

К. А. КУКУШКИН, А. В. ТЕРЕХОВ, А. В. МОЛЧАНОВ, Д. С. КОЗЛОВ,  
О. Л. СОЛОВЬЕВ, Д. Ю. ТИТОВ, Е. И. ХОРОХОРИНА (ВСЕГЕИ)

## Геологическое строение и рудоносность Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей

В 90-е годы прошлого столетия были открыты новые типы рудных месторождений золота, серебра, платины, никеля и других металлов в пределах грабен-синклинальных структур. Результатами более интенсивных исследований этих палеобассейнов стали обширные данные, исключительно важные для развития понимания их металлогенического потенциала, геодинамических режимов и обстановок формирования слагающих их осадочных пород.

Ключевые слова: *Алданский щит, Якутия, Олдонгсинская грабен-синклиналь, Угуйская, метасоматиты, гидротермально-метасоматические изменения, Таборное, гумбеиты, березиты, пропилиты.*

K. A. KUKUSHKIN, A. V. TEREKHOV, A. V. MOLCHANOV, D. S. KOZLOV,  
O. L. SOLOVIEV, D. Yu. TITOV, E. I. HOROHORINA (VSEGEI)

## Geological structure and ore-bearing Oldongsinskaya and Uguyskaya graben-synclines

The discovery of new types of ore deposits of gold, silver, platinum, nickel and other metals, which are localized in sedimentary basins in the 90s. The results of more intensive studies of sedimentary basins have become an extensive data, that is critical for developing of understanding of their metallogenic potential, as well as the geodynamic conditions and environments of formation of sedimentary rocks.

Keywords: *Aldan shield, Yakutiya, Oldongsinskaya graben-syncline, Uguyskaya, metasomatic, hydrothermal-metasomatic changes, Tabornoye, gumbaites, beresites, propylites.*

**Введение.** Статья подготовлена на основе собранных авторами материалов в рамках проекта ГДП-200 листа О-51-ХІХ и данных, полученных в ходе проведения прогнозно-минерагенических работ на золото и уран в 90-е годы прошлого века под руководством А. В. Молчанова.

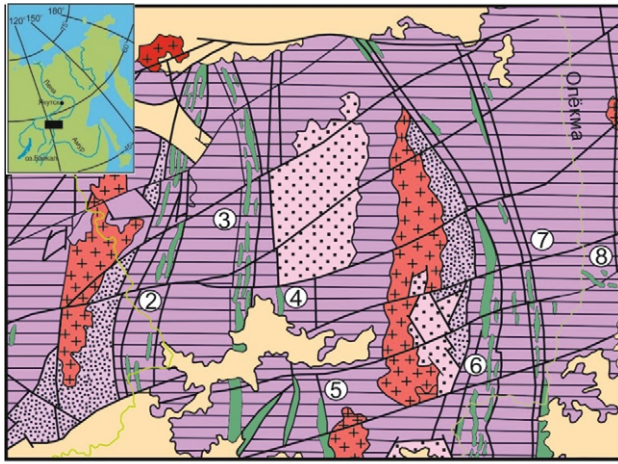
Олдонгсинская и Угуйская грабен-синклинали – рифтогенные структуры, расположенные на западе Алданского щита (рис. 1) в пределах Чаро-Олекминского блока, – являются фрагментами Витимо-Олекминского пояса, сформированного в результате протерозойских рифтогенных процессов вдоль западного края Чарского выступа фундамента, протянувшегося на 500 км [6] (С. В. Седенко, 2001). Часть данного пояса – Удоканский прогиб, в терригенных толщах которого локализуется одноименное стратиформное месторождение меди.

Олдонгсинская и Угуйская структуры достаточно плотно изучались начиная с 60-х годов прошлого столетия (А. А. Сясько, Л. М. Реутов, Е. П. Миرونюк, А. В. Молчанов и др.) [2–5]. За продолжительное время исследований обеих структур в пределах южной части Угуйского палеобассейна были открыты два золоторудных месторождения (Таборное, Гросс) с суммарными запасами  $C_1+C_2$  и прогнозными ресурсами  $P_1+P_2$  200 т и урановое проявление «Светлое», которое по структурной позиции и рудосопровождающим гидротермально-метасоматическим образованиям сходно с месторождениями Эльконского

золото-урановорудного узла. Многочисленные рудопроявления на территории Олдонгсинской грабен-синклинали позволяют прогнозировать новые промышленно значимые золоторудные объекты. Сегодня Олдонгсинская грабен-синклиналь в металлогеническом отношении соответствует одноименному потенциальному рудному узлу с ресурсами золота по кат.  $P_3$  100 т (рис. 4, Б).

По результатам составления комплекта геологических карт масштаба 1 : 1 000 000 листа О-51 (Алдан), полученным отделом металлогении и геологии месторождений твердых полезных ископаемых ВСЕГЕИ, в 2015–2017 гг. в рамках ГДП-200 листа О-51-ХІХ в пределах Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей изучалось их геологическое строение, уточнялись границы стратиграфических подразделений, определялись степень проявленности наложенных гидротермально-метасоматических процессов и положение рудной минерализации в геологических образованиях структуры. Данные работы легли в основу представленной статьи.

**Материалы и методы.** Осадочные породы, слагающие Угуйскую и Олдонгсинскую грабен-синклинали, исследованы при помощи петрографических, геохимических и изотопно-геохронологических методов. В ходе проведенных маршрутов, а также при изучении полотна горнопроходческих канав, пройденных вкрест рудоносных зон, отбирались представительные образцы всех разновидностей



**Рис. 1. Схема геологического строения западной части Алданского щита. Масштаб 1 : 5 000 000.**

1 – фанерозойские гранитоиды; 2 – кайнозойские отложения, платформенные отложения палеозоя, мезозоя и верхнего протерозоя; 3 – раннепротерозойские гранитоиды; 4 – породы удоканского комплекса; 5 – слабометаморфизованные осадочные и вулканические породы зеленокаменных поясов; 6 – тоналит-грондьемитовые ортогнейсы олёкминского комплекса; 7 – биотитовые и биотит-гиперстеновые тоналиты и гранито-гнейсы оломокитского комплекса и глубокометаморфизованные осадочные и вулканические породы оломокитской и чарской толщ алданского гранулитогнейсового мегакомплекса. 8 – разрывные нарушения

осадочных терригенно-карбонатных пород, штупфные геохимические пробы и сколки для изготовления прозрачно-полированных шлифов (ППШ).

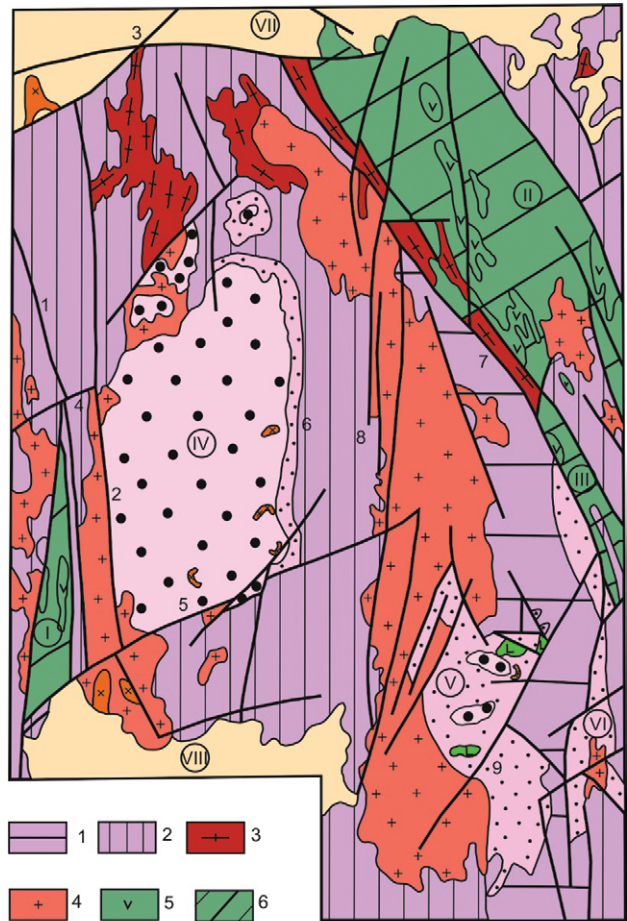
Проведены различные виды исследований:

– петрографическое изучение структурно-вещественных особенностей в ППШ (> 800 шт.);

– лабораторно-аналитические исследования в ЦАЛ ВСЕГЕИ, включающие определение Au методом атомной абсорбции (вскрытие царской водкой), определение химических элементов на масс-спектрометре Elan 6100 DRC с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS), рентгеноспектральный анализ (> 800 шт.);

– изотопно-геохимические исследования возраста цирконов U-Pb методом на приборе SHRIMP в ЦИИ ВСЕГЕИ (4 шт.).

