

А. В. МОЛЧАНОВ, А. В. ТЕРЕХОВ, В. В. ШАТОВ, О. В. ПЕТРОВ,
К. А. КУКУШКИН, Д. С. КОЗЛОВ, Н. В. ШАТОВА (ВСЕГЕИ)

Золоторудные районы и узлы Алдано-Становой металлогенической провинции

Алдано-Становой щит – уникальный рудоносный блок земной коры как по числу и масштабам выявленных золоторудных месторождений, так и по перспективам обнаружения здесь новых объектов. Вследствие интенсивной многолетней золотодобычи сырьевая база россыпного и рудного золота, сосредоточенного в известных объектах щита, серьезно истощена. Работы, проведенные в рамках создания Госгеолкарт-1000/3 и ГДП-200, а также поисковые работы, выполненные силами ГУ ГП РС (Я) «Якутскгеология» при участии ВСЕГЕИ на локальных участках в рудных районах, показали их значительные перспективы на выявление новых месторождений золота, как традиционных для Алдано-Станового щита, так и новых геолого-промышленных типов (месторождение золота Морозкинское).

Ключевые слова: *рудные районы, рудные узлы, золото, Южная Якутия, Алданский щит, Морозкинское.*

A. V. MOLCHANOV, A. V. TEREKHOV, V. V. SHATOV, O. V. PETROV,
K. A. KUKUSHKIN, D. S. KOZLOV, N. V. SHATOVA (VSEGEI)

Gold ore districts and ore clusters of the Aldanian metallogenic province

The Aldan Shield is a unique ore-bearing block of the earth's crust, both in terms of the number and scale of discovered gold deposits, as well as in the prospects for discovering new objects that were not discovered earlier. However, due to intensive long-term gold mining, the raw material base of placer and ore gold, concentrated in known shield objects, is seriously depleted. The work carried out within the framework of the creation of the third generation of the State Geological Map-1000/3 and GDP-200, as well as exploratory work performed by the GU GGP RS (Y) "Yakutskgeologia" with the participation of VSEGEI on the local sites in the ore districts, showed their considerable prospects for identification of new gold deposits, both traditional for the Aldan Shield, and new geological-industrial types (gold deposit Morozkinskoye).

Keywords: *ore districts, ore clusters, gold, South Yakutia, Aldan Shield, Morozkinskoye.*

Введение. Алдано-Становая металлогеническая провинция в геотектоническом отношении соответствует одноименному докембрийскому кристаллическому щиту. Это уникальный рудоносный мегаблок земной коры Азиатского континента, в нем известны месторождения золота, урана, меди, титана, редких и редкоземельных элементов и платиноидов.

Алдано-Становой щит отличается прежде всего своей богатейшей золотоносностью. Здесь открыты многие десятки различных по масштабу и геолого-промышленной принадлежности золоторудных месторождений, действует целый ряд предприятий по добыче и переработке золоторудного сырья. За всю многолетнюю историю освоения из его недр было извлечено более 2000 т золота. Однако вследствие интенсивной золотодобычи сырьевая база россыпного и рудного золота в регионе подверглась сильному истощению.

В структурно-тектоническом отношении Алдано-Становой щит подразделяется на собственно Алданский и Становой блоки, несколько различающиеся по своей истории и особенностям металлогении.

В Алдано-Становом щите в процессе длительного и сложного геологического развития неоднократно проявлялся полный цикл дифференциации

вещества (осадконакопление → метаморфизм → ультраметаморфизм → магматизм → гидротермально-метасоматическая деятельность → выветривание → осадконакопление), вызвавший многократное перераспределение рудных элементов, в том числе и золота, и формирование крупных запасов золоторудных месторождений [3, 4].

Наиболее ранние скопления рудного золота содержатся в зеленокаменных поясах Чаро-Олекминского блока и метабазах [5] Адано-Тимптонского блока (месторождение им. П. Пинигина, включающее в себя месторождения Кур и Притрасовое – лист О-51), относящихся к позднеархейско-раннепротерозойской и раннепротерозойской эпохам. Основной же объем рудного золота Алдано-Станового щита сосредоточен в многочисленных месторождениях и рудопроявлениях, сформированных на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации (рис. 1, таблица):

– в связи с внедрением массивов субщелочных и щелочных высококальциевых магматических пород юрско-мелового возраста, сопровождаемых масштабным проявлением плутоногенной гидротермальной деятельности. Ее вещественными производными стали характерные по составу рудоносные низкотемпературные гидротермально-метасоматические образования – гумбеиты и березиты,

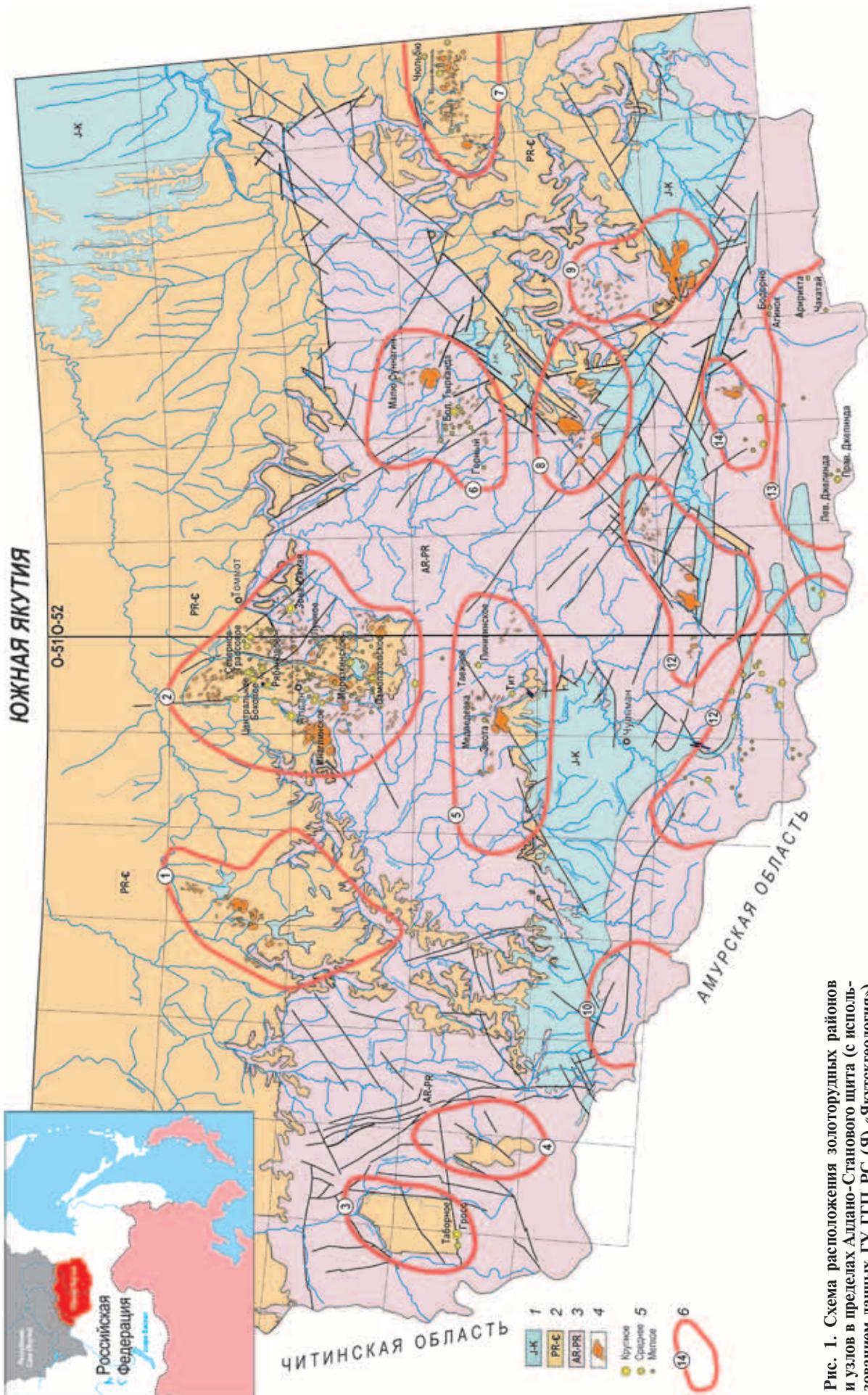


Рис. 1. Схема расположения золоторудных районов и узлов в пределах Алдано-Станового щита (с использованием данных ГУ ГПП РС (Я) «Якутскгеология»)

1 – территория, отчасти вулканогенные и угленосные осадочные отложения юры и нижнего мела; 2 – терригенно-карбонатные осадочные образования венда и нижнего кембрия; 3 – метаморфические, в различной степени гранитизированные, сложнострошенные образования фундамента; 4 – мезозойские щелочные и субщелочные интрузивные комплексы; 5 – размеры месторождений золота; 6 – рудно-россыпные районы (1 – Верхне-Амгинский; 2 – Центральные-Алданский; 3 – Верхне-Токкинский; 4 – Олдонтинский; 5 – Эвотинский; 6 – Тыркандинский; 7 – Кет-Капский; 8 – Ломанский; 9 – Нингамский; 10 – Кабактанский; 11 – Верхне-Тимгонский; 12 – Гувилгринский; 13 – Сугамский; 14 – Талантинский)

наиболее широко развитые в Центрально-Алданском, Верхне-Амгинском, Тыркандинском, Ломамском и других рудных районах и узлах;

– в связи с формированием протяженных региональных разрывных рудоконтролирующих структур глубинного заложения (региональные рудоносные зоны Южная, Северная, Сохолоохская и др. Эльконского золото-уранового узла), в том числе трассируемых дайками и штоками гранитоидного состава (Верхне-Тимптонский район);

– в связи с проявлением мезозойского магматизма в терригенных толщах раннепротерозойских грабен-синклинальных структур (Верхне-Токкинский золоторудный район с оруденением угуйского типа) и структур, выполненных черносланцевыми отложениями (Олдонгсинский потенциально золото-урановорудный район с оруденением олдонгсинского типа).

Для Алдано-Станового щита и его ближайшего обрамления имеет место отчетливая зональность в распределении производных мезозойского магматизма.

Так, для Становой плутоногенной области наиболее характерны интрузии гранитоидного состава, одновременно в пределах Алданского геоблока в составе Алдано-Тимптонского, Чаро-Олекминского и Тимптоно-Учурского блоков формировались массивы пород преимущественно субщелочного и щелочного состава, обнажающиеся как среди глубокометаморфизованных архейских и раннепротерозойских образований фундамента щита, так и в карбонатных отложениях венд-кембрийского и терригенных угленосных породах грабен-синклиналей мезозойского возрастов (Чульманская, Токкинская, Ытымджинская) [1]. На Батомгском и Тимптоно-Учурском (восточный фланг) блоках широко развиты известково-щелочные и умереннощелочные гранитоиды.

Остановимся на наиболее значимых в прогнозном отношении золоторудных и потенциально золоторудных узлах.

Центрально-Алданский золото-урановорудный район (рис. 2) – самый крупный, хорошо изученный и экономически освоенный золоторудный район Алдано-Станового щита, в котором выделяются три рудных узла – золото-урановый Эльконский, золоторудные Лебединский и Куранахский.

Эльконский золото-урановый узел (рис. 3) расположен в восточной части Центрально-Алданского рудного района. В структурно-тектоническом плане совпадает с одноименной горстовой структурой, сформированной на этапе мезозойской тектономагматической активизации щита. В геологическом строении узла принимают участие метаморфизованные в условиях гранулитовой фации гнейсы и кристаллические сланцы, ультраметаморфогенные гранитоиды и метабазиты архейского, архей-раннепротерозойского и раннепротерозойского возрастов. На западном фланге узла существенную роль играют интрузии субщелочных и щелочных высококальциевых пород юрского, юрско-мелового и мелового возрастов.

Характернейшей чертой геологического строения узла являются региональные долгоживущие протяженные зоны разрывных нарушений раннепротерозойского и мезозойского заложения северо-западного простирания – Южная, Северная, Сохолоохская, Федоровская, Медвежья, Невская,

Удачная, Володина, Агдинская и другие геологические тела, сложенные милонитами, катаклазитами, их бластовыми разностями, тектоническими брекчиями, иногда псевдотахилитами (рис. 4) с жильно-шлировыми проявлениями высокотемпературных кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов и пропилитов раннепротерозойского возраста. Мезозойские тектонические составляющие древних разломов и разломы собственно мезозойского заложения выражены в виде зон интенсивного катаклаза, дробления и брекчирования. К ним приурочены щелочные низкотемпературные метасоматиты – гумбеиты (отличаются по структурно-вещественным признакам от гумбеитов, описанных Д. С. Коржинским, поэтому, по Г. Н. Пилипенко, их называют эльконитами) или гидротермалиты кварц-карбонат-адуляр-сульфидного состава, а также березиты. С первыми отчетливо связано урановое и золотое оруденение, со вторыми золотое.

