и методы исследования**

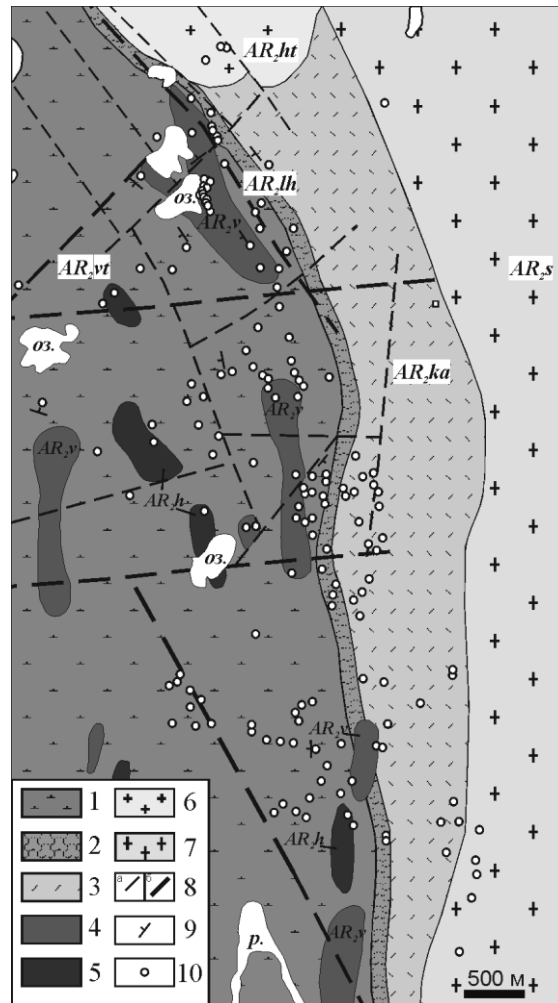
Работа основана на систематизации и анализе трудов предшественников по изучению Хаутаваарской структуры в целом и результатах полевых исследований в пределах северо-восточной части площади. Исследование каменного материала построено на комплексном минералого-петрографическом исследовании

гидротермально-метасоматических образований посредством петрографического изучения прозрачных шлифов измененных и исходных горных пород на микроскопе Leica DM2700 P с использованием отечественных методик [6, 7]. Анализ последовательности минералообразования и выявление закономерностей распределения рудной минерализации в отдельных зонах измененных пород, а также определение состава благороднометалльной минерализации проведен в результате минераграфического и микронзондового исследования аншлифов на световом микроскопе Leica DM2700 P, сканирующем электронном микроскопе ТМ 3000, оснащенный приставкой энергодисперсионного микроанализа OXFORD (Ресурсный центр микроскопии и микроанализа СПбГУ, аналитик Е.А. Брусницына) и микроскопе-микроанализаторе CamScan MV 2300 (ВСЕГЕИ, аналитик Е.Л. Грузова).

#### **Геологическое строение северо-восточной части Хаутаваарской структуры**

Центральная часть площади сложена лопийскими ( $AR_2lp$ ) вулканогенно-осадочными толщами вьетукалампинской, лоухиваарской и калаярвинской свит, к которым приурочены выходы интрузивных массивов феррогаббро Вьетукалампинского комплекса и ультрабазитов Хюрсюльского комплекса (рис. 2). На севере участка лопийские толщи перекрывает Хаутаваарский санукитоидный массив, дифференцированный от монцогаббро до умереннощелочных гранитов, на восточной границе – Шуйский диорит-плагиогранитный комплекс [5, 8]. Первичным элементом тектонического строения Хаутаваарской зоны являются вулканические постройки, размещение которых контролируется субмеридианальным глубинным разломом [9].

