

Л. Б. МАКАРЬЕВ, Ю. Б. МИРОНОВ, Е. А. КУХАРЕНКО, Л. Н. ШАРПЕНОК (ВСЕГЕИ)

Брекчиевые образования в мезозойских ультракалийевых щелочных породах Мурунского магматического узла (Северное Забайкалье)

Детальные минералого-петрографические и геохимические исследования брекчий в мезозойских ультракалийевых щелочных породах Мурунского магматического узла (Маломурунский массив) показали наличие не менее трех групп брекчий, отвечающих различным стадиям брекчирования. Брекчии в целом характеризуются отчетливо выраженной золото-полиметаллической специализацией, от ранних брекчий к более поздним наблюдается последовательное концентрирование Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Sb, Mo с максимальным накоплением (до рудных концентраций) в гидротермальных брекчиях. Маломурунская брекчиевая трубка перспективна на обнаружение золоторудного и комплексного оруденения и представляет собой нетрадиционную для района обстановку рудообразования.

Ключевые слова: золото, полиметаллы, брекчии, ультракалийевые щелочные и кальсилитовые сиениты, Маломурунский массив.

L. B. MAKAR'EV, YU. B. MIRONOV, E. A. KUKHARENKO, L. N. SHARPENOK (VSEGEI)

Breccias formation in Mesozoic ultrapotassic alkaline rocks of the Murunsky magmatic cluster (Northern Transbaikal)

Detailed mineralogical-petrographic and geochemical studies of breccias in Mesozoic ultrapotassic alkaline rocks of the Murunsky magmatic cluster (Malomurunsky Massif) evidenced the existence of at least three groups of breccias, which corresponded to different stages of brecciation. The breccias are in general characterized by pronounced gold-polymetallic specialization; furthermore, there is sequential Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Sb, Mo concentration from earlier to later derivatives with maximum accumulation (up to ore concentrations) in hydrothermal explosive breccias. The Malomurunskaya breccia pipe is promising for the detection of gold and complex mineralization and is assumed to be a mineralization environment that is non-traditional for the area.

Keywords: gold, base metals, breccias, ultrapotassic alkaline and calc-silicate syenites, Malomurunsky Massif.

Мезозойская тектоно-магматическая активизация имеет особую значимость в минерагении Забайкалья и других регионов Восточной Сибири, с ней связано формирование промышленных месторождений золота, урана, полиметаллов и других полезных ископаемых. С мезозойской магматической деятельностью сопряжено широкое развитие брекчиевых образований, которые стали объектами специального изучения в пределах Мурунского магматического узла в Северном Забайкалье с целью установления их генезиса и рудоносности.

Мурунский магматический узел — один из ярких примеров длительного проявления мезозойской тектоно-магматической активизации и рудоформирующих процессов в юрско-меловой этап геологического развития. Изучение узла началось в середине прошлого столетия и привело к открытию целого ряда месторождений, в том числе не имеющих аналогов в мировой практике. За последние годы получены свидетельства комплексной рудоносности взрывных брекчий, результаты изучения которых излагаются в настоящей статье.

Фактологическую основу составили материалы полевых работ ВСЕГЕИ на площади Мурунского узла в 2011–2013 гг. совместно с Байкальским филиалом «Сосновгеология» ФГУП «Урангео». Задачи — выявление благоприятных обстановок

формирования уранового и золотого оруденения и предварительная оценка рудоносности перспективных участков (с проходкой канав и буровых скважин), включая рассматриваемую трубку. Отобранный здесь каменный материал изучался в отделе петрологии ВСЕГЕИ, основное внимание уделялось петрографии брекчиевых образований. Аналитические исследования, выполненные в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ, включали химический (ICP-MS), атомно-адсорбционный и рентгенофазовый (на дифрактометре Дрон-6) анализы. В минералогических исследованиях участвовали А. А. Кетров, В. Д. Ляхницкая и В. Ф. Сапега, в изучении шлифов С. Ю. Степанов.

Общие сведения. Район (рис. 1) расположен в западной части Алданского щита на границе с плитой Сибирской платформы. Нижний структурный этаж (кристаллический фундамент) — гранитоидно-метаморфические исследованные образования Чарско-Олекминской гранит-зеленокаменной области, представленные толщами нижнеархейских серых гнейсов, верхнеархейских зеленокаменных пород и прорывающими их гранитами чаро-канского комплекса. Верхний структурный этаж (платформенный чехол) образован рифейскими и венд-нижнекембрийскими терригенно-карбонатными отложениями. Мезозойская активизация

