

Перспективы рудоносности разновозрастных региональных тектонических структур восточной части Чаро-Олекминского блока Алданского щита

Аннотация. Рассматриваются перспективы рудоносности разновозрастных региональных тектонических структур восточной части Чаро-Олекминского блока Алданского щита – Тяньско-Темулякитского зеленокаменного пояса, Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей, зоны предрифейского структурно-стратиграфического несогласия и Соктокутского горста. Важным представляется тезис о возможности выявления золотого и(или) уранового оруденения мезозойского возраста в предрифейской зоне структурно-стратиграфического несогласия, а также золотого оруденения в пределах Соктокутского горста. Уточнено металлогеническое районирование региона. Выделены Соктокутский потенциальный ураново-золоторудный узел с ожидаемым золото-молибден-урановым (эльконский тип) и золото-медно-порфировым типами оруденения и Оннорох-Олонгиитский потенциальный медно-золоторудный узел. Рассмотрены особенности металлогенических эпох, проявленных в пределах восточной части Чаро-Олекминского блока Алданского щита.

Ключевые слова: рудоносность, региональные тектонические структуры, металлогенические эпохи, металлогеническое районирование, прогноз, Чаро-Олекминский блок, Алданский щит.

МОЛЧАНОВ АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом, Anatoly_Molchanov@karpinskyinstitute.ru

БЕЛЕНКО ЕЛЕНА ВЛАДИСЛАВОВНА, ведущий инженер, Elena_Belenko@karpinskyinstitute.ru

ЛЕДЕНГСКИЙ РОМАН АНДРЕЕВИЧ, главный геофизик, Норильский филиал ФГБУ «Институт Карпинского», Roman_Ledengskiy@karpinskyinstitute.ru

ПРОХОРОВ ЕГОР АНДРЕЕВИЧ, аспирант, геолог, Egor_Prohorov@karpinskyinstitute.ru

СОЛОВЬЕВ ОЛЕГ ЛЕОНИДОВИЧ, ведущий геолог, Oleg_Soloviev@karpinskyinstitute.ru

ТЕШ ДАНИИЛ ДМИТРИЕВИЧ, геолог, Daniil_Tesh@karpinskyinstitute.ru

ХОРОХОРИНА ЕЛЕНА ИВАНОВНА, ведущий геолог, Elena_Horohorina@karpinskyinstitute.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского» (ФГБУ «Институт Карпинского»), г. Санкт-Петербург

Ore-bearing potential of different in age regional tectonic structures in the eastern Chara-Olyokma block of the Aldan Shield

A. V. MOLCHANOV, E. V. BELENKO, R. A. LEDENSKY, E. A. PROKHOROV, O. L. SOLOVIEV, D. D. TESH, E. I. KHOROKHORINA

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FSBI "Karpinsky Institute"), St. Petersburg

Abstract. The paper considers prospects for the ore-bearing potential of regional-scale tectonic structures of different ages in the eastern portion of the Chara-Olyokma block of the Aldan Shield, including the Tyania-Temulyakit greenstone belt, Oldongsin and Ugui graben-synclines, pre-Riphean structural-stratigraphic unconformity zone, and Soktokut horst. The statement seems important on the possibility to reveal Mesozoic gold and/or uranium mineralization within the pre-Riphean zone of structural-stratigraphic unconformity, as well as of gold mineralization within the Soktokut horst. The metallogenic regionalization of the territory was clarified.

The Soktokut potential uranium-gold ore cluster with the expected gold-molybdenum-uranium (Elkon type) and gold-copper porphyry types of mineralization and the Onnorokh-Longiit potential copper-gold ore cluster were outlined. Specific features of the metallogenic epochs manifested within the eastern Chara-Olyokma block of the Aldan Shield are considered.

Key words: ore-bearing potential, regional tectonic structures, metallogenic epochs, metallogenic regionalization, forecasting, Chara-Olyokma block, Aldan Shield.

Представленные материалы получены в разные годы авторами настоящей статьи при проведении полевых и камеральных работ по созданию комплектов государственных геологических карт, включая карты полезных ископаемых и карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых масштаба 1 : 1 000 000 (листы О-51, О-50), карт закономерностей размещения и прогноза месторождений полезных ископаемых масштаба 1 : 200 000 (лист О-51-ХІІІ¹, О-51-ХІХ), а также прогнозно-металлогенических исследований масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 200 000 с составлением прогнозно-металлогенических карт на уран Чаро-Олекминского блока Алданского щита.

В прогностическом аспекте Чаро-Олекминский блок Алданского щита (рис. 1) чрезвычайно интересен, поскольку характеризуется длительной и сложной историей геологического развития, во временных рамках которой закладывались и развивались региональные разновозрастные тектонические, а по сути, рудоносные структуры (горсты, грабен-синклинали, зеленокаменные пояса, зоны региональных разрывных нарушений, зоны древних структурно-стратиграфических несогласий), характеризующиеся проявленностью в их пределах разновозрастных рудоподготовительных и рудоформирующих процессов, приведших к формированию разноранговых месторождений различных типов твёрдых полезных ископаемых, включая золото, железо, медь, уран, редкие и редкоземельные металлы, мусковит.

Каждый временной этап в истории геологического развития блока характеризуется свойственными только ему тектоническим режимом, особенностями осадконакопления, метаморфизма, магматизма, гидротермально-метасоматической деятельности, *совокупный результат которых определил металлогеническую специализацию данных этапов и позволил выделить ряд метал-*

логенических эпох, а также потенциальных рудных районов и узлов.

Для *архейской металлогенической эпохи* ключевыми петрогенетическими процессами в пределах Чаро-Олекминского блока являлись *метаморфизм и ультраметаморфизм*, приведшие к формированию комплексов пород, метаморфизованных в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций, высокотемпературных кремнещелочных метасоматитов, характеризующихся металлогенической специализацией на радиоактивные и редкоземельные элементы. Во временных рамках эпохи сформированы пункты радиоактивной, радиоактивно-редкоземельной минерализации и радиометрические аномалии различной интенсивности и природы радиоактивности, генетически связанные с высокотемпературными кремнещелочными (кварц-плагиоклазовыми, кварц-плагиоклаз-ортоклазовыми, кварц-альбит-микроклиновыми) метасоматитами.

В позднем архее сформированы Тяньско-Темулякитский, Тас-Миэлинский, Токкинский, Ималыкский и другие зеленокаменные пояса. Они сложены гнейсами и кристаллическими сланцами темулякитской свиты борсалинской серии, метаморфизованными в условиях амфиболитовой и эпидот-амфиболитовой фаций, которые составляют джеспилит-сланцевую формацию, а также многочисленными телами метагабброидов габбро-пироксенит-долеритовой формации северо-северо-западного простирания. Базиты данной формации соответствуют смешанной литохалькосидерофильной геохимической ассоциации и характеризуются вышекларковыми содержаниями Co, Ge, P, Mo, V, Cr, Y, Zr. Иногда отмечаются аномально высокие содержания Cu (до 0,2 %), Au (до 0,1 г/т), Pt (до 0,3 г/т), Ir (до 0,7 г/т), Pd (до 0,07 %). По материалам [15], основанным на интерпретации геофизических и геохимических данных, предполагается наличие ещё одной, не выходящей на современную дневную поверхность, зеленокаменной структуры, которая перекрывается терригенно-осадочными отложениями раннепротерозойского возраста, слагающими

¹ Работы по данному листу сотрудники отдела металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ФГБУ «Институт Карпинского» выполняют в рамках программы «Геология: возрождение легенды» (ГВЛ-2).

Угуйскую грабен-синклиналь. Базиты основания данной структуры рассматриваются авторами как один из возможных источников Cu, Cr, Co, Ag, платиноидов, пункты минерализации которых известны в пределах указанной структуры и её ближайшем обрамлении.

Тяньско-Темулякитский зеленокаменный пояс отчётливо прослеживается в магнито- и гравиметрических полях (рис. 2). Границы пояса в вещественном выражении представлены зонами катаклаза, милонитизации и диафтореза. При этом существенная доля запасов золота дальнего зарубежья сосредоточена именно в зеленокаменных поясах [1]. Так, почти две трети добываемого золота в Австралии обеспечивается месторождениями золото-сульфидных руд архейских зеленокаменных поясов – Калгурли, Санрайз-Дам и др. В Канаде более половины добычи золота связано с его месторождениями, располагающимися в архейских зеленокаменных поясах [8]. Значимая доля добычи золота на Африканском континенте также приходится на зеленокаменные структуры, в частности пояса Зимбабве, Боромо-Горунси и др.

К сожалению, на территории Российской Федерации значимые золоторудные объекты подобного типа до сих пор не выявлены. В то же время предпосылки и признаки возможного обнаружения подобных объектов в пределах России имеются на Балтийском и Алданском щитах. В связи с этим авторы статьи рекомендуют провести геолого-минерагеническое картирование, в частности, на территории восточной части Чаро-Олекминского блока, в пределах Олондинского, Токинского, Тас-Миэлинского, Тяньско-Темулякитского зеленокаменных поясов в целях выделения локальных участков под поиски рудного золота.