**Геологическое строение Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей.** В нем принимают участие нижне- и верхнепротерозойские осадочные породы терригенно-карбонатного состава, объединенные в бытыгырскую и кебектинскую серии (рис. 2). Они залегают с резким угловым несогласием на метаморфогенно-ультраметаморфогенных образованиях, сформированных на более ранних этапах развития региона. Нижние части разреза представлены мелкогалечными конгломератами (линзы гравелитов и грубозернистых полимиктовых песчаников чароодаканской свиты), вышележащие породы – доломитами, строматолитоподобными породами и силицитами намсалинской свиты, на которых согласно залегает черносланцевая толща ханинской свиты. Они в свою очередь перекрыты со стратиграфическим несогласием терригенными отложениями верхнепротерозойской кебектинской свиты. На восточном фланге Угуйской



**Рис. 2. Геологическая схема положение Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей в структурах Чаро-Олекминского блока. Масштаб 1 : 1 000 000**

1, 2 – архейские метаморфические образования фундамента: 1 – олекминская серия, 2 – курультинская серия; 3 – архейские мигматит-гранитовые образования; 4 – докембрийские гранитоиды; 5, 6 – образования зеленокаменных поясов: 5 – метабиты, 6 – кристаллосланцы; 7 – раннепротерозойские осадочные отложения бытыгырской серии; 8 – позднепротерозойские осадочные отложения кебектинской серии; 9 – протерозойские биты куранахского комплекса; 10 – фанерозойские и кайнозойские осадочные отложения; 11 – мезозойские щелочные магматические образования лебединского комплекса.

Троговые структуры: I – Токкинский; II – Тарын-Темулякитский; III – Тас-Миелинский. Грабен-синклинали: IV – Угуйская, V – Олдонгсинская, VI – Тас-Миелинская. VII – Верхне-Токкинская рифтогенная впадина.

Региональные зоны разломов: 1 – Курдикаткатский; 2 – Токкинский; 3 – Торгойский; 4 – Алаткинский; 5 – Кондинский; 6 – Чароудинский; 7 – Тарын-Темулякитский; 8 – Чародаканский, 9 – Намсалинский.

грабен-синклинали с силицитами намсалинской свиты связано месторождение поделочного камня Надежда. Авторами отмечены крупноглыбовые развалы пород, аналогичных поделочным камням-силицитам в западной части Олдонгсинской грабен-синклинали.

По данным датирования детритовых цирконов U-Pb методом из осадочных толщ Олдонгсинской грабен-синклинали в ЦИИ ВСЕГЕИ, нижняя возрастная граница толщ оценивается авторами в  $3004 \pm 10$  млн лет. Возраст основной



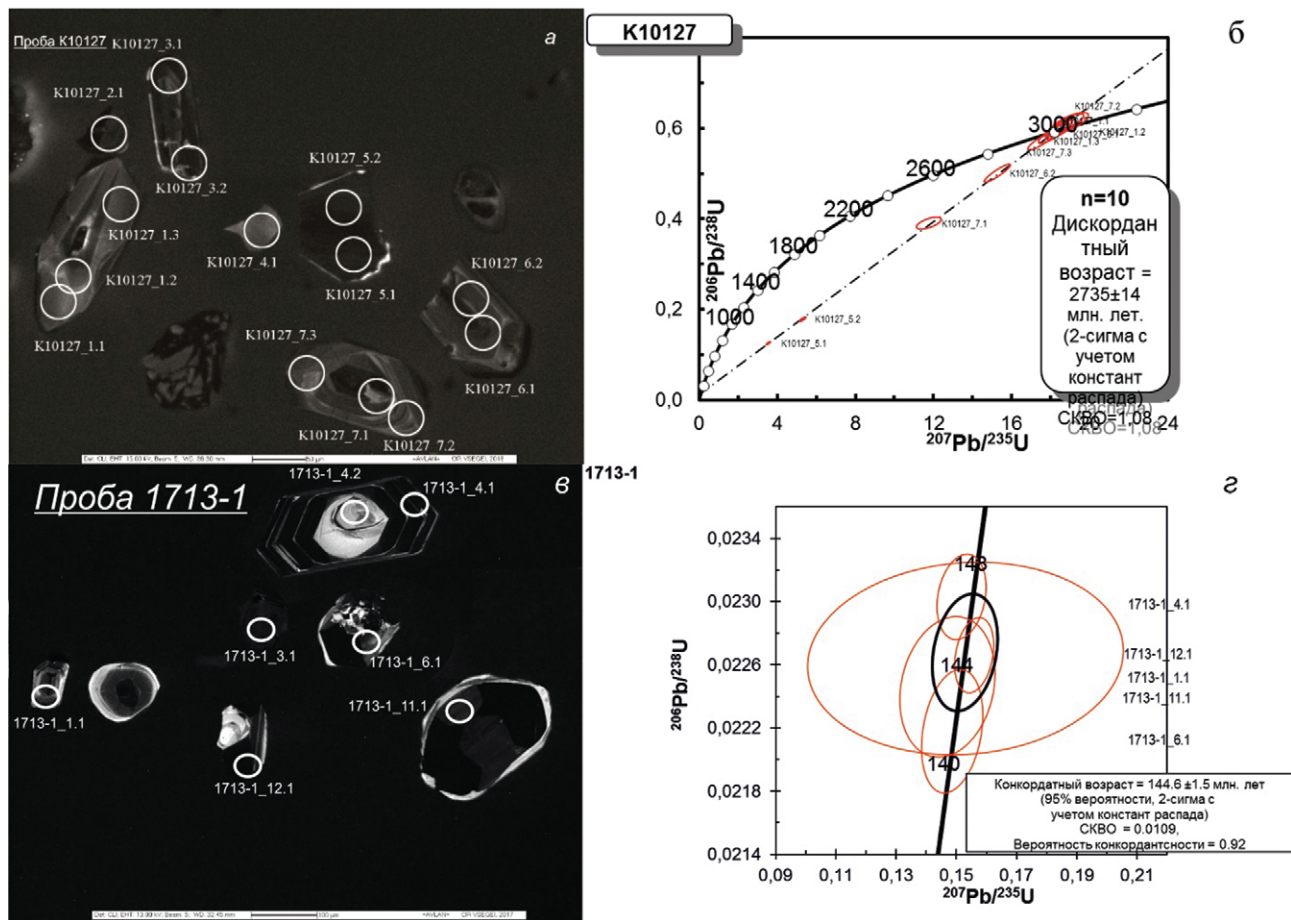


Рис. 3. КЛ-изображения и возраст цирконов из осадочных пород ханинской свиты (пр. K10127, а, б) и цирконов из сиенитов лебединского комплекса (пр. 1713-1, в, з)

массы цирконов от  $2796 \pm 20$  до  $2866 \pm 17$  млн лет, что позволяет предполагать в качестве основных источников сноса материала архейские гранитоиды древнеалданского и чародоканского комплексов, прорывающих породы фундамента и широко распространенных вблизи исследованных структур (рис. 3). Схожие результаты изотопно-геохронологических исследований осадочных толщ Угуйской грабен-синклинали получены сотрудниками ИГЕМ РАН [7]. Это позволяет предполагать общность бассейна, в котором формировались осадочные образования, участвующие в геологическом строении обеих грабен-синклиналей.