Протяженность разрывных нарушений на дневной поверхности составляет несколько десятков километров, мощность несколько десятков метров. Рудоносные зоны разрывных нарушений с устойчивым минеральным и элементным составом руд прослежены скважинами на максимально вскрытую глубину более 2 км.

В пределах эльконского узла выделены северо-западный и юго-восточный блоки, граница между которыми проходит по Курунг-Юкунгринскому разлому [8, 14].

В строении юго-восточного блока нет проявлений магматических тел щелочного состава мезозойского возраста, но широко развиты региональные долгоживущие рудоносные зоны разломов с низкотемпературными гидротермально-метасоматическими образованиями (гумбеиты, березиты). В северо-западном блоке – в основном мезозойские щелочные магматические образования существенно калиевого петрохимического профиля. Региональные зоны разрывных нарушений менее отчетливы, гидротермально-метасоматические образования (фениты, гумбеиты, пропилиты и скарны), накладываясь на более ранние, в том числе и на приразломные рудоносные гумбеиты юго-восточного блока, имеют внутри- и околинтрузивное (ореольное) распространение [9].

Крупнейшие по запасам месторождения урана расположены в юго-восточном блоке, где тяготеют к зонам региональных разрывных нарушений, претерпевших существенные преобразования на этапе мезозойской тектономагматической активизации, выразившиеся в формировании мощных зон брекчирования и низкотемпературной гидротермально-метасоматической проработки. Урановая минерализация локализована в приразломных пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитах, где сосредоточен основной объем более ранних золотоносных гумбеитов кварц-анкерит-ортоклазового состава (рис. 5). Оруденение относится к жильно-штоковерковому эльконскому типу. Рудные тела – крупные жилообразные залежи протяженностью по простиранию и падению на десятки и сотни метров, мощностью от десятков сантиметров до 10 м. Среднее содержание урана в рудах 0,12–0,18 %. Первичный урановый минерал – браннерит, тяготеющий к цементу тектонических брекчий, мелкие прожилки наложены на более ранние золотоносные гумбеиты (рис. 5).

Характеристика основных золоторудных районов и узлов

Рудный район	Рудный узел	Примеры месторождений и рудопроявлений	Полезное ископаемое	Геолого-промышленный тип оруденения	
Центрально-Алданский золото-урановый	Эльконский золото-молибден-урановый	Элькон, Эльконское плато, Непроходимое, Курунг, Дружное, Минеевское, Северное, Интересное, Агдинское, Лунное	U, Au, Mo Ag	<i>Эльконский</i> браннеритовый золотосодержащий, <i>федоровский</i> браннерит-золото-серебряный, <i>минеевский</i> молибденовый уран-и золотосодержащий, <i>интересный</i> уранинитовый золотосодержащий	
	Лебединский золоторудный	Лебединое, Радостное, Самодумовское, Гольцовое, Мраморное, Лопуховское, Подголечное, Зверевское, Высокое, Джекондинское, Контактное, Томмотское, Самолазовское, Гарбузовское	Au, Ag, Cu, Pb, Zn, W, Bi	<i>Лебединский</i> золото-карбонатно-сульфидный	
		Рябиновое (участки Мусковитовый и Новый)	Au, Ag, Cu	<i>Рябиновый</i> золото-медно-порфи-ровый	
		Морозкинское (Гора Рудная)	Au, Ag, Cu, Pb	<i>Тип Горы Рудной</i> золото-медно-порфиновый	
	Куранахский золоторудный	Центральное, Боковое, Северное, Порфиновое, Канавное, Дэлбэ, Нижнеякокитское, Надежда, Якокутское, Южное, Новое, Смежное, Трассовое, Хвойное, Верхнее, Водораздельное, Межсопочное	Au, Ag (U)	<i>Куранахский</i> золоторудный в корях выветривания по первичным эпитеpmальным рудам золото-сульфидно-карстового типа	
Верхне-Амгинский потенциально золоторудный	Хатырхыйский потенциально золото-рудный	Рудопроявления Хатырхай и Хохой	Au	<i>Куранахский (?)</i> , <i>Лебединский</i> золото-карбонатно-сульфидный (?) и <i>тип Горы Рудной</i> золото-медно-порфиновый (?)	
Верхне-Токкинский золоторудный	Кондинская потенциально рудонос-ная зона	Таборное, Гросс	Au	<i>Таборный</i> золоторудный	
Олдонгинский потенциально золоторудный		Рудопроявление Тас-Миелинское	Au	<i>Таборный</i> золоторудный	
Ломамский потенциально золоторудный	Билибинский потенциально золото-рудный		Au, Cu, Mo	<i>Тип Горы Рудной</i> золото-медно-порфиновый (?)	

Алдано-Становой металлогенической провинции

	Рудоконтролирующие факторы		Возраст оруденения	Запасы и ресурсы Au, т
	Магматические и структурные	Гидротермально-метасоматические		
	Региональные зоны разрывных нарушений, претерпевшие существенные преобразования на этапе МЗ тектоно-магматической активизации, выразившейся в формировании мощных участков брекчирования и «амагматической» низкотемпературной гидротермально-метасоматической проработки пород	<i>Эльконский</i> тип приразломных гумбеитов, сопряженных с ореолами кварц-полевошпатовых метасоматитов, хлорит-эпидотовых пропилитов, березитов, сформированных на ранней стадии МЗ тектоно-магматической активизации	Гумбеиты <i>эльконского типа</i> – 140–155 млн лет (K-Ar), золото-урановые руды – 130–135 млн лет (U-Pb по браннериту)	$C_1 + C_2 = 180$ $P_2 = 400$ $P_3 = 600$
	Дайки и массивы щелочных и субщелочных магматических пород МЗ этапа развития региона. Зоны структурно-стратиграфического несогласия предвенткембрийского возраста с локальными участками горизонтальной трещиноватости в карбонатных отложениях плитного комплекса	В строении гидротермально-метасоматической зональности принимают участие скарны и пропилиты, околорудные метасоматиты представлены гумбеитами и березитами, в том числе и их апокарбонатными разностями	Мезозойский	$C_1 + C_2 = 150$ $P_2 = 120$
	Массивы высококалийевых эгиринов-авгитовых щелочнополевошпатовых сиенитов <i>алданского</i> plutонического комплекса (U-Pb – 142–143 млн лет), прорванные щелочными флогопит-пироксеновыми лампрофирами, щелочными монцогаббро и эруптивными брекчиями с лампроитовым цементом <i>тобукского</i> гипабиссального комплекса (U-Pb – 136–141 млн лет)	<i>Рябиновый</i> тип околорудных гумбеитов, сменяющих во времени минеральные парагенезисы более высокотемпературных эгириновых фельдшпатитов-«пегматитов», околоинтрузивных фенитов, скарнов и щелочно-амфиболовых пропилитов, связанных с процессом внедрения и длительного становления щелочных интрузий МЗ возраста	Эгириновые фельдшпатиты-«пегматиты» – 132–139 млн лет (U-Pb, Rb-Sr), околорудные гумбеиты <i>рябинового</i> типа – 125–133 млн лет (U-Pb, Rb-Sr), золото-медно-порфировые руды – 129 ± 3 млн лет (Re-Os)	$C_1 + C_2 = 28$
	Мезозойские интрузии субщелочных сиенит-порфиров и сиенитов МЗ возраста. Крутопадающие зоны дробления как внутри самих интрузий, так и во вмещающих их метаморфических породах кристаллического фундамента	Ореолы березитизации кварц-серицит-анкерит-пиритового состава, картируемые в пределах крутопадающих зон расланцевания и дробления в мезозойских интрузивах	Мезозойский	$C_1 + C_2 = 45$ $P_1 + P_2 = 200$
	Разрывные нарушения субмеридионального и ССЗ простирания в карбонатных породах плитного комплекса, прорванных протяженными рядами даек субщелочных магматических пород МЗ возраста, имеющих то же самое субмеридиональное и ССЗ простирание	Околорудные гумбеиты и апокарбонатные джаспероиды, первоначально контролировавшие размещение золото-сульфидной минерализации, сохранились только в реликтовом виде. В результате широкого проявления гипергенных процессов первичные руды повсеместно превращены в глинисто-песчано-обломочную рыхлую массу кварц-лимонит-гидрослюдистомонтмориллонитового состава, содержащую свободное золото	Мезозойский	$C_1 + C_2 = 530$
	Линейные и площадные геохимические аномалии золота, приуроченные к участкам проявления сиенитового магматизма мезозойского возраста	Гумбеиты и связанные с ними зоны жильно-прожилковой флюоритизации, контролирующей размещение кварц-золото-сульфидной рудной минерализации	Мезозойский	$P_3 = 300$
	Зоны разрывных нарушений, контролирующие размещение пластообразных рудных залежей, залегающих в пестроцветных алевролитовых толщах рифей-вендского возраста	Ореолы гумбеитизации с наложенными на них более поздними гипергенными процессами, проявленными в виде интенсивной лимонитизации	Мезозойский	$P_3 = 105$
	Зоны смятия и участки флексуобразных изгибов в углеродистых толщах рифея–венда, трассируемые субпластовыми телами сиенит-порфиров мезозойского возраста	Ореолы гумбеитизации с наложенными на них более поздними гипергенными процессами, проявленными в виде интенсивной лимонитизации	Мезозойский	$P_3 = 100$
	Массивы сиенит-порфиров МЗ возраста, в пределах которых выявлены минерализованные зоны дробления с видимой мощностью от 10 до 150 м и протяженностью в первые сотни метров	Ореолы березитизации и карбонат-эпидот-серицит-кварцевого изменения по сиенитам, зоны брекчирования пород с кварцевым и карбонат-кварцевым цементом	Мезозойский	$P_3 = 344$

Рудный район	Рудный узел	Примеры месторождений и рудопроявлений	Полезное ископаемое	Геолого-промышленный тип оруденения
Ломамский потенциально золоторудный	Бурпалинский потенциально золото-рудный		Au, Cu, Pb, Zn	<i>Лебединский</i> золото-карбонатно-сульфидный (?)
Эвотинский золоторудный		Кур, Притрассовое, им. Пинигина	Au, Cu	<i>Пинигинский</i> золоторудный, <i>Лебединский</i> золото-карбонатно-сульфидный (?)
Верхне-Тимптонский золоторудный		Рудопроявления Скобельцинское, Северикан, Пиритовое-I, -II и др.	Au, Ag	<i>Бамский</i> золоторудный
Тыркандинский потенциально золоторудный	Джелтулинский потенциально золото-рудный	Рудопроявления Попутное, Огневое, Скучное	Au, Cu	<i>Рябиновый</i> золото-медно-порфировый (?)
	Спокойнинский потенциально золото-рудный	Рудопроявление Спокойное	Au	<i>Лебединский</i> золото-карбонатно-сульфидный (?)

Постоянный спутник урана в пределах узла – золото, среднее содержание которого в урановых рудах 0,5–2,0 г/т. Содержание золота в пирите из гумбеитов эльконского типа до 75–80 г/т [2]. Установлены выделения самородного медистого золота и продукты разложения золотосодержащего пирита в ассоциации с сульфидами серебра и электроном. Кроме золота, урану сопутствуют серебро (до 40 г/т), мышьяк (0,1–0,2 %) и таллий. В отдельных зонах молибденовое оруденение (месторождения Минеевское и Дружное) представлено тонкодисперсным молибденитом-иордизитом.

Наиболее продуктивные урановорудные тела залегают на глубине более 300 м, а золотое оруденение, которое может представлять промышленный интерес, располагается в трехстах метрах от современной дневной поверхности. Запасы золота здесь, по различным источникам, 130–180 т при его содержании 0,8–2,5 г/т.