Ранее работами Г. В. Бирюлькина, А. С. Княжева и др. (материалы не опубликованы) на площади Тяньско-Темулякитского зеленокаменного пояса были выявлены многочисленные вторичные геохимические аномалии (площадные и потоковые) золота, серебра, молибдена, а также шлиховые потоки и точечные аномалии золота и вольфрама. На западном фланге пояса, в пределах делювиальных развалов диафторированных, окварцованных и сульфидизированных метагабброидов, известен пункт минерализации с содержанием золота 3,0 г/т. Кроме того, на северной оконечности Тяньско-Темулякитского пояса предшественниками выделен Верхнетяньский потенциальный

мусковит-вольфрам-золоторудный узел, заслуживающий постановки специализированных исследований, нацеленных на поиск золото-сульфидно-кварцевого оруденения.

Гидротермально-метасоматические новообразования, развитые в пределах зеленокаменного пояса, представлены высокотемпературными кварц-полевошпатовыми (кварц-альбит-микроклиновыми) метасоматитами, в меньшей степени пропилитами. К кварц-полевошпатовым метасоматитам приурочены многочисленные проявления мусковитовой минерализации, входящие в состав рудных полей с прогнозными ресурсами категории P_2 , которые составляют Тасмиэлинскую вольфрам-молибден-золото-мусковитовую рудную зону.

В разрезе метаморфических комплексов позднего архея расположены крупные месторождения железистых (магнетитовых) кварцитов (Тарынахское, Ималыкское, Горкитское и др.), выявленные ещё во второй половине прошлого столетия. Среднее содержание железа на месторождениях составляет 28,32–28,50 %.

Металлогеническая значимость позднеархейского этапа определяется в настоящее время месторождениями железа, рудопоявлениями мусковита. В то же время при выполнении крупномасштабных и прогнозно-поисковых работ в регионе следует обратить особое внимание на его возможную золотоносность по аналогии с зеленокаменными поясами Канадского, Африканского щитов и западного фланга Балтийского щита (территория Финляндии), где известны крупные по запасам месторождения золота.

В ходе комплексной аэромагнитной съёмки северной части листа О-51-ХІІІ (Соктокутская площадь) в районе слияния ручьёв Угрюмый и Быстрый была выявлена магнитная аномалия трубчатого типа (рис. 3), которая требует наземной заверки, для выяснения целесообразности постановки в её пределах поисковых работ.

В *раннепротерозойскую металлогеническую эпоху* в пределах восточной части Чаро-Олекминского блока формировались *Угуйская и Олдонгсинская грабен-синклинали*, в которых накапливались терригенные, карбонатно-терригенные отложения², представленные конгломератами,

² Уровень метаморфизма терригенно-осадочных отложений раннего протерозоя низкий и не превышает зеленосланцевой фации.

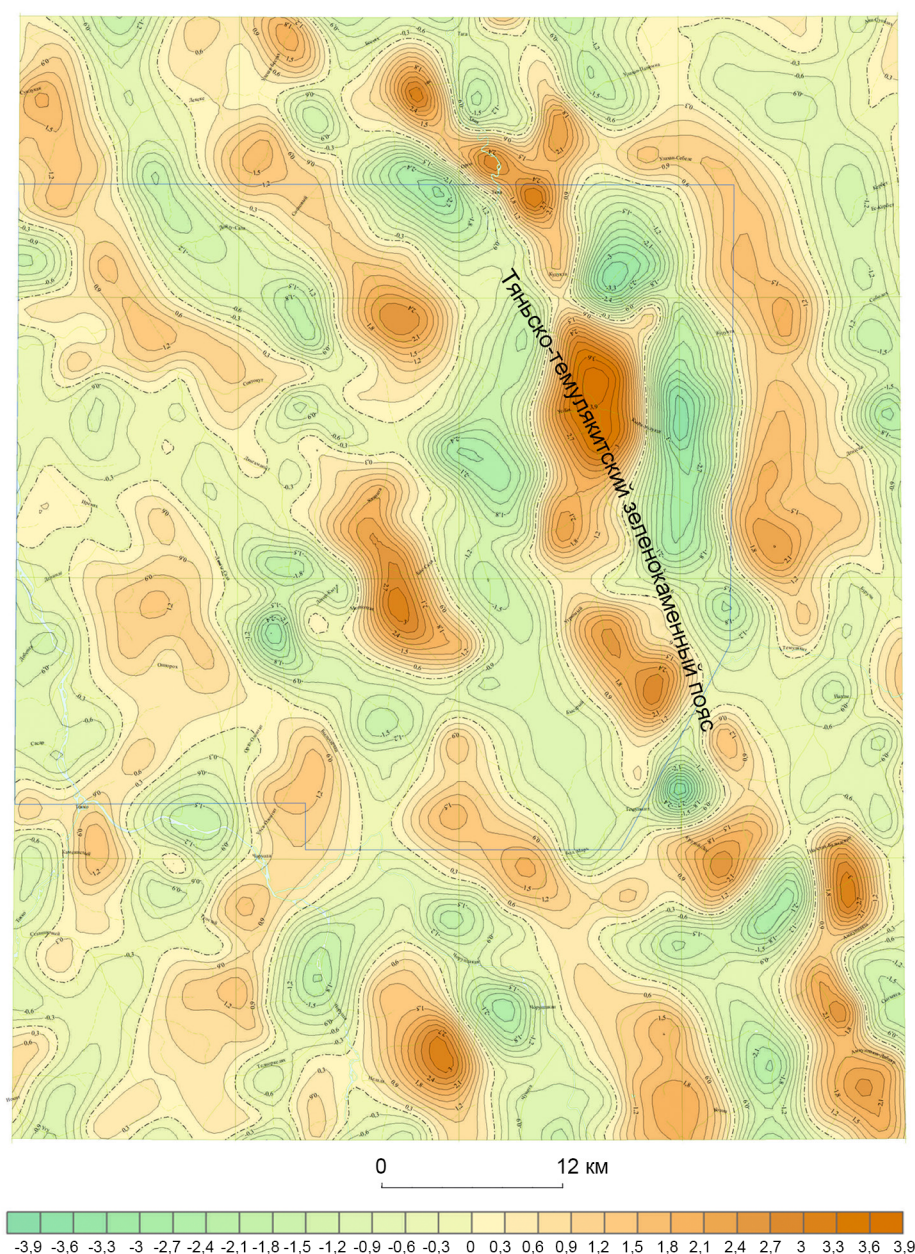


Рис. 2. Проявленность Тяньско-Темүлякитского зеленокаменного пояса на карте изолиний локальной составляющей поля силы тяжести. Значения поля приведены в условных единицах

разнозернистыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, включая их черносланцевые разности, а также доломитами и силицитами. Терригенно-осадочные отложения, слагающие указанные грабен-синклинали, с резким структурно-стратиграфическим несогласием (СН) и базальными конгломератами в основании налегают на интенсивно выветрелые метаморфиты и ультра-

метаморфогенные образования архейской металлогенической эпохи. По данным [16], формирование отложений раннего протерозоя происходило в условиях прогиба орогенного типа на пенепленизированном, сильно выветрелом архейском основании. В осадках присутствует значительное количество кремнистого и железистого материала, а также псаммитовые обломки эффузивов

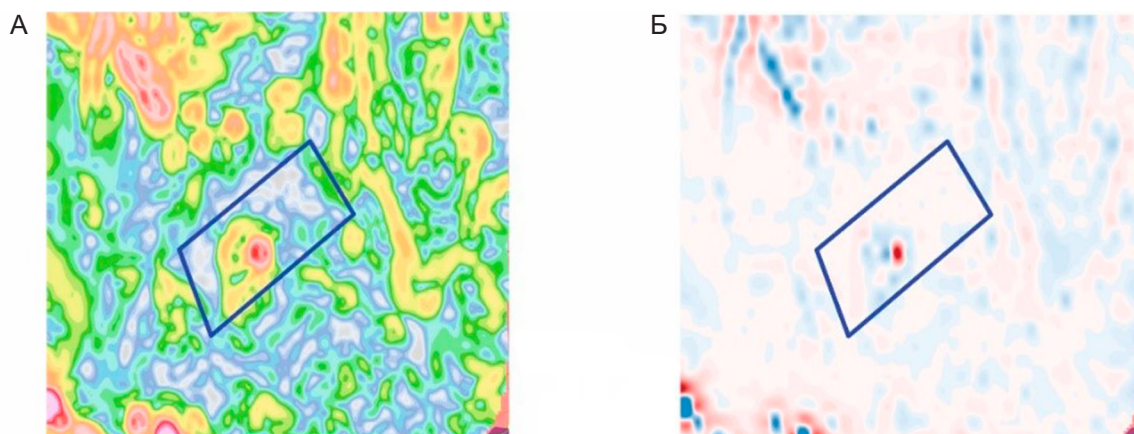


Рис. 3. Положение локальной магнитной аномалии трубчатого типа на картах магнитного поля участка Угрюмый; фрагменты карты горизонтальной (А) и вертикальной (Б) составляющих магнитного поля. По данным АГСМ-съёмки:

выделенный контур – участок Угрюмый

среднего и кислого состава, хотя вулканические образования установлены лишь вблизи зон долгоживущих разрывных нарушений.

