

АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ХОХСОЛАХСКОЙ ЗОЛОТО-СУРЬМЯНОЙ ЗОНЫ И НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РУДОНОСНОСТИ (СЕВЕРНЫЙ СКЛОН СЕТТЕ-ДАБАНА, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)

О. Г. Третьякова^{1*}, М. Ф. Третьяков¹, К. М. Третьяков²

¹ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,
г. Якутск, Российская Федерация

² Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе,
г. Москва, Российская Федерация

*og.tretiakova@s-vfu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты систематизации и анализа фондовых геологических материалов по Хохсолахской золото-сурьмяной зоне (Сетте-Дабан, Якутия) с целью уточнения геолого-структурных условий локализации оруденения и оценки его минерагенического потенциала. Показано, что рудопоявление Хохсолах приурочено к зоне дробления в ядре пологой брахиформной антиклинали, сложенной терригенными отложениями нижнего карбона (хатыннахская C_{1h} и наталинская C_{1n} свиты), и пространственно тяготеет к зоне влияния регионального Тасканского разлома. На основе анализа фондовых материалов детализирована характеристика двух рудных тел, представленных кварц-антимонитовыми брекчиями с содержаниями золота до 42 г/т и сурьмы до 29 %. С использованием материалов Госгеолкарты-1000/3 приведена количественная оценка прогнозных ресурсов, подтверждающая наличие 10 т золота и 15 тыс. т сурьмы категории P_2 . Критический анализ методик поисковых работ прошлых лет (низкочувствительная геохимия, фрагментарная геофизика) выявил причины неполноты оценки потенциала зоны. С опорой на программу нового этапа геологического доизучения (ГДП-200, 2025–2027 гг.) обоснован современный прогнозно-поисковый комплекс, включающий ICP-MS анализ лито-геохимических проб, наземные геофизические работы и изотопно-геохронологические исследования. Сделан вывод о высоком промышленном потенциале Хохсолахской зоны и целесообразности её выделения в качестве первоочередного поискового участка.

Ключевые слова: золото-сурьмяное оруденение, Хохсолахское проявление, Сетте-Дабан, Тасканский разлом, структурный контроль, прогнозные ресурсы, структурная ловушка, минерализация, анализ минерализации, Республика Саха (Якутия).

Для цитирования: Третьякова О.Г., Третьяков М.Ф., Третьяков К.М. Анализ геолого-структурных условий локализации Хохсолахской золото-сурьмяной зоны и новые перспективы ее рудоносности (Северный склон Сетте-Дабана, Юго-Восточная Якутия). *Вестник СВФУ*. 2026;(3): 33-44. DOI: 10.25587/2587-8751-2026-1-33-44

AN ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND STRUCTURAL CONDITIONS OF LOCALIZATION OF THE KHOKHSOLAKH GOLD-ANTIMONY ZONE AND NEW PROSPECTS FOR ITS ORE CONTENT (NORTHERN SLOPE OF SETTE-DABAN, SOUTHEASTERN YAKUTIA)

Olga G. Tretyakova¹, Maksim F. Tretyakov, Konstantin M. Tretyakov²*

¹ M. K. Ammosov North-Eastern Federal University,
Yakutsk, Russian Federation

² Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russian Federation

*og.tretyakova@s-vfu.ru

Abstract. The article presents the results of systematization and analysis of archival geological materials on the Khokhsolakh gold-antimony zone (Sette-Daban, Yakutia) in order to clarify the geological and structural conditions of ore localization and assess its metallogenic potential. It was established that the Khokhsolakh occurrence is confined to a crush zone in the core of a gently dipping brachyform anticline, composed of Lower Carboniferous terrigenous rocks (Khatynakh C_{1h} and Natalka C_{1n} formations), and is spatially confined to the zone of influence of the regional Taskan fault. Based on the analysis of archival materials, the characteristics of two ore bodies, represented by quartz-stibnite breccias with gold grades up to 42 g/t and antimony up to 29 %, were detailed. Using materials from the State Geological Map-1000/3, a quantitative assessment of forecast resources was carried out, confirming the presence of 10 tons of gold and 15 thousand tons of antimony of the P_2 category. A critical analysis of the prospecting methods of past years (low-sensitivity geochemistry, fragmentary geophysics) revealed the reasons for the incomplete assessment of the zone's potential. Based on the program of a new stage of geological re-study (GRD-200, 2025–2027), a modern predictive prospecting complex was substantiated, including ICP-MS lithochemistry, ground geophysical surveys, and isotope-geochronological studies. The conclusion was drawn about the high industrial potential of the Khokhsolakh zone and the feasibility of its designation as a priority prospecting area.