В пределах северо-западного блока Эльконского узла развито преимущественно оруденение медно-золото-порфировой формации, относимое нами к рябиновому типу [16]. Чрезвычайно важен в металлогеническом отношении тот факт, что в этом блоке широко проявлены интрузии щелочных, умереннощелочных пород, внедрившихся на

этапе мезозойской тектоно-магматической активизации по зонам региональных разрывных нарушений. К ним приурочены проявления гидротермально-метасоматических новообразований: фениты → пропициты → гумбеиты → березиты. По данным геологического картирования, гумбеиты рябинового типа пространственно тяготеют к краевым и внутренним частям магматических массивов субщелочных пород. Они накладываются и замещают более ранние гумбеиты эльконского типа в местах пространственного совмещения щелочных интрузий и древних долгоживущих разломов. Установлено, что в гумбеитах рябинового типа золото тонковкрапленное, представляет собой мелкие изометричные (до 60 мкм) образования на поверхности и участках дефектов пирита, иногда халькопирита. Золото в основном средне- и низкопробное. Иногда встречаются микроскопические включения (до 20 мкм) высокопробного золота (Au до 90 мас. %). Среднее содержание золота по породе 3,17 г/т, в отдельных пробах до 34 г/т. Серебро отмечено в виде микроскопических выделений в пирите и халькопирите в составе золотосодержащих теллуридов. В гумбеитах рябинового типа иногда встречаются сульфаты и ванадаты свинца, а также халькозин. Типичные представители оруденения рябинового

Рудоконтролирующие факторы		Возраст оруденения	Запасы и ресурсы Au, т
Магматические и структурные	Гидротермально-метасоматические		
Штоки, силлы и дайки сиенитов и сиенит-порфиров MZ возраста, прорывающие кристаллические породы докембрийского фундамента и перекрывающие их карбонатные отложения венд-нижнекембрийского возраста и терригенные образования нижней юры	ГМ образования лебединского типа, представленные апокарбонатными пиритсодержащими гидротермалитами кварц-анкерит-кальцитового и тальк-тремолит-серпентинового состава	Мезозойский	
Зоны разрывных нарушений СЗ, СВ и субширотного простирания, вмещающие дайки метабазитов протерозойского возраста и малые тела MZ сиенит-порфиров. Рудные тела представляют собой крутопадающие кварцевые жилы, зоны, гнезда, линзы прожилково-вкрапленного окварцевания и сульфидизации, наиболее интенсивно проявленные в телах метагабброноритов	Ореолы околорудной гумбеитизации и березитизации, контролирующие размещение кварц-сульфидной рудной минерализации прожилково-вкрапленного типа, наиболее широко проявленной в телах метагабброноритов	Протерозойский, мезозойский	$C_1 + C_2 = 30$ $P_1 + P_2 = 20$
Мощные и протяженные зоны диафоритов, развитые как по метаморфогенным, так и по ультраметаморфогенным образованиям, к которым приурочены скопления сульфидов с содержанием золота до 1 г/т. Малые интрузивные тела кислого состава, контролирурующие размещение жильно-штоковеркового золото-серебряного (полисульфидного) оруденения	Широкий спектр рудоносных гидротермалитов: от высокотемпературных кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов и пропилитов до низкотемпературных березитов и в меньшей степени гумбеитов-адуляритов, приуроченных к зонам диафоритов	Мезозойский	$P_3 = 148$
Массивы щелочных сиенитов и сиенит-порфиров MZ возраста	Ореолы развития березитовых и гумбеитовых новообразований, несущих прожилково-вкрапленное оруденение золото-медно-молибденового порфиروهого типа	Мезозойский	$P_3 = 100$
Протяженные минерализованные зоны разломов в кристаллических породах фундамента, превращенных в катаклазиты, бластомилониты и брекчиевые образования	Ореолы развития березитовых и гумбеитовых новообразований, контролируемых зонами долгоживущих разломов и вмещающих кварцево-жильную золоторудную минерализацию	Мезозойский	

типа – месторождения Рябиновое и Новое, пространственно приуроченные к массивам субщелочных пород этапа мезозойской тектоно-магматической активизации (обрабатываются ПАО «Селигдар»).

В оруденении элькон-рябинового типа пространственно совмещается рудная минерализация гумбеитов эльконского (Au-U) и рябинового (Au-Cu) типов. Наиболее крупный объект – месторождение Лунное (обрабатывается ПАО «Селигдар»), расположенное на юго-западном фланге Эльконского узла, – приурочен к Федоровской зоне региональных разрывных нарушений, заложившейся в раннепротерозойское время и подновленной на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации [6, 7]. Мощность рудоносной зоны от 2–3 до 30–40 м, протяженность несколько километров. Мощность конкретных рудных тел (рис. 5) от 1 до 4 м, среднее содержание золота в них 1,5–6,0, серебра 15–200 г/т. Прямой корреляции их с ураноносностью не наблюдается. Основной носитель золота – пирит, в нем содержание золота достигает 90 г/т. Содержание урана в зоне Федоровская от тысячных долей до 0,4 %. Мощность кондиционных рудных интервалов 0,3–2,3 м, среднее содержание 0,15 %. Зона окисления

на месторождении Лунное имеет типичный трещинный характер, окисление проникает на глубину до 30–70 м. В ее минеральном составе наибольшую роль играют гидроксиды железа, интенсивно развиты гидроксиды марганца, опал, глинистые минералы, карбонаты, хризоколл, малахит, азурит, ярозит. В зоне окисления два типа урановой минерализации – разнообразные продукты гипергенного разрушения браннерита и урановые слюдки. Уран содержится также в гидроксидах железа. Отработка рудных интервалов сейчас ведется исключительно в зоне окисления. Среднее содержание золота 2,0 г/т. Золото извлекается методом кучного выщелачивания (цианированием).

Лебединский золоторудный узел расположен в южной и юго-западной частях Центрально-Алданского золото-урановорудного района. В геологическом строении узла принимают участие породы двух структурных этажей. Нижний сложен породами, метаморфизованными в условиях гранулитовой и отчасти амфиболитовой фаций метаморфизма (фундамент Сибирской платформы), верхний представлен карбонатными, терригенно-карбонатными толщами плитного комплекса венд-кембрийского возраста. Осадочные толщи плитного комплекса с резким

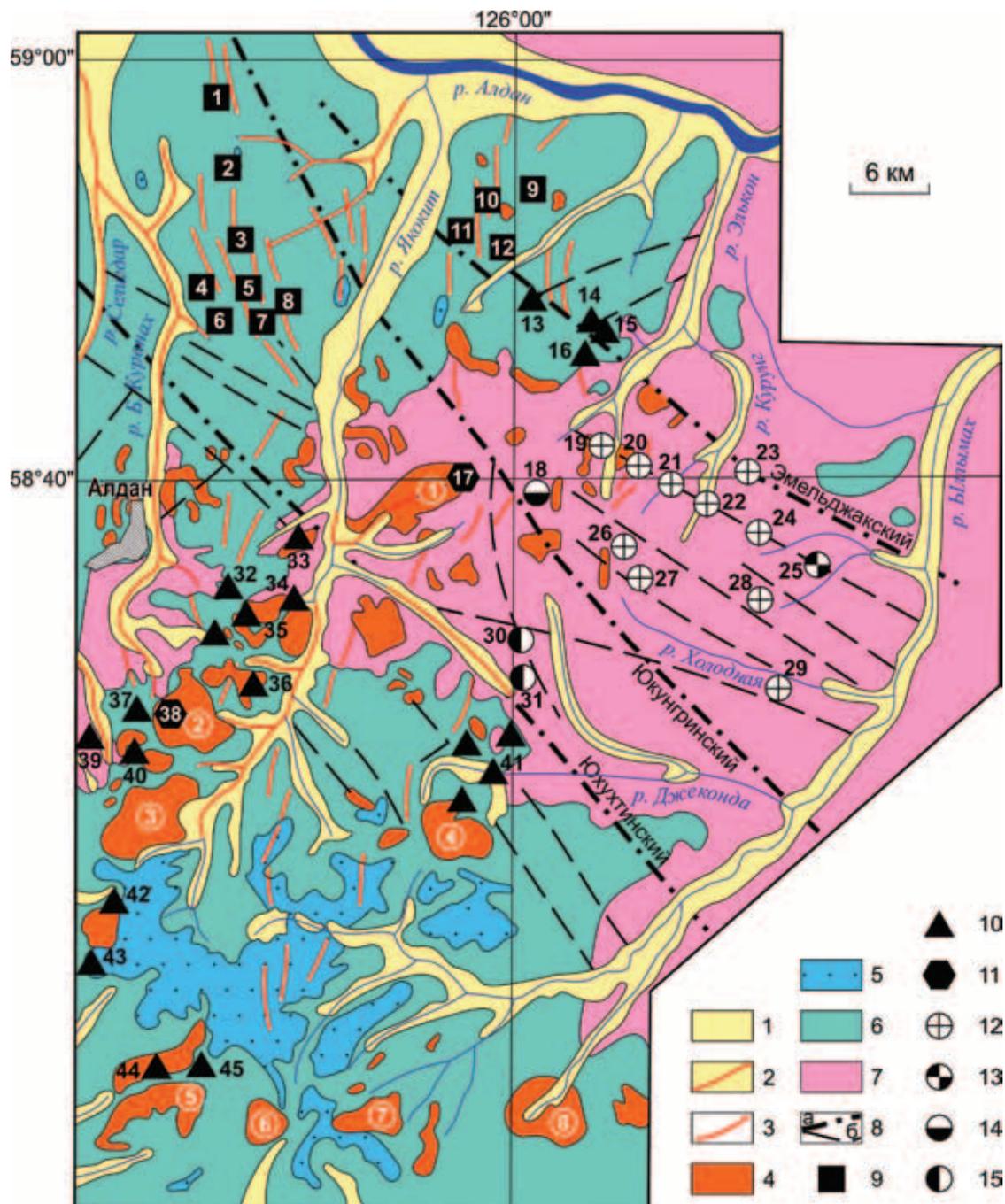


Рис. 2. Геологическое строение и рудоносность Центрально-Алданского рудного района (по В. Е. Бойцову и соавторам, 2006, с изменениями и дополнениями авторов)

1 – четвертичные аллювиальные отложения; 2 – россыпи золота в четвертичных аллювиальных отложениях; 3 – мезозойские дайки субщелочных и щелочных гипабиссальных пород; 4 – мезозойские массивы субщелочных и щелочных плутонических пород (массивы: 1 – Рябиновый, 2 – Гора Рудная, 3 – Якокутский, 4 – Джекондинский, 5 – Юхтинский, 6 – Пуриканский, 7 – Южный, 8 – Блльмакский); 5 – нижнеюрские терригенные отложения; 6 – венд-нижнекембрийские карбонатные породы платформенного чехла; 7 – архей-протерозойские кристаллические породы фундамента; 8 – тектонические нарушения (а – главные, б – второстепенные); 9–15 – геолого-промышленные типы месторождений золота и урана: 9–11 – собственно золоторудных месторождений (9 – куранахский эпитегрмальный золото-карстовый, 10 – лебединский золото-карбонатно-сульфидный, 11 – рябиновый золото-медно-порфировый), 12–15 – золото-урановых и золото-уран-молибденовых месторождений (12 – эльконский браннеритовый золотосодержащий, 13 – минеевский молибденовый уран и золотосодержащий, 14 – интересный уранинитовый золотосодержащий, 15 – федоровский браннерит-золото-серебряный). 1–43 – месторождения: 1 – Северное (Au), 2 – Порфиоровое (Au), 3 – Центральное (Au), 4 – Боковое (Au), 5 – Якокутское (Au), 6 – Южное (Au), 7 – Новое (Au), 8 – Дэлбэ (Au), 9 – Надежда (Au), 10 – Смежное (Au), 11 – Трассовое (Au), 12 – Хвойное (Au), 13 – Верхнее (AuAg), 14 – Водораздельное (AuAg), 15 – Межсочное (AuAg), 16 – Центральное (AuAg), 17 – Рябиновое (AuAgCu), 18 – Интересное (UAu), 19 – Элькон (UAu), 20 – Эльконское плато (UAu), 21 – Курунг (UAu), 22 – Непроходимое (UAu), 23 – Северное (UAu), 24 – Дружное (UMoAu), 25 – Минеевское (MoUAu), 26 – Невское (UAu), 27 – Снежное (UAu), 28 – Центральное (UAu), 29 – Агдинское (UAu), 30 – Лунное (AuAgU), 31 – Марсовое (AuAgU), 32 – Гольцовое (AuAg), 33 – Лопуховское (AuAg), 34 – Мраморное (AuAg), 35 – Самодумовское (AuAg), 36 – Радостное (AuAg), 37 – Лебединское (AuAg), 38 – Гора Рудная (AuAg), 39 – Зверевское (AuAg), 40 – Высокое (AuAg), 41 – Джекондинское (AuAg), 42 – Контактное (AuAg), 43 – Томмотское (AuAg), 44 – Самолазовское (Au), 45 – Гарбузовское (AuAg)