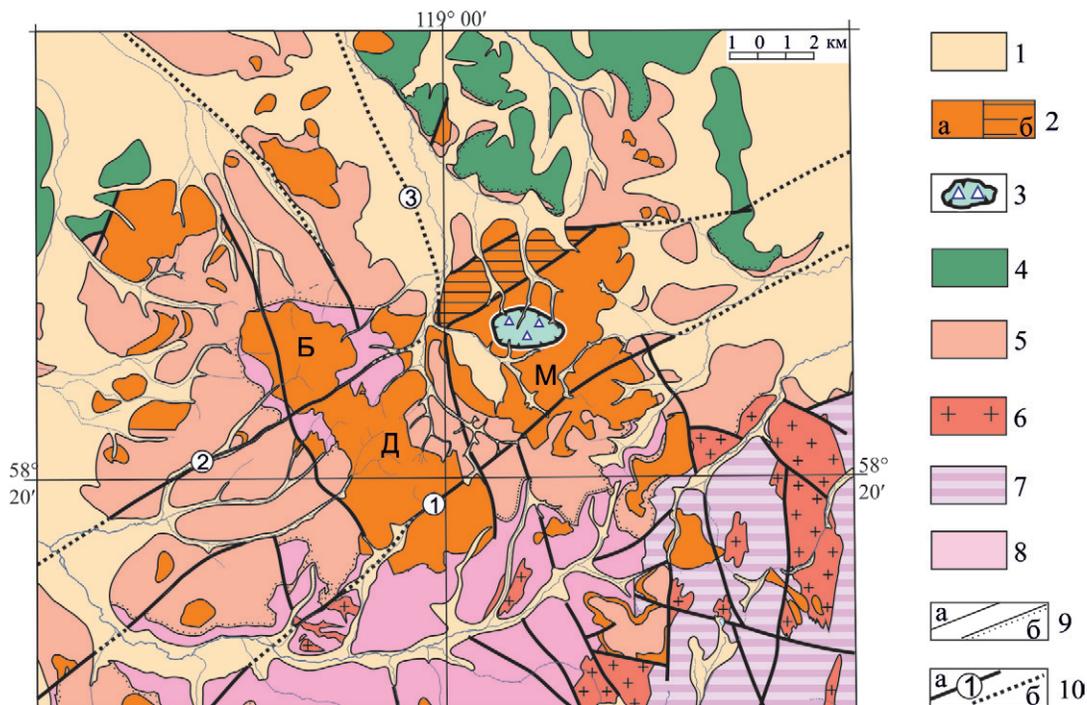


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Мурунского магматического узла (по данным Л.Б. Маркарева и др., 2013)

1 – четвертичные образования, нерасчлененные; 2 – мезозойские щелочные породы мурунской вулканоплутонической ассоциации (а), в том числе вулканогенные образования Маломурунского грабена (б); 3 – Маломурунская брекчиевая трубка; 4, 5 – терригенно-карбонатные отложения платформенного чехла; 4 – венд-нижнекембрийские (порохтахская и юедейская свиты), 5 – рифейские (кумахулахская, сенская и торгинская свиты); 6 – позднеархейские граниты (чародоканского комплекса); 7, 8 – гранитоидно-метаморфические образования фундамента: 7 – верхнеархейские зеленокаменные (борсалинской серии), 8 – нижнеархейские «серогнейсовые» (олекминской серии); 9 – геологические границы (а) и структурно-стратиграфические несогласия (б); 10 – основные разломы, прослеженные (а) и скрытые под четвертичными образованиями (б), в том числе главные разломы (цифры в кружках): 1 – Атбастах-Торгойский, 2 – Гольцовый, 3 – Кеме-Кебектинский. М – Маломурунский, Б – Большемурунский, Д – Догалдынский массивы

в пределах региона проявилась в блоковых движениях и развитии уникального щелочного магматизма и сопряженной с ним гидротермально-метасоматической деятельности в пределах Мурунского магматического узла.

Мурунский магматический узел (рудно-магматический в номенклатуре [2]) представляет собой купольно-сводовое вулканоплутоническое поднятие на пересечении Атбастах-Торгойского, Гольцового и Кеме-Кебектинского глубинных разломов. Плутонические, субвулканические и вулканические породы в нем характеризуются высокой степенью агпаитности и ультракалиевой специализацией, принадлежностью к единому гомодромному ряду с общим (мантийным) магматическим очагом [3]. Магматические образования Мурунского узла детально изучались в разные годы [1–4, 8–10], ранее рассматривались в составе самостоятельных комплексов (алданского, мурунского), а в современных схемах объединяются в мурунскую вулканоплутоническую ассоциацию [5]. Всеми исследователями выделяется несколько фаз внедрения, из которых обоснованы и соответствуют утвержденной в 2000 г. Алданской серийной легенде фазы позднеюрских щелочных мафитов и монцонитоидов, юрско-меловых щелочных и кальсилитовых сиенитов, раннемеловых щелочных базальтоидов-пикритов и завершающая фаза дайковая щелочногранитовая. С фазой внедрения щелочных пикробазальтоидов, сопровождающейся мощной вулканической

деятельностью, связывалось формирование брекчиевой трубки Маломурунского массива [3], как и известных в соседних районах Алданского щита трубок и диатрем эксплозивных брекчий (Объян. зап. к легенде Алданской серии листов ... , 2000).

Характеризуемый магматический узел включает несколько самостоятельных щелочных массивов, из которых наиболее дифференцированный по составу и рудоносный Маломурунский массив. С массивом связан обширный экзоконтактовый ореол фенитов (по вмещающим рифейским терригенно-карбонатным породам), включающий уникальные месторождения чароита, барий-стронциевых (бенстонитовых) карбонатитов и проявления торий-редкоземельной минерализации. В зонах дробления щелочных пород массива известно гидротермальное торий-урановое месторождение Торгойское, открытое в 1959 г. Сосновской экспедицией [7]. Повышенная золотоносность радиоактивных зон установлена в ходе специализированных работ ГПП «Сосновгеология» при реализации комплексной программы «Оценка перспектив алмазности Западно-Алданского пояса ультраосновных щелочных пород» (1989–1992). Была выделена Маломурунская брекчиевая трубка, интерпретировавшаяся как вулканическая.

Характеристика брекчий. Маломурунская брекчиевая трубка расположена в центральной части одноименного массива и локализована в тектоническом блоке между Гольцовым и Атбастах-Торгойским

разломами (рис. 1). В плане брекчиевая структура имеет размеры около $1,5 \times 3$ км (рис. 2), в геохимических полях выделяется повышенными концентрациями Au, Ag, Pb, Zn, Mo, V, Cu, Bi, As и фиксируется магнитной аномалией трубочного типа. Разрозненные выходы брекчиевых пород структуры отмечаются на разных гипсометрических уровнях (с перепадами высот более 100 м). Их непосредственные контакты с вмещающими породами чаще перекрыты рыхлыми образованиями, в пробуренных скважинах не вскрыты, поэтому границы на схеме (за исключением тектонических контактов) условно фиксируют поле распространения брекчиевых образований в целом. Ограниченный объем бурения и слабая обнаженность не позволяют на данной стадии изучения структуры отобразить отдельные тела охарактеризованных ниже брекчий, однако в скважинах наблюдались «переменяемость» брекчий различных типов и резкие контакты между ними.