Keywords: gold-antimony mineralization, Khokhsolakh occurrence, Sette-Daban, Taskan fault, structural control, forecast resources, structural trap, mineralization, metallogenic analogies, Sakha Republic (Yakutia)

For citation: Tretyakova O.G., Tretyakov M.F., Tretyakov K.M. An analysis of geological and structural conditions of localization of the Khokhsolakh gold-antimony zone and new prospects for its ore content (Northern slope of Sette-Daban, Southeastern Yakutia). *Vestnik of North-Eastern Federal University. Earth Sciences*. 2026;(3): 33-44. DOI: 10.25587/2587-8751-2026-1-33-44

Введение

Северный склон Сетте-Дабанского горст-антиклинария в пределах Южного Верхоянья представляет собой классический район развития осадочно-вулканогенных формаций палеозоя, характеризующийся сложной складчато-блоковой тектоникой и разнообразной металлогенией [8, 9]. Одной из наиболее перспективных на благородные и цветные металлы участков является Менкюлинская площадь (листы Р-53-V, VI), где сосредоточены известные проявления меди, золота и сурьмы [1, 7]. Хохсолахская золото-сурьмяная зона, открытая в 1976-78 гг при производстве геолого-съёмочных работах масштаба 1:200000 [4], является центральным и наиболее значимым минерагеническим объектом в пределах изучаемой площади. Несмотря на проведённые в конце XX века оценочные работы [11, 12], детальные исследования геолого-структурных условий и масштабов локализации оруденения, связей с региональной тектоникой до настоящего времени отсутствовали. Актуальность таких исследований возросла в связи с началом в 2025 году нового этапа геологического доизучения (ГДП-200), направленного на создание цифровой основы Госгеолкарты-200/2 и переоценку минерально-сырьевого потенциала.

Целью данной работы является обобщение и критический анализ фондовых материалов для уточнения геолого-структурных условий локализации оруденения, оценки его минерагенического потенциала и обоснования оптимальной программы дальнейших исследований.

Материалы и методы

В основу работы положен анализ фондовых материалов, включая отчеты о геолого-съёмочных и поисковых работах [4, 11, 12], Регистрационную карту полезных ископаемых листа Р-53-V, а также материалы Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (III-е поколение) листа Р-53 (Хандыга) [6]. Используются методы структурно-вещественного анализа, сравнительной минерагении и количественной оценки прогнозных ресурсов.

Геологическое строение района

Менкюлинская площадь (листы Р-53-V, VI) расположена в пределах Томпонского района Республики Саха (Якутия) и входит в состав Южно-Верхоянской структурно-формационной зоны Верхояно-Колымской складчатой области в зоне сочленения юго-восточной окраины Главной цепи Верхоянского хребта и северной части хребта Сетте-Дабан (рис. 1).

В металлогеническом отношении площадь находится на стыке нескольких минерагенических зон, а именно, Сетте-Дабанской золото-редкометалльно-меднорудной, Менкюленской сурьмяно-золоторудной и Аллах-Юньской золоторудной [6, 9] (рис. 2). В геологическом строении территории участвуют осадочные и вулканогенные образования от ордовика до триаса, смятые в линейные складки северо-западного простирания и разбитые системой тектонических нарушений [1, 7].

Магматические образования района представлены дайками и силлами долеритов и габбро-долеритов, объединяемых в сетте-дабанский габбро-долеритовый субвулканический комплекс ($v\beta D_1 - C_1 sd$). Они имеют широкое распространение в пределах Сетте-Дабанского антиклинория, ориентированы субмеридионально и совпадают с простиранием основных складчатых структур. Мощность даек варьирует от долей метра до 10–15 м, протяженность достигает первых сотен метров. Вмещающие породы в контактах мраморизованы, хлоритизированы и пиритизированы [4, 7].

Кроме того, на северо-востоке площади зафиксирована единичная дайка лампрофиров, предположительно относящаяся к анчинскому комплексу ($\delta\pi K_1 a$), которая прорывает верхнепермские отложения и представлена желтовато-серой мелкозернистой породой керсантитового состава. Абсолютный возраст магматических образований современными методами не определялся, за исключением данных по изотопной геохронологии даек сопредельных территорий (982 ± 11 млн лет) [10].

В стратиграфическом разрезе фиксируется региональное угловое несогласие, отделяющее толщу ниже-среднекаменноугольной хатыннахской свиты ($C_1 h$) от подстилающих образований [1], что указывает на значительный период тектонической активности и денудации, предшествовавший накоплению осадков свиты $C_1 h$.

Хохсолахская зона сложена преимущественно терригенными образованиями нижнего карбона. В её разрезе снизу вверх представлены песчаники, алевролиты и аргиллиты хатыннахской свиты ($C_1 h$), которые согласно перекрываются аналогичными по составу породами наталинской свиты ($C_1 n$). Эта толща образует пологую брахиформную складку – Хохсолахскую антиклиналь. Свиты залегают согласно и отделены от подстилающих девонских вулканитов угловым несогласием. Региональным структурообразующим элементом является северо-западный Тасканский разлом (продольный, простирание $305-310^\circ$), к зоне влияния которого приурочена рассматриваемая минерализация (рис. 1, 2).

