

Особенности проявления золотого оруденения лебединского типа в Джекондинском рудном узле (Центрально-Алданский рудный район)

Дана структурно-вещественная характеристика проявлений золотого оруденения лебединского типа Джекондинского рудного узла, по геологическому строению и сочетанию рудоконтролирующих факторов аналогичного Лебединскому. Золоторудные тела контролируются Джекондинским региональным разломом и характеризуются общей северной, северо-западной ориентировкой. Наиболее крупный и единственно отрабатываемый в Джекондинском узле рудный объект – месторождение Подголецное, сочетающее оруденение двух типов: рудные тела лебединского типа (залежи пирит(лимонит)-карбонат-талковых метасоматитов, сульфидные жилы и оруденелые дайки); тела пирит-флюорит-адуляровых метасоматитов, локализованные в породах кристаллического фундамента.

Ключевые слова: золото, лебединский тип оруденения, месторождение Подголецное, Джекондинский рудный узел, Южная Якутия.

V. I. LEONTEV (Mining University), N. V. PLATONOVA (XRD Center SPbSU)

Special features of the Lebedinsky type gold mineralization occurrence in Dzhekondinsky ore cluster (Central Aldan ore district)

This paper displays structural and compositional characteristics of Lebedinsky type gold ore occurrences in Dzhekondinsky ore cluster. It means that the later one, by its geological structure and combining ore-controlling factor, is analogous to the Lebedinsky ore cluster. Gold ore-bodies are controlled by Dzhekondinsky regional fault and characterized by the general north or northwest strike. Podgolechnoe deposit is the largest one and the single actively mined deposit in there. There are two types of gold mineralization of this deposit: the Lebedinsky type ore-bodies are represented by gold-bearing pyrite (limonite)-carbonate-talc metasomatites, sulphide veins and mineralized dykes; pyrite-fluorite-adular metasomatites of the second type are located in rocks of the basement.

Keywords: gold, Lebedinsky mineralization type, Podgolechnoe deposit, Dzhekondinsky ore cluster, South Yakutia.

Введение. Лебединский геолого-промышленный тип в Центрально-Алданском районе выделен в конце 20-х годов прошлого века и представлен золоторудными метасоматическими залежами и жилами, локализованными в толще карбонатных пород. В наиболее типичном виде он проявлен в пределах Лебединского рудного узла, где слагает многочисленные рудные тела, группы которых формируют месторождения Лебединое, Радостное, Самодумовское, Колтыкон и др. Поиски месторождений лебединского типа проводились на всей территории Центрального Алдана. В результате этих работ в пределах Джекондинского рудного узла выделен ряд рудопроявлений, а с 2012 г. разведано и отрабатывается месторождение Подголецное, в котором одно из рудных тел представлено залежью лебединского типа. Изучение новых объектов данного типа позволит приблизиться к пониманию общих закономерностей их формирования и локализации. Цель работы – выявить особенности проявления золотого оруденения лебединского типа в Джекондинском рудном узле на основе обобщения опубликованной информации с учетом данных последних исследований авторов.

Методика исследования. Исследование проводилось на основе комплексного минералого-петрографического изучения залежей лебединского типа на месторождении Подголецное, обобщения и анализа фондовой литературы по Джекондинскому рудному узлу и его сравнения с Лебединским рудным узлом – эталоном для оруденения одноименного типа.

Месторождение Подголецное – единственный отрабатываемый коренной объект в пределах рудного узла, наиболее доступен для изучения, но изучен очень слабо. Исследование основано на собранном авторами в полевые сезоны 2011–2015 гг. каменном материале. Исходные и измененные горные породы изучались в прозрачных шлифах на петрографическом микроскопе Leica DM2700 P, а фазовый состав тонкодисперсных окисленных руд лебединского типа – в ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ на автоматическом порошковом дифрактометре MiniFlexII (Rigaku). Из шлиховых проб, отобранных по окисленным рудам, выделены монофракции золота и других минералов. Под бинокулярным микроскопом Leica EZ4D по

методике А. Г. Баранникова [1] изучались морфологические особенности. Состав золота окисленных руд определен на сканирующем электронном микроскопе-микроанализаторе модели MV 2300 фирмы CamScan, а нерудные минералы из шлиховых проб – на рамановском спектрометре Invia Reflex фирмы Renishaw.

Общие сведения о геологии Центрально-Алданского рудного района. Центрально-Алданский рудный район (рис. 1) располагается на Алданском

щите – выступе кристаллического фундамента древней Сибирской платформы. Для района характерно многоярусное строение. Нижний ярус (кристаллический фундамент) сложен раннепротерозойскими гнейсами и кристаллосланцами верхнеалданской и фёдоровской серий, прорванными интрузиями протерозойских нормальных и умеренно-щелочных калиевых гранитоидов. Верхний ярус (платформенный чехол) образован вендско-нижекембрийскими карбонатными и юрскими