В Олдонгсинской грабен-синклинали и по восточному флангу Угуйской структуры на современную дневную поверхность выходят терригенные, карбонатно-терригенные и черносланцевые отложения в объёме чародоканской, намсалинской и ханинской свит, заключающих в себе многочисленные разноранговые рудные объекты меди, золота, урана, реже хрома (волконскоит), серебра и платиноидов. Базальный горизонт терригенно-осадочных отложений Олдонгсинской грабен-синклинали в объёме чародоканской свиты достигает мощности 15 м и сложен мелкогалечными конгломератами с линзами гравелитов и полимиктовых песчаников. В Угуйской грабен-синклинали базальный горизонт представлен красноцветными гравелитами, мелкогалечными конгломератами и дресвяниками. Мощность его в южной части структуры – 15 м, а в северной варьирует от 0,2 до 0,5 м. Выше по разрезу залегают доломиты, переслаивающиеся с кремнистыми породами, а также песчаные алевролиты и глинистые мелкозернистые песчаники. На севере Угуйской грабен-синклинали в разрезе существенную роль играют интенсивно гематитизированные алевролиты и песчаники (рис. 4).

Геологами ГО «Якутскгеология», проводившими во второй половине XX в. исследования Угуй-

ской грабен-синклинали, выявлены многочисленные меднорудные объекты по её восточному и северо-восточному флангам, относимые к типу «медистых песчаников». При этом руды комплексные. Помимо меди, содержание которой составляет 0,5–0,7 % (до 1,6 %), в рудах имеется серебро со средним содержанием 30 г/т и молибден 14 г/т. Основная рудоносная формация – сероцветная молассоидная меденосная (в объёме ханинской свиты) формировалась в условиях лагунно-дельтовой фации. Кроме того, рудопроявления меди известны в красноцветной молассоидной формации в объёме кебектинской свиты и олигомиктовой псаммитовой формации (верхи чародоканской свиты). Согласно работам Г. В. Бирюлькина (не опубликованы), прогнозные «запасы» меди отвечают здесь крупному месторождению. Следует отметить, что месторождения указанного типа³, исходя из [8], являются значимыми концентраторами меди и занимают 19,6 % балансовых её запасов Российской Федерации, уступая лишь сульфидным медно-никелевым (33,8 % балансовых запасов) и медно-порфировым (24,1 %) месторождениям.

В черносланцевых разностях терригенных пород (углеродсодержащие разнородные метасадки), слагающих ханинскую свиту (углерод-

³ Стратиформные месторождения меди типа «медистых песчаников».



Рис. 4. Брекчии с обломками песчаников, силицитов, кремнистых пород с гематитовым цементом

содержащая аргиллит-песчаниковая формация), широко представленных в разрезе Олдонгсинской грабен-синклинали, известны проявления радиоактивно-редкоземельно-редкометалльной минерализации и многочисленные радиометрические аномалии урановой и уран-ториевой природы радиоактивности. В Угуйской структуре имеются лишь маломощные горизонты песчаников с углистым веществом. В аргиллитах встречается графитизированное органическое вещество и вкрапленность пирита.

В структурном отношении проявления радиоактивной минерализации тяготеют к зонам брекчирования и рассланцевания, претерпевшим воздействие низкотемпературных гидротермально-метасоматических процессов, вещественно зафиксированных ореолами гумбеитизации. При этом в зоне гипергенеза сульфиды псевдоморфно замещены лимонитом (рис. 5).

На южном фланге Олдонгсинской грабен-синклинали, в бассейне р. Дюринг-Юрях, авторами статьи были выявлены тела гранитных брекчий с гематитовым цементом (рис. 6), напоминаю-

щие брекчии типа «Олимпик-Дэм», заслуживающие всестороннего изучения [4].

Верхние части разреза грабен-синклиналей, сложенные красноцветными терригенными отложениями кебектинской свиты, наиболее широко развиты в пределах Угуйской грабен-синклинали, где в её южной части, в зоне влияния Кондинской зоны разломов, локализованы крупные по запасам месторождения золота (Гросс, Таборное), сформированные на этапе мезозойской тектономагматической активизации региона. Месторождения отчётливо тяготеют к ореолам интенсивной гумбеитизации (адуляр, кварц, в том числе морион, карбонаты, сульфиды и гематит).

В 1980-х гг. в пределах Угуйской грабен-синклинали сотрудниками ПГО «Якутскгеология» проводились поисковые работы на комплекс полезных ископаемых. В том числе, по неопубликованным материалам Г. В. Бирюлькина, на северо-восточном фланге Угуйской грабен-синклинали были локализованы площади, перспективные на выявление разноранговых рудных объектов меди, серебра и молибдена. В 1990-х гг. одним из авторов настоящей статьи совместно с сотрудниками ВИРГ-Рудгеофизики⁴ с использованием магнито- и гравиметрических полей были выполнены прогнозные исследования на комплекс твёрдых полезных ископаемых на площади Угуйской грабен-синклинали. Выбор данных полей обусловлен, в частности, тем, что морфология и

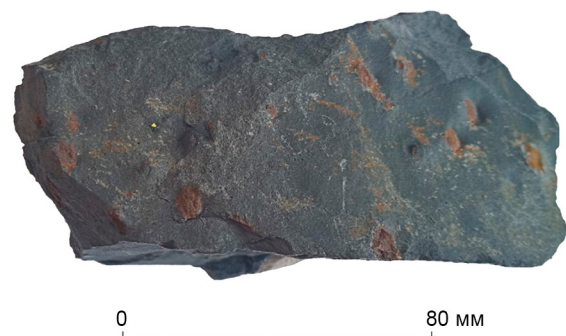


Рис. 5. Рудоносный углеродсодержащий алевроаргиллит с псевдоморфозами лимонита по пириту. Олдонгсинская грабен-синклираль

⁴ В. Н. Скосырев, В. Е. Голомолзин

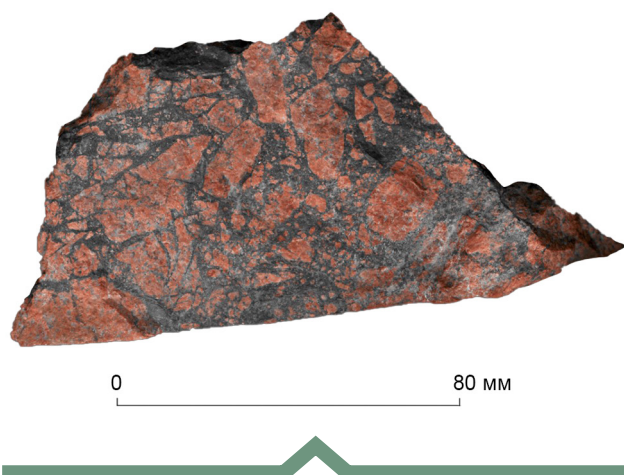


Рис. 6. Гранитная брекчия с гематитовым цементом. Южный фланг Олдонгсинской грабен-синклинали

уровень локальных (остаточных) аномалий Δg и ΔT_a связаны с составом горных пород и степенью неоднородности геологического строения исследуемых площадей. В районах, открытых или слабо перекрытых осадочным чехлом кристаллического фундамента, сложность морфологии локальных аномалий потенциальных полей обусловлена главным образом комплексом магматических и наложенных гидротермально-метасоматических процессов этапов тектоно-магматической активизации. Результирующим документом нашего прогнозирования по физико-математическим моделям являлись композиционные карты геофизических признаков, благоприятных геологических условий локализации медного, золотого и уранового оруденения (рис. 7, А, Б, В).

Композиционные карты, по своей сути, являются картами сложнопроявленных (суммарных) геофизических аномалий (СА), наблюдающихся на участках развития интересующих нас геологических процессов. В отличие от геофизических аномалий в обычном понимании, при выделении СА наряду с уровнем поля учитывались его частотно-морфологические характеристики, которые выявляются по значениям трансформант поля, выполненных с фиксированным радиусом палетки и играющих роль характеристических функций. Интервалы значений исходных полей и их характеристических функций, с которыми устанавливается на площади пространственная связь эталонных объектов с вероятностью 0,96, принимаются как геофизические признаки и при построении композиционной карты формализуются,

то есть каждой точке карты присваиваются значения: 0 – там, где признак отсутствует, или 1 – там, где он присутствует. Композиционная карта получается простым сложением формализованных значений геофизических признаков в точках сети, по которой заданы исходные данные. При этом способе коррелируемость используемых признаков играет только положительную роль, так как позволяет точнее локализовать положение максимумов СА.

Сложнопроявленные аномалии, отражённые на композиционных картах, носят вероятностный характер и обладают свойством обычных геофизических аномалий, то есть *чем выше значение СА, тем большие геохимические «запасы» интересующих нас минеральных образований можно ожидать на соответствующем участке.*

В результате были локализованы площади, перспективные для постановки поисковых работ на медь (см. рис. 7, А), золото (см. рис. 7, Б) и уран (см. рис. 7, В), во многом совпадающие с прогнозом предшественников, в том числе и Г. В. Бирюлькина.