Характеристика Хохсолахского золото-сурьмяного проявления Хохсолахское рудопроявление было открыто М.С. Щербаковым и детально изучено в 1979–1982 гг. Лазовской поисковой партией [11, 12]. Оруденение локализовано в линейной (субмеридиональной) зоне дробления и смятия мощностью от первых метров до 10–15 м, секущей ядро антиклинали.

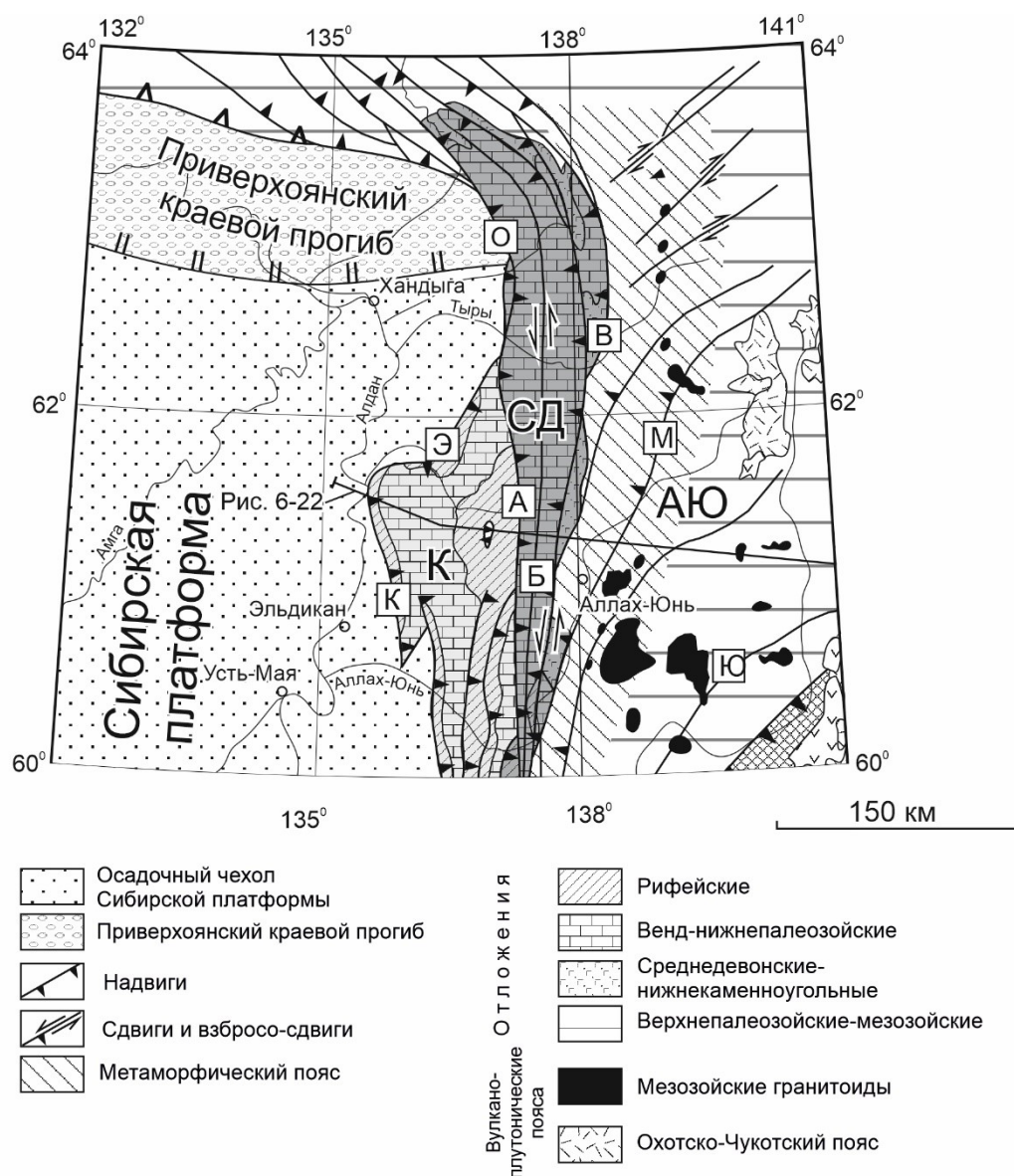
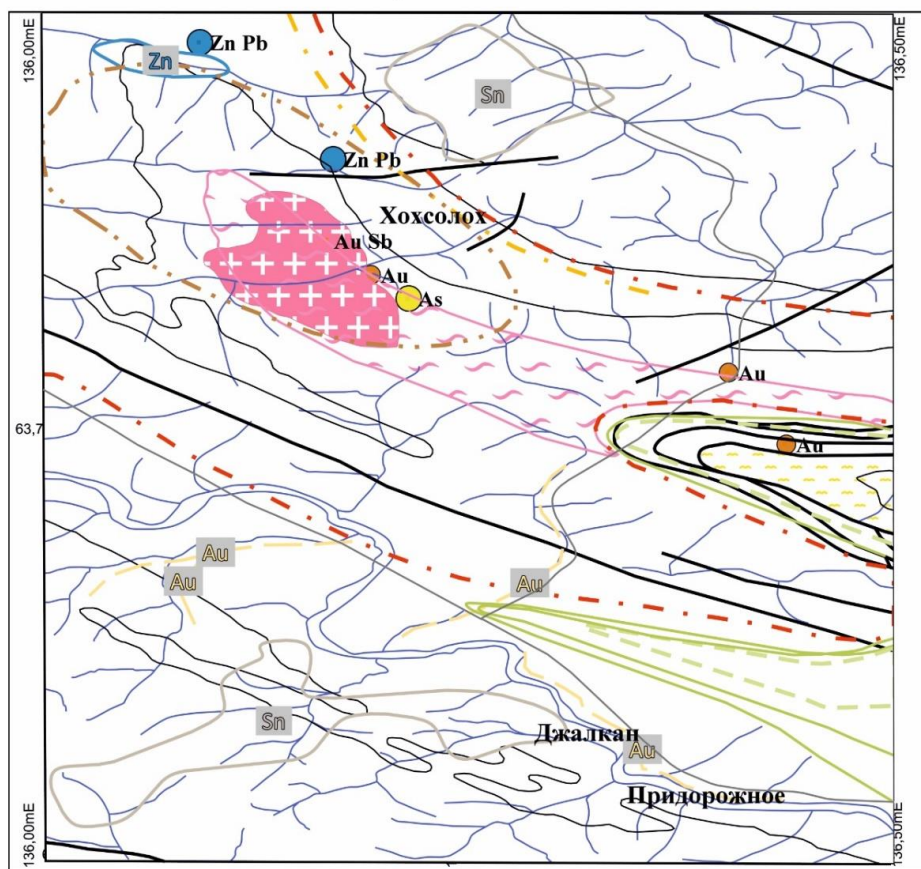