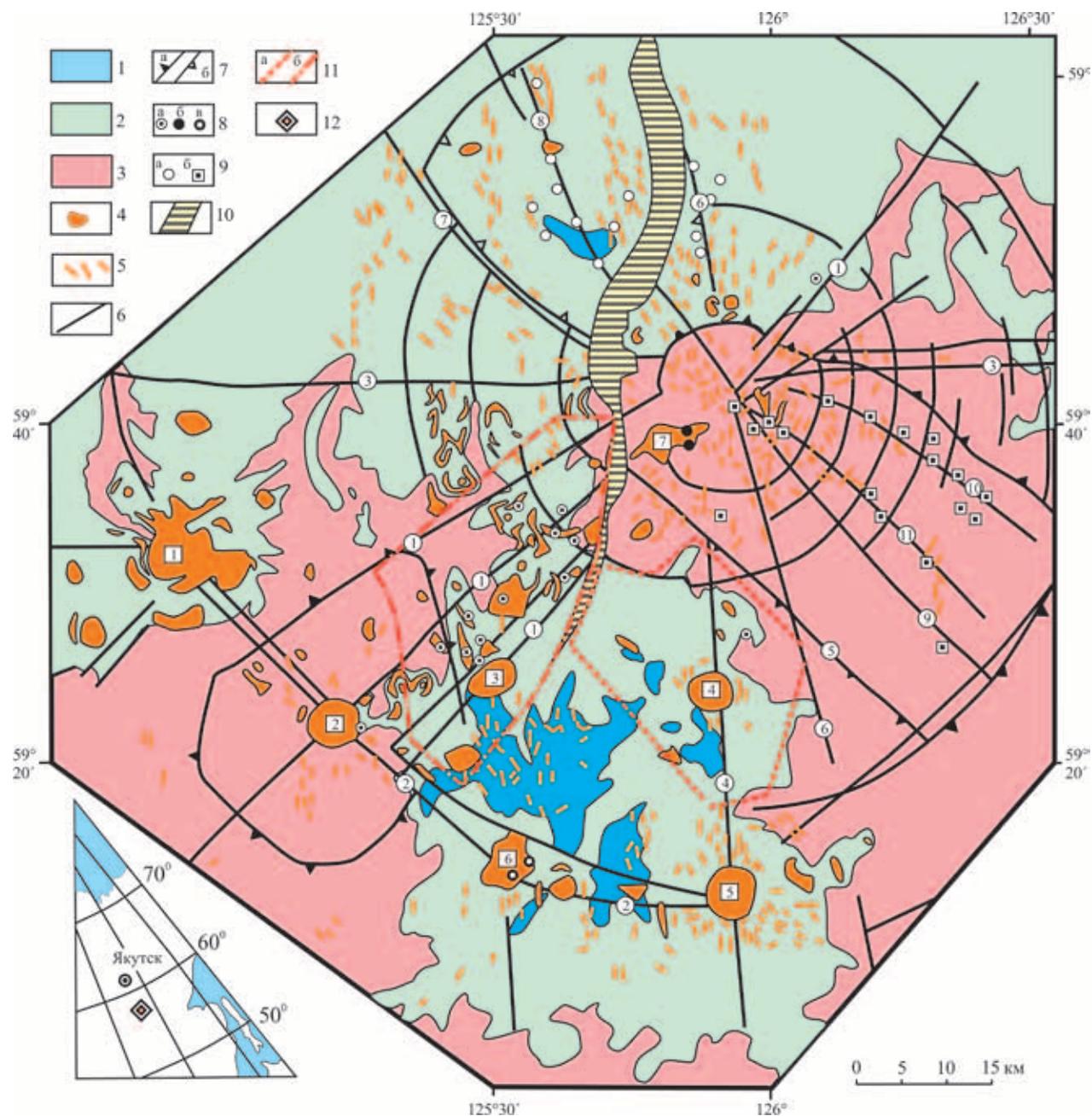


Рис. 1. Геолого-структурная схема Центрально-Алданского района (по [10] с дополнениями автора)

1 – терригенные отложения нижней и средней юры; 2 – венд-нижекембрийский платформенный чехол; 3 – раннекембрийский кристаллический фундамент; 4, 5 – щелочные и умеренно-щелочные магмопроявления: интрузии (4) и дайки (5); 6 – разломы; 7 – границы блоков: а – поднятий, б – впадин; 8, 9 – месторождения типов: 8а – лебединского, 8б – рябиновского, 8в – самолазовского, 9а – куранахского, 9б – эльконского; 10 – Якутская долина – грабен; 11 – границы рудных узлов: а – Джекондинского, б – Лебединского; 12 – положение Центрально-Алданского рудного района. Наиболее крупные интрузивные массивы (цифры в квадратиках): 1 – Инаглинский, 2 – Томмотский, 3 – Якутский, 4 – Джекондинский, 5 – Ыллымахский, 6 – Юхтинский, 7 – Рябиновский. Наиболее крупные линейные разломы (цифры в кружках): 1 – Томмотский, 2 – Юхтино-Пуриканский, 3 – Северо-Алданский, 4 – Джекондинский, 5 – Юхухтинский, 6 – Байанай-Ыллымахский, 7 – Куранахский, 8 – Центрально-Куранахский (Байанай-Куранахский), 9 – Юкунгринский, 10 – Южный, 11 – Сох-Солоухский

терригенными породами. В разрезе карбонатных пород преобладают доломиты, мергели, известняки с незначительным участием известковистых песчаников. Юрские отложения представлены аркозовыми красноцветными песчаниками, гравелитами, конгломератами с прослоями сероцветных углисто-глинистых сланцев.

С мезозойской тектоно-магматической активизацией связано образование радиально-кольцевой структуры, наложенной на кристаллический фундамент и маломощный платформенный чехол [6]. В этот период происходили формирование новых и подновление древних разломов, которые контролировали внедрение магматических тел алданского щелочного интрузивно-вулканогенного комплекса (J_1-K_1), представленных лейцит-щелочносиенитовым, монзонит-сиенитовым, фергусит-дунитовым формационными типами [9]. Распространённая форма магматических тел — штоки, силлы, дайковые пояса и поля, реже встречаются некии, трубки взрыва, субвулканические тела.

В. Е. Бойцов, Г. Н. Пилипенко и др. [2, 7] подразделяют промышленное оруденение района на две большие группы: 1) собственно золоторудные месторождения на площади с интенсивным развитием мезозойских интрузий в карбонатных породах платформенного чехла и в некоторых мезозойских интрузивах — лебединский, куранахский, самолазовский, рябиновский типы; 2) золото-урановые и золото-уран-молибденовые месторождения в тектонических зонах кристаллического фундамента — эльконский, минеевский, фёдоровский типы и тип оруденения зоны Интересная.