Несмотря на общие черты геологического строения рассматриваемых структур, наблюдается разница мощностей свит из-за различного положения их в общем разрезе осадочных образований удоканской серии. Наиболее полно бытыгырская серия представлена в разрезе Олдонгсинской грабен-синклинали, тогда как Угуйская структура сложена преимущественно породами кебектинской. Это вполне согласуется с «двухритмовым» строением осадочных бассейнов, характеризующим стадийность осадконакопления, и является при этом отличительной чертой для всех рифтогенных прогибов Чаро-Олекминского прогиба [8]. Накопление осадков, относимых к нижнему ритму, происходило в бассейновой обстановке в восстановительных условиях, а верхней — в субаэральных окислительных прибрежного мелководья, подводной дельты и озерно-аллювиальной равнины [1].

Магматические образования в обеих грабен-синклинали представлены четырьмя возрастными группами, становление которых приурочено к различным геологическим событиям в процессе эволюции Чаро-Олекминского блока.

Наиболее древние интрузивные образования относятся к архею и широко распространены на исследованной территории (гнейсовидные плагиограниты и граниты древнеалданского и чародоканского комплексов). Становление архейских магматических образований приурочено к усилению тектонической активности в конце архейского времени, сопровождаемой заложением и развитием региональных зон разрывных нарушений (Кондинская, Чародоканская, Токинская и др.). Формирование этих магматических образований сопровождалось высокотемпературным кремнещелочным метасоматозом, продукты которого слагают жильные и шлировые обособления. В генетической связи с данным процессом отмечаются рудопроявления редкоземельной минерализации (цериевой группы).

Магматические образования раннего протерозоя представлены габбро-долеритами куранахского комплекса, внедрение которого связано с одновозрастной тектоно-магматической активизацией. Базиты распространены только в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали, это небольшие массивы на севере и юге. Однако, по мнению В. В. Пурина (Молчанов и др., 1996), возможно наличие слепого тела базитов на юге Угуйской структуры, о чем свидетельствуют данные аномального магнитного

и гравитационного полей. В связи с магматическими образованиями раннепротерозойского возраста имеют место гидротермально-метасоматические процессы, приведшие к формированию калишпатовых пропицитов, в ореолах развития которых отмечаются проявления медной минерализации.

Рифейская возрастная группа магматитов представлена дайками и силлоподобными телами долеритового состава сиваглинского комплекса, становление которых приурочено к возобновлению тектономагматических процессов в конце рифея. Магматические образования достаточно широко распространены в обеих грабен-синклиналях и сопровождаются околодайковыми ореолами калишпатовых пропицитов с повышенными относительно кларка содержаниями меди и урана (А. В. Молчанов и др., 1999). К рифейской возрастной группе также нами условно отнесены ультрабазиты преимущественно оливинового состава, закартированные в полевом сезоне 2016 г. у южного фланга Угуйской грабен-синклинали среди метаморфитов олекминской серии. На сегодня возраст данных магматических образований и их металлогеническая специализация не установлены. В 2018 г. планируется проведение более полного спектра исследований выявленных ультрабазитов.

Мезозойская группа интрузий представлена сиенитами и сиенит-порфирами лебединского комплекса, слагающими силлы и дайки в краевых частях обеих грабен-синклиналей, как было установлено при проведении работ ГДП-200 листа О-51-ХІХ (ранее породы лебединского комплекса выделялись только в пределах Угуйской грабен-синклинали). Становление пород данного комплекса связано с одновозрастной тектоно-магматической активизацией, наиболее полно проявившей себя в юрско-меловое время. По результатам датирования магматогенных цирконов U-Pb методом авторами в ЦИИ ВСЕГЕИ получен возраст от  $141,4 \pm 2,6$  до  $146,8 \pm 0,7$  млн лет, что соответствует границе юра-мел. Магматические образования рассматриваются авторами в качестве аналога юрско-мелового алданского монзонит-сиенитового плутонического комплекса, с которым связаны многочисленные золоторудные объекты в пределах Центрально-Алданского района (ЦАР).

Широко проявленные в связи со становлением пород лебединского комплекса гидротермально-метасоматические процессы сформировали ореолы гумбеитов, пропицитов и березитов, проявленные в больших объемах в зонах брекчирования, катаклаза и рассланцевания раннепротерозойских осадочных отложений Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей; в областях предраннепротерозойского и предрифейского структурно-стратиграфического несогласия; в областях долгоживущих зон разломов среди метаморфических и ультраметаморфических образований архея. В результате гидротермально-метасоматических процессов сформировались многочисленные разноранговые золоторудные и урановые объекты в пределах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, что повышает металлогеническую значимость данного этапа и для всего Алданского щита.

Отдельно стоит упомянуть о неоген-четвертичном усилении тектонической активности, обусловленной вовлечением Чаро-Олекминского блока в систему байкальских деформаций кайнозойского возраста. Это выразилось в оживлении многих

древних зон разрывных нарушений и одновременном формировании новых, вызвавших появление россыпных скоплений золота в пределах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей.

#### **Гидротермально-метасоматические образования.**

В рамках ГДП-200 в полевой период авторами были проведены маршрутные исследования на опорных участках с учетом методических рекомендаций Е. В. Плющева, В. В. Шатова, Г. М. Беляева. Маршруты закладывались вкост предполагаемых рудоносных структур, интрузивных контактов и зон четко выраженных гидротермально-метасоматических изменений. Несмотря на сильную расчлененность рельефа, исследования проводились таким образом, чтобы получить наиболее полный объем информации относительно особенностей геологического строения территории.

Были изучены горнопроходческие каналы (ГПК), пройденные в ходе поисковых работ на уран в 1980-е годы и вновь пройденные в рамках ГДП-200 листа О-51-ХІХ, включавшие в себя радиометрические исследования с интервалом в 10 см, а также опробование с углублением до коренных выходов через 1–2 м в зависимости от общего состояния ГПК, данных радиометрии и степени проявленности гидротермально-метасоматических процессов.

Наибольшей проявленностью гидротермально-метасоматических изменений в пределах рассматриваемых грабен-синклиналей характеризуются черносланцевая толща ханинской и олигомиктовые песчаники кебектинской свит (рис. 7, а, б). Макроскопически в смятых гидротермально-метасоматически измененных породах отмечаются гнезда и послойные выделения сульфидной минерализации, представленной зачастую окисленным пиритом, а также продуктами его выветривания в виде гематита и лимонита. Выявлены новообразования кварц-гематитового состава с реликтами сульфидной минерализации, образующие субпластовые тела, гнезда в замках складок, а также секущие жилы. Кварц образует шестоватые, хорошо ограниченные кристаллы в виде щеток и гнезд (рис. 5).

При изучении в прозрачно-полированных шлифах гидротермально-метасоматических образований (ГМО), отобранных в ходе маршрутных исследований, а также по полотну каналов, пройденных вкост рудоносных зон в ханинской свите, в пределах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, установлено более 20 минералов эпигенетического генезиса. Самые распространенные (в порядке убывания) кварц, серицит, мусковит, хлорит, калиевый полевой шпат (адуляр), гетит-гематит, турмалин, эпидот, рудные минералы, сфен. Формируемые этими минералами устойчивые парагенетические ассоциации соответствуют четырем типам гидротермалитов – кварц-альбит-микроклиновым метасоматитам, пропицитам, березитам и гумбеитам. Наиболее ярко первые три разновидности проявлены в областях деформаций пород ханинской и кебектинской свит в определенной зональности: первый и второй типы приурочены к тыльным частям, третий – к периферии, четвертый преимущественно к зонам влияния разломов, а также гранитным массивам (рис. 6).

**Кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты** приурочены преимущественно к региональным



зонам разломов (Токкинская, Кондинская и др.) и к апикальным частям массивов древнеалданского и чародоканского комплексов. Они красноватой и красновато-бурой окраски, средне-, крупно- и гигантозернистой структуры, массивной, реже блоковой текстуры. Формы их выделения – бластово-вкрапленная и жильно-гнездовая. Основные породообразующие минералы – кварц, альбит, микроклин; второстепенные – биотит, турмалин, гранат, магнетит; акцессорные – апатит, циркон.

**Пропилиты** проявлены в обеих грабен-синклиналях охватывая крупные по площади фрагменты структур. Гидротермально-метасоматические преобразования затронули практически все породные разновидности, участвующие в геологическом строении рассматриваемых палеобассейнов. Выделяются как минимум три группы пропилитов. Их становление приурочено к различным временным этапам и событиям. Разделение продуктов этого процесса – зачастую сложная задача из-за сходства минерального состава разновозрастных групп и территориальной совмещенности как между собой, так и с другими типами эпигенетических преобразований.

**Первая группа** – среднетемпературные пропилиты, парагенетически связанные, по данным предшественников, с гранитоидами крестяхского комплекса. Контроль более высоко порядка осуществляется участками брекчирования и катаклаза. Форма проявления новообразований интерстициально-прожилковая. Основные породообразующие минералы первой группы пропилитов – калиевый полевой шпат, эпидот, хлорит, биотит. Акцессорные минералы – апатит, циркон, сульфиды. Объем новообразований не превышает 10–15 %.

Ко **второй группе** отнесены пропилиты, пространственно тяготеющие к ареалам развития даек рифейских долеритов сивагинского комплекса, а также к крупным телам позднепротерозойских габбро-габбродиоритов куранахского комплекса. Гидротермально-метасоматические образования приурочены к близконтактовым зонам базитов, прорывающим осадочные отложения Олдонгсинской грабен-синклинали. Форма проявления – интерстициально-объемная. Основным породообразующим минералом для пропилитов первой группы являются эпидот, карбонат; вторичные представлены хлоритом, кварцем, титанитом, рудными минералами. Количество новообразований колеблется от 15 до 20 %, достигая в отдельных случаях 60–80 %.

В **третьей группе** пропилитов выделяются образования, сформированные в рамках мезозойского гидротермально-метасоматического цикла, приуроченного к становлению щелочных пород лебдинского комплекса в течение юрско-меловой тектономагматической активизации. Пропилиты данной группы в большинстве случаев затушеваны последующими процессами березитизации и гумбеитизации, что создает проблемы с уточнением минерального парагенезиса, но в то же время является и отличительной чертой. Форма проявления аналогична первой группе. Минеральный парагенезис представлен хлоритом, эпидотом (рис. 7, 2, ж). Вторичные минералы представлены титанитом, биотитом, амфиболом (актинолит), апатитом, рудными минералами.

Несмотря на схожесть минеральных парагенезисов всех групп, они отчетливо различаются

благодаря тому, что контролируются различными магматическими образованиями.

**Березиты** генетически связаны с процессами становления магматических образований щелочного и субщелочного состава в этап мезозойской ТМА. Они формируют крупные по площади поля распространения вблизи региональных зон разрывных нарушений. Гидротермально-метасоматические образования приурочены к зонам смятия, расщепления, трещиноватости, брекчирования осадочных пород, слагающих Олдонгсинскую и Угуйскую структуры. Установленная ассоциация эпигенетических минералов представлена кварцем, серицитом, анкеритом (рис. 7, д, е). Вторичные минералы – гетит-гематит, турмалин, рудные минералы (пирит преимущественно), титанит и хлорит. Отмечается совмещенность березитов с пропилитами, выражающаяся в наличии двух эпигенетических минеральных ассоциаций (как правило, пропилитовый парагенезис носит подчиненный характер по отношению к березитовой ассоциации). Степень проработанности субстрата от 5–15 до 60–80 %.

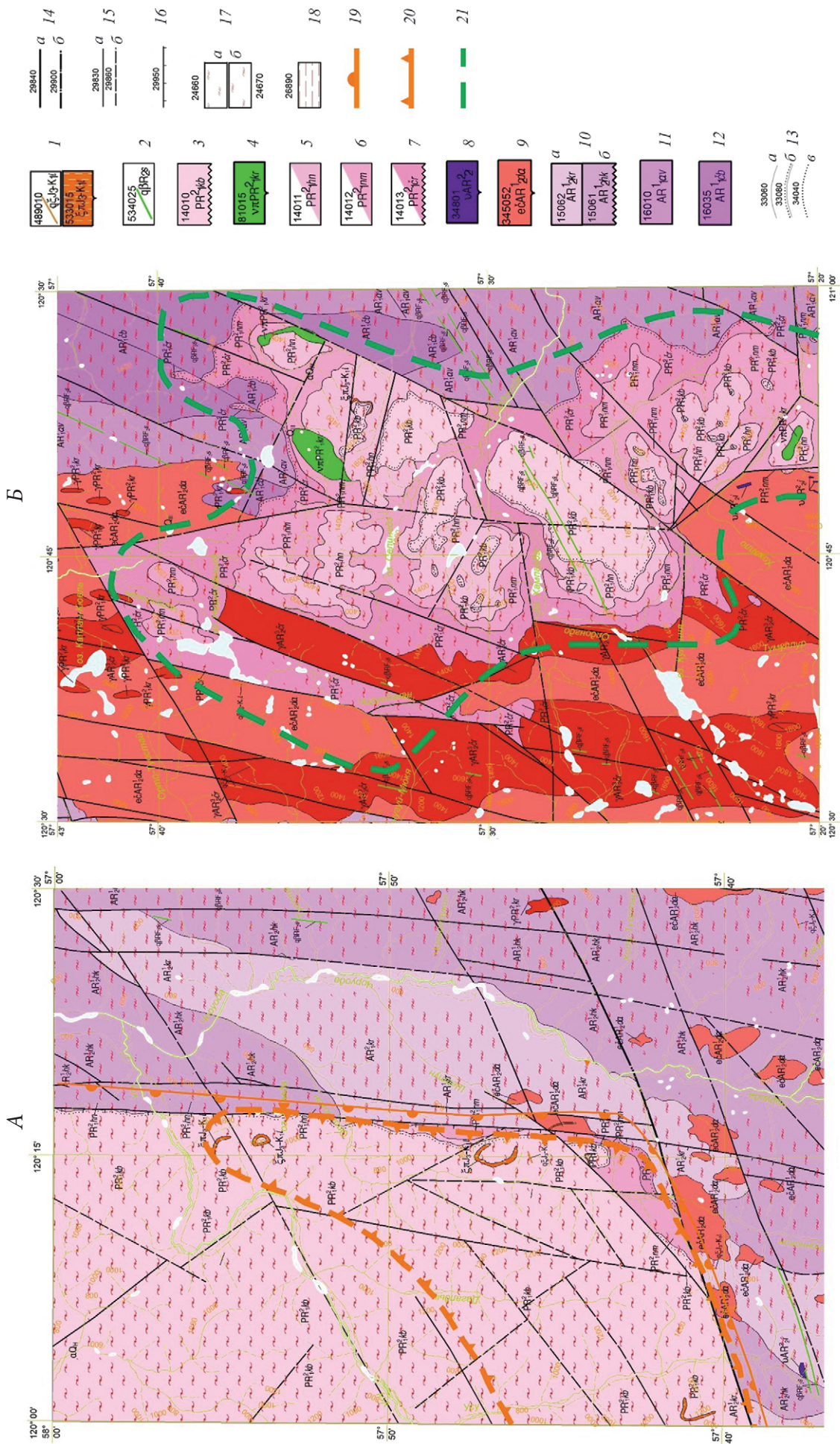
**Гумбеиты** аналогично приурочены к этапу мезозойской ТМА, они наиболее низкотемпературные и поздние по времени образования по сравнению с березитами. Структурный контроль осуществляется теми же структурами, что и у березитов, а также раннепротерозойской и предрифейской зонами структурно-стратиграфического несогласия, сформированным к моменту начала мезозойской ТМА. Пространственное совмещение гумбеитов и березитов подтверждается результатами петрографических исследований. Основные минералы формации гумбеитов – калишпат (адуляр), кварц, гетит-гематит (рис. 7, в, з). Акцессорные – рутил, хлорит, карбонат. Степень проработанности субстрата при гумбеитизации несколько выше по сравнению с березитизацией. Количество новообразованных минералов 15–20 до 80 % и выше, вплоть до полностью проявленных метасоматитов (эпипород).