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема южной части Верхояно-Колымской складчатой области [9].
Тектонические зоны: К – Кыллахская, СД – Сетте-Дабанская, АЮ – Аллах-Юньская. Разломы:
О – Краинный, В – Восточно-Сетте-Дабанский, Э – Эбейке-Хаятинский, М – Минорский,
А – Акринский, Б – Бурхалинский, К – Кыллахский, Ю – Юдомский.

Fig. 1. Structural-tectonic scheme of the southern part of the Verkhoyansk-Kolyma fold region [9]. Tectonic zones: K – Kylakh, СД – Sette-Daban, АYu – Allakh-Yun. Faults: O – Okrainny, В – East Sette-Daban, Э – Ebeike-Khayatinsky, М – Minorsky, А – Akrinsky, Б – Burkhalinsky, К – Kylakhsky, Ю – Yudomsky.

Минерагеническая схема



Минерагенические площади

- Аллах-Юньская золоторудная минерагеническая зона
- Томпо-Брюнгадинская редкометалльно-медно-серебро-золото-сурьмяно-ртутная минерагеническая зона
- Сетте-Дабанская золото-редкометалльно-редкоземельно-меднорудная минерагеническая зона
- Джалканский меднорудный узел
- Хохсолохский золотосурьмяный рудный узел
- Литохимические ореолы
- Литохимические ореолы
- Шлиховые потоки

Пункты минерализации

- Zn, Pb
- Au, Sb
- Au
- As

Стратифицированные формации

- Предполагаемая золотоматеринская толща. Вмещает золото-сурьмяную минерализацию в прехслах Хохсолохского рудного узла
- Зоны смятия, расщепления и дробления, благоприятные для размещения оруденения золото-кварцевой и золото-сурьмяной формации
- Фации метаморфизма, благоприятные для проявления оруденения золото-кварцевой малосульфидной зеленосланцевой формации
- Разрывные нарушения и разломы

Рис. 2. Минерагеническая схема района

Fig. 2. Metallogenic scheme of the study area

В пределах зоны выделены два рудных тела, разделенных мощным безрудным интервалом около 500 м (табл. 1).