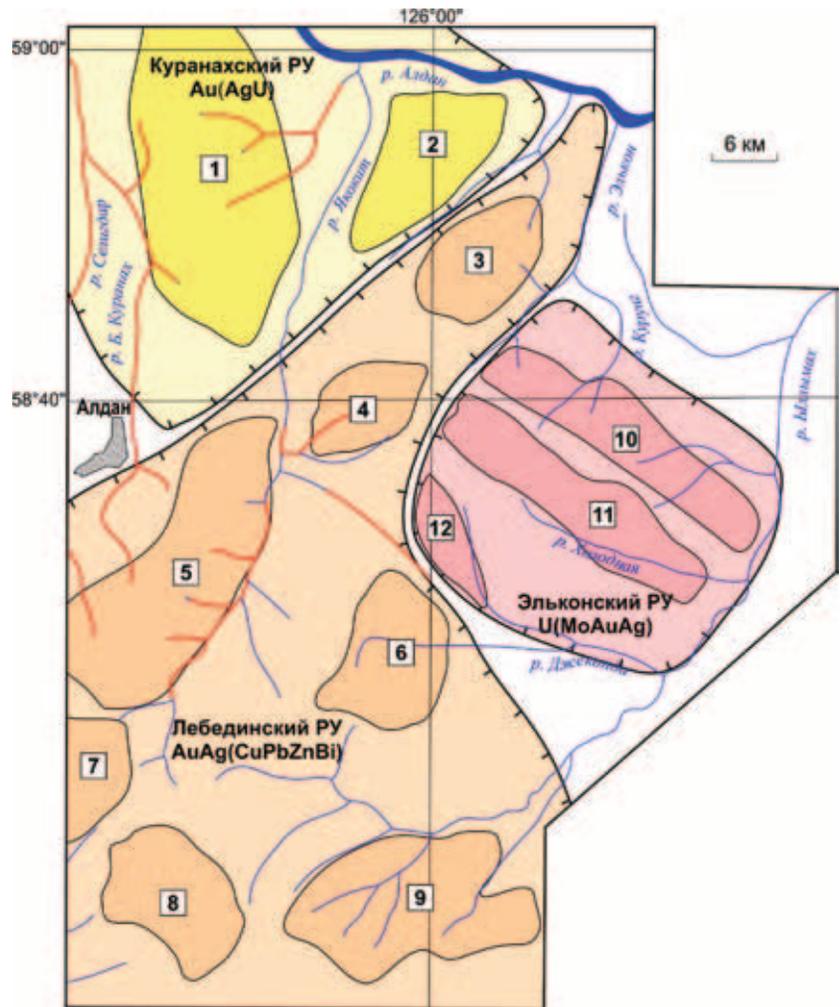


Рис. 3. Металлогеническая зональность Центрально-Алданского рудного района

На схеме арабскими цифрами показаны рудные поля: 1 – Куранахское Au(Ag) (530 т золота), 2 – Нижне-Якокитское Au(AgU) (43 т золота), 3 – Межсочное AuAg, 4 – Рябиновое AuAg(Cu) (26 т золота, 56 т серебра), 5 – Лебединское AuAg(CuPbZnBi) (114 т золота), 6 – Джекондинское AuAg(CuPb) (4 т золота), 7 – Томмотское AuAg(CuPb), 8 – Самозавское Au(AgCuPbZn) (45 т золота), 9 – Ыллымахское AuAg(CuPbZn), 10 – Минеевско-Эльконское U(MoAuAg) (200 т золота, 340 тыс. т урана), 11 – Невско-Агдинское U(AuAg), 12 – Федоровское AuAgU (28 т золота)

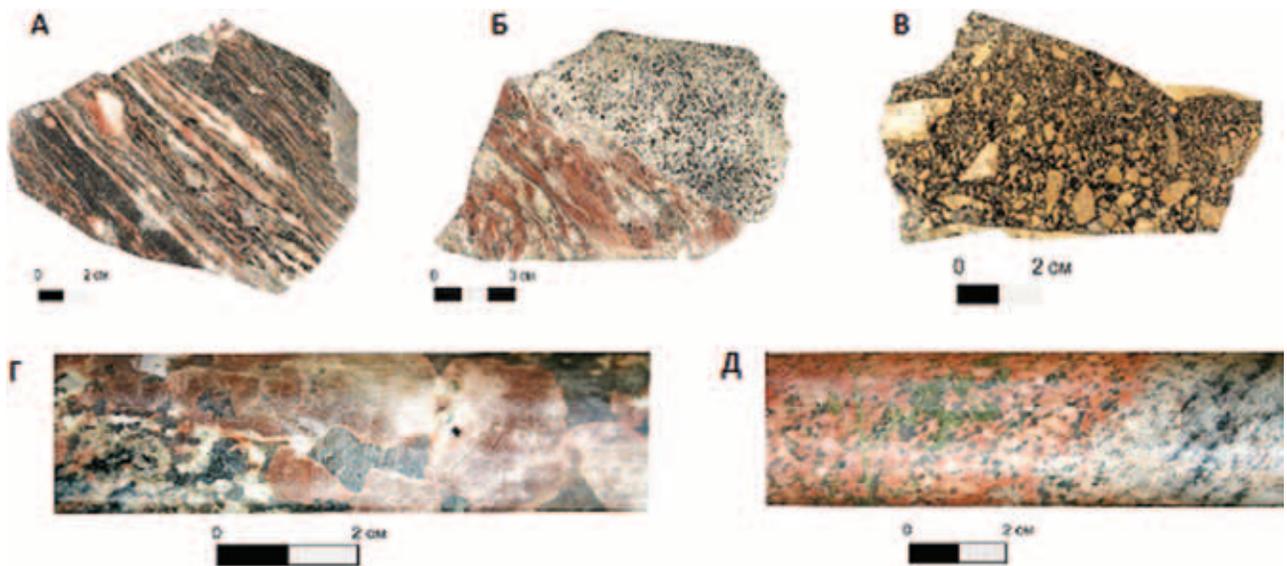


Рис. 4. Динамометаморфические породы и метасоматиты, слагающие региональные рудоносные структуры Эльконского узла

бластомилонит (а), бластокатаклазит (б), тектоническая брекчия (в), кварц-альбит-микроклиновыи метасоматит (г), пропилит (д)

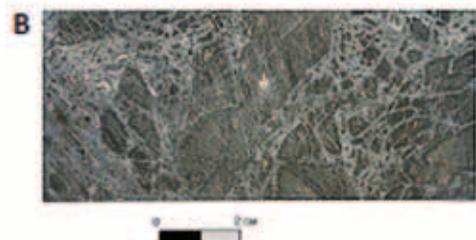


Рис. 6. Рудные метасоматиты месторождения золота Рябиновое



Рис. 5. Рудоносные брекчии гумбеитизированных милонитов с браннеритовым цементом. Эльконский рудный узел. Зона Южная

структурно-стратиграфическим несогласием налегают на метаморфиты и ультраметаморфогенные гранитоиды нижнего структурного этажа. В основании плитного комплекса повсеместно картируется маломощный (до первых метров) горизонт кварцевых песчаников. На площади узла широко развиты лакколиты, пластообразные и пластовые интрузии пород щелочного и умереннощелочного состава – Якокутский, Ыллымахский, Джекондинский и другие массивы, а также многочисленные дайки вогезитов, керсантитов, бостонитов, сиенит-порфиоров, рвущие как породы фундамента, так и толщи карбонатных, терригенно-карбонатных пород венд-кембрийского возраста.

В пределах узла выделяются три геолого-генетических типа золотого оруденения:

- жильный (золото-кварц-сульфидный) собственно лебединский тип, локализованный в виде горизонтальных залежей и секущих жильных тел существенно кварц-сульфидного состава и приуроченный к низам карбонатной толщи вендского возраста, в меньшей степени к метаморфитам нижнего структурного этажа (рис. 6);

- прожилково-вкрапленный и жильно-штоковерковый (золото-редкометалльно-полиметаллический) тип, локализованный в крутопадающих субмеридиональных разломных структурах кристаллического фундамента;

- прожилково-вкрапленный (золото-медно-порфировый) тип Горы Рудной, локализованный в крутопадающих зонах дробления внутри тел мезозойских интрузий сиенит-порфиоров (рис. 7) и метаморфитов кристаллического фундамента. Золотое оруденение приурочено к зонам березитизации кварц-серицит-анкерит-пиритового состава, картируемым в крутопадающих зонах расщепления и дробления мезозойских интрузий. Содержание золота 1,6, серебра до 6, меди до 250 и Pb до 6000 г/т. Свободное золото высокопробное, встречается на контакте зерен кварца и халькопирита, пирита, замещенных гематитом, гидрогетитом

и гетитом в результате вторичных гипергенных процессов. В отдельных штуфах (МТ-153) вместе с золотом обнаруживаются мелкие выделения церуссита (Pb 74,29, С 5,45, О 20,26 %).

Большинство золоторудных тел узла, относимых к собственно лебединскому типу, тяготеет к низам разреза терригенно-карбонатной толщи венд-кембрийского возраста (рис. 6) в области масштабного развития мезозойских высококальциевых пород. Наиболее благоприятны для выявления рудных полей лебединского типа площади, где сочетаются в едином геологическом пространстве зоны горизонтальной трещиноватости в доломитовой толще, зоны сосредоточенного развития вертикальных дизъюнктивных нарушений, даек и массивов субщелочных пород мезозойского этапа развития региона (месторождения Лебединское, Самодумовское, Радостное, Подгольское, Лопуховское и др.). Рудные участки в большинстве располагаются вблизи зоны структурно-стратиграфического несогласия предкембрийского возраста. Золоторудные тела выявлены как в фундаменте, так и на некотором удалении вверх по разрезу от зоны ССН [10].

Протяженность крутопадающих жил достигает 2,5 км при мощности от нескольких сантиметров до 2 м, редко более [11]. Жилы имеют брекчиевое строение. Обломки сцементированы рудным веществом. Горизонтальные рудные залежи – пластообразные тела, залегающие в карбонатных породах кембрия согласно с их напластованием (рис. 7). Протяженность залежей сотни метров, ширина на отдельных участках до 30 м, мощность от нескольких сантиметров до 2 м, в отдельных случаях до 6 м. Характерная особенность строения залежей – наличие включенных в рудные тела участков незамещенного доломита округлой или вытянутой формы размером до нескольких метров. Среди гидротермально-метасоматических преобразований пород выявлены тела скарноидов, состоящих из тремолита, диопсид-геденбергита, эпидота, везувиана, волластонита,



а

Рис. 7. Карьер на золотом месторождении Лунное (а), золоторудная брекчия гумбеитов (б), уранофановая минерализация в стенке карьера (в), зона трещиноватости и брекчирования с флюоритом



б



в



з

хлорита, сфена, ортита, сульфида. Имеют место интенсивные окварцевание и карбонатизация.

Содержание золота в рудах лебединского типа от 5–10 (в секущих жильных телах) до 70–80 г/т (в залежах). Содержания серебра в среднем 20–40 до 95 г/т. По данным [12, 13], содержание золота в рудах на начальных этапах разработки месторождений лебединского узла достигало первых тысяч граммов на тонну.

Куранахский золоторудный узел расположен в северной части Центрально-Алданского золоторудно-урановорудного района на водоразделе рек Большой Куранах и Якокут. В начале 50-х годов здесь были открыты и разведаны в кембрийских доломитах и юрских песчаниках крупные субгоризонтальные рудные залежи месторождений Центральное, Боковое, Северное, Порфириновое, Канавное, Дэлбэ и др. (в настоящее время обрабатываются ОАО «Алданзолото»).

Рудный узел в структурно-тектоническом отношении расположен на сопряжении Байонай-Эльконской тектоно-магматической зоны с субмеридиональным поясом даек этапа мезозойской тектоно-магматической активизации. Кристаллический фундамент Сибирской платформы с резким структурно-стратиграфическим несогласием перекрыт карбонатными отложениями кембрийского возраста, в основании которых картируется маломощный горизонт средне-крупнозернистых кварцевых песчаников. Карбонатные, терригенно-карбонатные отложения кембрийского возраста также несогласно перекрыты терригенными отложениями юрского возраста.

Золотое оруденение узла локализуется на площади выхода известняковых отложений нижнего кембрия (унгелинская, куторгиновская свиты) вблизи

подшвы алюмосиликатных алевропесчаников, песчаников и конгломератов юхтинской свиты юрского возраста на значительном по вертикали (500–600 м) удалении от поверхности архейского фундамента. Руды локализованы в линейных микрограбенах, трассируемых зонами долгоживущих региональных разломов и протяженными дайками север-северо-западного и субмеридионального простирания.