В настоящее время на северо-восточном продолжении Угуйской структуры (северо-восточный борт р. Чаруода) нами выделен *Оннорох-Олонгитский потенциальный медно-серебро-золоторудный узел* (рис. 8) с авторскими прогнозными ресурсами категории P_3 . В структурно-тектоническом отношении узел приурочен к одной мённой грабеновой структуре.

Магматические процессы раннепротерозойской металлогенической эпохи зафиксированы metabазитами куранахского и гранитоидами крестьянского комплексов. Причём первым отводится рудогенерирующая роль для проявлений меди и железа, а со вторыми генетически связаны проявления торий-редкоземельно-редкометалльной минерализации в шлировых и линзовых телах кремнещелочных метасоматитов.

Во временных рамках раннепротерозойской металлогенической эпохи интенсивно проявлялись гидротермально-метасоматические процессы, вещественные производные которых составляют орогенный формационно-генетический ряд, представленный формациями: кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов → пропилитов (калиевых) → эйситов. При этом на современном эрозионном срезе наиболее масштабно представлен только высокотемпературный член ряда – формация кварц-альбит-микроклиновых метасо-

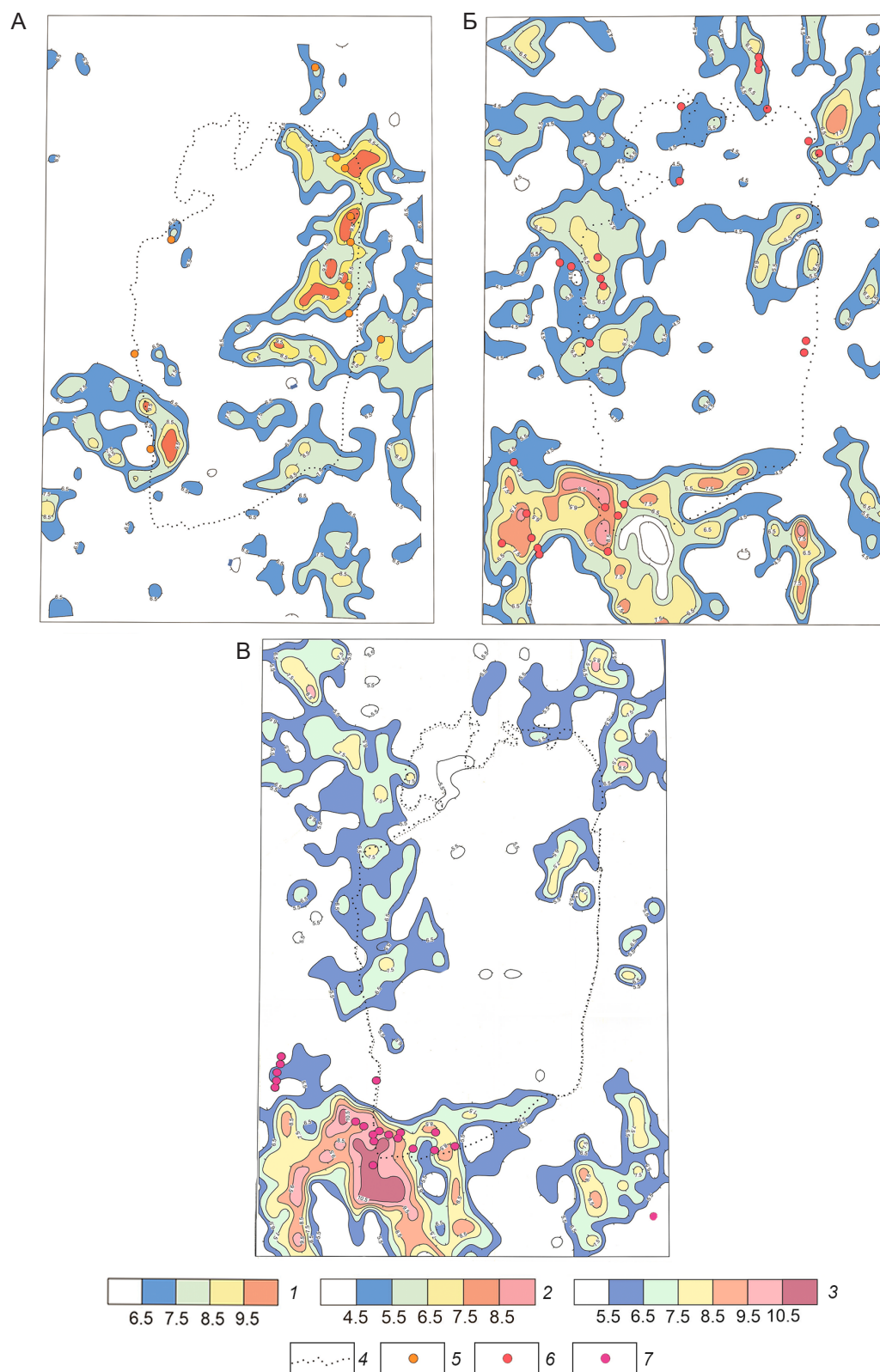


Рис. 7. Композиционная карта: А – меденосности, Б – золотоносности и В – ураноносности Угуйской грабен-синклинали. По геофизическим данным:

1–3 – изолинии сложнопроявленных (композиционных) аномалий геофизических признаков: 1 – меденосности (А), 2 – золотоносности (Б), 3 – ураноносности (В); 4 – контур Угуйской грабен-синклинали; 5–7 – известные объекты: 5 – меднорудные (А), 6 – золоторудные (Б), 7 – урановорудные (В)

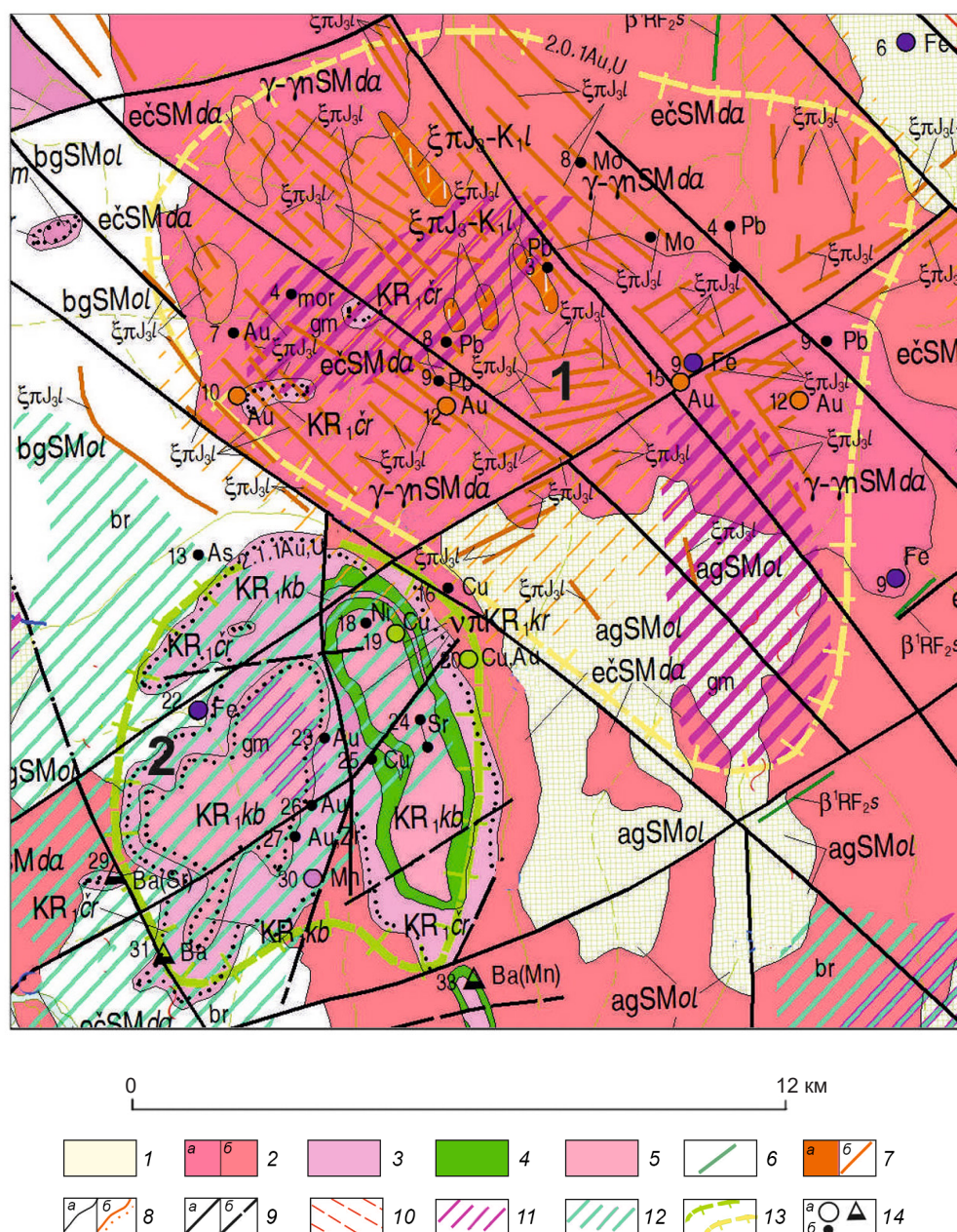


Рис. 8. Соктокутский (1) потенциальный ураново-золоторудный и Оннорох-Олонгитский (2) потенциальный медно-золоторудный узлы и особенности их геологического строения (лист О-51-ХIII):