Таблица 1

Морфологическая и вещественная характеристика рудных тел Хохсалахского проявления

Table 1

Morphological and material characteristics of ore bodies at the Khokhsolakh occurrence

Параметр	Рудное тело № 1 (основное)	Рудное тело № 2
Простираание, падение	СЗ 300-320°, крутое	Субмеридиональное
Длина по простиранию	~300 м (прослежено канавами на 250 м)	~150 м
Мощность	0.5 – 2.3 м (ср. 1.2 м)	0.5 – 1.5 м
Морфология	Пластообразная зона, линзовидная жила	Серия сближенных прожилков
Вмещающие породы	Дробленые и окварцованные алевролиты C_1h-C_1n	Аргиллиты и алевролиты C_1n
Рудная минерализация	Прожилки и вкрапленность антимонита, реже – пирита, арсенопирита. В кварцевом цементе брекчий – гнезда массивного антимонита (до 50-70 %). Золото тонкодисперсное, в сростании с антимонитом и кварцем.	Преимущественно вкрапленность антимонита и пирита в прожилковом кварце.
Содержания	Au: 4 – 42 г/т (ср. 8 г/т); Sb: до 29 %	Au: следы – 1.5 г/т; Sb: до 1-2 %
Вторичные изменения	Окварцевание, березитизация, охристые продукты окисления антимонита.	Локальное окварцевание, лимонитизация.

Рудные тела сложены тектоническими брекчиями, в которых обломки вмещающих алевролитов и аргиллитов сцементированы кварцем (10–40 %) и сульфидами. Характерной особенностью оруденения является наличие нескольких генераций кварца: раннего молочно-белого и более позднего прозрачного серого, непосредственно ассоциирующего с рудной минерализацией. Главный рудный минерал – антимонит (Sb_2S_3) – образует прожилки, вкрапленность и массивные гнезда. Золото в рудах тонкодисперсное (менее 0.1 мм), ассоциирует с антимонитом, а его содержание устанавливается только пробирным анализом. Минералогический анализ шлихов из аллювия руч. Хохсалах показал наличие знаков антимонита и золота [4].

Согласно данным М.С. Щербакова [12], в рудах и околорудных вмещающих породах Хохсалахского проявления выделяются четыре последовательные минеральные ассоциации, отражающие эволюцию гидротермального процесса:

1. Ранняя арсенопирит-пирит-кварцевая ассоциация, образующая вкрапленность в метасоматически измененных алевролитах. С ней связаны ранние генерации субмикроскопического золота.
2. Сфалерит-галенит-халькопирит-карбонатная ассоциация с тетраэдритом, развитая локально в зонах дробления.
3. Главная антимонит-кварцевая ассоциация, с которой связано основное количество тонкодисперсного золота. Антимонит образует прожилки, вкрапленность и массивные гнезда.
4. Поздняя диксит-гидрослюдистая ассоциация, завершающая гидротермальный процесс и развитая по периферии рудных зон.

Зональность и стадийность минералообразования свидетельствуют о сложной эволюции гидротермальной системы и могут служить важным поисковым критерием при оценке флангов и глубин рудного поля.

По данным апробации ФГУП «ЦНИГРИ», прогнозные ресурсы проявления категории P_2 оцениваются в 10 т золота при среднем содержании 8 г/т и 15 тыс. т сурьмы. Для общей оценки минерагенического потенциала района принципиальное значение имеют сводные данные Госгеолкарты-1000/3 (табл. 2) [7].

Приведенные данные количественно подтверждают, что Хохсалахский узел является единственным на Менкюлинской площади объектом с официально апробированными прогнозными ресурсами благородных металлов категории P_2 .

Таблица 2

Сводная оценка прогнозных ресурсов основных минерагенических подразделений Менкюлинской площади (по данным ГГК-1000/3, лист Р-53-Хандыга, 2021 г. [6])

Table 2

Summary assessment of forecast resources of the main metallogenic subdivisions of the Menkyulina area (according to the State Geological Map-1000/3, sheet R-53-Khandyga, 2021 [6])

Минерагеническое подразделение / Объект	Вид полезного ископаемого	Прогнозные ресурсы, тыс. т (для Au – т)	Примечание
Менкюленская сурьмяно-золоторудная зона			
<i>Хохсалахский прогнозируемый узел</i>	Au (коренное)	$P_2 = 10$	Центральный объект статьи
	Sb	$P_2 = 15$	
Сетте-Дабанская меднорудная зона			
<i>Джалканский прогнозируемый узел</i>	Cu	$P_1 + P_2 + P_3 = 1368$	Включает проявления Курпанджинское, Последнее и др.

Анализ структурного контроля и металлогенические аналогии

Согласно анализу фондовых материалов, локализация оруденения в Хохсалахской зоне определяется сочетанием региональных и локальных структурных факторов [4, 11, 12], которые определяют два основных иерархических уровня контроля.