Лебединский тип оруденения. Выделен в Центральном-Алданском районе в конце двадцатых годов прошлого века и представлен месторождениями Лебединское, Колтыкон, Самодумовское, Межсопочное и др. Золотому оруденению лебединского типа посвящены работы Н. В. Петровской, А. И. Фастоловича [13], Н. В. Петровской, А. И. Казаринова [12], Н. В. Нестерова [11], Н. С. Игумновой [5], В. Г. Ветлужских [4], Е. П. Максимова [9], А. Н. Угрюмова, Г. П. Дворника [14], А. В. Молчанова и др. [10] и многих других исследователей.

Золоторудные тела локализованы главным образом в толще карбонатных пород приблизительно в 150-метровом интервале от поверхности фундамента и приурочены к зонам развития малых секущих и послойных интрузий и дайкам мезозойских щелочных пород. Существенную роль в локализации рудных тел сыграло сочетание горизонтальных зон трещиноватости, широко развитых в терригенно-карбонатных породах, и крутопадающих разрывных нарушений. Выделено [3] пять морфологических типов руд лебединского типа: 1) крутопадающие жилы, 2) горизонтальные метасоматические залежи, 3) трубообразные тела, 4) неправильные линзообразные тела, 5) зоны и участки вкрапленной сульфидной минерализации.

Мощность горизонтальных метасоматических залежей изменяется от 0,1 до 5 м, в среднем 0,5–1,5 м, ширина — от нескольких метров до 60 м, длина — десятки — первые сотни метров (до 1000 м). Крутопадающие жилы характеризуются мощностями от 0,1–1,5 м, по падению они прослеживаются до контакта вмещающей карбонатной толщи с породами архея.

По соотношению главных породообразующих минералов в работе [3] выделены четыре ведущих

типа первичных руд, которые закономерно сменяют друг друга по мере удаления от контакта с интрузиями субщелочных сиенитов. Руды *магнетит-пирротин-халькопирит-тремолитового типа* размещаются вблизи субщелочных сиенитовых штоков и лакколлитов в ореоле скарнированных и мраморизованных доломитов. В непосредственной близости к наиболее крупным интрузиям преобладают сульфидные руды; на некотором отдалении от них — тремолит-сульфидные, кварц-тремолит-сульфидные и кварц-сульфидные руды [9]. Руды *пирит-карбонатного типа* слагают промежуточную зону. Достаточно широкое развитие имеют кварц-сульфидные руды, которые довольно часто перемежаются с пирит-карбонатными в полосчатых рудных образованиях [9], отмечается развитие более поздних пирит-талк-кварцевых руд [14]. *Пирит-гематит-кварцевый тип* руд ограниченно распространён в доломитах и сиенитах и слагает чаще всего фланговую зону месторождений. Руды этого типа часто пространственно совмещены в единых телах с сульфидно-карбонатными, образуя в них гнездовые, линзовидные и жильные обособления [9]. Руды *галенит-халькопирит-кварцевого типа* представлены жилами, залегающими в кристаллическом фундаменте, карбонатных породах и сиенитах. Отдельные жилы пересекают все упомянутые породы, не меняя своего минерального состава.

Несколько иначе последовательность образования рудных минеральных ассоциаций рассмотрена в работе [9]. Сульфидно-карбонатные (вместе с родственными кварцево-сульфидными) и кварцево-гематитовые руды рассматриваются как элементы единого, последовательного ряда рудных парагенезисов. Рудные образования, представленные тремолит-сульфидным и более поздним кварцево-полисульфидным минеральными типами, образуют другой, более поздний автономный ряд ассоциаций. Автономность отмеченных выше двух рядов минеральных парагенезисов выражается также в тесной пространственной и структурной связи первого с дайками и силлами минетт, второго — с интрузиями субщелочных сиенитов.

Сравнительная характеристика Лебединского и Джекондинского рудных узлов. Лебединский и Джекондинский рудные узлы территориально близки и крайне схожи по своему геологическому строению (рис. 2). В разрезах нижнего структурного этажа для рудных узлов установлены сложнодислоцированные метаморфические породы позднего архея и раннего протерозоя фёдоровской и верхнеалданской серий: гнейсы и кристаллосланцы. В характеризующихся районах плитный комплекс, породы которого с резким структурно-стратиграфическим несогласием перекрывают метаморфиты нижнего структурного этажа, представлен толщей карбонатных отложений венда — раннего кембрия (усть-юдомской, пестроцветной, тулмудурской и унгелинской свит) и терригенными образованиями ранней юры (юхтинская свита). Венднекембрийские отложения представлены доломитами, доломитовыми известняками и мергелями, а нижнеюрские отложения — породы юхтинской свиты — полевошпатовыми песчаниками с прослоями алевролитов, гравелитов и конгломератов и выходят на современную дневную поверхность на высоких частях водоразделов.

Наиболее древние интрузивные образования региона раннепротерозойского возраста — метаба-

зиты, залегающие в виде линзовидных тел и участвующие в складчатых деформациях фундамента, а также ультраметаморфические образования нимырского гранит-мигматитового комплекса.

Становление комплекса изверженных пород мезозойского возраста в пределах Лебединского рудного узла происходило в несколько возрастных этапов: триас-раннеюрский, средне-позднеюрский,

позднеюрско-раннемеловой и меловой. Наиболее распространены магматические образования лебединского и нижекуруханского интрузивных комплексов: роговообманковые сиенит-порфиры, вогезиты, бостониты и лейкократовые сиенит-порфиры.