1 – олекминский комплекс амфиболит-гнейсовый метаморфический, agSMol; 2 – древнеалданский комплекс мигматит-чарнокитовый: а – гнейсограниты, γ-γnSMda, б – эндербиты, чарнокиты, еčSMda; 3 – чародоканская свита: метапесчаники кварцевые, аркозовые, метаконгломераты, KR₁čr; 4 – куранахский гипабиссальный комплекс метатрахидолеритовый, влKR₁kr; 5 – кебектинская свита: пестроцветные песчаники, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, конгломераты, KR₁kb; 6 – сиваглинский гипабиссальный комплекс долеритовый, βRF₂s; 7 – лебединский plutonic complex монзонит-сиенит-гранитовый, ξπJ₃-K₁l; 8 – геологические границы: а – стратиграфически согласные и б – стратиграфически несогласные; 9 – разрывные нарушения: а – достоверные и б – предполагаемые; 10 – милониты; 11 – ореолы гумбеитизации, gm; 12 – ореолы березитизации, br; 13 – рудные узлы: 1 – Соктокутский потенциальный ураново-золоторудный, 2 – Оннорох-Олонгитский потенциальный медно-золоторудный; 14 – рудные объекты: а – рудопоявления и б – пункты минерализации

матитов, в геохимическом и металлогеническом отношении специализированная на радиоактивные и редкоземельные металлы.

Металлогеническая специализация рассматриваемой эпохи определяется: прежде всего, месторождениями и рудопроявлениями меди, пространственно тяготеющими к разрезу раннепротерозойских отложений Угуйской грабен-синклинали, проявлениями радиоактивно-редкоземельно-редкометалльной минерализации; точечными аномально высокими содержаниями элементов платиновой группы в отложениях ханинской свиты олдонгсинского грабена.

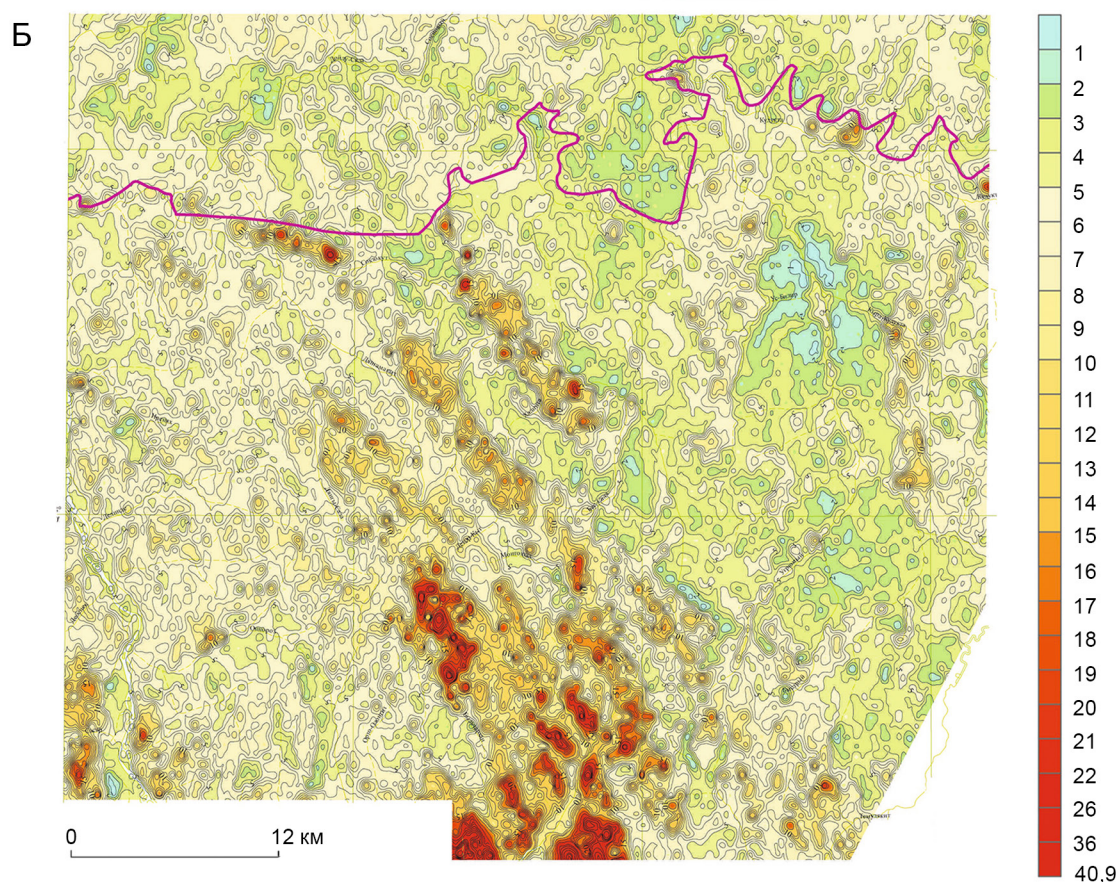
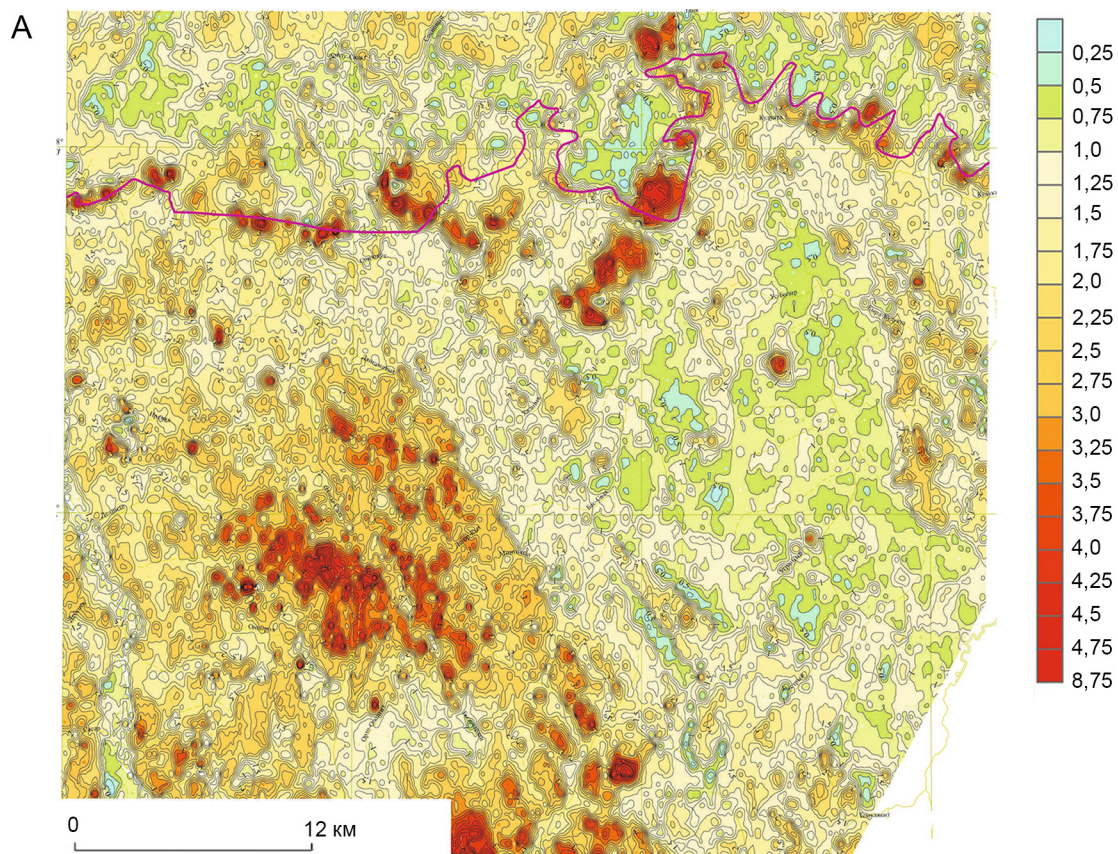
Рифейская металлогеническая эпоха соответствует платформенному этапу развития Чаро-Олекминского блока. По его северному флангу с резким структурно-стратиграфическим несогласием (СН) на дорифейских метаморфических и плутоно-магматических комплексах, а также зонах региональных разрывных нарушений залегают неметаморфизованные, красноцветные толщи терригенно-осадочных пород рифейского возраста, в составе ималыкской, токкинской и торгинской свит, а также карбонатных отложений усть-юдомской свиты венд-кембрийского возраста, относимых к плитному комплексу Сибирской платформы. При этом на карте аномально-магнитного поля Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 [9] видно, что линейные региональные тектонические структуры, в том числе потенциально рудоносные, показанные на комплексе Госгеокарт листа О-51 [7] и карте закономерностей размещения и прогноза месторождений полезных ископаемых листа О-51-ХІІІ в пределах Чаро-Олекминского блока, прослеживаются в меридиональном направлении далеко под плитным комплексом. По сути, севернее границы зоны СН, картируемой по северному флангу Чаро-Олекминского блока Алданского щита, терригенными отложениями плитного комплекса Сибирской платформы перекрыты региональные потенциально рудоносные структуры, в той или иной степени специализированные на халькофильно-благороднометалльные и радиоактивные элементы. В металлогеническом плане данная ситуация аналогична зоне предрифейского структурно-стратиграфического несогласия впадины Атабаска Канадского щита, к которой в пространственной и генетической связи приурочены многочисленные крупные и уникальные по запасам месторождения урана (Мак-Артур, Си-