Региональный структурный контроль связан с положением Хохсалахской зоны в системе крупных глубинных разломов. Зона приурочена к периферии Тасканского разлома, представляющего собой долгоживущую глубинную структуру, активизировавшуюся в мезозое в ходе коллизионных процессов. Как отмечает Горячев Н.А. [5], подобные разломы в Верхояно-Чукотской складчатой области играли роль основных флюидопроводящих каналов, обеспечивавших миграцию гидротермальных растворов. Важно отметить, что Тасканский разлом контролирует размещение не только Хохсалахского проявления, но и ряда других рудных объектов Сетте-Дабана. В частности, в пределах Широкинского рудно-россыпного узла, также тяготеющего к зоне влияния этого разлома, установлена специфическая золото-теллуридная минерализация [2], представленная находками сильванита и петцита в сульфидно-кварцевых рудах. С этим же разломом связаны обширные шлиховые ореолы золота и геохимические аномалии серебра в бассейне ручьев Сакчан – Эмтыканья [4]. По-видимому, зона разлома трассируется цепочкой слабopоложительных магнитных аномалий, связанных с внедрением даек основного состава и сопровождается повышенной трещиноватостью, что могло создавать благоприятные условия для циркуляции рудоносных гидротермальных растворов [4]. Это свидетельствует о развитии в регионе нетрадиционных типов золотого оруденения и расширяет его прогнозный потенциал.

Локальный структурный контроль реализуется на уровне конкретных рудных тел и определяется сочетанием литологических и структурных факторов. Рудные тела Хохсалахского

проявления приурочены к зоне дробления и смятия, локализованной в ядре пологой брахиформной антиклинальной складки. Подобные структурные ловушки широко известны как благоприятные для формирования гидротермальных месторождений. Роль благоприятной литологической ловушки, вероятно, выполняют породы хатыннахской и наталинской свит, обогащенные углистым веществом и пиритом, что могло способствовать химическому осаждению золота и сурьмы из гидротермальных растворов [5].

Сравнительный анализ Хохсолахского проявления с крупнейшим в регионе Нежданинским золоторудным месторождением (300 км к юго-востоку) выявляет не только ряд общих черт, но также и существенные различия [3, 13]. Оба объекта приурочены к терригенным отложениям верхнего палеозоя и контролируются зонами разломов. Более значимым сходством, по данным М.С. Щербакова, является характер околорудно-измененных пород, для обоих объектов типичны интенсивное окварцевание, березитизация и сульфидизация (пирит, арсенопирит), формирующие зональные ореолы вокруг рудных тел, что позволяет рассматривать их как проявления единого гидротермально-метасоматического процесса в сходных структурно-литологических условиях. Вместе с тем, геодинамическая обстановка формирования и возраст оруденения этих объектов, по-видимому, различны. Нежданинское месторождение связывается с мезозойским коллизийным магматизмом, тогда как для Хохсолахской зоны надежные возрастные данные отсутствуют.

В этой связи важное значение имеют работы по изотопной геохронологии магматических комплексов Сетте-Дабана [10]. Так, установленный возраст даек и силлов долеритов сеттедабанского комплекса (982 ± 11 , 977 ± 7 млн лет) свидетельствует о проявлении на территории позднепротерозойского магматизма, однако его связь с золото-сурьмяным оруденением остается неясной и требует дальнейшего изучения. Полученные данные указывают на длительную историю тектоно-магматической активизации региона, в рамках которой могли реализоваться несколько этапов рудообразования.

Направления дальнейших исследований

Анализ работ предшественников позволяет сформулировать первоочередные задачи для оценки промышленного потенциала Хохсолахской зоны. В связи с низкой чувствительностью геохимических методов прошлых лет и фрагментарностью геофизических исследований, необходима постановка современных комплексных поисковых работ, включающих высокоточную литохимическую съемку (ICP-MS), наземную геофизику, изотопно-геохронологические, минералогические и гидрогеохимические методы.

Литохимическая съемка по вторичным ореолам масштаба 1:25 000 с анализом проб методом ICP-MS (Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, W, Mo) позволит выявить слабоконтрастные ореолы тонкодисперсного золота, не фиксирувавшиеся ранее.

Ионно-сорбционный метод ориентирован на выявление скрытого оруденения под чехлом рыхлых отложений [6].

Шлихо-минералогические исследования направлены на изучение минералов-спутников (пирит, арсенопирит, шеелит) и их морфологических особенностей.

Электроразведка методом вызванной поляризации (ВП) обеспечит картирование зон сульфидизации – прямого поискового признака золото-сурьмяного оруденения.

Высокоточная магниторазведка позволит трассировать дайки основного состава и зоны дробления. Электропрофилирование (СГ-БИЭП) эффективно для выделения участков повышенной трещиноватости и окварцевания [4].

U-Pb датирование цирконов из даек необходимо для определения возраста магматизма и его корреляции с рудообразованием [10]. Кристалломорфологический анализ цирконов может служить индикатором потенциально рудоносных даек на закрытых участках [1].

Изотопия серы в сульфидах позволит оценить источник рудного вещества, а минераграфические исследования с электронной микроскопией – изучить формы нахождения тонкодисперсного золота.

Опробование природных вод на элементы-индикаторы (Au, Ag, As, Sb) в условиях многолетней мерзлоты может быть более информативным для выявления скрытого оруденения ниже местных базисов эрозии по сравнению с литохимическими методами [4, 5].

Предлагаемый комплекс методов базируется на анализе специфики геологического строения Хохсалахской зоны, особенностей вещественного состава руд и ландшафтно-геохимических условий района и может привести к реальным открытиям.