**Рудоносность гидротермально-метасоматических образований.** Становление гидротермально-метасоматических образований сопровождалось многочисленными эпизодами перераспределения вещества с последующим его накоплением вплоть до рудных концентраций. Выявленные гидротермально-метасоматические образования характеризуются индивидуальной металлогенической специализацией.

**Кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты**, с прогнозной точки зрения, промышленной значимости не имеют, несмотря на встречаемую в отдельных пробах редкоземельную минерализацию (цериевая группа) с несколько более высоким содержанием La и Ce относительно кларка.

Ввиду неоднократного проявления процессов пропилитизации в пределах Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей, металлогеническая специализация наиболее точно установлена только для **второй группы**. Она является следствием неоднократного перераспределения рудного вещества в результате многочисленных эпигенетических преобразований на протяжении геологического развития структур. Специализация **третьей группы** также неопределенна из-за последующих процессов березитизации и гумбеитизации, наложенных на мезозойские продукты этой группы гидротермалитов. В связи со **второй группой пропилитов**, обусловленной становлением базитов рифейского





**Рис. 4. Фрагменты геологической карты листа О-51-ХІХ (А – Угуйская и Б – Олдонгенская грабен-синклинали)**

1 – левединский плутонический комплекс монзонит-сиенит-гранитовый. Вторая фаза: сиениты и меласениты, дайки кварцевых сиенитов; 2 – сивалгинский гипабиссальный комплекс долеритовый (дайки и силлы долеритов, кварцевых долеритов, габродолеритов); 3 – кебектинская серия нерасчлененная (пестроцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, прослои доломитов и конглобрекчий); 4 – куранахский гипабиссальный комплекс метатрах и долеритовый (габбро субщелочные, диориты метаморфизованные); 5–7 – бытыгырская серия: 5 – ханинская свита, флишиодное переслаивание метаморфизованных аргиллитов, алевролитов и песчаников, в том числе углеродистых,



шунгитосных, серицит-хлоритовых, двуслюдяных, стильномелановых, *б* – намсалинская свита, переслаивание доломитов мраморизованных, в том числе кремнистых и водорослевых, мраморов, метапесчаников, метаалевролитов, метапелитов, *7* – чародаканская свита, метапесчаники кварцевые, аркозовые, граувакковые, метаконгломераты, метагравелиты; *8* – ималыкский плутонический комплекс метапериодитовый (периодиты, пироксениты, дуниты, серпентиниты, сланцы хлорит-серпентин-талъковые, карбонат-серпентин-талъковые, талькиты); *9* – древнеалданский плутонический комплекс мигматит-чарнокитовый (Эндербиты, чарнокиты, плагиотраниты, тоналиты, кварцевые диориты, субщелочные кварцевые диориты, граниты биотитовые, роговообманково-пироксеновые гнейсовидные); *10* – олёкминская свита (плагиогнейсы биотитовые, роговообманково-биотитовые, биотит-роговообманковые), *б* – хойкинская свита (плагиосланцы и плагиогнейсы роговообманковые, роговообманково-биотитовые, прослой гнейсов клинопироксен-роговообманковых, амфиболитов); *11, 12* – курультинская свита: *11* – авикская свита (биотит-гиперстеновые, биотит-амфиболовые и биотитовые гнейсы, прослой гипроксиленовых, амфибол-двупироксеновые кристаллические сланцы, биотит-гранатовые гнейсы, иногда с силлиманитом, линзы кварцитов, прослой липосидовых кристаллических сланцев, амфиболитов), *12* – чебаркасская свита (плагиогнейсы и гнейсы гранатовые, биотитовые, прослой плагиогнейсов гиперстеновых, роговообманково-двупироксеновых, линзы кварцитов, сланцев высоколиноземистых, плагиоэколитов); *13* – геологические границы: *а* – согласного залегания и интрузивные контакты достоверные, *б* – несогласного залегания достоверные, *в* – литофициальные с постепенным переходом; *14–16* – разрывные нарушения: *14* – главные достоверные (*а* – выходящие на картографируемую поверхность, *б* – скрытые под вышележащими образованиями), *15* – разломы неустойчивой кинематики (*а* – достоверные, *б* – предполагаемые), *16* – надвиги достоверные; *17* – фации метаморфизма (*а* – амфиболитовая; *б* – гранулитовая); *18* – тектониты перекристаллизованные); *19, 20* – Чаро-Олекминская золото-редкометалльно-железородная зона: *19* – Угуйский медно-урано-золоторудный район, *20* – Кондинская потенциальная рудная зона (P<sub>3</sub>; Au 100 т); *21* – Олдонгсинский потенциальный урано-золото-меднорудный узел (P<sub>3</sub>; Au 100 т)

## МЕТАЛЛОГЕНИЯ



**Рис. 5. Фотографии рудных образцов, огорбанных в ходе маршрутных исследований**  
*а, б* – послойные кварц-лимонитовые новообразования в зонах смятия пород быгыгырской серии; *в* – рудные гидротермально-метасоматические образования, развитые по породам быгыгырской серии