Самые ранние мезозойские магматические образования Джекондинского рудного узла – средне-позднеюрские магматиты томмотского вулканического трахит-фонолитового комплекса и верхнеселигдарский комплекс щелочноземельных и умеренно-щелочных сиенитов. В позднеюрско-раннемеловой этап сформировался основной объем мезозойских магматитов, представленный алданским комплексом щелочных сиенитов и лебединским монцит-сиенитовым комплексом.

Полихронные и наиболее глубинные образования для обоих районов – малые интрузии щелочных лампрофиров, лампроитов среднеюрско-позднемелового возраста. Завершающими являются образования ранне-позднемелового этапа (малые интрузии сиенит-порфиров).

Месторождения и проявления локализуются в приподнятых блоках с уменьшенной мощностью карбонатного чехла, приурочены к тектоническим структурам и генетически связаны с послеюрскими интрузиями, в особенности с дайковым комплексом.

Основной объем рудной минерализации и магмопроявления Лебединского рудного узла контролируется главным образом Томмот-Эльконской и в некоторой мере Юхтино-Пуриканской зонами разломов. В Джекондинском рудном узле эту роль выполняет Джекондинский региональный разлом (рис. 1), расположенный в его восточной части. Существенную роль в локализации мезозойских магматических тел (сиенит-порфиров, лампрофиров и др.), рудных залежей и жил сыграло сочетание горизонтальных зон трещиноватости, широко развитых в терригенно-карбонатных породах, с крутопадающими разрывными нарушениями системы региональных разломов.

Частая связь рудных тел с дайковым комплексом мезозоя и отдельными малыми интрузиями объясняется В. Г. Ветлужских [4] способностью даек образовывать рудовмещающие структуры и фиксировать их. Основная рудоконтролирующая роль отводится дайкам эруптивных брекчий, образующихся в заключительную стадию магматизма, наиболее близкую по времени к рудогенезу [4].

В геологическом строении рудных узлов принимают участие одинаковые магматические, метамор-



Рис. 2. Геологическая схема Лебединского (а) и Джекондинского (б) рудных узлов

1 – четвертичные и неоген-четвертичные отложения; 2 – нижняя юра: песчаники, алевролиты, гравелиты, линзы конгломератов и конглобрекций, углистые алевролиты; 3 – венд – нижний кембрий: нерасчленённые доломиты, мергели, известняки, линзы кремней; 4 – архей – протерозой: кристаллосланцы, гнейсы, граниты; 5 – мезозойский магматический комплекс: штоки, лакколиты (а) и пластовые тела (б) монцит-сиенитовой и лейцит-щелочносиенитовой формаций; 6 – дайки сиенит-порфиров, лампрофиров, лампроитов; 7 – рудные залежи; 8 – рудные жилы; 9 – зоны прожилково-вкрапленной минерализации в мезозойских интрузивах; 10 – разломы; 11 – проявления золотой минерализации лебединского типа в Джекондинском рудном узле: 1 – проявление «Дорожное», 2 – жила «Стрелка», 3 – жила «Трудовая», 4 – залежь «Крутая»

фические и осадочные формации. Восточная часть Джекондинского рудного узла — это приподнятый блок кристаллического фундамента с уменьшенной мощностью осадочного чехла и аналогичным с Лебединским узлом уровнем эрозионного среза. Следовательно, восточная часть Джекондинского рудного узла по своей сути — аналог Лебединского рудного узла, но в меньшем масштабе, а наличие в ней проявлений оруденения лебединского типа только подтверждает это.

Оруденение лебединского типа в Джекондинском рудном узле. Первые сведения о золотоносности Джекондинской площади относятся к 1924 г., когда была открыта россыпь по руч. Джеконда. В 1928 г. появляются первые данные о коренной золотоносности района. К настоящему времени в ходе ряда прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ выявлено порядка 50 точек минерализации и проявлений золота. По своим геолого-структурным параметрам оруденение района отнесено к лебединскому и куранахскому типам, а также широко распространена золотоносность неустановленных типов с неясным промышленным значением. К лебединскому типу золотого оруденения относятся ряд рудопроявлений и одна из залежей единственного обрабатываемого в настоящее время в рудном районе месторождения Подголецное (рис. 2).

Жила «Стрелка» локализуется в закарстованной зоне дробления карбонатных пород юдомской свиты венда. Простирается жилы северо-западное. Рудные образования — бурая глина с обломками кварц-лимонитовой и полукислотной кварц-сульфидной руды и оруденелых доломитов.

Жила «Трудовая» приурочена к тектонической зоне северного, северо-восточного простирания. Руда — рыхлая лимонитовая охристая масса с обломками плотного лимонита, имеющего натёчную форму, и лимонит-кварц-карбонатных брекчий с гематитом. Цвет руды от бурого до красного. Контакт с вмещающими доломитами резкий.

Проявление «Дорожное» приурочено к средней пачке юдомской свиты венда, в низах которой отмечаются пластовые интрузии сиенит-порфилов. Рудное тело контролируется тектонической структурой северо-западного простирания. Состав руд лимонит-анкерит-гематитовый, присутствуют кварц и кальцит.

Залежь «Крутая» локализуется в виде прерывистых небольших линз, приуроченных к разрывным нарушениям и дайкам мезозойских пород. Руды кальцит-анкерит-лимонитовые.

Оруденение лебединского типа на месторождении Подголецное. Месторождение Подголецное расположено на юго-восточном склоне горы Шаман и приурочено к сегменту Шаманской структуры центрального типа, ограниченному с востока и запада радиальными разломами. В геологическом строении месторождения принимают участие докембрийские метаморфиты, выходящие на поверхность в долине руч. Дорожный и его правого притока руч. Моховой. Со стратиграфическим несогласием на докембрийских образованиях залегают доломиты усть-юдомской свиты венда. Мезозойские интрузивные образования — дайки и силлы сиенит-порфилов и минетт позднеюрского — раннемелового возраста. Наиболее крупное — штокообразное тело гольца Шаман, сложное щелочноземельными сиенитами лебединского комплекса.