На этапе мезозойской тектоно-магматической активизации в пределах Куранахского золоторудного узла масштабно проявлялись низкотемпературные гидротермально-метасоматические процессы, вещественно зафиксированные рудоносными гумбеитами и джаспероидами. Вблизи рудных тел они практически целиком замещают исходные терригенные и карбонатные породы плитного комплекса Сибирской платформы, а также магматиты дайкового комплекса. В связи с этим золоторудные тела представляют собой пластообразные метасоматические залежи с прямолинейными или извилистыми контактами с раздувами и пережимами. Исходный цвет первичных руд серый, что обусловлено тонкорассеянной сульфидной минерализацией (рис. 8, 9). Мощность рудных залежей составляет 1–25 м, в среднем 8–9 м. В структурном отношении первичные рудные тела вытянуты вдоль разрывных нарушений в карбонатной толще субмеридионального, север-северо-западного простирания и даек мезозойского этапа ТМА того же простирания. В первичных (серых) рудах известны парагенетические адуляр-кварцевая, золото-пирит-кварцевая, золото-сульфидно-кварцевая, золото-теллуридная и поздняя кварцевая ассоциации. Поздние кальцитовые гидротермальные образования отмечаются в цементе брекчированных адуляритов в виде прожилков.

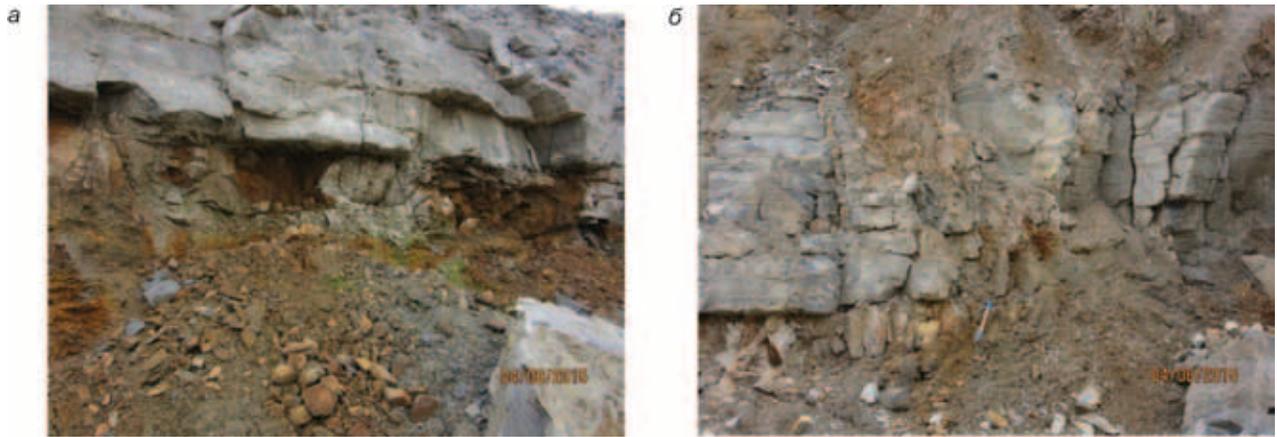


Рис. 8. Месторождение золота Подголецное. Субгоризонтальное золоторудное тело (ржаво-бурый цвет) лебединского типа с округлым реликтом неизмененных доломитов (а) и секущей дайкой (б)

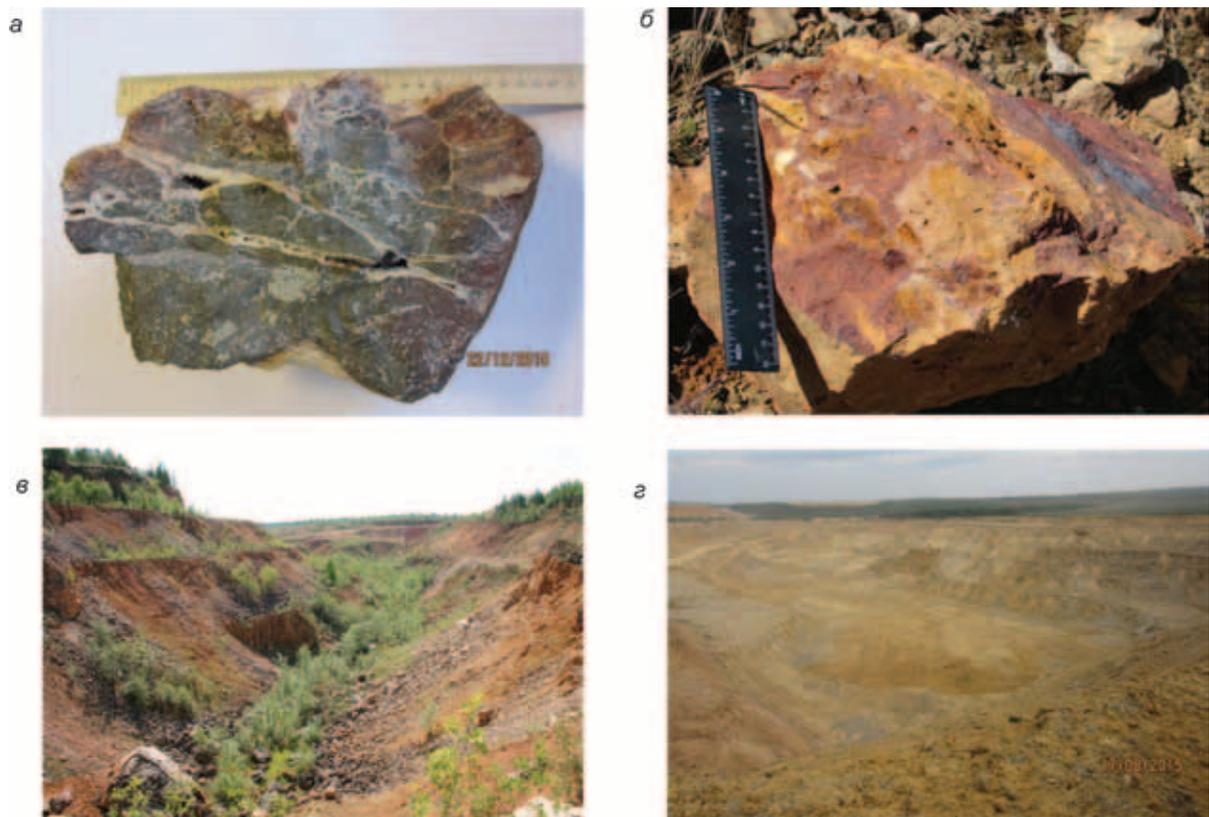


Рис. 9. Образцы первичных (а) и окисленных (б) руд куранахского типа. Карьеры месторождений Порфиоровое (в) и Дэлбэ (г)

Корообразование и карстование превратили руды месторождений Куранахского узла в глинисто-песчано-обломочную массу кварц-лимонит-гидрослюдисто-монтмориллонитового состава со свободным золотом (в среднем до 0,1 мм) кирпично-красного, буро-красного цвета из-за окисления первичной сульфидной минерализации (рис. 8).

Отдельные (локальные) рудные тела в результате гипергенных процессов приобрели очертания и размеры сформированных карстовых воронок и характеризуются ярко выраженной дискретностью, т. е. в контурах рудоносных залежей золото распределено неравномерно, участки с высоким содержанием чередуются с убогими рудами. Максимальное содержание золота установлено

в горизонте вишневой супеси на границе карстовых образований. Глубина распространения зоны окисления в пределах Куранахского узла 40–60 м. Среднее содержание золота 1,36 г/т.

Следует подчеркнуть, что находки первичных золотых руд в пределах Куранахского узла – золоторудные гумбеиты (пирит-адуляр-кварцевого состава) указывают на проявление здесь рудоформирующих процессов, аналогичных процессам в пределах Эльконского и Лебединского узлов. По сути золотое, золото-урановое оруденение рудных узлов Центрально-Алданского района – это различные срезы единой рудоносной гидротермально-метасоматической колонки. На более глубоких горизонтах, ниже золотого оруденения

курунахского типа, возможно золотое, золото-урановое и урановое оруденение эльконского типа. Это подтверждает факт выявления геологами Приленского ПГО в 80-х годах прошлого века урановых рудопоявлений Бабочка и Калибри после обнаружения месторождений урана Эльконского рудного узла.

Верхне-Амгинский потенциально золоторудный район эксплуатируется с 1935–1936 гг. Исходя из истории геологического развития, особенностей геологического строения, проявленности разновозрастных эпигенетических процессов и характера рудоносности, а также геофизических особенностей, район чрезвычайно сходен с Центрально-Алданским рудным районом. Более того, здесь имеются признаки золотого оруденения лебединского, курунахского и эльконского типов.

Район расположен в северо-западной части Алдано-Станового щита, на его северном склоне, где распространены архейские глубокометаморфизованные (гранулитовая фация) гнейсы и кристаллические сланцы, перекрытые с резким структурно-стратиграфическим несогласием карбонатными, терригенно-карбонатными отложениями венд-раннекембрийского возраста. Закартированы континентальные терригенные отложения юры, также залегающие с резким структурно-стратиграфическим несогласием на геологических составляющих кембрийского возраста. В полях развития карбонатных отложений проявлены карстовые воронки, сложенные пестроокрашенными суглинками, глинами, супесями, глыбами юрских песчаников и кембрийских доломитов.

Магматизм и связанная с ним интенсивная гидротермально-метасоматическая деятельность проявились на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации масштабно и с высокой степенью проработки исходного субстрата. В раннеюрское время формировались силлы роговообманковых порфиров, закартированные в карбонатных отложениях венд-раннекембрийского возраста. В позднеюрское время образовались небольшие штоки и дайки пуласкитов, пуласкит-порфиров, а также шток эссекитов горы Горелая; известны шонкиниты, малиниты, фергуситы. При воздействии магматических тел на карбонатные отложения в районе формировались скарны слюдиисто-гранатового, пироксенполевошпатового, флогопит-диопсидового и существенно магнетитового состава. В существенно магнетитовых скарнах отмечаются тонкая сеть сульфидно-медных руд, а также проявления золота.

На более позднем этапе мезозойской тектоно-магматической активизации в раннемеловое время формировались лакколито-штокообразные тела и пластовые тела роговообманковых, роговообманково-пироксеновых, эгирин-авгитовых сиенитов и сиенит-порфиров лебединского комплекса, с крупными интрузиями которого, прорывающими карбонатные отложения кембрия, генетически связаны зоны сульфидной минерализации, окварцевания и скарнирования (гора Шайтан). Как и в предыдущем случае, в магнетитовых скарноидах отмечена рассеянная сульфидная минерализация. Кроме того, с рассматриваемым комплексом связано проявление гидротермально-метасоматических процессов, зафиксированных гумбеитами, жильными зонами флюорита и связанных с ними кварц-золото-сульфидными залежами и жилами.

Работами Алданского филиала ГУ ГПП «Якутскгеология» в 2013–2015 гг. на территории района выявлены линейные и площадные геохимические аномалии золота, приуроченные к сиенитовому магматизму в зоне градиента верхнеамгинского гравитационного минимума. При заверке аномалий выявлены зоны сульфидизированных пород с промышленным содержанием золота от 0,6 до 100,0 г/т (рудопоявление Хатырхай). Наиболее высокое содержание золота установлено в пробах, отобранных вблизи сиенитового массива. Размер свободного золота от долей до 1,0 мм. По данным ГУ ГПП «Якутскгеология», на северном склоне горы Шайтан двумя канавами (к-0200, к-0300) вскрыта золоторудная залежь, приуроченная к контакту пластовой интрузии лампрофиров (минетта) с джаспероидами в доломитах венда. Залежь состоит из серии пластовых тел лимонит-кварцевых метасоматитов с вкрапленной пирит-халькопиритовой минерализацией. Мощность отдельных прослоев 0,1–0,45 г/т, общая видимая мощность около 5,0 м. Содержание золота 0,18–100,0, среднее 13,61 г/т на интервал 27 м (к-0300); 0,28–18,8, среднее 2,26 г/т на интервал 60 м (к-0200). Вскрытая залежь расположена в контуре контраста геохимической аномалии золота в экзоконтакте лакколита авгитовых сиенитов горы Шайтан и приурочена к зоне магнитного градиента северо-восточного простирания.

В бассейне верхнего течения руч. Хохой геологами Алданского филиала ГУ ГПП «Якутскгеология» исследовано одноименное рудопоявление, установлена зона с золотым оруденением протяженностью 10 км. В геохимических полях она образует полосу линейных аномалий золота 0,02–1,0, серебра 0,01 г/т и мышьяка 0,02, таллия 0,01 % северо-восточного простирания шириной 100–2000 м, совпадающую с линейными аномалиями магнитного поля. Выделены участки протяженностью от 1000 до 1500 м и мощностью от 300–500 до 1000 м с повышенным содержанием золота, в штуфных пробах от 0,51 до 7,0 г/т. Оруденение локализовано в отложениях платформенного чехла. Руды сульфидизированные, калишпатизированные, окварцованные доломитами (пирит-кварц-калишпатовыми метасоматитами). Золотоносная сульфидизация прожилково-вкрапленная.

Оперативная прогнозная оценка ресурсов рудного золота кат. P₃ Верхне-Амгинского района оценивается в несколько сот тонн. При условии проведения здесь прогнозно-поисковых работ масштабов 1 : 200 000 и крупнее следует ожидать выявления месторождений золота, схожих с месторождениями Центрально-Алданского района.