Вмещающие породы представлены в разной степени измененными щелочными сиенитами с калиевым полевым шпатом, эгирин-диопсидом и кальсилитом, замещаемым либнеритом и гематитом. Щелочные сиениты секутся дайками псеволейцитовых фonoлитов, трахитов, тингуаитов и в приповерхностной части содержат ксенолиты сильно фенитизированных (с новообразованиями эгирина, калиевого полевого шпата, щелочного амфибола) песчаников, превращенных местами в эгириниты, что характерно и для экзоконтактового ореола фенитизации Маломурунского массива. Все перечисленные образования зафиксированы в обломочном материале брекчий.

Детальные петрографические исследования позволили по составу цементирующей массы выделить три типа брекчий, образующихся преимущественно по щелочным сиенитам и отвечающих различным стадиям брекчиеобразования (от ранних к поздним): с глинисто-биотит-полевошпат-эгириновым, эгирин-биотит-полевошпат-гранатовым цементом и гидротермальные брекчий с рудно-карбонатно-кварц-флюоритовым цементом.

Брекчий с глинисто-биотит-полевошпат-эгириновым цементом (условно названные эгириновыми) являются самыми ранними и тяготеют главным образом к северной части структуры (рис. 2). Они содержат угловатые обломки, наиболее крупные (0,5–5 см) представлены преимущественно

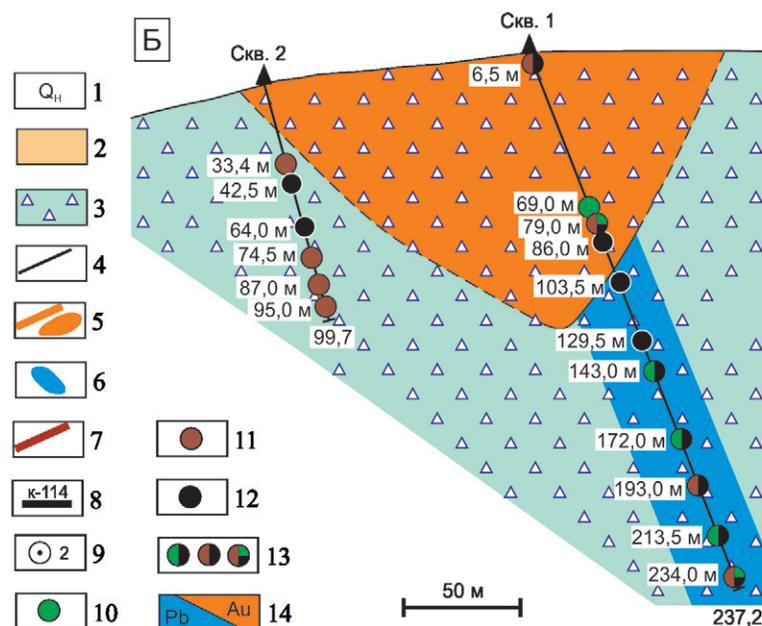
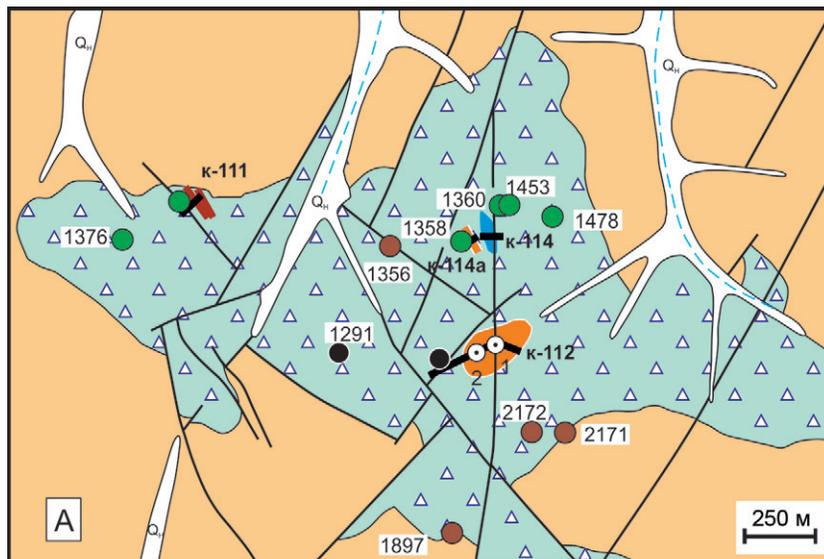


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Маломурунской брекчиевой трубки с данными по рудоносности (А) и разрез по скважинам (Б), по материалам П.В. Ломыга, 2013, с дополнениями авторов

1 – аллювиальные отложения; 2 – щелочные и кальсилитовые сиениты Маломурунского массива; 3 – брекчий трубки Жерловая; 4 – разрывные нарушения; 5–7 – вскрытое оруденение: 5 – золотое, 6 – золото-полиметаллическое, 7 – торий-урановое; 8, 9 – горные выработки: канавы (8), скважины (9) и их номера; 10–13 – типы брекчий и номера анализируемых проб: 10 – эгириновые, 11 – гранатовые, 12 – рудные гидротермальные, 13 – совмещенные (полистадийные); 14 – установленная и предполагаемая (пунктир) граница развития собственно золотого (Au) и золото-полиметаллического (Pb) оруденения

светло-серыми средне-крупнозернистыми щелочными сиенитами и черно-зелеными мелкопризматическими эгиринитами (рис. 3, 1, 2), а более мелкие (тонкооскольчатые, остроугольные) главным образом дроблеными и трещиноватыми минеральными зернами, в основном полевого шпата (рис. 3, 3, 4), реже пироксена. Практически весь обломочный материал эгиринизирован и местами (в виде пятен) биотитизирован.