Заключение

Выполненный анализ фондовых материалов позволил систематизировать разрозненные данные по геологии и условиям локализации золото-сурьмяной минерализации Хохсалахской зоны. Уточнены структурные факторы контроля, показана приуроченность оруденения к зоне дробления в ядре Хохсалахской антиклинали и его пространственная связь с региональным Тасканским разломом. Проведены минерагенические аналогии с другими рудными объектами региона (Широкинский узел, Нежданинское месторождение), указывающие на потенциальное разнообразие типов оруденения. Анализ методик прошлых лет позволил определить пробелы предшествующих исследований и обосновать необходимость применения современного прогнозно-поискового комплекса. Предлагаемые направления учитывают специфику объекта и современные достижения в области поисковой геохимии, геофизики и изотопной геохронологии. Их реализация позволит перейти от качественной оценки потенциала к выявлению конкретных рудных тел и количественной оценке прогнозных ресурсов.

Литература

1. Абрамов Б.С. Биостратиграфия каменноугольных отложений Сетте-Дабана. Москва: Наука; 1970. 248 с.
2. Anisimova G.S., Kondrat'eva L.A., Leskova N.V. Gold and silver tellurides in the Shirokinsky ore-and-placer cluster, the Sette-Daban Ridge, Yakutia. *Geology of Ore Deposits*. 2011;53(7):620-625. DOI: 10.1134/S1075701511070038.
3. Волков А.В., Сидоров А.А. Нежданинское золоторудное месторождение (Якутия): геология, генезис, модель формирования. *Геология рудных месторождений*. 2015;57(4):291-310.
4. Горбунов А.И. Отчет о геологической съемке и геологическом доизучении масштаба 1:200 000 на площади листов Р-53-V; Р-53-VI по работам Экачанской геологосъемочной партии в 1976-1979 г.г. Якутск; 1979. Фонды ЯТГФ, № 13515.
5. Горячев Н.А. Золото-сурьмяное оруденение Верхояно-Чукотской складчатой области. Новосибирск: Наука; 1998:184.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Р-53 (Хандыга). Объяснительная записка. Под ред. Г.Г. Казаковой. Санкт-Петербург: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ; 2021: 200.
7. Ковалев Л.Н. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Майская. Лист Р-53-VI. Объяснительная записка. Ленинград: Недра; 1985.
8. Некрасов И.Я., Горячев Н.А. Золоторудные месторождения Верхоянья. Новосибирск: Наука; 1990: 240.
9. Парфенов Л.М., Кузьмин М.И. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). Москва: Наука; 2001:571 .
10. Savelev A.D.; Khudoley A.K.; Malyshev S.V.; Chamberlain K.R.; Ernst R.E.; Pazukhina A.A.; Prokoviev A.V.; Söderlund U.; Lebedeva O.Yu.; Bilali H.El. et al. 980-970 Ma Sette-Daban event of the Siberian craton: new geochronological and geochemical data, relationship to LIP and potential connection with other LIPs. *International Geology Review*. 2024;66(20):3606-3629. DOI: 10.1080/00206814.2024.2349899.
11. Чернобровкин А.С. Отчет о поисках золото-сурьмяных и сурьмяных месторождений в районе рудопроявлений Баданга, Ненкан и Хохсалах на территории листов Р-54-26,27,28; Р-54-16; Р-53-9. (Лазовская поисковая партия, 1979-1982 г.г.). Якутск; 1982. Фонды ЯТГФ, № 14635.

12. Щербakov M.C. Отчет о геологической съемке и геологическом доизучении масштаба 1:200 000 на площади листа P-53-IV по работам Лосевой партии в 1979-1981 г.г. Уч. Хохсолох. Якутск; 1981. Фонды ЯТГФ, № 14258.

13. Gamyanin G.N., Bortnikov N.S., Alpatov V.V., et al. The Nezhdaninsky gold deposit (Yakutia): Geology, geochemistry, and genesis. *Geology of Ore Deposits*. 2017;59(5):363-394. DOI: 10.1134/S1075701517050046.

References

1. Abramov B.S. *Biostratigraphy of the Carboniferous deposits of the Sette-Daban Range*. Moscow: Nauka; 1970:248 (in Russian)

2. Anisimova G.S., Kondratieva L.A., Leskova N.V. Gold and silver tellurides in the Shirokinsky ore-placer node (Sette-Daban Range, Yakutia). *Geology of Ore Deposits*. 2011;53(7):620-625. DOI: 10.1134/S1075701511070038.

3. Volkov A.V., Sidorov A.A. The Nezhdaninka gold deposit (Yakutia): geology, genesis, and formation model. *Geology of Ore Deposits*. 2015;57(4):291-310 (in Russian).