гар-Лейк, Ки-Лейк, Кри-Лейки др.) и сопутствующих ему элементов, в том числе никеля, меди, кобальта и др. [12, 14]. Исходя из вышеизложенного, в зоне предрифейского СН имеется вероятность выявления комплексных месторождений «типа несогласия» канадского подтипа⁵ [12]. Следует отметить, что ранее, при создании комплекта Госгеокарт листа О-50 [2, 3, 6], была выделена Атабаска-Торгойская ураноносная зона, перспективная на обнаружение урановых месторождений. Вблизи данной структуры известны проявления радиоактивной минерализации, древние (предрифейские) метаморфизованные коры выветривания (реголиты), а также низкотемпературные гидротермально-метасоматические образования уровня аргиллизитов, гидрослюдистых березитов и гумбеитов.

Кроме того, в поле развития рифейских отложений, по северному флангу щита, давно известны ареалы щелочных магматических массивов мезозойского возраста, в геохимическом и металлогеническом отношении специализированных на уран и золото, что будет отмечено ниже. С данными массивами на рассматриваемой территории ожидается выявление месторождений золота и урана «мурунского» типа, сформированных на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации. Также *собственно в зоне структурно-стратиграфического несогласия предрифейского возраста не исключается выявление месторождений урана и золота мезозойского возраста.*

По результатам АГСМ-съёмки масштаба 1 : 50 000, выполненной в 2025 г. сотрудниками Норильского филиала ФГБУ «Институт Карпинского» в северной части листа О-51-ХІІІ, зона предрифейского СН трассируется аномально высокими содержаниями калия, урана и тория (рис. 9, А, Б, В). Следует отметить, что аномально высокие значения калия (см. рис. 9, А), имеющие округлую или изометричную форму, на дневной поверхности соответствуют массивам щелочных пород, сформированным на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации. Аномальные и повышенные же значения урана и тория в

⁵ В настоящее время на территории Российской Федерации достоверно известно лишь одно месторождение урана, относимое к «типу несогласия» – Карху, расположенное в пределах Балтийского щита, на восточном берегу Ладожского озера.



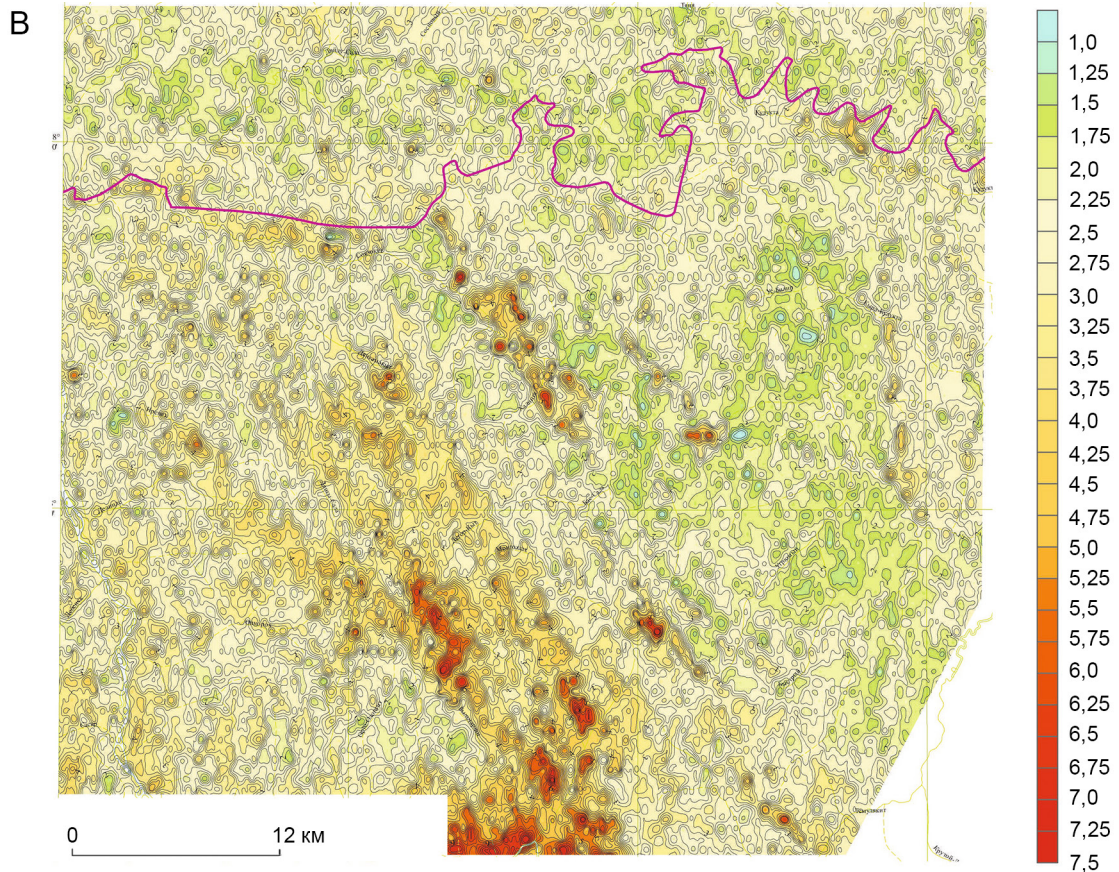


Рис. 9. Карта содержаний: А – калия, Б – тория и В – урана на северной части листа О-51-ХІІІ. По данным АГСМ-съёмки НФ ФГБУ «Институт Карпинского», значения приведены в условных единицах: границы зоны структурно-стратиграфического несогласия показаны красной линией

меньшей степени связаны с положением массивов щелочных пород, а больше собственно с зоной ССН (см. рис. 9, Б, В), что, по мнению авторов статьи, указывает на проявление рудоформирующих, рудообразующих процессов собственно в зоне прерифейского ССН.

Из приведённых карт также видна отчётливая специализация региональных разрывных нарушений северо-западного простирания на радиоактивные элементы

Мезозойская металлогеническая эпоха определяет металлогенический профиль Алданского щита в целом (золото, уран, редкие и редкоземельные металлы, платиноиды, уголь и др.) и характеризуемого блока в частности. Основными рудоформирующими процессами эпохи выступают магматизм, гидротермально-метасоматическая деятельность, тектоника, осадконакопление.

В пределах восточной части Чаро-Олекминского блока, во временных рамках рассматриваемой металлогенической эпохи, происходило подновление древних региональных зон разрывных нарушений, характеризующихся северо-западным и близмеридиональным простиранием, заложение новых зон разломов, включая мощные зоны трещиноватости, дробления и расщепления. Формировались горстовые поднятия (Соктокутский, Мурунский), характеризующиеся проявленностью на их площадях многочисленных магматических тел (дайки, малые тела близизометричной или вытянутой формы). По составу и структурно-текстурным особенностям магматиты представлены сиенитами, сиенит-порфирами, эгириновыми грано-сиенит-порфирами, сельвсбергитами, бостонитами, вогезитами, нордмаркитами, шонкинитами и др. На фоне развития собственно магмати-

ческих процессов и в генетической связи с ними, широко и с высокой степенью проработки исходного субстрата, проявлялись гидротермально-метасоматические процессы, вещественно зафиксированные в виде фенитов, пропилитов, гумбеитов и березитов. Как правило, магматические тела и гидротермально-метасоматические образования рассматриваемой эпохи приурочены к «ослабленным» зонам земной коры (зоны трещиноватости, рассланцевания, катаклаза, милонитизации и др.), формируя так называемые тектоно-метасоматические или тектоно-флюидитные зоны [12]. При этом в ареалах развития гумбеитов и березитов располагаются месторождения и рудопроявления золота, урана, молибдена, полиметаллов, меди, а также многочисленные радиометрические аномалии урановой, ториевой и смешанной уран-ториевой природы радиоактивности.

В пределах мурунского поднятия, сложенного одноимённым щелочным массивом (листы О-50-ХVII, О-50-ХVIII), известны урановорудные месторождения Иннокентьевское, Серединское [10], а также множество рудопроявлений, относимых к (ториево)-урановорудной формации в слюди-сто-карбонатных метасоматитах зон дробления щелочных пород⁶. Сиенитоиды характеризуются повышенным средним содержанием урана (4,4 г/т) при умеренно дифференцированном его распределении (коэффициент вариации – 53 %) и низком торий-урановом отношении (2,8). Также, как в пределах собственно массива, так и в терригенных, терригенно-карбонатных отложениях плитного комплекса известны рудопроявления и пункты минерализации золота и урана в ореолах развития низкотемпературных метасоматитов. По данным Т. В. Билибиной, процесс гидротермального рудообразования здесь завершился отложением минералов пострудной кварц-флюорит-барит-кальцитовой минерализации.