Породы вьетукалампинской свиты представлены андезитовыми и дацитовыми порфиритами с прослоями кварцсерицитовых и кварц-биотитовых сланцев, лоухиваарская свита – мелкозернистыми амфиболитами и кварц-амфибо-



**Рис. 2. Схема геологического строения северо-восточной части Хаутаваарской структуры (составлена по материалам полевых наблюдений и данным С.А. Светова, В.В. Сиваева, А.Ф. Горошко, Л.В. Кулешевич, С.И. Рыбакова):**

1–3 лопийские вулканогенно-осадочные толщи: 1 – виетукалампинская свита  $AR_{2vt}$ , 2 – лоухиваарская свита  $AR_{2lh}$ , 3 – калаярвинская свита  $AR_{2ka}$ ; 4–7 интрузивные комплексы: 4 – феррогаббро  $AR_{2v}$  (Виетукалампинский), 5 – ультрабазиты  $AR_{2h}$  (Хюрсюльский), 6 – Хаутаваарский  $AR_{2ht}$  (санукитоиды), 7 – Шуйский  $AR_{2s}$  (граниты, гранитогнейсы); 8 – разломы (а – поздние, б – ранние), 9 – элементы залегания; 10 – точки опробования

ловыми, кварц-магнетитовыми сланцами. В составе калаярвинской свиты преобладают мелкозернистые слоистые породы дацитового состава.

**Рудные минералы.** В составе лоухиваарской и калаярвинской свит Хаутаваарской структуры присутствуют линзы колчеданной руды, приуроченные к графитистым сланцам [9]. В пределах исследуемого участка углеродистые сланцы нами не обнаружены, видимо, вследствие непостоянства мощности и фациального состава вулканогенно-осадочных толщ. Содержание рудных минералов не превышает 5%. Они представлены ильменитом, магнетитом, пиритом (до 3%), пирротинном, халькопиритом.

Феррогаббро Виетукалампинского комплекса. Массивы и небольшие дайки распространены преимущественно в центральной и западной частях площади, дифференцированы от мезократовых до меланократовых габбро, хорошо выделяются в магнитном поле в связи с повышенным содержанием магнетита, титаномагнетита и ильменита [4]. Рудные минералы представлены неравномерной мелкозернистой вкрапленностью титаномагнетита, ильменита, халькопирита, пирротина, пирита. Содержание титаномагнетита в породах колеблется от 5 до 10%, сульфидов (преобладает халькопирит) – не превышает 3%.

В составе гипербазитоа Хюрсюльского комплекса дайки ультраосновных пород распространены в центральной и южной частях площади, ориентированы субмеридианально и маркируют глубинный разлом. Это оливиниты, пироксениты, амфиболовые перидотиты, для которых характерно повышенное содержание рудной компоненты – до 15%. Рудные минералы представлены преимущественно магнетитом, титаномагнетитом, ильменитом.

Шуйский комплекс включает кварцевые диориты, тоналиты, плагиограниты, прорывает породы калаярвинской свиты на востоке площади.

Хаутаваарский санукитоидный массив занимает северную часть площади, имеет размер 6×2,5 км, сложен породами нормального и субщелочного ряда – диориты-гранодиориты и монцониты, сиениты, граниты. В пределах массива, к северу от исследуемой площади, известны Хаутаваарское молибденовое и Центральное Хаутаваарское (Au-S-кварцевое) проявления [4, 5].

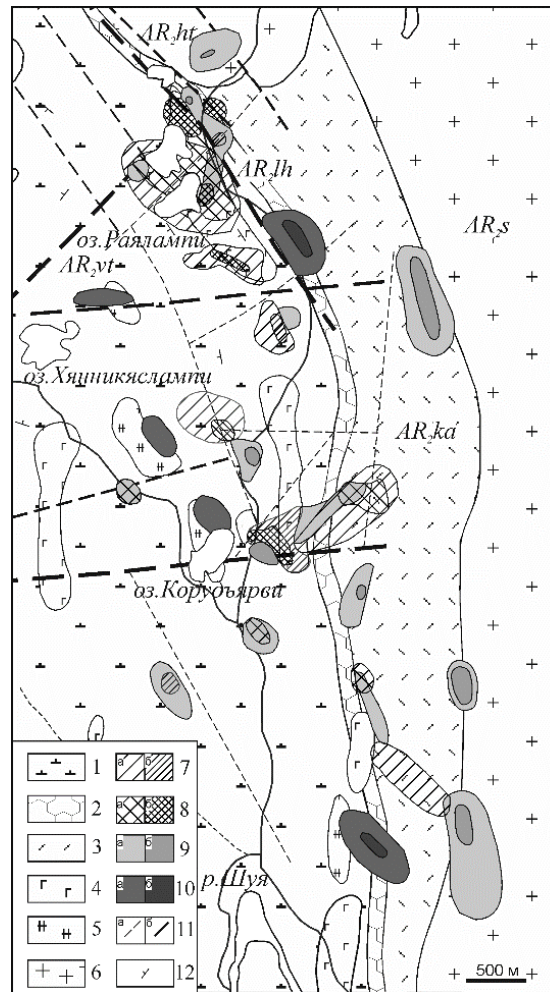
#### **Гидротермально-метасоматические ассоциации**