Верхне-Токкинский рудный район расположен в пределах Чаро-Олекминского блока Алдано-Станового щита и тяготеет в структурном отношении к Угуйской грабен-синклинали. В геологическом строении района принимают участие глубокометаморфизованные породы архейского возраста, представленные гранито-гнейсами, на которых с резким структурно-стратиграфическим несогласием залегают нижнепротерозойские терригенные и терригенно-карбонатные отложения чародоканской, намсалинской и ханинской свит, перекрытые в свою очередь также с несогласием верхнепротерозойскими терригенными отложениями кебектинской свиты, которые и слагают большую часть собственно Угуйской грабен-синклинали. На этапе мезозойской тектоно-магматической активизации

в терригенные толщи протерозойского возраста, слагающие Угуйскую грабен-синклиналь, внедрились субпластовые тела и дайки щелочных и щелочных сиенитов, сиенит-порфиров.

На мезозойском этапе тектоно-магматической активизации шло становление гидротермально-метасоматических образований преимущественно калиевого петрохимического профиля – гумбеитов. Метасоматиты развиты как в пределах региональных разрывных нарушений, ограничивающих Угуйскую структуру с юга и запада (Кондинская и Токкинская зоны разломов), так и в собственно песчаниковых отложениях протерозойского возраста. Причем степень гидротермально-метасоматической проработки высокая, вплоть до формирования полнопроявленных метасоматитов.

В южной части района в субширотной зоне взбросо-надвиговых дислокаций в Кондинской зоне разрывных нарушений, ограничивающей Угуйскую грабен-синклиналь с юга, в 80-х годах прошлого столетия выявлены золоторудные месторождения Таборное и Гросс (разрабатываются подразделением NORDGOLD ООО «Нерюнгри-Металлик»). Содержание золота на месторождениях от 0,42 до 1,33 г/т, запасы на Таборном 28, на месторождении Гросс 150 т.

Рудоносная зона дислокаций трассируется дайками и силлами щелочных сиенитов позднеюрского–раннемелового возраста. Видимая мощность зоны составляет около 1 км, швы-сместители взбросо-надвигов наклонены на юг под углами 25–45°. Рудное тело месторождения Таборное приурочено к основанию зоны разрывных дислокаций, имеет пластообразную форму и залегает согласно с простираем зоны дислокаций. Оруденение в вещественном выражении локализовано в интенсивно гумбеитизированных (адуляризированных) средне-крупнозернистых песчаниках, алевропесчаниках,

претерпевших масштабное преобразование гипергенными процессами. В результате гипергенеза рудоносные терригенные породы приобрели бурый, ржаво-бурый цвет за счет практически полного окисления первичной сульфидной минерализации и представляют собой дресвяно-щепнистую массу с глинистой составляющей (рис. 10).

Геологами ВСЕГЕИ получены данные, указывающие на возможность выявления на юго-восточном фланге Угуйской грабен-синклинали месторождений золота типа Гросс и Таборное. В частности, в районе закартированы поля в разной степени проявленности низкотемпературных гидротермально-метасоматических образований (гумбеитов), зоны интенсивной трещиноватости терригенных отложений позднепротерозойского возраста, дайковые и силлоподобные тела щелочных пород мезозойского этапа развития региона, геохимические аномалии элементов-спутников золотого оруденения. Прогнозные ресурсы кат. Р₃ юго-восточной части Угуйской грабен-синклинали оцениваются нами в 105 т золота.

Олдонгсинский потенциально золоторудный район в структурном отношении совпадает с одноименной грабен-синклиналью, расположенной в 30 км юго-восточнее Угуйской грабен-синклинали. Олдонгсинская грабен-синклиналь сложена терригенными, терригенно-карбонатными отложениями, залегающими с резким структурно-стратиграфическим несогласием на глубокометаморфизованных породах архейского возраста и гранитоидах раннего протерозоя. Терригенные, терригенно-карбонатные и черносланцевые толщи чародоканской, намсалинской и ханинской свит с резким структурно-стратиграфическим несогласием перекрыты верхнепротерозойскими красноцветными, красноцветно-сероцветными песчаниками кебектинской свиты. Несмотря на схожесть геологического строения

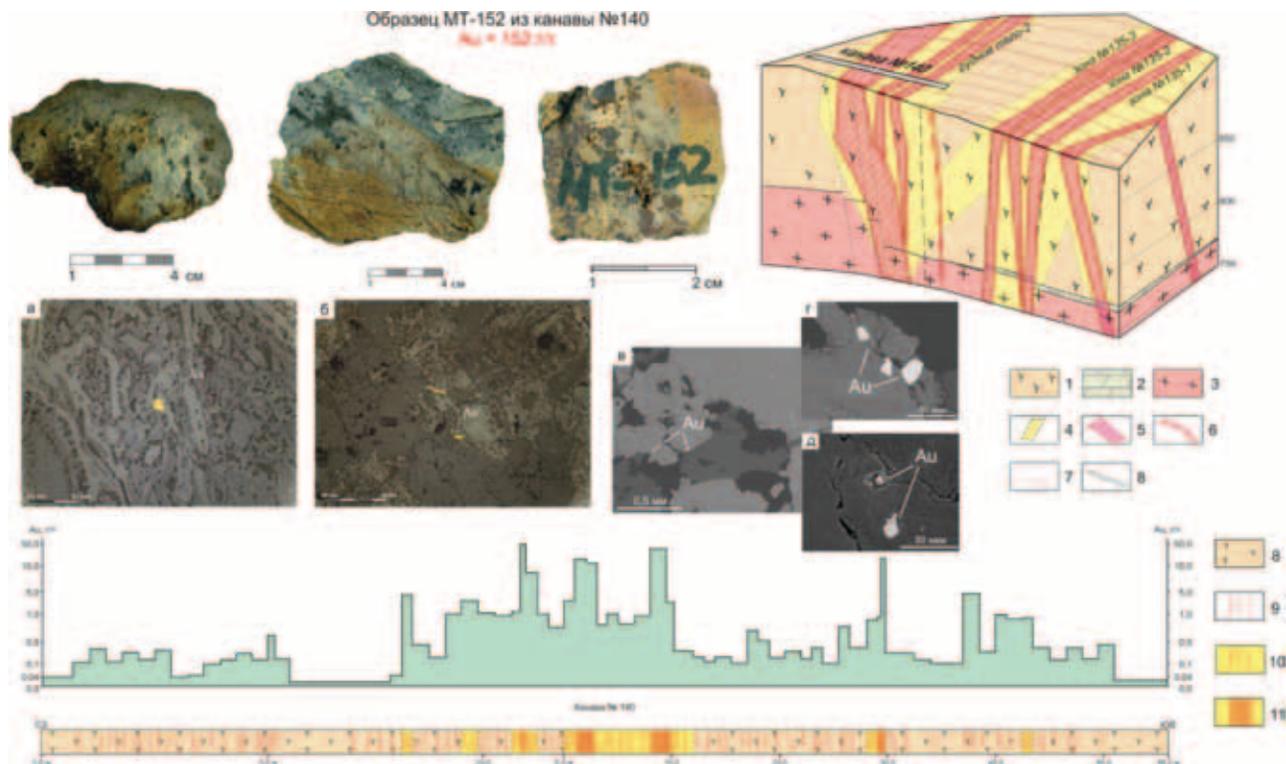


Рис. 10. Золотое оруденение месторождения Гора Рудная

Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей, отмечается значительная разница мощностей одноименных свит с преобладанием в последней терригенных отложений раннего протерозоя, а в Угуйской — позднепротерозойских терригенных отложений кебектинской свиты.

Повышенное содержание рудогенных элементов, включая золото, уран, медь, полиметаллы и др., установлено в зонах тектонических дислокаций по черносланцевым горизонтам ханинской свиты. Проведенные ВСЕГЕИ работы (2015–2016 гг.) показали наличие в районе многочисленных геохимических аномалий элементов-спутников золота, приуроченных к зонам гумбеитизации интенсивно дислоцированных терригенных пород ханинской свиты нижнего протерозоя. Характер гидротермально-метасоматических процессов идентичен наблюдаемым в пределах Угуйской грабен-синклинали. Результаты аналитических исследований методом ICP-MS проб, собранных в пределах Олдонгсинской грабен-синклинали (> 300 проб), указывают на повышенное содержание Cu до 202, Zn до 180, Ag до 3,5 и Pb до 425 г/т. Район перспективен на выявление месторождений золота в черносланцевых толщах ханинской свиты раннего протерозоя и объектов типа месторождений Таборное и Гросс, известных в Верхне-Токкинском золоторудном районе (рис. 11).

Ломамский потенциально золоторудный район расположен в пределах Тимптоно-Учурского блока Алданского щита и характеризуется интенсивным проявлением процессов щелочного и субщелочного магматизма, имевших место на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации, а также генетически связанных с ним гидротермально-метасоматических новообразований. В геологическом строении района принимают участие породы архейского возраста, относимые к сутамской и кюриканской свитам, на которых с резким структурно-стратиграфическим несогласием залегают кембрийские карбонатные породы, несогласно перекрытые юрскими терригенными отложениями.

Многочисленные магматические образования представлены ультраметаморфогенными гранитоидами архейского возраста, дайками долеритов раннепротерозойского возраста, дайками, пластовыми интрузиями щелочного и субщелочного состава, а также интрузивными массивами сиенитов, сиенит-порфиров и гранитоидов (гольцы Билибина, Чайдах), сформированных на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации. Широко проявлены гидротермально-метасоматические образования, наиболее значимые для формирования золотого оруденения скарноиды с сульфидной минерализацией, развитые в доломитах венд-нижнекембрийского возраста, а также гумбеиты и березиты, картируемые в юрских терригенных толщах и зонах разрывных нарушений среди архейских метаморфогенных образований и массивов сиенитов мезозойского возраста. В последних отмечены также новообразования гематита и каолинита.

Ареалы развития золоторудной минерализации в пределах Ломамского района отчетливо пространственно связаны с узлами мезозойских магмопроявлений. Прослеживается аналогия между рудоконтролирующими факторами золотого оруденения Центрально-Алданского и Ломамского районов. В частности, в Ломамском районе заметны



Рис. 11. Золоторудные интенсивно гипергенно измененные гумбеиты месторождения Таборное

признаки золотого оруденения лебединского типа и типа Горы Рудной.

В 2016 г. сотрудниками ВСЕГЕИ в пределах гольца Билибина закартированы зоны дробления видимой мощностью от 10 до 150 м, протяженностью первые сотни метров. Минерализованные зоны, сложенные в том числе брекчиями с кварцевым, карбонат-кварцевым цементом, представлены метасоматически измененными сиенитами и гранодиоритами с новообразованиями карбонат-эпидот-серицит-кварцевого состава. Отмечено повышенное, вплоть до рудных, содержание золота и др. элементов. Возможно выявление объектов типа Горы Рудной.

В ареале развития северо-восточного экзоконтакта Билибинского и в юго-восточном экзоконтакте Чайдахского интрузивов, по данным В.Г. Амарского и др. (1975), поисковыми канавами и скважинами вскрыты золоторудные интервалы мощностью от 0,6 до 3,3 м и выявлено полтора десятка рудопроявлений, отнесённых к лебединскому типу. Золоторудные проявления встречены в породах докембрийского фундамента, штоках, дайках сиенитов, в карбонатной толще венда—нижнего кембрия и терригенной толще нижней юры. Парагенетически золото сопряжено с ареалами магмопроявлений монзонит-сиенитовой формации. Оно установлено в пирит-кварцевых, гематит-пирит-кварцевых, пирит-карбонатных, полисульфидно-тремолитовых, кварц-карбонат-галенитовых ассоциациях. Гидротермально-метасоматические околорудные изменения, связанные с формированием золото-сульфидного оруденения лебединского типа, локализуемого в карбонатной толще, представлены карбонатизацией (анкеритизация, кальцитизация), оталькованием, серпентинизацией, тремолитизацией, в меньшей мере пиритизацией.

В 2016 г. сотрудники ВСЕГЕИ обнаружили рудоносные гидротермально-метасоматические образования в венд-кембрийских доломитах и в нижних частях юхтинской свиты юры, содержащие золото до 6, сурьму 67 г/т; мышьяк 0,9, цинк 3,0, свинец 1,0 и медь 0,7 %. Наличие их также указывает на перспективы выявления здесь оруденения лебединского типа.

Эвотинский золоторудный район расположен в пределах центральной части Алдано-Тимптонского

блока щита. С 1928 г. территория района находится в сфере геологического изучения. Выявлены месторождения и многочисленные рудопроявления железа, графита, флогопита, урана, апатита, россыпного золота, меди, пьезокварца.