По сути, при подходящих условиях урановая и золотая минерализация могла сформировать промышленно значимые рудные тела и собственно в зоне предрифейского ССН как благоприятной, с точки зрения наличия здесь гидродинамического и геохимического барьера, для рудоотложения. В связи с этим возникает необходимость проведения по северному флангу Чаро-Олекминского блока Алданского щита специализированных

на уран и золото работ⁷ вблизи зоны предрифейского ССН. На перспективность данной зоны ССН указывают и материалы АГСМ-съёмки северного фланга листа О-51-ХIII (см. рис. 9).

На данном листе также имеется структура – Соктокутский горст, – схожая по особенностям геологического развития с Эльконским, Амгинским горстами (Алдано-Тимптонский блок) и Мурунским поднятием (Чаро-Олекминский блок), в пределах которых известны месторождения урана и золота, в том числе крупные и уникальные по запасам (Эльконский горст) [2, 3, 5, 6]. Предполагается, что и Соктокутский горст перспективен на выявления подобных месторождений, поскольку в его пределах проявлены прогнозные критерии золотого и уранового оруденения – магматические, гидротермально-метасоматические, геохимические, тектонические, металлогенические. На основании чего авторы статьи выделяют *Соктокутский потенциальный золото-урановорудный узел* с авторскими прогнозными ресурсами золота и урана категории P_3 (см. рис. 8). Исходя из особенностей геологического строения, истории развития рудоносных тектонических структур, проявленности рудоподготавливающих (метаморфизм, магматизм) и рудоформирующих (гидротермально-метасоматические образования) процессов, тектоники, геохимии, за *рудоносный аналог Соктокутского потенциального золото-урановорудного узла* принимается Эльконский золото-урановорудный узел.

В геологическом строении Соктокутского горста участвуют породы кристаллического фундамента, прорванные разнонаправленными дайками и штоками позднеюрских сиенит-порфиров, создающих структуру «битой тарелки». Также здесь масштабно проявлена дизъюнктивная тектоника, вещественно зафиксированная разрывными нарушениями диагональной, в меньшей степени ортогональной ориентировки, характеризующимися взбросо-сдвиговой кинематикой.

В пределах горста масштабно и с высокой степенью проработки субстрата проявились низкотемпературные гидротермально-метасоматические процессы, вещественно зафиксированные ореолами гумбеитов (адуляр-кварц-карбонат-сульфидных метасоматитов), что подтверждается и материалами АГСМ-съёмки, так как в пределах

⁶ «Мурунский» тип уранового оруденения.

⁷ Геолого-минерагеническое картирование масштаба 1 : 50 000.

горста зафиксирована обширная площадная калиевая аномалия с четырёхкратным превышением фоновых значений. Также здесь имеются аномалии ториевой и урановой природы, но менее интенсивные и более локальные.

Рудоносные разрывные нарушения в пределах горста фиксируются, помимо проявлений процессов гумбеитизации и дайками щелочных пород мезозойского возраста, также зонами брекчирования, цементом которых служит жильный чёрный кварц – морион (рис. 10), с ярко выраженной кристаллографической индивидуальностью.

Рудоформирующие процессы мезозойской металлогенической эпохи в пределах восточной части Чаро-Олекминского блока также широко проявлены в Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналях, где закартированы обширные ореолы гумбеитов и березитов. В пределах ореолов располагаются месторождения золота, урана, рудопроявления и пункты минерализации меди, молибдена и серебра.

Так, в пределах Угуйской грабен-синклинали и её ближайшего обрамления ореолы развития гумбеитов и березитов в структурном отношении тяготеют к Токкинской, Кондинской и Чародинской зонам разрывных нарушений, обрамляющим соответственно с запада, юга и востока грабен-синклиналь. В ореоле гумбеитизации на юго-западном фланге Угуйской грабен-синклинали имеется рудопроявление урана Светлое, выявленное в 1980-х гг. геологами Приленской экс-

педиции. В ореолах гумбеитизации Токкинской и Кондинской тектоно-метасоматических зон расположены месторождения золота – Гросс, Таборное, Токкинское.

Рудоносные зоны брекчирования имеют протяжённость до 30 км при ширине до одного километра, характеризуются высокими средними содержаниями урана – 39,7 г/т, резкой его дифференциацией (коэффициент вариации 160 %) и низким (1,2) торий-урановым отношением. Данные зоны рассматриваются нами как зоны интенсивного перераспределения и привноса, помимо золота, также и урана. При этом уверенным привносом урана характеризуется процесс гумбеитизации. Рудоносные зоны гумбеитизации закартированы нами в западной и юго-западной частях Угуйской и центральной части Олдонгсинской грабен-синклиналей. В пределах последней структуры с гумбеитами связаны урановорудные объекты – месторождение Дюринг-Юрях и множество рудопроявлений. Не исключена возможность выявления в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали месторождений золота в связи с гумбеитами по черносланцевым толщам ханинской свиты.

Для определения количественных показателей щёлочно-кислотных параметров гумбеитов Угуйской грабен-синклинали нами ранее был использован метод А. Л. Маракушева [10], на основе которого установлено наличие собственно щелочной и субкислотной фацциальных разновидностей гумбеитов, развитых в данной структуре. К первой из них принадлежат практически бескварцевые, а ко второй – кварцсодержащие их разновидности. Установлено, что по мере усиления кислотного параметра в гумбеитах Угуйской структуры происходит увеличение, вплоть до рудных концентраций, содержания золота.

Кроме того, установлено, что явной тенденцией к накоплению в процессе гумбеитизации обладают: золото, уран, серебро, кобальт, висмут, мышьяк, свинец, молибден, медь. При этом месторождения золота, урана, серебра, сформированные в мезозойскую металлогеническую эпоху, следует ожидать в трёх структурно-тектонических обстановках: в зонах древних ССН предрифейского и предраннепротерозойского возраста; в толще углеродсодержащих терригенных пород ханинской свиты Олдонгсинской и Угуйской грабен-синклиналей; в пределах горстовых структур, в частности Соктокутского горста и Му-

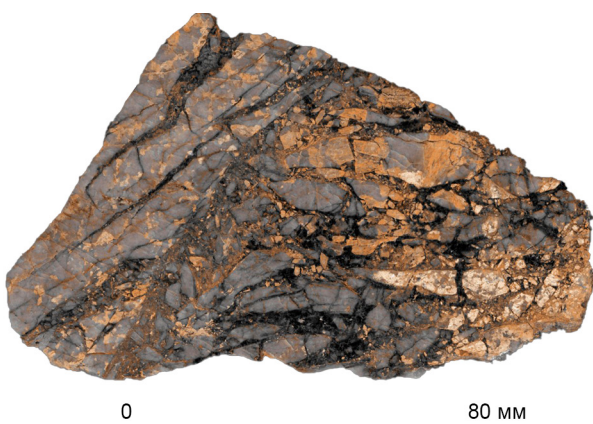


Рис. 10. Тектоническая брекчия региональных зон разломов северо-западного простирания, Соктокутский горст. Цемент представлен новообразованиями мориона

рунского поднятия, отчётливо фиксируемых в АГСМ-полях, прежде всего, по аномальным содержаниям калия, а также урана и тория.

Возвращаясь к композиционной карте золотоносности (см. рис. 7, Б) следует подчеркнуть, что, когда проводились работы по её созданию (1980–1990-е гг.), ещё не было известно о месторождениях золота Гросс, Таборное, Токкинское, а имелись только рудопроявления и аномалии. Однако на композиционной карте золотоносности Угуйской грабен-синклинали (см. рис. 7, Б) обозначились сложнопроявленные (композиционные) аномалии геофизических признаков золотоносности в районах указанных месторождений. В то же время *восточнее месторождения Гросс имеется композиционная аномалия золотоносности (лист О-51-ХІХ), по интенсивности близкая к аномалиям месторождений Гросс, Таборное и Токкинское, требующая проведения поисковых работ на рудное золото типа месторождения Гросс.* Причём ранее уже предлагалось проведение здесь крупномасштабных работ [4], в пределах Кондинского потенциального золоторудного узла, восточнее месторождения Гросс.

Заслуживает внимания и композиционная карта ураноносности Угуйской грабен-синклинали, поскольку на её юго-западном фланге, в узле пересечения Кондинской и Токкинской зон разрывных нарушений имеется обширная, достаточно интенсивная композиционная аномалия урана (по типу рудопроявления Светлое).