По минеральному составу и особенностям локализации в пределах золоторудного месторождения Подголецное выделяются два типа оруденения: первый — залежи и жилы пирит-флюорит-адюляровых метасоматитов в породах кристаллического фундамента, второй — залежи и жилы пирит(лимонит)-карбонат-тальковых метасоматитов в породах платформенного чехла и генетически связанные с ними сульфидные жилы и оруденелые дайки. Рудная минерализация на месторождении Подголецное сформировалась в два этапа, разделенных внедрением даек мезозойских щелочных пород северо-западного простирания [8]. Первый этап — формирование золотоносных пирит-флюорит-адюляровых метасоматитов, локализованных в породах архейского кристаллического фундамента, в связи со становлением многофазного массива щелочноземельных сиенитов лебединского комплекса. Оруденение первого этапа ни по минеральному составу, ни по структурной позиции не соответствует ранее выделенным в районе типам золоторудной минерализации и представляет собой новый для Центрально-Алданского рудного района самостоятельный геолого-генетический тип. Его рассмотрение выходит за рамки данной статьи.

Второй этап — формирование рудных залежей, метасоматически развивающихся по карбонатным породам осадочного чехла, в области их контакта с кристаллическим фундаментом. По положению в стратиграфическом разрезе, сочетанию рудоконтролирующих факторов, характеру залегания и особенностям минерального состава рудных тел оруденение второго этапа отнесено к лебединскому геолого-промышленному типу (рис. 3) и будет рассмотрено более подробно.

Рудные тела, представленные пирит(лимонит)-карбонат-тальковыми золотоносными метасоматитами, локализованы в доломитах усть-юдомской свиты венда на их контакте с породами фундамента. Тела располагаются горизонтально, по слоистости карбонатных пород, контактам пластовых интрузий и даек или поверхности кристаллического фундамента (рис. 3, а–д). Залежи представлены плоскими, горизонтально расположенными формами с ровными, слегка волнообразными поверхностями верхнего и нижнего контактов. Контакты чаще всего резко отграничивают залежи от почти неизменённых доломитов. Часто в местах раздувов залежи встречаются глыбы неизменённого доломита округлой формы (рис. 3, в, д). В краевых частях залежи линзовидно выклиниваются, реже расщепляются на ряд параллельных ответвлений (рис. 3, в). Контакты мезозойских даек, являющиеся рудоподводящими элементами, иногда сопровождаются маломощными зонами пирит(лимонит)-карбонат-тальковых метасоматитов в лежачем боку (рис. 3, а). Почти всегда места пересечения рудных тел и даек сопровождаются «затёками» руды по восстанию дайки (рис. 3, з). Сами дайки чаще всего несут вкрапленное сульфидное оруденение, но золотоносны только в зоне пересечения ими контакта карбонатных пород чехла с алюмосиликатными породами фундамента. Оруденение по дайкам прослеживается на 10–15 м выше и около 5 м ниже межформационного контакта. В целом мощность залежи лебединского типа колеблется в интервале от 0,5 до 12,0 м.

Руды интенсивно окислены и сложены древесно-глинистым материалом рыжего, темно-коричневого цвета с редкими обломками неокисленных