На всей площади района преобладают выходы ультраметагенных образований архейского фундамента, представленные биотит-пироксен-амфиболовыми и силлиманит-гранат-кордиеритовыми гнейсами и кристаллосланцами с горизонтами, прослоями и линзами кварцитов, мраморов, кальцифилов в составе курумканской, нимнырской и федоровской свит верхнеалданской и тимптонской серий. Раннеархейские образования в различной степени гранитизированы и вмещают интрузии позднеархейских–раннепротерозойских гранитов и метабазитов, включая габбронориты и габбродиориты. Докембрийские геологические образования интенсивно дислоцированы с образованием сложной системы пликативных и дизъюнктивных нарушений, вмещающих многочисленные и протяженные дайки позднепротерозойских долеритов. Карбонатные венд-нижнекембрийские и терригенные нижнеюрские образования платформенного чехла и тектоно-магматической активизации мезозойского этапа развития региона сохранились в незначительном объеме преимущественно на юге и юго-западе района. На мезозойском этапе тектоно-магматической активизации в центральной части района были сформированы силлы, штоки и дайки сиенит-порфиоров. Известны многочисленные точки золоторудной минерализации, относимые к золото-пирит-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой и золото-пирит-адуляр-кварцевой формациям в полях развития низкотемпературных метасоматитов уровня гумбеитов и березитов. Кроме того, отмечена золотоносность пород и руд месторождений и проявлений железа, графита, флогопита, урана, связанные с рассеянной сульфидной минерализацией в виде пирита, пирротина, халькопирита, галенита.

Один из перспективных типов золотого оруденения Эвотинского района – крутопадающие минерализованные зоны разрывных нарушений, картируемые в толщах пород архейского возраста, сходных с эльконским типом оруденения. Зоны субширотных разрывных нарушений (Десовское и др.) представлены крутопадающими тектоническими швами, сложенными blastomylonitami, катаклазитами, брекчиями на карбонат-кварцевом цементе. В них же известны метасоматические новообразования кварц-калишпатового и кварц-хлорит-альбитового состава с сульфидной минерализацией (пирит, халькопирит, молибденит, сфалерит, галенит, блеклые руды). Сочетание основных и оперяющих зон образует сложные штокверковые зоны мощностью до 10 м с повышенным содержанием молибдена, свинца, мышьяка, сурьмы, серебра.

Геологосъемочные и поисково-разведочные работы в 1996–2000 гг. привели к открытию месторождений рудного золота им. П. Пинигина, включающего месторождения Кур и Притрассовое, нового, нетрадиционного для Алданского щита геолого-промышленного типа [5]. Месторождение находится в зонах разрывных нарушений северо-западного, северо-восточного и субширотного простирания, вмещающих дайки диабазов протерозойского возраста и сиенит-порфиоров мезозоя. В зонах разломов развита прожилково-вкрапленная

сульфидизация. Рудные тела месторождений – крутопадающие кварцевые жилы, зоны, гнезда, линзы прожилково-вкрапленного окварцевания и сульфидизации, наиболее интенсивно проявленные в телах метагабброноритов курумканской свиты. Мощность кварц-сульфидных минерализованных зон от первых до 20–50 м. Установленная длина 400–600, ширина по падению 150 м. Сульфиды от 1 до 7 % объема пород, редко до 40% в отдельных гнездах, представлены пирротинном, пиритом, халькопиритом, арсенопиритом, молибденитом в сочетании с магнетитом, ильменитом, марказитом. Содержание золота в минерализованных зонах 0,1–10,0, в отдельных гнездах до 38,0–154,0 г/т. Золото преимущественно связано с сульфидами (более 95 %). Границы промышленно значимых рудных тел определяются опробованием [5]. В пределах месторождения выявлены и оценены по кат. С₂ четыре рудных тела протяженностью 200–450 м при средней мощности 1,4–2,8 м и среднем содержании золота 2,4–6,4 г/т [15].

Следует также ожидать выявления месторождений рудного золота лебединского типа в скарнированных карбонатных отложениях венд-кембрийского возраста. На что, в частности, помимо общегеологической ситуации района, указывают и известные находки свалов окисленных кварц-сульфидных руд с содержанием золота до десятков граммов на тонну вблизи контактов интрузий сиенитов.

Иными словами, Эвотинский золоторудный район обещает значительные перспективы выявления промышленно-значимого золотого оруденения различных геолого-промышленных типов и заслуживает постановки прогнозно-поисковых исследований масштабов 1 : 200 000 и крупнее.

Верхне-Тимптонский рудный район расположен на южном фланге Алданской металлогенической провинции, в верховьях рек Тимптон, Иенгра, Беркакит, Чульман. В начале прошлого века здесь были выявлены и обрабатываются сейчас многочисленные россыпи золота. Кроме того, здесь известны рудопроявления с промышленными содержаниями золота (Северикан, Скобельцинский и др.) и множественные проявления коренной золотоносности, относимые к золото-мало-сульфидно-кварцевому типу.

В геологическом строении района принимают участия породы, метаморфизованные в условия гранулитовой, реже амфиболитовой фаций метаморфизма. Характерная черта района – развитие здесь мощных и протяженных зон диафореза как по метаморфогенным, так и ультраметаморфогенным образованиям, в которых нередко картируются зонки сульфидизации с содержанием до 1 г/т золота.

На мезозойском этапе тектоно-магматической активизации в районе формировались мелкие интрузивные тела, включая дайки, гранит-гранодиоритового, реже субщелочного состава. В связи с проявлением магматических процессов мезозойского возраста формировались образования от высокотемпературных кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов, пропилитов до низкотемпературных березитов, в меньшей мере гумбеитов (адуляритов). В березитовых новообразованиях, картируемых в зонах диафореза, отмечаются несколько повышенное содержание золота, а также пункты золото-серебряного (полисульфидно-кварцевого) оруденения, наложенные на диафориты. Отсюда вытекает, что золотое оруденение в Верхне-Тимптонском

районе имеет метаморфогенно-гидротермальное происхождение в связи с проявлениями процессов диафтореза раннепротерозойского возраста и магматогенно-гидротермальных раннемелового возраста. Наиболее распространены два потенциальных геолого-промышленных типа золотого оруденения – золото-малосульфидно-кварцевый (в зонах диафторитов) и золото-серебряный (полисульфидно-кварцевый) в березитах. Следует ожидать аналогов Бамского месторождения, известного в Амурской области. Работами геологов ВСЕГЕИ установлены ресурсы рудного золота кат. Р₃ 148 т.

Район заслуживает постановки работ по проведению ГДП-200/2 и решения металлогенических задач по локализации площадей для поисков рудного золота, в том числе типа месторождения Бамское.

Тыркандинский потенциальный район известен с 1912 г. как золотороссыпной и характеризуется большой глубиной эрозионного среза. На всей площади района обнажен архейский кристаллический фундамент, сложенный гнейсами и кристаллосланцами сутамской и кюриканской свит желтулинской серии нижнего архея. Породы фундамента мигматизированы и вмещают согласные и секущие тела архейских и протерозойских гранитов, ультрабазитов, габбродиоритов и габбродиабазов. Положение района в узле пересечения региональных разломов определяет интенсивную разрывную тектонику и магматизм мезозойского этапа активизации. Мезозойские магматические образования широко представлены полями даек, штоками и крупным Желтулинским массивом центрального типа, сложенными породами монзонит-сиенитового и щелочно-сиенитового ряда.

Становление интрузий сопровождалось гидротермально-метасоматическими процессами, представленными гумбеитизацией, березитизацией и скарнированием как щелочных сиенитов Желтулинского массива, так и пород фундамента.

Геологосъемочными масштаба 1 : 200 000 и поисково-ревизионными работами масштаба 1 : 50 000 выявлена золотая минерализация в породах архейского фундамента и мезозойского интрузивного комплекса (более 900 точек минерализации и рудопроявлений). Золоторудная минерализация в большинстве случаев устанавливается по данным спектрозолотометрии, реже пробирным анализом в развалах жильного кварца, сульфидно-кварцевых брекчий, окварцованных и сульфидизированных гнейсов, кристаллосланцев, даек сиенит-порфиоров и плагиопорфиоров. Оруденение существенно кварцевого состава с содержанием сульфидов до 5, реже 5–10 % представлено пиритом, пирротином, халькопиритом, молибденитом, галенитом. Кроме того, в рудных образованиях встречаются гематит и шеелит.

Оруденение в виде маломощных кварцевых жил, жильных и минерализованных зон локализуется в катаклазитах, бластомилонитах, брекчиях крутопадающих, протяженных зон разломов. По данным отдельных выработок, мощность минерализованных и жильных зон от 10 до 30 м, протяженность от 100 м до 3,5 км. Содержание золота 0,0п г/т, по отдельным рудопроявлениям до 10–16,8, серебра 20–60, в отдельных пробах до 942 г/т. Золото в минерализованных породах самородное, высокопробное размером 0,1–0,25 мм и крупнее, а также, по мнению многих исследователей, служит источником богатых россыпей.

Известные в районе проявления пространственно сосредоточены в Желтулинском и Спокойнинском рудных узлах, тяготеют к полям мезозойского магмопроявления. Рудоконтролирующую роль в размещении золоторудной минерализации играют разрывные нарушения систем Тыркандинского, Спокойнинского, Суннагинского и др. разломов. Ранее перспективы рудной золотоносности Тыркандинского района связывались с протяженными и мощными минерализованными зонами и жильными зонами со свободным золотом. Наиболее перспективны рудопроявления Попутное, Огневое, Скучное. Практически не изучено прожилково-вкрапленное оруденение золото-медно-молибденового порфирирового типа в щелочных сиенитах в Желтулинском массиве центрального типа. Предпосылками для обнаружения крупнообъемного оруденения золото-медно-молибден-порфирирового типа являются многочисленные точки минерализации в сульфидизированных, окварцованных, лимонитизированных породах массива с содержанием золота 0,2–1,4 г/т и литохимические аномалии и потоки рассеяния свинца, мышьяка, меди, цинка, серебра.

Кет-Канский рудный район находится в восточной части Алдано-Станового щита, в бассейне среднего течения р. Учур, ее правого притока р. Чюльбю и р. Большой Аим. Широко развиты терригенно-карбонатные осадочные отложения большой мощности (до 1300–1500 м) рифей-венд-кембрийского возраста, прорванные на этапе мезозойской тектоно-магматической активизации интрузиями гранитгранодиоритового состава. Породы платформенного чехла нарушены многочисленными взбросами, надвигами, пологими и крутопадающими зонами брекчирования, сколовыми трещинами, сформированными в условиях двустороннего сжатия и сдвиговых дислокаций.

Мезозойские образования – гипабиссальные интрузии (штоки, лакколиты, силлы, дайки) – цепочка интрузивно-купольных поднятий вдоль Главного разлома широтного простирания. С внедрением мезозойских интрузий связывается формирование основного объема золоторудной минерализации района. Локальные интрузивные купола контролируют размещение рудных узлов. На характеризующей территории находятся Омнинско-Одолинский, Улаханский, Юртовый, Даньский, Юньский, Дарьинский, Томптоканский рудные узлы [3].

Морфологически золотое оруденение представлено крутопадающими и пологонаклонными минерализованными зонами, штокверками, линзами и пластообразными залежами, крутопадающими жилами, маломощными горизонтами золотоносных гравелитов и конгломератов невыясненной морфологии. Прожилково-вкрапленное оруденение преимущественно пирит-кварцевого состава минерализованных зон и штокверков локализуется в песчаниках и алевролитах нижнего и верхнего рифея. При значительной протяженности (от 2 до 5 км) и мощности в первые сотни метров оруденение этого типа характеризуется невысоким содержанием золота (первые граммы на тонну) и серебра со свободным золотом. Параметры оруденения большинства рудопроявлений этого типа установлены предположительно по рудным свалам и редкой сети канав (рудопроявление Пятилетка).

Пластообразные залежи сложной морфологии лебединского типа локализируются в венд-кембрийских толщах в многоярусных пологопадающих (10–15°) горизонтах дробления и брекчирования. Характеризуются малой мощностью 0,2–2,5 м, значительными размерами в сотни метров рудовмещающих горизонтов, преимущественно окисленными кварц-карбонат-сульфидными (пирит, халькопирит) рудами с содержанием золота первые граммы на тонну (максимальное содержание 200–400 г/т). Рудопоявления этого типа локализованы в пределах Улаханского серебро-золоторудно-россыпного узла и хорошо изучены. Наблюдается непосредственная связь золотого оруденения и интрузивов монзонит-сиенитового состава. В зонах контактов интрузий с доломитами юдомской свиты многочисленны пункты минерализации и рудопоявления золота, наложенные на скарны. Оруденение – линзо- и пластообразные прожилково-вкрапленные, полосчатые и массивные руды кварц-пирит-халькопиритового состава в ассоциации с магнетитом, пирротинном, шеелитом. Золотоносные тела протяженностью сотни метров при мощности в десятки метров располагаются в зоне пологих контактов и провесов кровли интрузий в несколько ярусов. Содержание золота в рудах 15–65 (в среднем 2–5), серебра 100–300 г/т, также меди, свинца, цинка, кадмия. На площади находятся одно среднее (Скарновое) и два малых месторождения (Юпитер и Улаханское) предположительно лебединского типа (разведаны а/с «Амур» и успешно обрабатываются) [3].