Таким образом, представленные материалы указывают на необходимость проведения в пределах восточной части Чаро-Олекминского блока Алданского щита специализированных работ – геолого-минерагеническое картирование, прогнозно-поисковые работы масштаба 1 : 50 000 в целях локализации площадей под поиски месторождений золота, урана, меди, молибдена, серебра. Основными рудоперспективными региональными тектоническими структурами здесь выступают: зеленокаменные пояса, зона структурно-стратиграфического несогласия предрифейского возраста, Соктокутский горст и Мурунское поднятие, а также Угуйская и Олдонгсинская грабен-синклинали, далеко не исчерпавшие к настоящему времени свой рудный потенциал благородных и стратегических металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячев Н. А. Рудные месторождения в истории Земли : Тектоно-металлогенический очерк. – Владивосток, 2021. – 206 с.
2. Государственная геологическая карта масштаба 1 : 1 000 000, листы О-(50),51. Объяснительная записка. – СПб. : ВСЕГЕИ, 1998.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия). Карта полезных ископаемых. Масштаб 1 : 1 000 000, листы О-(50),51 / МIRONЮК Е. П., Власов В. М., Молчанов А. В., ТИМАШКОВ А. Н. [и др.] – СПб. : ВСЕГЕИ, 1998.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Алданская. Лист О-51-ХІХ (оз. Мунг-Кюель). Объяснительная записка / Кукушкин К. А., Беленко Е. В., Молчанов А. В. [и др.] – СПб. : Картофабрика ВСЕГЕИ, 2021. – 156 с.
5. Государственная геологическая карта Российской Федерации, масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Карта закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых. Алдано-Забайкальская серия. Лист О-52 (Томмот) / Радьков А. В., Молчанов А. В., Беленко Е. В. [и др.]. – 2016. – 274 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Карта закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых. Алдано-Забайкальская серия. Лист О-50 (Бодайбо) / Макарьев Л. Б. – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007.
7. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист О-51 (Алдан). Объяснительная записка / Радьков А. В., Молчанов А. В., Беленко Е. В. [и др.] – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 365 с.
8. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2023 г. / Гл. ред. Тетенькин Д. Д., Казанов О. В. – М., 2024. – 716 с.
9. Карта аномального магнитного поля России и прилегающих акваторий (актуализированная вер-

- сия) Масштаб 1 : 2 500 000 / Гл. ред. Литвинова Т. П. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2024.
10. Маракушев А. А., Фролова Т. И., Кузнецов И. Е. [и др.] Петрография. Часть 1. – М. : Издательство МГУ, 1976. – 384 с.
 11. Машковцев Г. А., Константинов А. К., Мигута А. К., Шумилин М. В., Щеточкин В. Н. Уран Российских недр. – М. : ВИМС, 2010. – 850 с.
 12. Молчанов А. В. Металлогения урана Алданского и Анабарского щита : специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» : автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук / Молчанов Анатолий Васильевич. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2004. – 42 с.
 13. Молчанов А. В. Металлогения урана щитов Сибирской // Региональная геология и металлогения. – 2001. – № 13–14. – С. 118–137.
 14. Молчанов А. В., Толстов А. В. Урановый рудогенез на щитах Сибирской платформы (в связи с прогнозированием высокорентабельных месторождений) // Южно-Якутская комплексная экспедиция: 50 лет поисков и открытий. – Нерюнгри : 2001. – С. 130–137.
 15. Пуринг В. В., Молчанов А. В. Геолого-геофизическая модель Чаро-Олекминского блока. – Тихоокеанская геология. – 1995. – Т. 14, № 3. – С. 118–120.
 16. Феоктистов В. П. Меденосность докембрийских отложений Угуйской зоны // Геология рудных месторождений. – 1986. – № 1. – С. 65–72.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goryachev N. A. Rudnyye mestorozhdeniya v istorii Zemli, Tektono-metallogenicheskiy ocherk [Ore deposits in the history of the Earth, Tectonic-metallogenic essay], Vladivostok, 2021, 206 p. (In Russ.)
2. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta masshtaba 1 : 1 000 000, listy O-(50),51. Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological Map, scale 1:1,000,000, sheets O-(50),51. Explanatory note], St. Petersburg, VSEGEI publ., 1998. (In Russ.)
3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy federatsii (novaya seriya). Karta poleznykh iskopayemykh. Masshtab 1 : 1 000 000, listy O-(50),51 [State Geological Map of the Russian Federation (new series). Map of useful minerals. Scale 1:1,000,000, sheets O-(50),51], Mironyuk Ye. P., Vlasov V. M., Molchanov A. V., Timashkov A. N. [et al.], St. Petersburg, VSEGEI publ., 1998. (In Russ.)
4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000. Izdaniye vtoroye. Seriya Aldanskaya. List O-51-XIX (oz. Mung-Kyuyel'). Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:200,000. Second edition. Aldan Series. Sheet O-51-XIX (Lake Mung-Kyuel). Explanatory Note], Kukushkin K. A., Belenko Ye. V., Molchanov A. V. [et al.], St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI publ., 2021, 156 p. (In Russ.)
5. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii, masshtab 1:1000 000 (tret'ye pokoleniye). Karta zakonornostey razmeshcheniya i prognoza poleznykh iskopayemykh. Aldano-Zabaykal'skaya seriya. List O-52 (Tommot) [State Geological Map of the Russian Federation, scale 1:1,000,000 (third generation). Map of mineral resource distribution patterns and forecasts. Aldan-Transbaikalsk series. Sheet O-52 (Tommot)], Rad'kov A. V., Molchanov A. V., Belenko Ye. V. [et al.], 2016, 274 p. (In Russ.)
6. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Karta zakonornostey razmeshcheniya i prognoza poleznykh iskopayemykh. Aldano-Zabaykal'skaya seriya. List O-50 (Bodaybo) [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Map of mineral resource distribution patterns and forecasts. Aldan-Transbaikalsk series. Sheet O-50 (Bodaybo)], Makar'yev L. B., St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI publ., 2007. (In Russ.)
7. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Aldano-Zabaykal'skaya. List O-51 (Aldan). Ob'yasnitel'naya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Aldan-Transbaikalsk Series. Sheet O-51 (Aldan). Explanatory Note], Rad'kov A. V., Molchanov A. V., Belenko Ye. V. [et al.], St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI publ., 2015, 365 p. (In Russ.)
8. Gosudarstvennyy doklad o sostoyanii i ispol'zovaniy mineral'no-syr'yevykh resursov Rossiyskoy Federatsii v 2023 g. [State report on the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2023], ed. Teten'kin D. D., Kazanov O. V., Moscow, 2024, 716 p. (In Russ.)
9. Karta anomal'nogo magnitnogo polya Rossii i prilgayushchikh akvatoriy (aktualizirovannaya versiya) Masshtab 1 : 2 500 000 [Map of the anomalous magnetic field of Russia and adjacent waters (updated version) Scale 1:2,500,000], ed. Litvinova T. P., St. Petersburg, VSEGEI publ., 2024 (In Russ.)

10. *Marakushev A. A., Frolova T. I., Kuznetsov I. Ye.* [et al.] *Petrografiya. Chast' 1* [Petrography. Part 1], Moscow, MGU publ., 1976, 384 p. (In Russ.)
11. *Mashkovtsev G. A., Konstantinov A. K., Miguta A. K., Shumilin M. V., Shchetochkin V. N.* *Uran Rossiyskikh neдр* [Uranium of Russian Subsoil], Moscow, VIMS publ., 2010, 850 p. (In Russ.)
12. *Molchanov A. V.* *Metallogeniya urana Aldanskogo i Anabarskogo shchita* [Metallogeniya urana Aldanskogo i Anabarskogo shchita], St. Petersburg, VSEGEI publ., 2004, 42 p. (In Russ.)
13. *Molchanov A. V.* *Metallogeniya urana shchitov Sibirskoy* [Metallogeny of uranium in the Siberian shields], *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2001, No. 13–14, pp. 118–137. (In Russ.)
14. *Molchanov A. V., Tolstov A. V.* *Uranovyy rudogenez na shchitakh Sibirskoy platformy (v svyazi s prognozirovaniyem vysokorentabel'nykh mestorozhdeniy)* [Uranium ore genesis on the shields of the Siberian platform (in connection with the forecasting of highly profitable deposits)], Neryungri, 2001. (In Russ.)
15. *Puring V. V., Molchanov A. V.* *Geologo-geofizicheskaya model' Charo-Olekminskogo bloka* [Geological and geophysical model of the Charo-Olekminsky block, Pacific Geology], *Tikhookeanskaya geologiya*, 1995, V. 14, No. 3, pp. 118–120. (In Russ.)
16. *Feoktistov V. P.* *Medenosnost' dokembriyskikh otlozheniy Uguyskoy zony* [Copper content of Precambrian deposits of the Uguys zone], *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*, 1986, No. 1, pp. 65–72. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.08.26; одобрена после рецензирования 10.09.26; принята к публикации 21.09.26.
The article was submitted 10.08.26; approved after reviewing 10.09.26; accepted for publication 21.09.26.

Журнал «Отечественная геология» принимает участие в геологических конференциях, совещаниях, съездах в качестве информационного партнёра, освещая на своих страницах важные события отрасли.

Приглашаем к сотрудничеству представителей геологических, горно-геологических, горнодобывающих организаций и предприятий, отраслевых научно-исследовательских, академических и образовательных институтов по вопросам размещения рекламы или издания целевого номера.