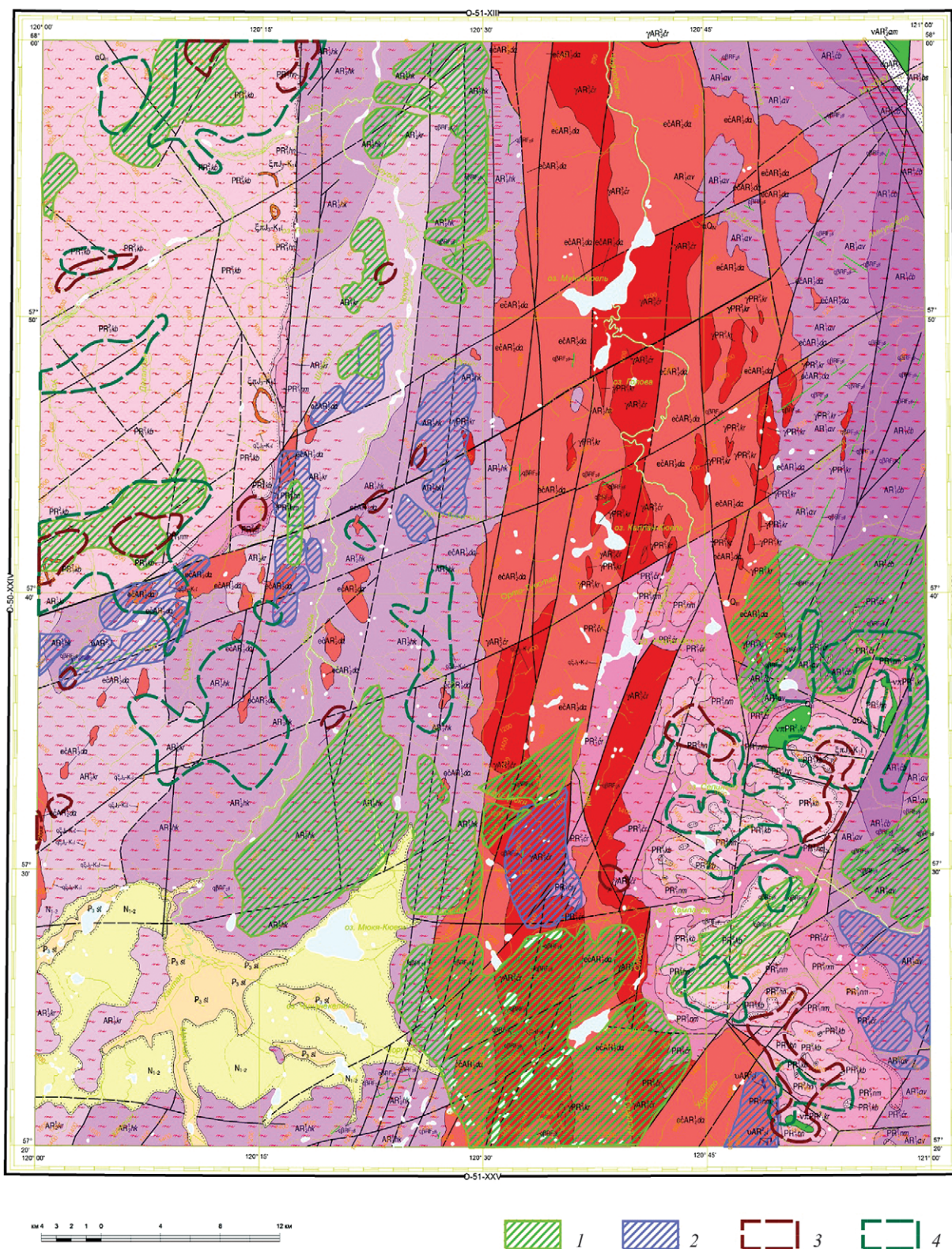
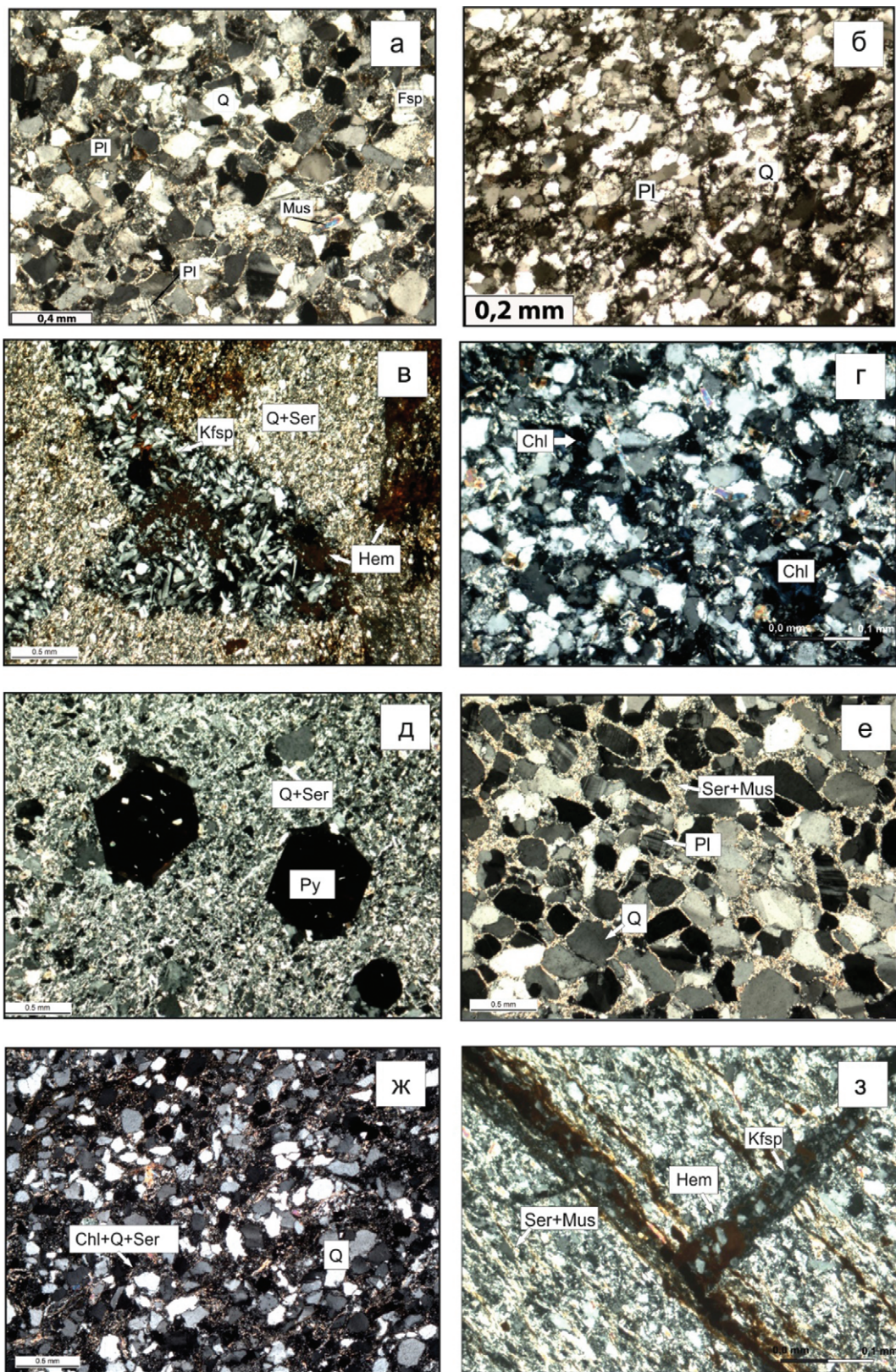


Рис. 6. Карта распространения гидротермально-метасоматических образований на территории листа О-51-ХХ  
 1 – пропилиты; 2 – кварц-альбит-микротиновые метасоматиты; 3 – гумбеиты; 4 – березиты





**Рис. 7. Микрофотографии неизменённых и гидротермально-метасоматически преобразованных пород Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей (николи +)**

*a* – олигомиктовый песчаник кебектинской свиты (преимущественно кварц Q, плагиоклаз Pl), шлиф 11025-5); *б* – углистый алевросланец кварц (Q)-плагиоклазового (Pl) состава; *в* – полнопроявленный метасоматит по алевропесчанику ханинской свиты с березитовой (кварц Q, серицит Ser, мусковит Mus) и гумбеитовой (кварц Q), калиевый полевой шпат (адуляр Kfsp, гематит Hem) минеральными ассоциациями (шлиф 4041-16); *г* – хлоритизированный (Chl) песчаник кебектинской свиты (шлиф МТ-264), *д* – березит серецитовый (протолит – олигомиктовый песчаник кебектинской свиты, пр. 4025-02); *е* – березитизированный олигомиктовый песчаник чародаканской свиты (шлиф 9073); *ж* – полнопроявленный пропилит с последующей березитизацией (преимущественно хлорит Chl и эпидот (шлиф 9507-5); *з* – алевропесчаник ханинской свиты с прожилками калиевого полевого шпата (адуляр Kfsp) с проявленными процессами березитизации и гумбеитизации (шлиф 15312)



возраста, известны проявления медной и хромовой минерализации в песчаниках кебектинской свиты Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей в контактовых зонах с дайками долеритов сиваглинского комплекса, а также в самих пропильтизированных базитах. По результатам аналитических исследований методом ICP-MS зафиксировано содержание меди до 7225 г/т в *пропилитах второй группы*.

Достаточно проблематична оценка металлогенической специализации *березитов* ввиду её неравнозначной проявленности в каждой грабен-синклинали. В связи с продуктами березитизации имеют место проявления золотой, серебряной и медной минерализации, а также промышленно-значимые меднорудные объекты. Отмечено повышенное содержание таких элементов, как Zn до 180, Ag до 19, Pb до 425 г/т.

*Гумбеиты* наиболее интересны с металлогенической точки зрения. Известны перспективные ураново- и золоторудные рудопроявления на юго-западном фланге Угуйской грабен-синклинали и в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали, тяготеющие к зоне предрифейского структурно-стратиграфического несогласия. Результаты аналитических исследований гумбеитов показали повышенное содержание U до 382 г/т.