Все породы участка метаморфизованы в условиях эпидот-амфиболитовой фации метаморфизма андалузит-силлиманитового типа при частичном сохранении первичных вулканических структур [8, 10]. Исследования гидротермально-метасоматических ассоциаций проводились по методике Е.В. Плющева, В.В. Шатова и др. [6, 7]. Критериями выделения минеральных ассоциаций в ранге метасоматических, служили: а) приуроченность к зонам проявления разрывных нарушений и субвулканических интрузивов; б) секущий характер по отношению к метаморфической зональности; в) наложенный характер поздних рудных парагенезисов; г) отсутствие барофильных минералов. Установлены эпигенетические ассоциации и возрастные взаимоотношения с исходной породой, выполнена количественная оценка содержания в породе как отдельных минералов, так и ассоциации в целом.

В результате составлена схема образования эпигенетических ассоциаций, отражающая их состав и интенсивность развития в пределах северо-восточной части Хаутаваарской структуры (рис. 3).

Для пород вулканогенно-осадочных толщ и сопряженных с ними интрузивных комплексов наиболее ранним и широко проявленным процессом гидротермально-метасоматического изменения является пропилитизация. Ассоциация эпигенетических минералов представлена альбитом, хлоритом, кальцитом, кварцем, эпидотом, биотитом. Установлено сочетание зон развития ранней альбит-хлорит-кварц-кальцитовой и поздней биотит-эпидотовой ассоциаций, соответствующее прогрессивной направленности гидротермально-метасоматических процессов. Альбит-хлорит-кварц-кальцитовая ассоциация характеризуется широким ореолом распространения, содержание в породах достигает 50%. Эпидотизация и биотитизация пород развивается неравномерно, в ассоциации наблюдается переменное преобладание одного из компонентов вплоть до полного исчезновения второго. В породах всех типов эпидотизация носит наложенный характер по отношению к биотитизации, что, вероятно, отражает переход к регрессивному режиму развития системы и соответствует стадии нарастающей кислотности. В пределах зон развития биотит-эпидотовых метасоматитов в породах вулканогенно-осадочных толщ содержание рудной компоненты увеличивается до 12%. Фиксируется переход от пиритовой минеральной ассоциации к пирротиновой и халькопирит-пирротиновой при постоянной второстепенной роли сопутствующей ильменит-магнетитовой минерализации (рис. 4, а).

Содержание рудной компоненты в габброидах возрастает до 18%. Пирротин и халькопирит замещают реликтовые агрегаты титаномагнетита, развиваясь меж зерен ильменита (рис. 4, б). К описанной выше сульфидной ассоциации присоединяются арсенопирит,