Цемент брекчий пленочный, редко поровый, полигенный. Его состав определяет содержание основными его

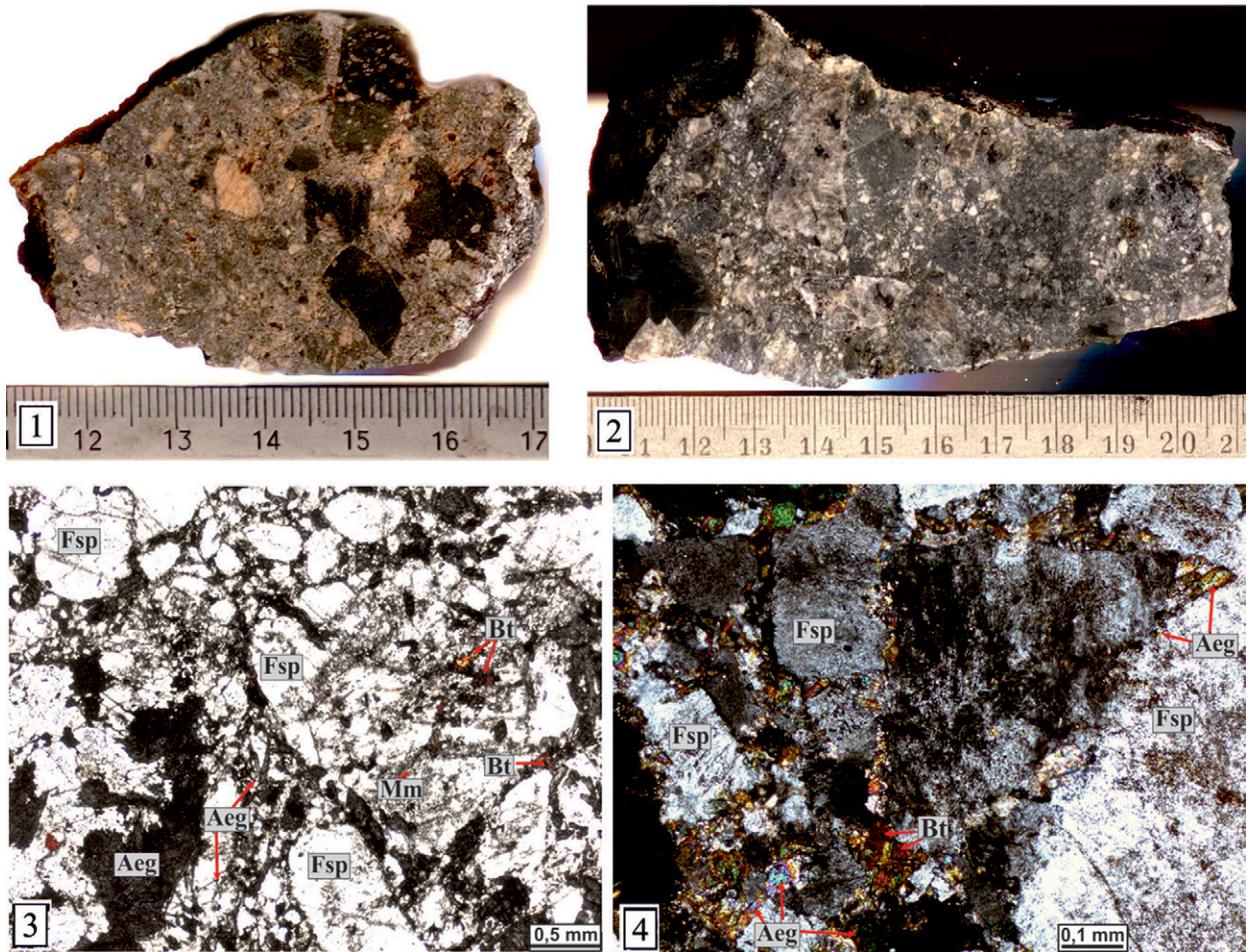


Рис. 3. Эгириновые брекчии (образцы 1360 и 1453 и шлифы к ним) – фотографии

1, 2 – гетерогенные обломки пород в брекчиях; 3, 4 – обломки зерен калиевого полевого шпата и эгирин-полевошпатовых сростков в глинисто-биотит-полевошпат-эгириновом цементе и шлифы из этих образцов (3 – без анализатора, 4 – с анализатором). Fsp – полевой шпат, Aeg – эгирин, Bt – биотит, Mm – монтмориллонит

компонентов – зеленого эгирина (эгирин-авгита), тонко-мелкозернистого гранулированного калиевого полевого шпата, монтмориллонита и других глинистых минералов, представляющих собой продукты разложения полевых шпатов, а также биотита и рудных минералов, преимущественно пирита, магнетита и гидроокислов железа. Эгирин цемента мелкопризматический, тонкоигольчатый, иногда спутанно-волоконистый, что отличает его от преимущественно крупно- и длиннопризматического эгирина обломочного материала. Иногда в цементе существенную роль играет мелкочешуйчатый биотит, который в одних случаях представлен зеленоватой или зеленовато-коричневой разновидностью, в других преобладает агрегат мелкочешуйчатого красно-коричневого биотита со скоплениями лейкоксенизированного титанита, апатита, ильменита и гематита. Красно-коричневый биотит характеризуется повышенными содержаниями TiO_2 1,65–2,45 % и MnO 2,59–3,79 %.

Брекчии с эгирин-биотит-полевошпат-гранатовым цементом (условно – гранатовые), отвечающие второй стадии брекчиеобразования, развиты главным образом в южной части структуры, они распространены практически по всему разрезу скв. 2 (рис. 2). По составу обломочного материала они аналогичны эгириновым брекчиям, но по облику нередко напоминают валунно-галечные

конгломерато-брекчии. Цементирующая масса преимущественно мелкозернистая, сложена гранатом, калиевым полевым шпатом, биотитом, эгирином и небольшим количеством рудных минералов (титанита, пирита и др.). Гранат составляет основу цемента этих брекчий (рис. 4), развивающегося по брекчиям предыдущей стадии с полным или частичным замещением цемента последних. Гранат представлен коричневым меланитом, содержащим TiO_2 2,8–6,99, FeO 24,8–26,7, V_2O_5 0,52–0,8, MnO 0,53–0,96 %. Он образует две главные морфологические разновидности: изометричные зерна, слагающие мелко-среднезернистый сливной агрегат главным образом в цементе, и более крупные зональные зерна с идиоморфными гранями свободного роста в полостях и трещинах в брекчиях первой стадии. Местами меланит псевдоморфно замещается желтовато-коричневой слюистой массой с хлоритом и эпидотом. Следует отметить, что на этой стадии развития структуры брекчиеобразование было слабо выражено и значительную роль играли процессы метасоматоза.