4. Gorbunov A.I. Report on geological surveying and additional geological study at a scale of 1:200,000 on sheets P-53-V; P-53-VI based on the work of the Ekachan Geological Survey Party in 1976-1979. Yakutsk; 1979. Yakut Territorial Geological Fund, No. 13515 (in Russian)

5. Goryachev N.A. *Gold-antimony mineralization of the Verkhoyansk-Chukotka fold region*. Novosibirsk: Nauka; 1998:184 (in Russian)

6. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Verkhoyansk-Kolyma Series. Sheet P-53 (Khandyga). Explanatory Note. Kazakova G.G., editor. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory; 2021:200 (in Russian)

7. Kovalev L.N. State Geological Map of the USSR, scale 1:200,000. Mayskaya Series. Sheet R-53-VI. Explanatory Note. Leningrad: Nedra; 1985 (in Russian)

8. Nekrasov I.Ya., Goryachev N.A. *Gold deposits of the Verkhoyansk region*. Novosibirsk: Nauka; 1990:240 (in Russian)

9. Parfenov L.M., Kuzmin M.I. Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Sakha Republic (Yakutia). Moscow: Nauka; 2001:571 (in Russian)

10. Savelyev A.D., Khudoley A.K., Malyshev S.V., et al. The 980-970 Ma Sette-Daban event in the Siberian Craton: new geochronological and geochemical data, relation to Large Igneous Provinces, and potential correlation with other LIPs. *International Geology Review*. 2024;66(20):3606-3629.

11. Chernobrovkin A.S. Report on prospecting for gold-antimony and antimony deposits in the area of the Badanga, Nenkan and Khokhsolakh occurrences on sheets P-54-26,27,28; P-54-16; P-53-9. (Lazovsky prospecting party, 1979-1982). Yakutsk; 1982. Yakut Territorial Geological Fund, No. 14635 (in Russian)

12. Shcherbakov M.S. Report on geological surveying and additional geological study at a scale of 1:200,000 on sheet P-53-IV based on the work of the Loseva party in 1979-1981. Khokhsolakh area. Yakutsk; 1981. Yakut Territorial Geological Fund, No. 14258 (in Russian)

13. Gamyanin G.N., Bortnikov N.S., Alpatov V.V., et al. The Nezhdaninsky gold deposit (Yakutia): Geology, geochemistry, and genesis. *Geology of Ore Deposits*. 2017;59(5):363-394. DOI: 10.1134/S1075701517050046

Сведения об авторах

ТРЕТЬЯКОВА Ольга Геннадьевна – старший преподаватель кафедры прикладной геологии геолого-разведочного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, SPIN-код: 7433-6792, AuthorID: 1050538. E-mail.ru: og.tretiakova@s-vfu.ru

ТРЕТЬЯКОВ Максим Феликсович – кандидат геолого-минералогических наук, декан геологоразведочного факультета Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова, к.г.-м.н., SPIN-код: 2675-8910, AuthorID: 717255. E-mail.ru: mf.tretiakov@s-vfu.ru

ТРЕТЬЯКОВ Константин Максимович – студент Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе. E-mail.ru: gutsl@mail.ru

About the authors

Olga G. TRETYAKOVA – senior lecturer, Department of Applied Geology, Geological Prospecting Faculty, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation, SPIN: 7433-6792, AuthorID: 1050538. E-mail.ru: og.tretiakova@s-vfu.ru

Maksim F. TRETYAKOV – Cand. Sci. (Geology and Mineralogy), dean, Geological Prospecting Faculty, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russian Federation, Ph.D., SPIN 2675-8910, AuthorID: 717255. E-mail.ru: mf.tretiakov@s-vfu.ru

Konstantin M. TRETYAKOV – student, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow, Russian Federation. E-mail: gutsl@mail.ru

Вклад авторов

Третьякова О.Г. – разработка концепции, сбор и анализ фондовых материалов, интерпретация геологических данных, формулировка выводов, работа с литературными источниками.

Третьяков М.Ф. – научное редактирование текста, критический анализ содержания, верификация геологических данных, консультационная поддержка по вопросам стратиграфии и тектоники региона.

Третьяков К.М. – подготовка графических материалов (схем, рисунков, таблиц), техническое оформление рукописи, верстка, работа с библиографическими источниками.

Authors' contribution

Olga G. Tretiakova – development of the concept, collection and analysis of stock materials, interpretation of geological data, formulation of conclusions, work with literary sources.

Maksim F. Tretiakov – preparation of graphic materials (schemes, figures, tables), technical design of the manuscript, layout, work with bibliographic sources.

Konstantin M. Tretiakov – preparation of graphic materials (schemes, figures, tables), technical design of the manuscript, layout, work with bibliographic sources

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Корреспондент автор имеет право и полномочия выступать от имени всех авторов по этому исследованию

Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest. The corresponding author has the right and authority to speak on behalf of all authors on this study

Поступила в редакцию / Submitted 05.03.2026

Поступила после рецензирования / Revised 20.06.2026

Принята к публикации / Accepted 21.09.2026