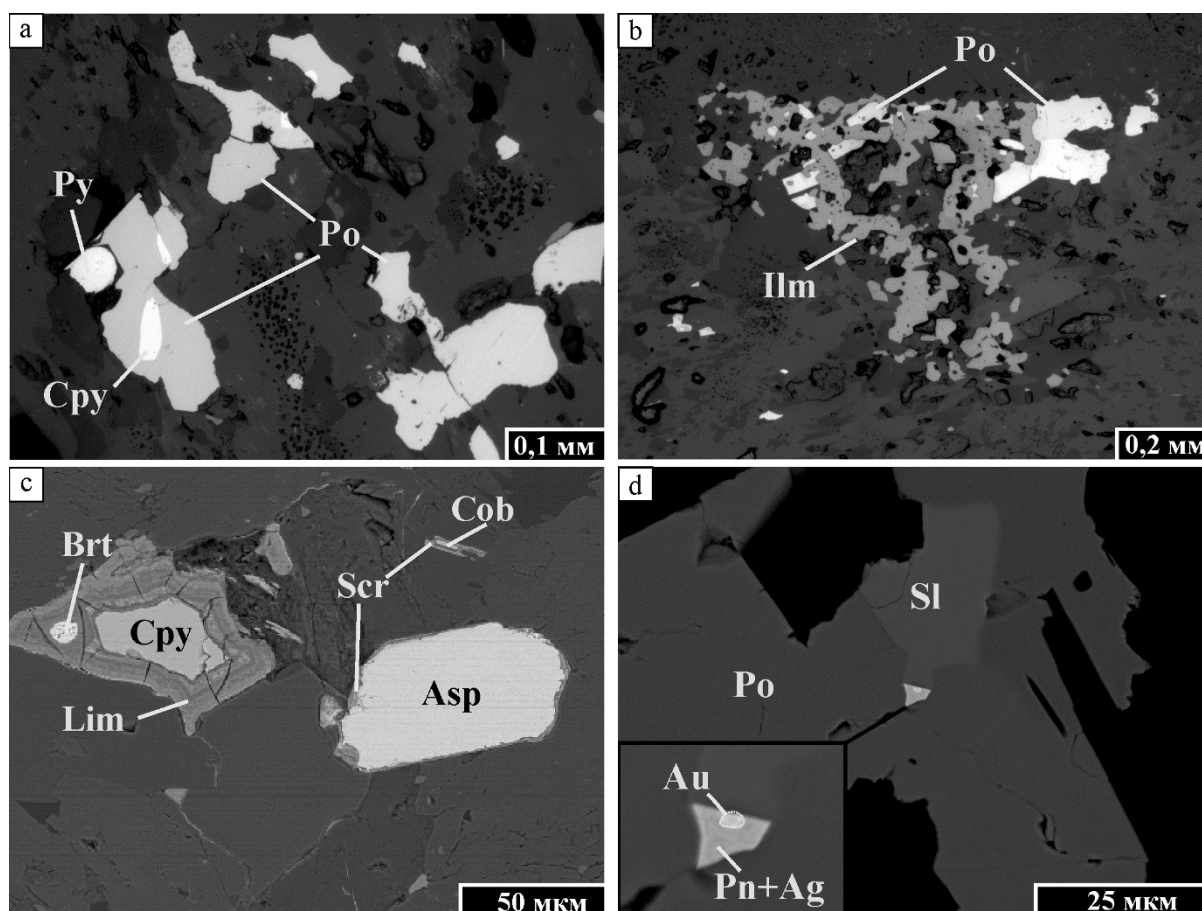
**Рис. 3. Схема проявления гидротермально-метасоматических ассоциаций в северо-восточной части Хаутаваарской структуры:**

1–3 лопийские вулканогенно-осадочные толщи: 1 – виетукалампинская свита AR<sub>2vt</sub>, 2 – лоухиваарская свита AR<sub>2lh</sub>, 3 – калаярвинская свита AR<sub>2ka</sub>; 4–7 интрузивные комплексы: 4 – феррогаббро AR<sub>2v</sub> (Виетукалампинский), 5 – ультрабазиты AR<sub>2h</sub> (Хюрсюльский), 6 – Хаутаваарский AR<sub>2ht</sub> и Шуйский AR<sub>2s</sub> массивы, 7 – альбит-хлорит-кварц-кальцитовая ассоциация (а – слабо-умеренно проявленная (<15% новообразований), б – интенсивно проявленная (15–50% новообразований)); 8 – биотит-эпидотовая ассоциация (а – интенсивно проявленная эпидотизация (15–50%), б – интенсивно проявленная биотитизация (15–50%)); 9 – кварц-карбонат-серицитовая ассоциация (а – слабо-умеренно проявленная (<15% новообразований), интенсивно проявленная (15–30% новообразований)); 10 – хлорит-тальковая ассоциация (а – слабо-умеренно проявленная (<15% новообразований), б – интенсивно проявленная (15–50% новообразований)); 11 – разломы (а – поздние, б – ранние); 12 – элементы залегания

кобальтин, герсдорфит, сфалерит, галенит, пентландит, аргентопентландит (единичное зерно с микронным включением золота) (рис. 4, с, d). Участки развития хлорит-тальковых метасоматитов приурочены к породам лоухиваарской свиты, контактам вулканитов виетукалампинской свиты и серпентинизированных гипербазитов Хюрсюльского комплекса, сопутствуют поздней сульфидизации преобразованных ультраос-

новных пород. Серицитизация, карбонизация и окварцевание лопийских вулканогенно-осадочных толщ проявлены локально, интенсивность процессов заметно нарастает в зонах трещиноватости и вблизи контактов с Шуйским и Хаутаваарским гранитоидными массивами. Вероятно, по времени образования кварц-карбонат-серицитовая и хлорит-тальковая ассоциации относятся к одно-возрастным образованиям.