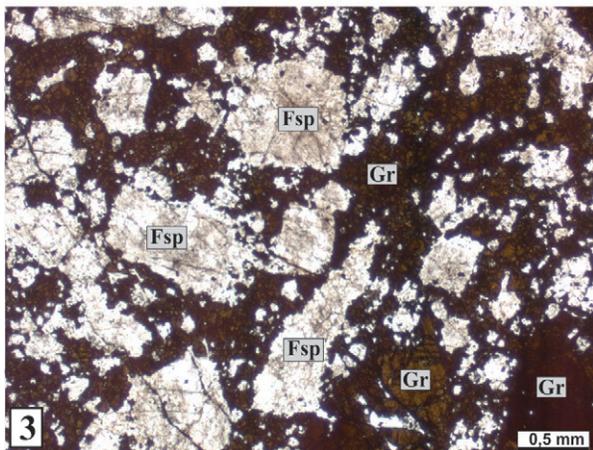
Гидротермальные брекчии с рудно-карбонатно-кварц-флюоритовым цементом. Этот тип брекчий относится к завершающей стадии брекчиеобразования в рассматриваемой структуре. Одна из их особенностей – наличие обломков ранних брекчий наряду с обломками щелочных пород



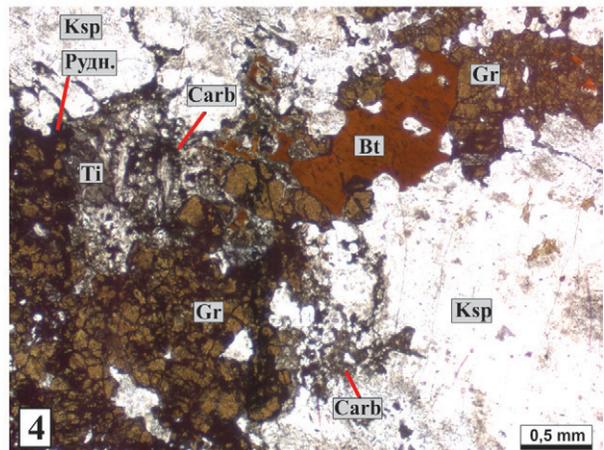
1



2



3



4

Рис. 4. Гранатовые брекчии (образцы С-1-79 м и С-1-234 м и шлифы к ним) – фотографии

1, 2 – угловатые и округлые гетерогенные обломки пород; 3 – обломки калиевого полевого шпата в преимущественно гранатовом цементе (с анализатором); 4 – полевои шпат в преимущественно биотит-гранатовом цементе (без анализатора). Fsp – полевои шпат, Gr – гранат, Bt – биотит, Aeg – эгирин, Ti – титанит

и отдельных минералов. Обломки преимущественно угловатые и таблитчатые (рис. 5, 1–4), в них повсеместно наблюдаются окварцевание и калишпатизация, выраженные развитием тонко-мелкозернистого кварцевого или кварц-калишпатового агрегата. Цемент сложен низкотемпературными гидротермальными минералами: в переменном количестве мелкозернистым кварцем, флюоритом (светлоокрашенным, желтоватым и фиолетовым), карбонатом, присутствуют барит, сульфиды и продукты их окисления, а также минерал типа мусковита-серицита (рис. 2). При переменном составе цемента можно выделить разновидности с кварц-флюоритовым, карбонатно-флюоритовым (рис. 5, 5), рудно-флюоритовым (рис. 5, 6–8) и существенно рудным цементом. Встречены также брекчии с обильными скоплениями барита. В цементе кварц-флюоритовых разновидностей заметную роль могут играть анатаз и рутил, образующий игольчатые скопления в кварце. Разновидности с существенно рудным цементом (рудные брекчии) и микробрекчии характеризуются мелко-тонкозернистой структурой цемента, состоящего в основном из окисленного пирита, гидроокислов железа и продуктов окисления свинцово-цинково-медной минерализации (с небольшим количеством флюорита, кварца, барита). Установлены как минимум два импульса гидротермального брекчиеобразования, приведшие к формированию

сложных брекчий (брекчий в брекчиях), в них наиболее поздние новообразования представлены тонкозернистым агрегатом рудного минерала и фиолетового флюорита (рис. 5, 6, 8).

Рудно-геохимические особенности брекчий. Изучение аншлифов показывает присутствие в брекчиях (в разных соотношениях) пирита, пирротина, халькопирита, борнита, ковеллина, галенита, сфалерита, ильменита, магнетита, гематита, титанита, рутила, анатаза и лейкоксена (определения А. А. Кетрова и В. Д. Ляхницкой). Эти минералы распределяются неравномерно, их количество варьирует от единичных зерен до рудных скоплений в прожилках и цементе самых ранних, эгириновых брекчий, а также поздних брекчий с гидротермальной минеральной ассоциацией в цементе (гидротермальных брекчий). Для первых, в частности, характерно развитие обильной вкрапленности пирита в ассоциации с медными и другими сульфидами. В рудных разновидностях гидротермальных брекчий (в том числе окисленных) кроме перечисленных минералов обнаружены арсенопирит, молибденит, марказит, а также (по данным рентгенофазового анализа) вюрцит, цинкит (ZnO), штроемейерит (CuAg)S, андорит (AgPbSb₃S₆), фрайпонтит (Zn, Al, Cu)(SiAl)₂O₃(OH)₄, доунейт (SeO₂), англезит, ярозит и недиагностированные Sb-минералы. Ранние генерации сульфидов представлены крупнокристаллическим пиритом-1, пирротинном, галенитом