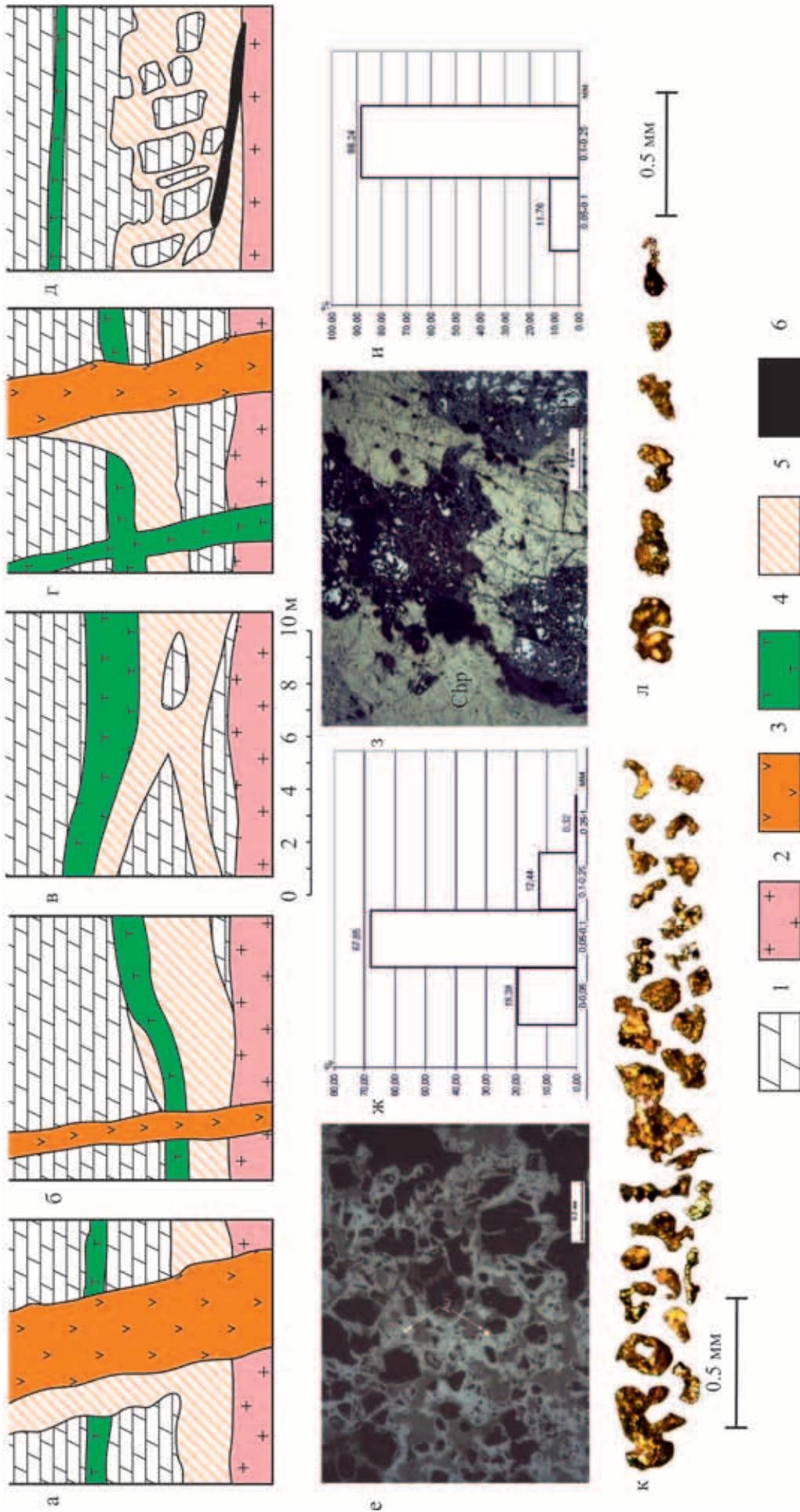


Рис. 3. Особенности проявления золотого оруденения лебединского геолого-генетического типа на месторождении Подгочное

а-д – расположение и форма рудных тел лебединского типа в разрезе карбонатной толщи; *е* – фото аншлафа окисленных пирит(лимонит)-карбонат-талковых руд; *ж* – гистограмма granulометрического состава золота из окисленных пирит(лимонит)-карбонат-талковых руд; *з* – фото аншлафа из сульфидной жилы; *и* – гистограмма granulометрического состава золота из окисленной сульфидной жилы; *к, л* – морфологические типы золота из окисленных пирит(лимонит)-карбонат-талковых руд (*к*) и окисленной сульфидной жилы (*л*).

1 – карбонатные породы осадочного чехла; *2* – породы кристаллического фундамента; *3* – дайки синит-порфиоров; *4* – дайки и силлы минетт; *5* – рудные тела пирит(лимонит)-карбонат-талковых метасоматитов; *6* – кварц-пирит-халькопиритовая жила

**Сравнительная характеристика оруденения лебединского типа
месторождения Подголецное и месторождений Лебединского рудного узла**

Критерии сравнения	Оруденение лебединского типа	
	Лебединский рудный узел	Месторождение Подголецное
Формационно-петрологический		
Рудовмещающие формации	Толща карбонатных отложений венда – раннего кембрия (усть-юдомская, пестроцветная, тулмудурская и унгелинская свита), представленная доломитами, доломитовыми известняками и мергелями	Доломиты усть-юдомской свиты венда
Продуктивные формации	Комплексы малых интрузий и даек щелочных лампрофиров, лампроитов, сиенит-порфиров среднеюрского – позднемелового возраста	Дайки и силлы сиенит-порфиров и минетт позднеюрского – раннемелового возраста
Структурно-литологический	Межформационный контакт между алюмосиликатными метаморфическими породами кристаллического фундамента и карбонатными породами осадочного чехла	
Структурные		
Рудоносные структуры	Приподнятые блоки кристаллического фундамента	
Рудоконтролирующие структуры	Ареалы и пояса даек и малых интрузий щелочного состава	
	Томмот-Эльконская и Юхтино-Пуриканская зоны региональных разломов	Джекондинский региональный разлом
Метасоматические	Окварцевание, карбонатизация, пропилитизация, тремолитизация [4]	Окварцевание, карбонатизация
Минералогические		
Типоморфные минералы руд	Золото, пирит, гётит, пирротин, халькопирит, гематит, кварц, анкерит, тремолит, галенит, магнетит, тальк, серпентин, хлорит, малахит, халькозин [4]	Золото, пирит, гётит, тальк, анкерит, доломит, кварц, смектит, хлорит, серпентин, флюорит, эпидот, диопсид, магнетит, малахит, азурит, халькопирит
Морфология золота	Преобладают комковато-угловатые, амёбовидные, пластинчатые формы [4]	Комковато-угловатые (сростки ксеноморфных мелких частиц с неровной мелкоячеистой поверхностью и ответвлениями), пластинчатые, друзовидные, проволоковидной формы
Пробность золота	800–920 ‰ ранней, 700–870 ‰ поздней стадий [4]	956–999 ‰ ранней, 753–865 ‰ поздней стадий

метасоматитов. Количество сульфидов в первичных рудах достигало 50 %. Минеральный состав рудоносных метасоматитов данного типа изучался рентгенофазовым анализом и представлен гётитом, тальком, карбонатом (анкерит, доломит), в меньшей степени кварцем, смектитом, хлоритом и серпентином. Незначительная примесь обломочного материала песчаной размерности (0,1–0,5 мм), изученная в шлиховых пробах, – это кварц, полевой шпат, флюорит, эпидот, диопсид, гётит, гидрогётит, магнетит. Из руд данного типа выделен и изучен 601 знак самородного золота. Золото большей частью тонкое, средний размер 0,08 мм (рис. 3, ж). Основной объём описанного золота (59 %) представлен сростками ксеноморфных мелких частиц с неровной мелкоячеистой поверхностью и ответвлениями, между которыми заключены зёрна и обломки сульфидов (гидрооксидов) железа. Отмечаются прожилково-плёночные выделения, связанные с выполнением трещинных полостей (13 %). Дендриты (11 %), как правило, представлены плоскими одноствольными формами с хорошо выраженным центральным стволом и немногочисленными боковыми ветвями. Встречены также кристаллы золота (7 %) с неотчётливо проявленными кристаллическими формами. Прочие выделения (10 %) – каркасные и друзовидные

сростки, брусковидные и проволоковидные выделения (рис. 3, е, к). Пробность золота 956–999 ‰ (среднее 978 ‰, n = 94).