**Рис. 4. Рудная минерализация в зонах развития биотит-эпидотовой метасоматической ассоциации**

(a, b – изображения в отраженном свете; c, d – BSE-изображения):

a – метавулканит, пирит (Py) с поздними пирротинном (Po) и халькопиритом (Cpy); b – феррогаббро, замещение ильменита (Ilm) пирротинном; c – феррогаббро, халькопирит с каймой лимонита (Lim) и тонкие каймы скородита (Scr) на арсенипирите (Asp) и кобальтине (Cob); d – феррогаббро, сфалерит (Sl) в пирротине со включением аргентопентландита (Pn+Ag), содержащего золото (Au)

Золоторудная минерализация устанавливается в феррогаббро Виетукалампинского комплекса на контактах с вмещающими метавулканитами и Хаутаваарским санукитоидным массивом, в условиях совмещения участков развития биотит-эпидотовых и кварц-карбонат-серцитовых изменений. Приурочена к зоне проявления интенсивной разрывной тектоники, контролируемой серией разрывных нарушений, с азимутами 330–350° и комплексом мелких нарушений северо-восточного простирания 220–240°. Зона выделяется развитием участков дробления, милонитизации, обохренности пород и систем секущих кварцевых и кварц-карбонатных прожилков. На рудную ассоциацию габброидов (магнетит, ильменит, сульфиды Fe,

Cu) накладывается поздняя золото-теллуридно-висмутовая минерализация, образующая неравномерную микрозернистую вкрапленность (5–10 мкм) в забандах кварцевых и кварц-карбонатных прожилков.

Самородное золото ассоциирует с мальдонитом, самородным висмутом, висмутином, баксанитом, хедлейитом (таблица).

Висмутин представлен гипидиоморфнозернистыми короткопризматическими и ксеноморфными кристаллами, замещающими реликтовые трещиноватые зерна пирита или образующими самостоятельную вкрапленность. Самородный висмут образует ксеноморфные зерна размером до 20 мкм, микрозернистые включения и каймы в висмутине и хедлейите

**Состав минералов золото-теллуридно-висмутовой ассоциации  
феррогаббро Виетукалампинского комплекса, мас.% / ат.%**

Минерал	O	S	Cu	Bi	Te	Au	Сумма
Бисмит $\text{Bi}_2\text{O}_3$	10,30/ 60,00			89,70/ 40,00			100,00
Висмутин $\text{Bi}_2\text{S}_3$		17,71/ 58,38		82,29/ 41,62			100,00
Висмутовая сульфосоль (?)		20,09/ 59,70	3,79/ 5,70	76,12/ 34,70			100,00
Баксанит (?) $\text{Bi}_6\text{Te}_2\text{S}_3$		9,48/ 38,70		79,14/ 49,60	11,38/ 11,70		100,00
Хедлейит $\text{Bi}_7\text{Te}_3$				79,88/ 70,80	20,12/ 29,20		100,00
Висмут самородный Bi				100,00/ 100,00			100,00
Мальдонит $\text{Au}_2\text{Bi}$				53,03/ 52,50		46,97/ 47,50	100,00

(рис. 5, *a*). Установлена следующая последовательность образования минералов Bi и Te: висмутин – висмутовая сульфосоль – баксанит, хедлейит – самородные Bi и Au – мальдонит.

На контакте с Хаутаваарским массивом в феррогаббро тонкочешуйчатые зерна золота ассоциируют преимущественно с самородным висмутом, мальдонитом, висмута-теллуридами и пиритом, отмечено спорадическое присутствие единичных лейст молибденита, идиоморфных кристаллов шеелита (рис. 5, *d*). Также характерна высокая степень окисления пород, проявленная в повсеместном замещении пирита гетитом, идиоморфных кристаллов барита и широко распространении бисмита, формирующего петельчатые формы и каймы обрастания по самородному Bi и его сульфидам (рис. 5, *c, e*). По мере удаления от экзоконтакта санукитоидного массива ведущую роль в сульфидной ассоциации габброидов приобретают халькопирит и висмутин, с сохранением сложной золото-теллуридно-висмутовой ассоциации и меньшим развитием минералов стадии окисления.