С процессом гумбеитизации связано формирование месторождений Таборное, Гросс и Тёмное, последнее будет введено в эксплуатацию в 2018 г. (расположены золоторудные объекты в пределах южной части Угуйской грабен-синклинали в 40 км западнее Олдонгсинской структуры). По данным С. В. Седенко (2001), месторождения формируют в совокупности Надвиговую золоторудную площадь. Позднемезозойские золотоносные гидротермально-метасоматические породы месторождений локализованы в субширотной зоне взбросо-надвиговых дислокаций, пересекающей отложения кебектинской свиты, залегающей со структурно-стратиграфическим несогласием на нижнепротерозойских осадочных толщах в Угуйском грабене. Зона состоит из тектонически дезинтегрированных песчаников, на них наложены неравномерно проявленные гидротермально-метасоматические процессы, конечными продуктами которых являются золотоносные гумбеиты.

В полевой сезон 2016 г. в краевых частях Олдонгсинской грабен-синклинали были выявлены брекчии по архейским гранитоидам с цементов, состоящим практически полностью из гематита (рис. 8, а, б). Вопрос распространения *гематитовых брекчий* пока остается дискуссионным, однако все образцы найдены в зонах разломов, секущих метаморфиты фундамента и архейские гранитоиды. Промышленные перспективы, связанные с гематитовыми брекчиями, нуждаются в дальнейшем уточнении. Стоит отметить установленные повышенные значения U до 70 и Zn до 120 г/т. Это не может не вызывать интереса к дальнейшему исследованию «гематитовых брекчий». Тем более, что они по своему структурному положению, петрографическому облику и повышенному содержанию урана и других элементов близки к брекчиям месторождения Олимпик-Дэм в Австралии.

Помимо брекчий, достаточно важно, по мнению авторов, изучить более подробно перспективы, связанные с находками ультраосновных образований на юге Угуйской и Олдонгсинской

грабен-синклиналей. Зафиксированы крупно-глыбовые развалы, предположительно дунитов, с содержанием, по данным ICP-MS, Cr от 0,1 до 1,5 % (рис. 8, в, г). О принадлежности к определенному комплексу и возрасте этих пород пока нет единого мнения.

Повышенные содержания Cr (0,04 % и выше) отмечены в массивных «кварцитах» зеленого цвета, развалы которых зафиксированы в северо-восточной краевой части Олдонгсинской грабен-синклинали и их коренные выходы в бассейне р. Диринг-Юрях (южная часть структуры) (рис. 8, д). Находки приурочены к тектонически ослабленным зонам и принадлежность к какой-либо свите бытыгырской серии пока не ясна. По нашему мнению, хромистая минерализация «кварцитов» обусловлена воздействием гидротермально-метасоматических процессов пострanneпротерозойского возраста и требует оценки промышленных перспектив минерализации, придающей «кварцитам» зеленый цвет (фуксит (?)).

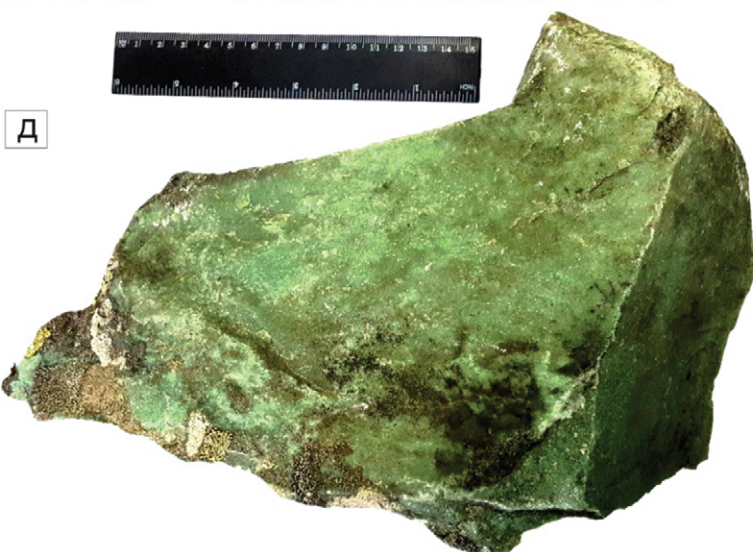
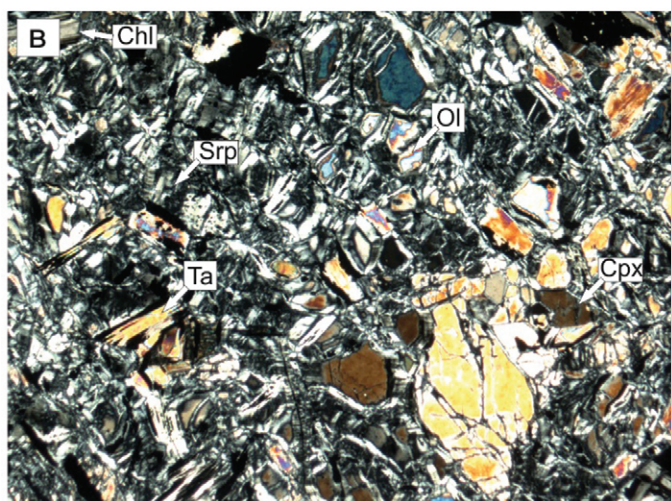
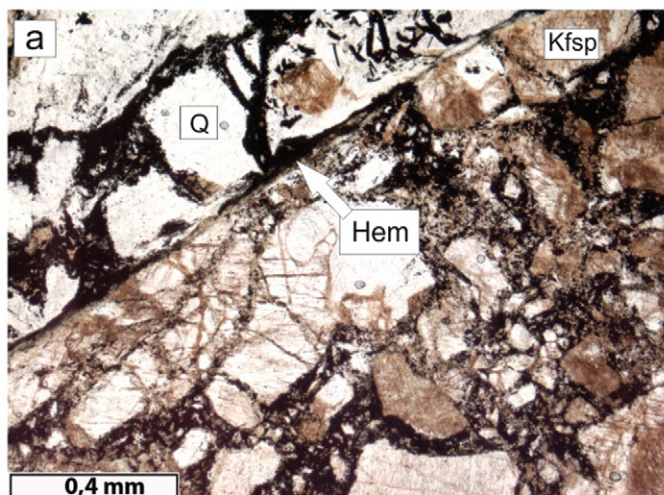
Путем корреляционного анализа, проведенного на основе полученных результатов исследований методом ICP-MS пород бытыгырской и кебектинской серий, установлено несколько групп элементов, демонстрирующих между собой связь Co–Ni, Ag–Pb–Zn, U–As и МПГ–Ni–Cr. Ввиду достаточно сложной геологической истории развития региона результаты корреляционного анализа рассматриваются, как последствия трех ТМА, каждая характеризуется своим типом магматизма и сопровождающих его гидротермально-метасоматических процессов.

**Общая оценка перспектив Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей.** Наибольшие перспективы связываются с золото- и золото-урановым оруденением в гумбеитах, сформированных в процессе мезозойской тектоно-магматической активизации. Результаты проведенных ранее работ показали, что, несмотря на достаточно близкие черты сходства с объектами типа несогласия (структурный контроль, тип гидротермально-метасоматических процессов), проводить аналогию с месторождениями типа Атабаска не совсем правильно. Следствием этого стало выделение локального типа оруденения (угуйский тип) с учетом особенностей, отмеченных исследователями. К нему относятся упоминавшиеся ранее месторождения Таборное, Гросс и Тёмное на южном фланге Угуйской грабен-синклинали.

Опираясь на результаты аналитических исследований, авторы предполагают возможность открытия аналогичных объектов в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали, на что указывают сходство геологического строения, проявленных здесь гидротермально-метасоматических процессов, с которыми связано формирование золоторудных объектов на юге Угуйской структуры. В черносланцевых толщах ханинской свиты в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали отмечаются повышенные значения МПГ, вследствие чего их можно рассматривать как перспективы для поисков платинометалльных объектов польского типа.