Маломощные пластовые интрузии и дайки, проявленные на месторождениях, не вызывают видимых контактовых изменений вмещающих пород. Однако в работе [12] отмечено, что на месторождениях Лебединского рудного узла совершенно неизменённые на первый взгляд доломиты и известняки при детальном минералогическом анализе обнаруживают вкрапленность минеральных образований скарнового парагенезиса. Этим объясняется наличие в апокарбонатных рудных низкотемпературных метасоматитах минералов диопсида, эпидота и авгита. Изменения вмещающих пород, связанные непосредственно с рудным процессом, проявились в развитии преимущественно по доломитам кварцевых и кварц-карбонатных гидротермально-метасоматических ассоциаций. Участки окolorудных изменений расположены в надрудном горизонте карбонатных пород, развиты не повсеместно в виде горизонтальных зон мощностью до 5–7 м. Изменения характеризуются развитием вдоль напластования доломита густой сети тонких (5–10 мм) параллельных прожилков.

К наиболее поздним рудным образованиям относится пологая сульфидная жила кварц-пирит-

халькопиритового состава, выявленная в процессе разработки месторождения. Кварц-пиритовые руды имеют массивную текстуру и на 95 % сложены пиритом. Он образует разномасштабные агрегаты кубических кристаллов и интенсивно раздроблен. В кварц-пирит-халькопиритовых разностях халькопирит составляет 90 % и замещает пирит, представленный небольшими реликтивными скоплениями разномасштабных агрегатов (рис. 3, з). В шликере из окисленной части жилы выделены малахит, кварц, азурит, пирит, халькопирит, арсенопирит, гидрогетит, магнетит. Из пробы выделены 34 золотины (рис. 3, и). Золото может быть охарактеризовано как весьма мелкое до тонкого, средний размер 0,13 мм. Основная часть золотинок (79 %) — мелкочастистые выделения с включениями зёрен и обломков кварца и сульфидов (гидрооксидов) железа. Отмечено небольшое количество каркасных сростков (9 %) и проволочных выделений (12 %) (рис. 3, л). Пробность золота ниже, чем у золота основной залежи, и изменяется в пределах 753–865 ‰ (среднее 812 ‰, n = 34). Жила рассекает пирит(лимонит)-карбонат-талльковые метасоматиты и породы кристаллического фундамента (рис. 3, д), отличается небольшой протяженностью по простиранию и падению, повышенными по отношению к основной залежи содержаниями золота.

Таким образом, в формировании оруденения лебединского типа на месторождении Подголецное можно выделить *две стадии*: формирование пирит-карбонат-талльковых золотоносных метасоматитов, локализованных в виде залежей в низах толщи карбонатных пород, проявление на месторождении сульфидной жилы, наложенной на метасоматиты первой стадии и породы кристаллического фундамента. Пирит-карбонат-талльковые метасоматиты интенсивно окислены и содержат высокопробное (956–999 ‰) тонкое свободное золото. Сульфидная жила отличается от основной залежи повышенными содержаниями металла. Окисленные части жилы содержат свободное мелкое золото более низкой пробы, чем у основной залежи (753–865 ‰). В целом оруденение, развитое в карбонатных породах осадочного чехла на месторождении Подголецное, — типичный представитель лебединского геолого-генетического типа (таблица).

Заключение. Описанные в работе проявления золотого оруденения лебединского типа Джекондинского рудного узла характеризуются общей северной, северо-западной ориентировкой рудоконтролирующих структур, принадлежащих к северо-восточной ветви Джекондинского регионального разлома. По минеральному составу они являются аналогами объектов лебединского типа. На наиболее крупном коренном месторождении Подголецное выделяется оруденение двух типов: залежи лебединского типа в осадочном чехле на границе с кристаллическим фундаментом, сложенные пирит(лимонит)-карбонат-талльковыми метасоматитами; оруденение в пирит-флюорит-адуляровых метасоматитах, локализованных в породах кристаллического фундамента. По структурно-вещественным характеристикам оруденение первого типа практически полностью соответствует эталонным объектам лебединского типа, однако имеет ряд особенностей. Одна из них — преобладание в составе нерудных минералов карбонат-таллькового парагенезиса, в то время как на типо-

вых объектах лебединского типа тальк встречается в подчинённом количестве, а нерудные минералы представлены в основном кварцем и карбонатом. Оруденение второго типа — новое для данного рудного района. Пространственное совмещение оруденений двух типов открывает новые перспективы выявления золотого оруденения в породах кристаллического фундамента, в том числе на известных месторождениях лебединского типа.