Самородное золото образует зерна изометрической, полигональной, уплощенной, округлой формы, величина по длинной оси – до 90 мкм (в среднем 20

мкм), с неравномерно меняющейся зазубренностью, крючковатыми загибами (рис. 5, *b*), отмечены единичные идиоморфные кристаллы размером не более 10 мкм (рис. 5, *f*). Мальдонит представлен чешуйчатыми зернами и пленками с рыжевато-бурой побегалостью размером до 50 мкм. Проба золота варьирует от 893 до 975%, в среднем 949% (по данным энергодисперсионного микроанализа,  $n = 22$ ), наблюдается уменьшение количества примеси Ag в краевых участках зерен, вероятно, связанное с процессами переотложения более высокопробного Au.

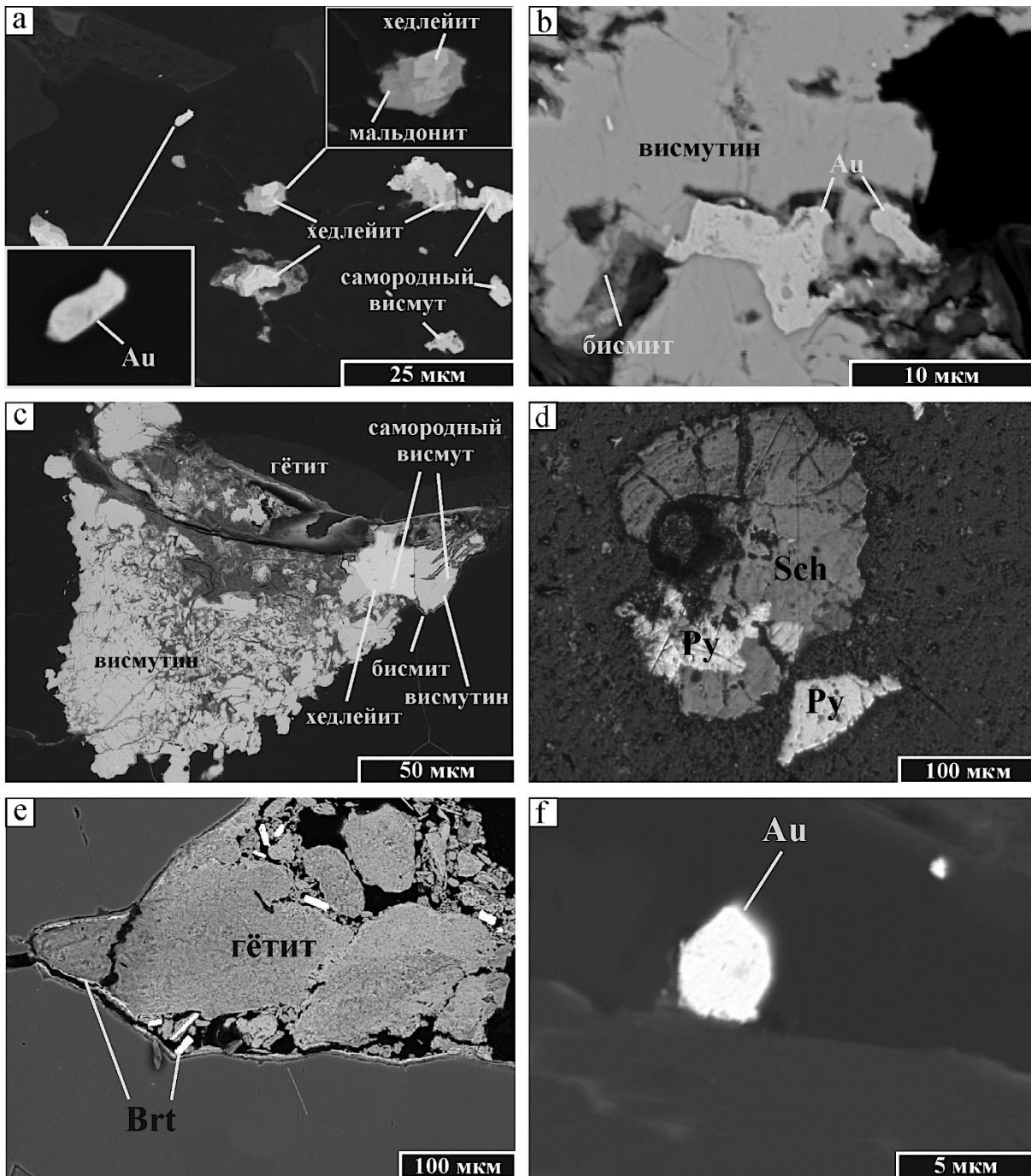
#### Выводы

Золоторудная минерализация приурочена к зонам развития биотит-эпидотовой и кварц-карбонат-серицитовой гидротермально-метасоматических ассоциаций.