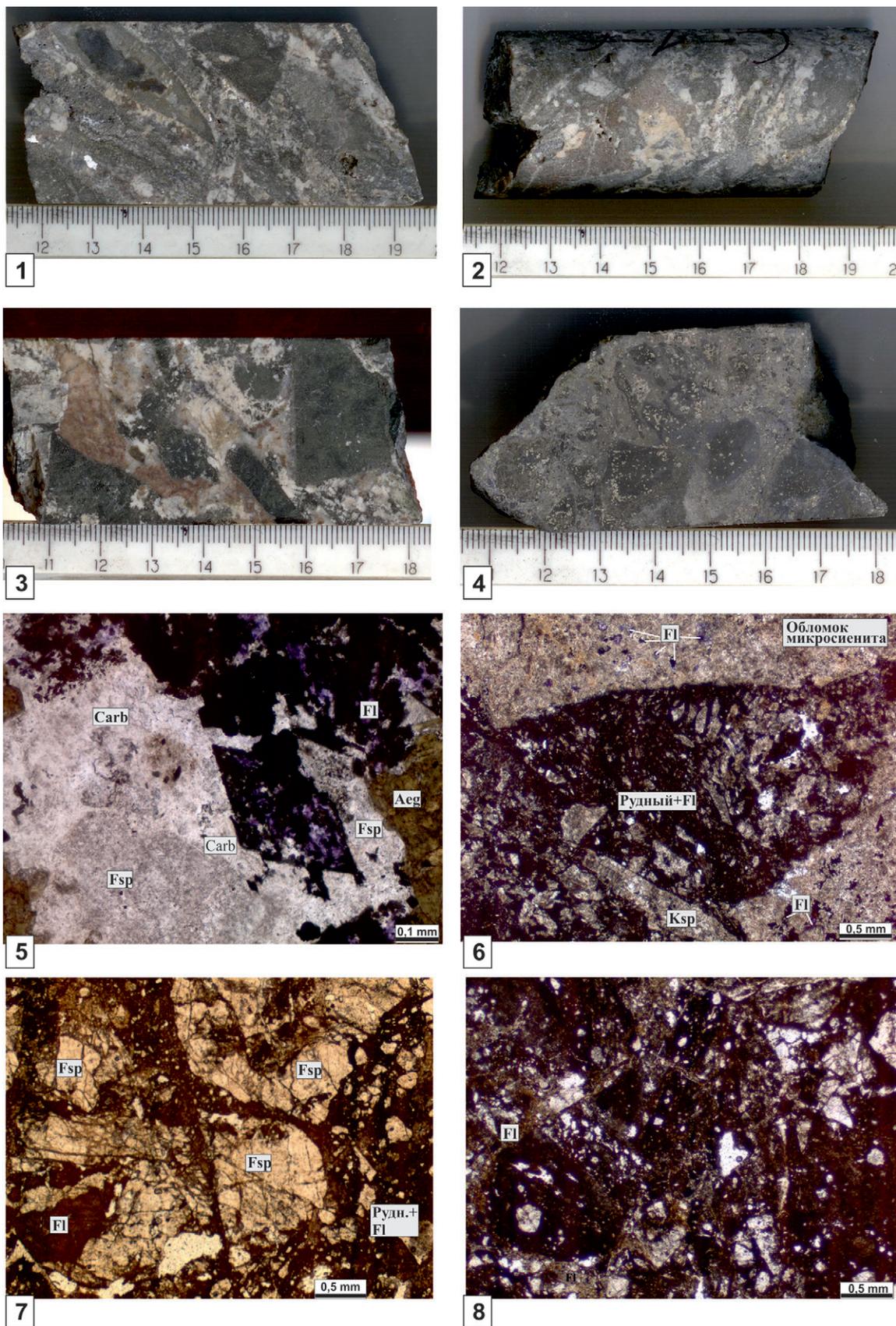


Рис. 5. Гидротермальные брекчии – фотографии

1–4 – остроугольные обломки различных пород в рудно-кварц-флюоритовом с баритом и карбонатом цемента (1, 2, образцы С-1-129,5 м) и в рудно-карбонатно-кварцево-флюоритовом цемента (3, 4, образцы С-1-172 м, С-2-64 м); 5–8 – шлифы, без анализатора: 5 – карбонатно-флюоритовый цемент (шлиф К-112-81), 6 – контакт брекчий двух импульсов полевого шпата в рудно-флюоритовом цемента (шлиф 1291-2); 7 – фрагменты зерна калиевого полевого шпата в рудно-флюоритовом цемента (шлиф 1291-2); 8 – брекчия в брекчии (шлиф 1291-2). Fsp – полевоы шпат, Fl – флюорит, Carb – карбонат, Aeg – эгирин

и сфалеритом, образующим сростки с галенитом. Более поздние — мелкокристаллический пирит-2 и халькопирит, образующие густоокрапленные скопления, гнезда и прожилки. Ковеллин и борнит формируют включения и оторочки вокруг халькопирита. Ильменит замещается гематитом, лейкоксеном и ниобийсодержащим рутилом (Nb_2O_5 , 0,86–6,57 %). Молибденит и Sb-минералы образуют микровключения в рудном цементе.

Анализы керновых проб по скв. 1 (данные БФ «Сосновгеология») свидетельствуют об устойчивых аномальных концентрациях Pb 0,03–1,2, Zn 0,01–0,05, Cu 0,02–0,06, V 0,08–0,2 %, Ag 0,5–15 и Au 0,01–0,6 г/т до глубины 237,2 м, но с преимущественным развитием золоторудных концентраций (1–4 г/т и более) в верхней части разреза (0–90 м). Полученные нами предварительные геохимические данные по типам брекчий показывают, что эгириновые и гидротермальные брекчии характеризуются полиметаллической специализацией (Cu, Pb, Zn, Bi, Sb, Ag, Au), при этом гидротермальные брекчии отличаются рудными концентрациями Pb 0,1–0,24 %, Ag 10–40 г/т, Au, Mo, а также Th и U. В гранатовых брекчиях наблюдается некоторое накопление Zn при минимальных содержаниях других компонентов. Результаты согласуются с наблюдаемым распространением полиметаллической минерализации (как в виде вкрапленности, так и рудно-гнездовых скоплений) практически по всему разрезу брекчий, вскрытых скважинами в характеризуемой брекчиевой структуре.