Авторы впервые выделили Кондинскую потенциальную рудную зону с локализованными в ней ресурсами золота в размере 100 т кат. P<sub>3</sub> (рис. 4, А). Она охватывает юго-восточную часть Угуйской грабен-синклинали, в том числе фрагмент





**Рис. 8. Микрофотографии (никколи +) и фотографии образцов гематитовых брекчий, измененных дунитов и кварцитов**

*a* – микрофотография гематитовой брекчий (шлиф 15329), состоящей из крупных (до 6 мм) ксенобласт кварца и запыленных гидроокислами железа обломков микроклина и плагиоклаза; *б* – обр. 15329 гематитовой брекчий; *в* – микрофотография метасоматита по дуниту (?). Основная масса породы замещена тонковолокнистым серпентином *Srp*, в который включены реликты оливина *Ol*, клинопироксена *Cpx* (пр. 11013-2); *г* – обр. 11013-2 измененного дунита; *д* – образец кварцитов зеленого цвета

одноименной региональной субширотной зоны разломов, где находятся объекты золоторудной Надвиговой площади. Особенности геологического строения выделяемой зоны, учитывая распространенность процессов гумбеитизации и наличие геохимических аномалий Au и его элементов-спутников, позволяют рассматривать её в качестве перспективной на выявление новых рудных объектов с комплексным золото-урановым оруденением типа месторождений Таборное и Гросс.

К потенциальным отнесена также Токкинская ураноносная зона, впервые выделенная в 90-х годах прошлого века под руководством А. В. Молчанова. Территориально она совпадает с фрагментом субмеридианальной одноименной региональной зоны разломов, расположенной на западном фланге Угуйской грабен-синклинали. Частично тектонизированные породы архейского фундамента и протерозойские осадки Угуйской грабен-синклинали, поля развития тел мезозойских



сиенитов и сиенит-порфиоров, а также ореолы гумбеитизации и березитизации с многочисленными проявлениями, рудопроявления урана позволяют рассматривать Токкинскую ураноносную зону как перспективную для поисков новых крупных объектов в будущем.

Не до конца ясны перспективы «гематитовых брекчий», они требуют дальнейших исследований для уточнения перспектив, связанных с ними (предположительно, оруденение типа Олимпик-Дэм). Интерес вызывают массивы протерозойских базитов, распространенных в пределах Олдонгсинской грабен-синклинал, Возможно выявление объектов с хромит-платиновым оруденением, что подкрепляется ранее выявленными пунктами платиновой и хромовой минерализации, приуроченными к рассмотренным магматическим образованиям.

1. Басков Е.А. Литогеодинамика и минерагения осадочных бассейнов. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.

2. Гурская Л.И. Платинометалльное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. — 208 с.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000, новая серия, лист О-(50), 51 (Алдан) и объяснительная записка / отв. редактор Е.П. Миرونюк. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.

4. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 1 000 000. Лист О-51 (Алдан) / сост. Ю.К. Дзевановский, ред. В.И. Серпухов (ВСЕГЕИ). Объяснительная записка. — М., 1959.

5. Реутов Л.М. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Бодайбинская. Лист О-51-ХІХ. Объясн. записка. — М., 1977.

6. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / под ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. — М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2001. — 571 с.

7. Самсонов А.В., Борисовский С.Е. и др. Происхождение палеопротерозойских осадочных пород Угуйского грабена (Алданский шит): результаты геохронологических, геохимических и изотопно-геохимических исследований // Изотопное датирование геологических процессов:

новые результаты, подходы и перспективы. Материалы VI Росс. конф. по изотопной геохронологии. — СПб.: Springer, 2015. — С. 256–258.

8. Феоктистов В.П. О Витимо-Олекминском поясе эпикратонных меденосных прогибов // Геология и геофизика. 1992. № 2. — С. 9–17.

1. Baskov E.A. Litogeodinamika i minerageniya osadochnyh bassejnov [Litogeodynamics and minerageny of sedimentary basins]. St. Petersburg: VSEGEI. 1998.

2. Gurskaya L.I. Platinometall'noe orudnenie chernoslancevogo tipa i kriterii ego prognozirovaniya [Platinum-metal mineralization of the black shale type and the criteria for its prediction]. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI. 2000. Pp. 208.

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossijskoj Federacii mashtaba 1 : 1 000 000, novaya seriya, list O-(50), 51 (Aldan) i ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation, scale 1:1,000,000 (new series), list O-(50), 51 (Aldan) and explanatory note]. Ex. ed. E.P. Mironyuk. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI. 1998.

4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta SSSR mashtaba 1 : 1 000 000. List O-51 (Aldan). Ob'yasnitel'naya zapiska. [State geological map of the USSR, scale 1:1,000,000. List G-51 (Aldan). Explanatory note]. Ed. by Yu.K. Dzevanovskij, V.I. Serpuhov. Moscow. 1959.

5. Reutov L.M. Geologicheskaya karta SSSR mashtaba 1 : 200 000. Seriya Bodajbinskaya. List O-51-XIX. Ob'yasn. zapiska [The geological map of the USSR, scale 1:200,000. List O-51-XIX (Bodaibo Series). Explanatory note]. Moscow. 1977.

6. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Saha (Yakutiya) [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Ed. by L.M. Parfenov, M.I. Kuz'min. Moscow: MAIK Nauka/Interperiodika. 2001

7. Samsonov A.V., Borisovskij S.E. i dr. Origin of the Paleoproterozoic sedimentary rocks of the Ugu graben (Aldan Shield): results of geochronological, geochemical and isotope-geochemical studies. *Isotope dating of geological processes: new results, approaches and perspectives. Materials VI Ross. Conf. by isotope geochronology.* St. Petersburg: Springer. 2015. Pp. 256–258. [In Russian].

8. Feoktistov V.P. About the Vitimo-Olekminsky belt of epicratonic copper-bearing deflections. *Geologiya i geofizika.* 1992. No 2, pp. 9–17. [In Russian].

Кукушкин Константин Александрович — аспирант, вед. инженер, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <konstantin\_kukushkin@vsegei.ru>

Терехов Артем Валерьевич — канд. геол.-минер. наук, зам. зав. отделом, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <artem\_terekhov@vsegei.ru>

Молчанов Анатолий Васильевич — доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <anatoly\_molchanov@vsegei.ru>

Козлов Дмитрий Сергеевич — аспирант, вед. инженер, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Dmitriy\_Kozlov@vsegei.ru>

Соловьев Олег Леонидович — вед. инженер, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Oleg\_Soloviev@vsegei.ru>

Титов Дмитрий Юрьевич — аспирант, вед. инженер, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <dmitriy\_titov@vsegei.ru>

Хорохорина Елена Ивановна — вед. инженер, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <elena\_horohorina@vsegei.ru>

Kukushkin Konstantin Alexandrovich — Ph.D. Student, Leading Engineer, VSEGEI<sup>1</sup>. <konstantin\_kukushkin@vsegei.ru>

Terekhov Artem Valerievich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy head of the Department, VSEGEI<sup>1</sup>. <artem\_terekhov@vsegei.ru>

Molchanov Anatoly Vasilievich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department, VSEGEI<sup>1</sup>. <anatoly\_molchanov@vsegei.ru>

Kozlov Dmitriy Sergeevich — Ph.D. Student, Leading Engineer, VSEGEI<sup>1</sup>. <Dmitriy\_Kozlov@vsegei.ru>

Soloviev Oleg Leonidovich — Leading Engineer, VSEGEI<sup>1</sup>. <Oleg\_Soloviev@vsegei.ru>

Titov Dmitriy Yurievich — Ph.D. Student, Leading Engineer, VSEGEI<sup>1</sup>. <dmitriy\_titov@vsegei.ru>

Horohorina Elena Ivanovna — Leading Engineer, VSEGEI<sup>1</sup>. <elena\_horohorina@vsegei.ru>

<sup>1</sup> 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.