По обстановкам локализации и сопутствующим рудно-минеральным парагенезисам в феррогаббро Виетукалампинского комплекса выделено два типа золотоносного оруденения, отражающих различные этапы эволюции гидротермального процесса в пределах зоны сдвиговых дислокаций:

1. Пирит-золото-висмутовая минерализация с молибденитом и шеелитом, приуроченная к южному экзоконтакту





**Рис. 5 Рудные минералы феррогаббро Виетукалампинского комплекса (d – изображение в отраженном свете, a, b, c, e, f – BSE-изображения):**

a – микрозернистая вкрапленность минералов золото-теллуридно-висмутовой ассоциации;  
 b – полигональные пластинки и чешуйки самородного золота в висмутине; c – бисмит, развивающийся по висмутину, микрозернистые включения самородного висмута в висмутине и хедлейите; d – округлый кристалл шеелита (Sch) с пиритом (Py); e – липидоморфный кристалл пирита, замещенный гетитом, со скоплениями удлинённых кристаллов и каймой барита (Brt); f – идиоморфный кристалл золота

Хаутаваарского санукитоидного массива, сопоставимая по своим характеристикам с золото-сульфидно-кварцевым молибденсодержащим проявлением «Центральное», локализованным в се-

верной части массива (средние содержания Au – 2,8 и 7 г/т) [5].

2. Халькопирит-золото-висмутиновая минерализация, сопоставимая с мезотермально-Аu-полисульфидным ти-

пом оруденения в зонах сдвиговых дислокаций. Определяющую роль для ее образования играет совмещение халькопирит-арсенидной минерализации феррогаббро с пирротин-халькопиритовой рудной ассоциацией метавулканитов в пределах зоны дробления. В Ялонваарской структуре архейского зеленокаменного пояса Ялонваара-Иломантси (Восточная Карелия) описан участок Хатуноя данного типа с содержанием Au в метасоматитах до 5,3 г/т [2].

Результаты исследования геологического строения, гидротермально-метасоматических образований и рудной минерализации пород северо-восточной части Хаутаваарской структуры дают основания предполагать возможность обнаружения халькопирит-золото-висмутиновой минерализации в районе озера Корудъярви (центральная часть площади), где в условиях зоны интенсивных

тектонических дислокаций на контакте феррогаббро и пестрых вулканогенно-осадочных толщ наблюдается последовательное развитие и совмещение зон биотит-эпидотовых и кварц-карбонат-серицитовых метасоматитов.

*Автор выражает благодарность заведующему кафедрой геологии месторождений полезных ископаемых, доценту, кандидату геолого-минералогических наук И.А. Алексееву (Институт Наук о Земле, СПбГУ) и доценту кафедры геохимии, кандидату геолого-минералогических наук А.В. Сергееву (Институт Наук о Земле, СПбГУ) за предоставление каменного материала, М.В. Стифеевой за предоставление искусственных полированных шлифов, Е.А. Брусницыной (ЗАО «ПолярГео») и кандидату геолого-минералогических наук В.И. Леонтьеву за помощь в проведении микронзондовых исследований.*

### Библиографический список

1. Иващенко В.И., Голубев А.И. Золото и платина Карелии: формационно-генетические типы оруденения и перспективы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. 369 с.

2. Иващенко В.И., Лавров О.Б., Кондрашова Н.И., Соколов С.Я. Комплексное благороднометалльное оруденение участка Хатуноя архейского зеленокаменного пояса Ялонваара – Иломантси // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2007. № 10. С. 117–139.

3. Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2005. 280 с.

4. Кулешевич Л.В., Слюсарев В.Д., Лавров М.М. Благороднометалльная минерализация Хаутавааро-Ведлозерской площади // Геология и полезные ископаемые Карелии. 2009. № 12. С. 12–25.