В проведенных в 2011–2013 гг. детальных поисках непосредственно в этой структуре выявлено собственно золотое, золото-полиметаллическое и торий-урановое оруденение.

Собственно золотое оруденение установлено в канаве 112 (рис. 2). Канавой вскрыта наиболее крупная рудная залежь общей мощностью более 50 м с локальными содержаниями золота до 5–24,6 г/т. Эта залежь состоит из нескольких золоторудных тел, два из них включают кондиционное оруденение, окруженное достаточно мощными (до 24 м) ореолами некондиционных руд. Рудные концентрации золота (более 1 г/т) прослежены в скважинах до глубины 95 м. Золотоносны гидротермальные брекчии с барит-флюорит-кварцевым цементом, с сульфидной полиметаллической минерализацией (до 30 % объема породы). Прогнозные ресурсы золота составляют 6 т (кат. P₂) при глубине прогноза 100 м, средней мощности рудных тел 9,25 м и среднем содержании золота 1,76 г/т.

Золотосодержащее полиметаллическое оруденение с пирит-пирротин-халькопирит-сфалерит-галенитовой минерализацией выявлено в канаве 114 в гидротермальных брекчиях с кварцево-карбонатно-флюоритовым цементом (с небольшим количеством барита), развивающихся среди эгириновых брекчий. Общие размеры полиметаллической залежи не оконтурены. В отобранных по всему полотну канавы бороздовых пробах отмечается повсеместное обогащение брекчий свинцом (0,01–0,2 до 1,1 %), медью (0,05–0,5 до 2 %), цинком (0,01–0,05 %), висмутом (до 0,03 %) и серебром (1–6 г/т). Содержания золота не превышают 1 г/т. По максимальным концентрациям свинца (около 1 %) выделены два рудных тела мощностью 7 и 12 м. О возможен значительном вертикальном

размахе рассматриваемого оруденения свидетельствуют приведенные выше геохимические данные по скв. 1.

Торий-урановое оруденение в эгириновых (западная часть структуры, канава 111) и гидротермальных (юго-западная часть структуры, т. н. 1291) брекчиях представлено U-Th-REE минерализацией, включающей в основном ториты (нескольких генераций), мозандрит и бастнезит, реже торианит, монацит (в виде перекристаллизованных агрегатов) и метамиктный колумбит. U-Th-REE минералы образуют убогую вкрапленность в мелкозернистом биотит-эгирин-калишпатовом цементе брекчий. Это оруденение получило отрицательную оценку из-за низких содержаний урана и преимущественно ториевого состава.

Обсуждение результатов. Анализ полученных данных по Маломурунской брекчиевой трубке позволяет сделать ряд предварительных выводов.

Брекчиевым породам структуры свойственны следующие черты: несортированный характер кластического материала; присутствие в обломках различных пород (магматических, метасоматических, метасадочных) различных уровней глубинности, а также обломков минеральных зерен этих пород; сочетание обломков как осколчатой остроугольной формы, так и округленной за счет галтовки; присутствие обломков сложного строения (брекчия в брекчии); такситовость текстуры; гетерогенность цемента, обусловленная как минеральными новообразованиями, так и продуктами преобразования полевых шпатов исходных пород; присутствие среди новообразований минералов, обогащенных летучими компонентами (слюд, флюорита, карбоната); газовой-жидкие включения, в том числе в виде цепочек, как в обломочной, так и в новообразованной составляющей брекчий.

Следует также отметить отсутствие в цементе брекчий туфового или лавового материала, что не позволяет считать их вулканическими; отсутствие структур, характерных для плутонических и гипабиссальных пород, и существенную роль глинистых минералов, не свойственных эруптивному брекчиям; отсутствие в породах директивных текстур (сланцеватости) и глинки трения, часто отмечаемых в тектонических брекчиях. Перечисленные признаки рассматриваемых брекчий позволяют предполагать их взрывное происхождение. Механизм образования ранних брекчий — скорее всего результат прорывов остаточного магматогенного флюида, а поздних — результат периодического вскипания гидротермального раствора, перемежавшегося в жильной форме, что обусловило полиимпульсный характер брекчирования.

Установленные рвущие взаимоотношения брекчий различных типов позволяют говорить о полистадийном и полиимпульсном характере брекчиеобразования, проявленного в последовательном формировании различных типов брекчий, условно названных по характерным минералам цемента эгириновыми, гранатовыми и гидротермальными (кварцево-карбонатно-флюоритовыми).

Практически во всех брекчиях выделенных групп наблюдается развитие рудной минерализации, при этом, с одной стороны, отмеченная стадийность взрывного процесса приводит к последовательному концентрированию рудных компонентов, с другой — не исключает формирования ранних

рудных концентраций в брекчиях с эгириновым цементом, в значительной степени минерализованных на отдельных участках [6]. Именно в вещественных и пространственно-временных соотношениях брекчиевых образований находит объяснение намечаемая зональность золото-полиметаллического оруденения в Маломурунской трубке, выражающаяся сменой полиметаллической (с золотом) минерализации существенно золоторудной и флюоритовой.

Таким образом, в Маломурунском массиве имеются реальные перспективы выявления золоторудного и комплексного золото-полиметаллического оруденения в эксплозивно-брекчиевых образованиях Маломурунской трубки.

1. Билибина Т.В., Дашкова А.Д., Титов В.К. и др. Петрология щелочного вулканогенно-интрузивного комплекса Алданского щита (мезозой). — Л.: Недра, 1967. — 264 с.