В Кет-Капском районе известны единичные находки молибденовых руд, с которыми, очевидно, и связаны ореолы рассеяния молибдена. Довольно широко в западной части района представлены свинцово-цинковые проявления, контролируемые карбонатсодержащими горизонтами осадочных пород на участках интенсивной гидротермальной переработки. Это залежи массивных сульфидных мышьяковистых сфалерит-галенитовых руд либо залежи и прожилково-вкрапленные тела выщелоченных золото-галенитовых руд, редко кварц-галенитовые жилы. Все они заслуживают специального изучения.

Прогнозные ресурсы золота по кат. Р₃ по разным оценкам исследователей, могут достигать 600 т и более. Большая мощность благоприятной для рудолокализации терригенно-карбонатной толщи в сочетании с интенсивными гидротермально-метасоматическими процессами, вызванными внедрением мезозойских интрузий, по аналогии с Центрально-Алданским рудным районом позволяет предполагать в пределах района крупнообъемные золотые объекты.

Нингамский потенциальный рудный район.

Известны два рудопоявления коренного золота и ряд пунктов минерализации (среднее содержание золота 7–10 г/т), которые приурочены к березитам кварц-серицит-пиритового состава с висмутсодержащим галенитом, сложными сульфидами, сульфосолями, сульфотеллуридами и продуктами их окисления. Прогнозные ресурсы района по кат. Р₃ оценены в 120 т.

Заключение. Рудные районы и узлы наиболее перспективны для проведения как региональных среднемасштабных работ ГДП-200/2 и специализированных на золото прогнозно-металлогенических исследований масштабов 1 : 500 000,

1 : 200 000, так и для собственно поисковых работ (1 : 50 000 и крупнее) на рудное золото, направленных в конечном итоге на выявление золоторудных месторождений, наиболее характерных для рассматриваемой провинции лебединского, эльконского, куранахского типов и типа Горы Рудной (месторождение Морозкинское). Исследования позволят не только прирастить ресурсную базу уже известных объектов, но и ранжировать их по очередности отработки, а также локализовать площади для постановки первоочередных поисковых работ на нетрадиционные типы золоторудных объектов, в частности вблизи зон структурно-стратиграфических несогласий и золото-порфировых, признаки которых имеются в регионе.

По своему потенциалу, в случае постановки масштабных работ, Алдано-Становой шит скорее всего превратится в одну из главных золотодобывающих провинций России.

1. *Билибин Ю.А.* Избранные труды / под ред. А.Г. Бетехтина. Т. 1–4. – М.: Изд-во АН СССР. Т. 1, 1958. – 432 с.; Т. 2, 1959. – 498 с.; Т. 3, 1961. – 518 с.; Т. 4, 1963. – 492 с.

2. *Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н.* Золото и уран в мезозойских гидротермальных месторождениях Центрального Алдана (Россия) // Геология рудных м-ний. 1998. Т. 40. № 4. – С. 354–369.

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист О-53 – Нелькан. Объясн. зап. / В.А. Дымович, А.Ф. Васькин и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 364 с. + 2 вкл.

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Алдано-Забайкальская. Лист О-51 – Алдан. Объясн. зап. / А.В. Радьков, А.В. Молчанов и др. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 365 с. + 9 вкл.

5. *Кравченко А.А., Смелов А.П., Березкин В.И., Попов Н.В.* Геология и генезис докембрийских золотоносных метабазитов центральной части Алдано-Станового шита (на примере месторождения им. П. Пинигина). – Якутск, 2010. – 147 с.

6. *Казанский В.И., Максимов Е.П.* Геологическая позиция и история формирования Эльконского урановорудного района (Алданский шит, Россия) // Геология рудных м-ний. 2000. Т. 42. № 4. – С. 212–230.

7. *Мигута А.К.* Состав и парагенетические минеральные ассоциации урановых руд Эльконского района (Алданский шит, Россия) // Геология рудных м-ний. 1997. Т. 38. № 4. – С. 323–343.

8. *Мигута А.К.* Урановые месторождения Эльконского рудного узла на Алданском шите // Геология рудных м-ний. 2001. Т. 43. № 2. – С. 129–151.

9. *Молчанов А.В., Шатов В.В., Терехов А.В.* и др. Эльконский золото-урановорудный узел (Южная Якутия) (основные черты геологического строения, петрографо-геохимические особенности гидротермально-метасоматических образований и рудоносность) // Регион. геология и металлогения. 2012. № 50. – С. 80–101.

10. *Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В.* и др. Лебединский золоторудный узел (особенности геологического строения, метасоматиты и оруденение) // Регион. геология и металлогения. 2013. № 55. – С. 99–110.

11. *Парфенов Л.М., Кузьмин М.И.* и др. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.

12. *Петровская Н.В., Казаринов А.И.* Золоторудные месторождения Центрального Алдана (Лебединое, Самодумовское, Радостное). – М., 1951. – 156 с.

13. *Петровская Н.В.* Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.

14. Терехов А.В., Молчанов А.В., Шатова Н.В., Бело-ва В.Н. Два типа рудоносных гумбеитов Эльконского золото-урановорудного узла (Южная Якутия) // Регион. геология и металлогения. 2014. № 60. – С. 71–86.

15. Торопыгин С.Б., Сясько А.А., Швец В.Н., Боярко Г.Ю. Рудопроявления Кур и Притрассовое // Южно-Якутская комплексная экспедиция: 50 лет поисков и открытий. – Нерюнгри: Изд-во ЯГУ, 2002. – С. 335–339.

16. Шатов В.В., Молчанов А.В., Шатова Н.В. и др. Петрография, геохимия и изотопное (U-Pb и Rb-Sr) датирование щелочных магматических пород Рябинового массива (Южная Якутия) // Регион. геология и металлогения. 2012. № 51. – С. 62–78.

1. Bilibin Yu.A. Izbrannye trudy [Selected Work]. Ed. A.G. Betekhtina. Vol. 1–4. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. Vol. 1, 1958. 432 p.; Vol. 2, 1959. 498 p.; Vol. 3, 1961. 518 p.; Vol. 4, 1963. 492 p.

2. Boycov V.E., Pilipenko G.N. Gold and uranium in Mesozoic hydrothermal deposits of Central Aldan (Russia). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 1998. Vol. 40. No 4, pp. 354–369. (In Russian).

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Dal'nevostochnaya. List O-53 – Nel'kan. Obyasnitelnaya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Far Eastern Series. Sheet O-53 – Nelkan. Explanatory note]. V.A. Dymovich, A.F. Vas'kin i dr. St. Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. 2012. 364 p. + 2 vkl.

4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federacii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Aldano-Zabaykal'skaya. List O-51 – Aldan. Obyasnitelnaya zapiska [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Aldan-Transbaikalian Series. Sheet O-51 – Aldan. Explanatory note]. A.V. Rad'kov, A.V. Molchanov i dr. St. Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI. 2015. 365 p. + 9 vkl.

5. Kravchenko A.A., Smelov A.P., Berezkin V.I., Popov N.V. Geologiya i genesis dokembriyskikh zolotonosnykh metabazitov central'noy chasti Aldano-Stanovogo shchita (na primere mestorozhdeniya im. P. Pinigina) [Geology and genesis of Precambrian gold-bearing metabasites in the central part of the Aldan-Stanovoi Shield (on the example of P. Pinigin deposit)]. Yakutsk. 2010. 147 p.

6. Kazanskiy V.I., Maksimov E.P. Geological position and history of formation of Elkon uranium ore district (Aldan Shield, Russia). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 2000. Vol. 42. No 4, pp. 212–230. (In Russian).

7. Miguta A.K. Composition and paragenetic mineral associations of uranium ores of Elkon region (Aldan Shield, Russia). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 1997. Vol. 38. No 4, pp. 323–343. (In Russian).

8. Miguta A.K. Uranium deposits of the Elkon ore site on the Aldan Shield. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 2001. Vol. 43. No 2, pp. 129–151. (In Russian).

9. Molchanov A.V., Shatov V.V., Terekhov A.V. i dr. Elkon gold-uranium ore complex (South Yakutia) (main features of the geological structure, petrographic-geochemical features of hydrothermal-metasomatic formations and ore-bearing). *Region. geologiya i metallogeniya*. 2012. No 50, pp. 80–101. (In Russian).

10. Molchanov A.V., Terekhov A.V., Shatov V.V. i dr. Lebedinsky gold ore cluster (features of geological structure, metasomatites and mineralization). *Region. geologiya i metallogeniya*. 2013. No 55, pp. 99–110. (In Russian).

11. Parfenov L.M., Kuz'min M.I. i dr. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Saha (Yakutiya) [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Moscow: MAIK «Nauka/Interperiodika». 2001. 571 p.

12. Petrovskaya N.V., Kazarinov A.I. Zolotorudnye mestorozhdeniya Central'nogo Aldana (Lebedinoe, Samodumovskoe, Radostnoe) [Gold-bearing deposits of the Central Aldan (Lebedinoe, Samodumovskoe, Radostnoe)]. Moscow. 1951. 156 p.

13. Petrovskaya N.V. Samorodnoe zoloto [Native gold]. Moscow: Nauka. 1973. 347 p.

14. Terekhov A.V., Molchanov A.V., Shatova N.V., Belova V.N. Two types of ore-bearing gumbes of the Elkon gold-uranium ore cluster (South Yakutia). *Region. geologiya i metallogeniya*. 2014. No 60, pp. 71–86. (In Russian).

15. Toropygin S.B., Syas'ko A.A., Shvec V.N., Boyarko G. Yu. Kur and Pritrassovoye ore occurrences. *South Yakut Complex Expedition: 50 years of exploration and discovery*. Neryungr: Izd-vo YAGU. 2002. Pp. 335–339.

16. Shatov V.V., Molchanov A.V., Shatova N.V. i dr. Petrografiya, geohimiya i izotopnoe (U-Pb i Rb-Sr) datirovanie shchelochnykh magmaticheskikh porod Ryabinovogo massiva (Yuzhnaya Yakutiya). *Region. geologiya i metallogeniya*. 2012. No 51, pp. 62–78. (In Russian).

Молчанов Анатолий Васильевич – доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <Anatoly_Molchanov@vsegei.ru>
Терехов Артем Валерьевич – канд. геол.-минер. наук, зам. зав. отделом, ВСЕГЕИ¹. <Artem_Terekhov@vsegei.ru>
Шатов Виталий Витальевич – канд. геол.-минер. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <Vitaliy_Shatov@vsegei.ru>
Петров Олег Владимирович – доктор геол.-минер. наук, доктор экон. наук, ген. директор, ВСЕГЕИ¹. <OPetrov@vsegei.ru>

Кукушкин Константин Александрович – вед. инженер, аспирант, ВСЕГЕИ¹. <Konstantin_Kukushkin@vsegei.ru>

Козлов Дмитрий Сергеевич – вед. инженер, аспирант, ВСЕГЕИ¹. <Dmitriy_Kozlov@vsegei.ru>

Шатова Надежда Витальевна – вед. инженер, аспирант, ВСЕГЕИ¹. <Nadezhda_Shatova@vsegei.ru>

Molchanov Anatoly Vasilyevich – Doctor Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department, VSEGEI¹. <Anatoly_Molchanov@vsegei.ru>

Terekhov Artem Valerievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Head of Department, VSEGEI¹. <Artem_Terekhov@vsegei.ru>

Shatov Vitaliy Vitalyevich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <Vitaliy_Shatov@vsegei.ru>

Petrov Oleg Vladimirovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Doctor of Economic Sciences, Director General, VSEGEI¹. <OPetrov@vsegei.ru>

Kukushkin Konstantin Aleksandrovich – Leading Engineer, Ph.D. Student, VSEGEI¹. <Konstantin_Kukushkin@vsegei.ru>

Kozlov Dmitry Sergeevich – Leading Engineer, Ph.D. Student, VSEGEI¹. <Dmitriy_Kozlov@vsegei.ru>

Shatova Nadezhda Vitalyevna – Leading Engineer, Ph.D. Student, VSEGEI¹. <Nadezhda_Shatova@vsegei.ru>

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

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