5. Кулешевич Л.В., Дмитриева А.В. Au-S-кварцевое Мо-содержащее

проявление Центральное в Хаутаваарском дифференцированном массиве, Южная Карелия // Руды и металлы. 2015. № 3. С. 38–50.

6. Плющев Е.В., Шатов В.В. Геохимия и рудоносность гидротермально-метасоматических образований. Ленинград: Недра, 1981. 262 с.

7. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Технология петрографо-геохимической интерпретации аномальных геохимических полей // Разведка и охрана недр. 2008. № 4–5. С. 66–72.

8. Светов С.А. Древнейшие адakitы Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. 115 с.

9. Робонен В.И., Рыбаков С.И., Ручкин Г.В. [и др.]. Серноколчеданные месторождения Карелии / отв. ред. В.Н. Сухов. Л.: Наука, 1978. 192 с.

10. Рыбаков С. И. Метаморфизм осадочно-вулканогенных формаций раннего Докембрия Карелии. Петрозаводск, 1980. 135 с.

## References

1. Ivashchenko V.I., Golubev A.I. *Zoloto i platina Karelii: formatsionno-geneticheskie tipy orudeneniia I perspektivy* [Gold and platinum of Karelia: formational and genetic types of mineralization and prospects]. Petrozavodsk, KarRC of RAS Publ., 2011. 369 p.
2. Ivashchenko V.I., Lavrov O.B., Kondrashova N.I., Sokolov S.Ia. Kompleksnoe blagorodnometall'noe orudenenie uchastka Khatunioia arkheiskogo zelenokamennogo poiasa Ialovara – Ilomantsi [Complex noble-metal mineralization in the Hattunioja prospect of Ialovara – Ilomantsi Archean greenstone belt]. *Geologiya I poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and mineral resources of Karelia], 2007, no. 10, pp. 117–139.
3. *Mineral'no-syr'evaia baza Respubliki Kareliia* [Mineral resource base of the Republic of Karelia]. Petrozavodsk, Kareliya Publ., 2005. 280 p.
4. Kuleshevich L.V., Sliusarev V.D., Lavrov M.M. Blagorodnometall'naia mineralizatsiia Khautavaaro-Vedlozerskoi ploshchadi [Noble-metal mineralization of the Hautavaara-Vedlozero prospect]. *Geologiya I poleznye iskopaemye Karelii* [Geology and mineral resources of Karelia], 2009, no. 12, pp. 12–25.
5. Kuleshevich L.V., Dmitrieva A.V. Au-S-kvartsevoe Mo-soderzhashchee proiavlennie Tsentral'noe v Khautavaarskom differentsirovannom massive, Iuzhnaia Kareliia [Tsentralnoe Au-S-Quartz Mo-bearing occurrence in the Khautavaara differentiated massif, South Karelia]. *Rudy I metally* [Ores and metals], 2015, no. 3, pp. 38–50.
6. Pliushchev E.V., Shatov V.V. *Geokhimiia I rudonosnost' gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy* [Geochemistry and ore content of hydrothermal-metasomatic formations]. Leningrad, Nedra Publ., 1981. 262 p.
7. Pliushchev E.V., Shatov V.V., Kashin S.V. Tekhnologiya petrografo-geokhimicheskoi interpretatsii I anomal'nykh geokhimicheskikh poley [Technology of combined petrographical and geochemical interpretation of anomalous geochemical fields]. *Razvedka I okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2008, no. 4–5, pp. 66–72.
8. Svetov S.A. *Drevneishie adakity Fennoskandinavskogo shchita* [The oldest adakites of the Fennoscandian Shield]. Petrozavodsk, KarRC of RAS Publ., 2009. 115 p.
9. Robonen V.I., Rybakov S.I., Ruchkin G.V. *Sernokolchedannye mes-torozhdeniia Karelii* [Pyrite deposits of Karelia] / ed. V.N. Sukhov. Leningrad, Nauka Publ., 1978. 192 p.
10. Rybakov S.I. *Metamorfizm osadochno-vulkanogennykh formatsii rannego Dokembriia Karelii* [Metamorphism of Early Precambrian sedimentary-volcanic formations in Karelia]. Petrozavodsk, Kareliya Publ., 1980. 135 p.

Статья поступила 01.09.2016 г.

Article received 01.09.2016.