1. Баранников А.Г. Изучение самородного золота при проведении поисковых работ: Методич. указания. — Екатеринбург: Изд-во «УГГГА», 1994. — 22 с.
2. Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н., Дорожкина Л.А. Модель формирования комплексных золотоурановых месторождений Центрально-Алданского рудного района // Известия вузов. Геология и разведка. 2006. № 2. — С. 23–31.
3. Ветлужских В.Г., Казанский В.И., Кочетков А.Я., Яновский В.М. Золоторудные месторождения Центрального Алдана // Геология рудных месторождений. 2002. Т. 44. № 6. — С. 467–499.
4. Ветлужских В.Г. Золотое оруденение эпохи мезозойской тектоно-магматической активизации Алдано-Становой провинции: Автореф. дисс. ... доктора г.-м. наук. — М.; Якутск, 1990. — 325 с.
5. Игумнова Н.С. Типоморфные особенности золота из первичных и окисленных руд месторождения Лебединое // Минералогические особенности эндогенных образований Якутии. — Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. — С. 100–108.
6. Казанский В.И. Уникальный Центрально-Алданский золото-урановый рудный район (Россия) // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 3. — С. 195–211.
7. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Т. 2: Стратегические виды рудного сырья. — М.: ИГЕМ РАН, 2006. — 672 с.
8. Леонтьев В.И. Геологическое строение и оруденение месторождения Подголецное (Центральный Алдан) // Геология в развивающемся мире: Сб. науч. тр. — Пермь. 2015. Т. 1. — С. 40–44.
9. Максимов Е.П. Мезозойские рудоносные магматогенные системы Алдано-Станового щита: Автореф. дисс. ... доктора г.-м. наук. — Якутск, 2003. — 385 с.
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. Нестеров Н.В. Вторичная зональность золоторудных месторождений Якутии. — М.: Недра, 1973. — 172 с.
12. Петровская Н.В., Казаринов А.И. Золоторудные месторождения Центрального Алдана // Геология главных золоторудных месторождений СССР. Т. 2. — М.: ЦНИГРИ, 1951. — 154 с.
13. Петровская Н.В., Фастолович А.И. Характер оруденения Лебединого золоторудного месторождения (Алдан) // Сов. геология. 1940. № 2–3. — С. 54–65.
14. Урюмов А.Н., Дворник Г.П. Метасоматические формации и золотая минерализация в рудном районе мезозойской тектоно-магматической активизации (Алданский Щит) // Известия УГГГА. Серия Геология и геофизика. Вып. 10. — Екатеринбург, 2000. — С. 119–128.

1. Barannikov A.G. Izuchenie samorodnogo zlota pri provedenii poiskovykh rabot: Metodicheskie ukazaniya [Study of native gold during prospecting works: Guidelines]. Ekaterinburg: «UGGGA» Press. 1994. 22 p.
2. Boitsov V.E., Pilipenko G.N., Dorozhkina L.A. Model of complex gold-uranium deposit formation in the of Central Aldan ore district. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 2006. No 2, pp. 23–31. (In Russian).

3. Vetluzhskiykh V.G., Kazansky V.I., Kochetkov A.Ya., Yanovsky V.M. Gold deposits of Central Aldan. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 2002. Vol. 44. No 6, pp. 467–499. (In Russian).
4. Vetluzhskiykh V.G. Gold mineralization during the Mesozoic tectonic-magmatic activation in the Aldan–Stanovoy province: abstract. Moscow; Yakutsk. 1990. 325 p.
5. Igumnova N.S. Typomorphic features of gold from primary and oxidized ores of Lebedinoe deposit. *Mineralogical features of endogenous formations in Yakutia*. Yakutsk: YaF SB USSR AS. 1979. Pp. 100–108. (In Russian).
6. Kazansky V.I. Unique Central Aldan gold-uranium ore region (Russia). *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 2004. Vol. 46, No 3, pp. 195–211. (In Russian).
7. Krupnye i superkrupnye mestorozhdeniya rudnykh poleznykh iskopaemykh. T. 2: Strategicheskie vidy rudnogo syrya [Large and superlarge ore mineral deposits. Vol. 2: Strategic types of ore raw materials]. Moscow: IGEM. 2006. 672 p.
8. Leontyev V. Geology and mineralization of Podgolechnoe deposit (Central Aldan). *Geology in the developing world: coll. sci. pap.* Perm. 2015. Vol. 1. Pp. 40–44. (In Russian).
9. Maksimov E.P. Mesozoic ore-bearing magmatogenic systems of the Aldan–Stanovoy Shield: abstract. Yakutsk. 2003. 385 p.
10. Molchanov A.V., Terekhov A.V., Shatov V.V. et al. Lebedinsky gold knot (Geological features, alteration types, and mineralization). *Regionalnaya geologiya i metallogeniya*. 2013. No 55, pp. 99–110. (In Russian).
11. Nesterov N.V. Vtorichnaya zonalnost zolotorudnykh mestorozhdeniy Yakutii [Secondary zoning of gold deposits in Yakutia]. Moscow: Nedra. 1973. 172 p.
12. Petrovskaya N.V., Kazarinov A.I. Zolotorudnye mestorozhdeniya Tsentralnogo Aldana. *Geology of the main gold deposits of the USSR*. Moscow: TsNIGRI. 1951. Vol. 2. 154 p.
13. Petrovskaya N.V., Fastolovich A.I. Nature of mineralization in Lebedinoe gold deposit (Aldan). *Sovetskaya geologiya*. 1940. No 2–3, pp. 54–65. (In Russian).
14. Ugriumov A.N., Dvornik G.P. Altered formations and gold mineralization in the ore region of the Mesozoic tectonic-magmatic activation (Aldan Shield). *Proceedings. Series: Geology and Geophysics*. Iss. 10. Ekaterinburg. 2000. Pp. 119–128. (In Russian).

Леонтьев Василий Иванович – аспирант, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 21 линия, д. 2, Васильевский остров, Санкт-Петербург, 199106, Россия. <leontyev@spmi.ru>

Платонова Наталья Владимировна – кандидат геол.-минер. наук, зам. директора, Ресурсный центр «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ. Санкт-Петербургский государственный университет. Университетская наб., д. 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Россия. <natalia.platonova@spbu.ru>

Leontev Vasilii Ivanovich – Ph.D. Student, National Mineral Resources University (Mining University). 2, 21st Line, St. Petersburg, 199106, Russia. <leontyev@spmi.ru>

Platonova Natalia Vladimirovna – Dr., Deputy Director, The Center of X-ray Diffraction Studies of Research Park, Saint Petersburg State University. 7/9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034 Russia. <natalia.platonova@spbu.ru>