2. Ветлужских В.Г. Закономерности размещения мезозойских рудно-магматических узлов Алданского щита // Геология и геохимия рудоносных магматических и метасоматических формаций зоны Малого БАМа: Сб. науч. трудов. — Якутск: Якутский филиал СО АН СССР, 1986. — С. 12–20.

3. Владыкин Н.В. Уникальный Мурунский массив ультракалийевых агпаитовых щелочных пород и карбонатитов // Прикладная геохимия. 2005. Вып. 7. Кн. 2. — С. 124–143.

4. Конев А.А., Воробьев Е.И., Лазебник К.А. Минералогия Мурунского щелочного массива. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1996. — 221 с.

5. Макарьев Л.Б., Митрофанов Г.Л., Митрофанова Н.Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000. Третье поколение. Лист О-50 (Бодайбо). Объясн. зап. — СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2010. — 612 с.

6. Макарьев Л.Б., Миронов Ю.Б., Кухаренко Е.А. Шарпенко Л.Н. Рудоносность флюидоэксплозивных брекчий Мурунского магматического узла (Северное Забайкалье) // Разведка и охрана недр. 2016. № 2. — С. 13–20.

7. Машковцев Г.А., Константинов А.К., Мигута А.К. и др. Уран российских недр. — М.: ВИМС, 2010. — 850 с.

8. Орлова М.П., Авдонцев С.Н., Шаденков Е.М. Щелочной магматизм Алданского щита и его минерогеническая специализация // Геология и геохимия рудоносных магматических и метасоматических формаций зоны Малого БАМа: Сб. науч. трудов. — Якутск: Якутский филиал СО АН СССР, 1986. — С. 4–12.

9. Орлова М.П. Новые данные по геологии Маломурунского щелочного массива (Юго-Западная Якутия) // Советская геология. 1987. № 9. — С. 83–92.

10. Орлова М.П., Борисов А.Б., Шаденков Е.М. Щелочной магматизм Мурунского ареала // Геология и геофизика. 1992. № 5. — С. 57–70.

1. Bilibina T.V., Dashkova A.D., Titov V.K. et al. Petrologiya shchelochnogo vulkanogenno-intruzivnogo kompleksa Aldanskogo shchita (mezozoy) [Petrology of alkaline volcanic-intrusive complex of the Aldan Shield (Mesozoic)]. Leningrad: Nedra. 1967. 264 p.

2. Vetluzhskikh V.G. Patterns of distribution of Mesozoic ore-magmatic clusters of the Aldan Shield. *Geology and Geochemistry of ore-bearing magmatic and metasomatic formations of the Little BAM Zone: Collection of Proceedings*. Yakutsk: Yakut. Branch SB RAS, 1986. Pp. 12–20. (In Russian).

3. Vladykin N.V. Unique Murunsky Massif of ultrapotassic apatitic alkaline rocks and carbonatites. *Prikladnaya geokhimiya*. Moscow. 2005. Iss.7. Vol. 2. Pp. 124–143. (In Russian).

4. Konev A.A., Vorob'yev E.I., Lazebnik K.A. Mineralogiya Murunskogo shchelochnogo massiva [Mineralogy of Murunsky alkaline Massif]. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, NIC OIGGM, 1996. 221 p.

5. Makar'ev L.B., Mitrofanov G.L., Mitrofanova N.N. et al. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 1 000 000. Tre't'ye pokoleniye. List O-50 (Bodaybo). Ob'yasnitel'naya zapiska [The state geological map of the Russian Federation, scale 1 : 1,000,000. The third generation. Sheet O-50 (Bodaybo). Explanatory Note]. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI. 2010. 612 p. (In Russian).

6. Makar'ev L.B., Mironov Yu.B., Kukharenko E.A., Sharpenok L.N. Mineralization of fluid-explosive breccias of the Murunsky magmatic cluster. *Razvedka i okhrana nedr*. 2016. No 2. Pp. 13–20. (In Russian).

7. Mashkovtsev G.A., Konstantinov A.K., Miguta A.K. et al. Uran Rossiyskikh nedr [Uranium of the Russian Earth interior]. Moscow: VIMS. 2010. 850 p.

8. Orlova M.P., Avdontsev S.N., Shadenkov E.M. Alkaline magmatism of the Aldan Shield and its minerogenic specialization. *Geology and Geochemistry of ore-bearing magmatic and metasomatic Formations of the Little BAM Zone: Collection of Proceedings*. Yakutsk: Yakutsk Branch SB RAS. 1986. Pp. 4–12. (In Russian).

9. Orlova M.P. New data on the geology of Malomurunsky alkaline massif (South-Western Yakutia). *Sovetskaya Geologiya*. 1987. No 9. Pp. 83–92. (In Russian).

10. Orlova M.P., Borisov A.B., Shadenkov E.M. Alkaline magmatism of the Murunsky Areal. *Geologiya i geofizika*. 1992. No 5. Pp. 57–70. (In Russian).

Макарьев Леонид Борисович — канд. геол.-минер. наук, вед. специалист, ВСЕГЕИ ¹. <ogumr@vsegei.ru>

Миронов Юрий Борисович — доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ ¹. <Yuri_Mironov@vsegei.ru>

Кухаренко Елена Александровна — вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ ¹. <Elena_Kukharenko@vsegei.ru>

Шарпенко Людмила Николаевна — доктор геол.-минер. наук, гл. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ ¹.

<Lyudmila_Sharpenok@vsegei.ru>

Makar'ev Leonid Borisovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Specialist, VSEGEI ¹. <ogumr@vsegei.ru>

Mironov Yuriy Borisovich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department, VSEGEI ¹. <Yuri_Mironov@vsegei.ru>

Kukharenko Elena Aleksandrovna — Leading Researcher, VSEGEI ¹. <Elena_Kukharenko@vsegei.ru>

Sharpenok Lyudmila Nikolayevna — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, VSEGEI ¹.

<Lyudmila_Sharpenok@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74, Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia.