

О КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА УРИНСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ (ЮГО-ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

Е.Г. Глушкова, З.С. Никифорова

ФГБУН Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН, пр. Ленина 39, г. Якутск, 677980; e-mail: anastasiy-9@yandex.ru

Поступила в редакцию 6 июля 2011 г.

На основании изучения минералого-геохимических особенностей россыпного золота Уринского антиклинория, имеющих опубликованных и фондовых данных и его истории геологического развития впервые на исследуемой территории прогнозируются коренные источники малосульфидной золото-кварцевой и гипабиссальной золото-сульфидно-кварцевой формаций мезозойского возраста, в том числе куранахского типа.

Ключевые слова: типоморфизм, минералого-геохимические особенности, россыпное золото, оруденение, формации, Уринский антиклинорий.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что, минералого-геохимические особенности россыпного золота являются достоверным показателем эндогенной природы золоторудных источников и позволяют в первом приближении предположить формационный тип и глубинность оруденения [2, 4, 10, 11, 15, 18, 19]. В связи с этим, авторами было проведено детальное исследование типоморфных признаков россыпного золота и анализ имеющихся опубликованных и фондовых данных по золотоносности Уринского антиклинория с целью определения возможных типов золоторудных источников.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи был использован комплекс минералогических и геохимических методов изучения типоморфных особенностей россыпного золота. Морфологические особенности самородного золота изучались с помощью бинокулярного микроскопа. Определение пробности и элементов-примесей в россыпном золоте проводилось методами локального анализа на микроанализаторе "Сamebax-Micro". Внутреннее строение золота, а также минеральные микровключения исследовались в полированном монтированном аншлифе на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-6480 LV с энергетическим спектрометром "OXFORD" INCA-sight.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СВЕДЕНИЯ О ЗОЛОТОНОСНОСТИ РАЙОНА

Уринский антиклинорий расположен в зоне сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским складчато-надвиговым поясом и прослеживается в северо-восточном направлении от низовьев р. Бол. Патом в бассейн р. Уры, а в юго-восточном – от низовьев р. Джербы до устья р. Мачи (рис. 1). С северо-запада и юго-востока антиклинорий ограничен от Ньюйской и Березовской впадин надвигами северо-восточного направления, причем с северо-запада надвиг заложен по зоне Баппагайского глубинного разлома значительной протяженности. Максимальная амплитуда вертикального смещения антиклинория по отношению к прилегающим впадинам достигает 10 км [3]. Северная часть антиклинория погружается под юрские образования Вилуйской синеклизы. По данным Е.Е. Милановского [8], Уринский антиклинорий является инверсионной структурой, возникшей в конце раннего карбона на месте одноименного рифейского авлакогена, в котором в мезозойское время (T_2-J_1) происходили складчатые и взбросо-надвиговые деформации.

Уринский антиклинорий сложен позднерифейскими и раннекембрийскими породами, иногда перекрытыми маломощным чехлом нижнеюрских терригенных образований. Позднерифейские сложнодислоцированные толщи представлены метаморфизо-

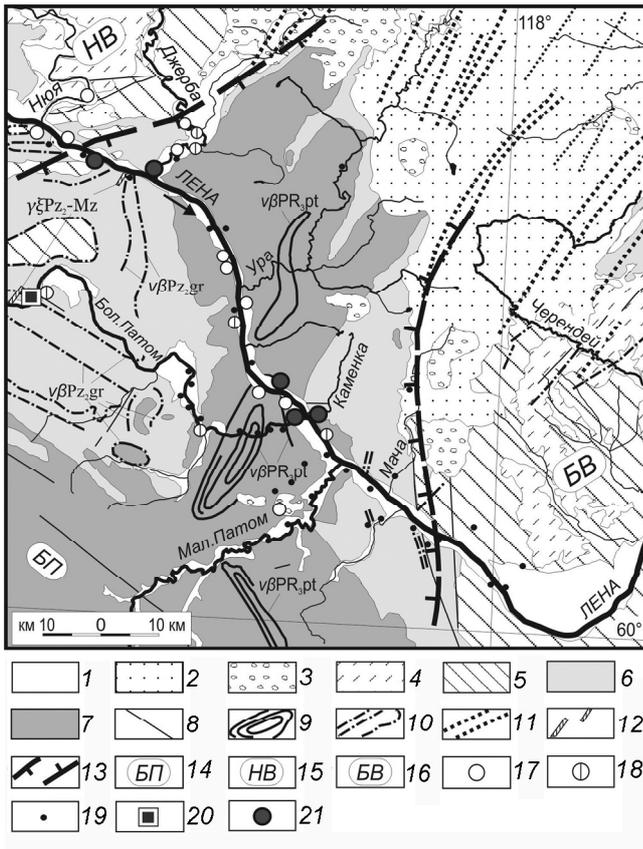


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Уринского антиклинория, на основе [21].

1 – четвертичный аллювий, 2 – песчано-галечниковые отложения (*N-Q*), 3 – песчано-глинистые породы с прослоями конгломератов (*J₁*), 4 – известняки, доломиты, мергели, алевролиты (*S*), 5 – ордовикские доломиты, известняки, алевролиты, мергели (*O*), 6 – раннекембрийские известняки, доломиты, мергели (*C₁*); 7 – метаморфизированные песчаники, известняки, кристаллические сланцы, тиллитоподобные конгломераты (*PR₃*); 8 – разрывные нарушения; интрузии: 9 – позднепротерозойские силлы патомского комплекса (*nbPR₃pt*), 10 – среднепалеозойские силлы и дайки жаровского комплекса, (*nbPz₂gr*), 11 – магнитные аномалии над дайками, не обнажающимися на дневной поверхности; 12 – обнажения среднепалеозойско-мезозойских жильных тел граносиенитов (*gξPz₂-Mz*); 13 – границы Уринского антиклинория; 14 – Байкало-Патомский складчато-надвиговый пояс; 15–16 впадины: 15 – Нюйская; 16 – Березовская; 17–19 – содержание золота в россыпных проявлениях, в мг/м³ (по данным В.Л. Масайтиса и др., 1970 г.): 17 – 100–200, 18 – 50–100, 19 – <50; 20 – рудопроявление золотосодержащего магнетита (по данным В.Л. Масайтиса и др., 1970г.); 21 – места шлихового опробования россыпного золота

ванными песчаниками, кристаллическими сланцами, окварцованными известняками и тиллитоподобными конгломератами [21]. На них с резким угловым несогласием залегают раннекембрийские осадочные породы – аргиллиты, мергели, доломиты и известняки. Раннеюрские образования распространены ограниченно и сложены песчано-глинистыми породами с пластами конгломератов и галечников. Неоген-четвертичные – песчано-галечниковые – отложения отмечаются лишь в восточной части Уринского антиклинория, залегая на размытых толщах позднерифейского, раннепалеозойского и юрского возраста. Современные аллювиальные образования занимают сравнительно небольшие площади.

В пределах Уринского антиклинория магматические породы представлены позднерифейскими (патомский комплекс) и среднепалеозойскими (жаровский комплекс) силлами и дайками основного состава – долеритами, диабазами, габбродолеритами и габбродиабазами. Силлы патомского комплекса, внедренные между пачками позднепротерозойских кварцитов, алевролитов и конгломератов, прослеживаются на протяжении 5 км в береговых обнажениях приустьевой части р. Бол. Патом. Интрузии жаровского комплекса залегают в раннекембрийских породах. Радиологический возраст интрузий составил

370–430 млн лет, что позволило датировать их образование ранним девонем [7]. В зонах экзоконтактов силлов и даек, как патомского, так и жаровского комплексов, наблюдаются мраморизация, ороговикование и брекчирование мощностью от 0.2 до 2 м, а также скарнирование, амфиболизация, хлоритизация и серпентинизация. В габбродиабазах и в приконтактных зонах выявлены кварцевые и кварцево-карбонатные прожилки с вкрапленностью пирита. В алевролитах и сланцах пирит образует вкрапленность или прожилки с кварцевыми зальбандами по трещинам кливажа (Ивенсен, 1940 г.). Кроме интрузий основного состава наблюдается локальное проявление кислого магматизма, представленного жильными телами граносиенитов среднепалеозойско-мезозойского возраста (Гогина и др., 1954 г.), которые имеют северо-восточное простирание и, вероятно, приурочены к зоне глубинного разлома.

Пластообразные тела силлов (мощность 20–200 м) совместно с вмещающими породами интенсивно смяты и образуют антиклинальные структуры. Реже встречаются дайки и штокообразные тела мощностью от 5 до 50 м, залегающие в зонах тектонических нарушений [7]. Интрузии наиболее широко распространены на участке сочленения Уринского антиклинория с линейными структурами Байкало-Пато-

мской зоны, где имело место максимальное раздробление кристаллического основания. Отдельные блоки фундамента подвергались неоднократным унаследованным восходящим и нисходящим движениям с амплитудой смещения до 100 м [3]. В осевой части антиклинория взбросо-сдвиговые перемещения достигали 1000 м по горизонтали и 150–200 м по вертикали. Таким образом, интенсивное развитие на Уринском антиклинории разрывных нарушений и широко проявленный магматизм свидетельствуют о неоднократной тектоно-магматической активизации древних структур территории, характерной для золото-рудных районов Алданского щита.

Первые сведения по золотоносности Уринского антиклинория были получены предыдущими исследователями при проведении в бассейне средней Лены поисковых работ на золото (Гогина и др., 1954 г.; Михайлов, Филатов, 1964 г.; Огиенко и др., 1969 г.; Масайтис и др., 1970 г.), [7, 9, 17, 22] и др. Рассеянная россыпная золотоносность отмечалась повсеместно. В русловых отложениях рек было установлено содержание золота от 50 до 500 мг/м³, а в единичных пробах из пойменных галечниковых отложений р. Джерба – до 0.9–1.2 г/м³ (Михайлов и др., 1964 г.).

Возможность формирования в этом регионе золоторудных источников, образованных в результате среднепалеозойской и мезозойской тектоно-магматических активизаций, высказана рядом исследователей. Так, Ю.П. Ивенсен и др. (1940 г.) полагали, что кварцевые и кварц-карбонатные прожилки с вкрапленностью пирита, развитые в позднерифейских сланцах и алевролитах по трещинам кливажа, образовались в среднем палеозое – во время интенсивных складчатых деформаций. По данным В.Л. Масайтиса и др. [7], золотосодержащие (Au до 1.8 г/т) габбродолериты, метасоматические и жильные кварцевые диориты с тонкой вкрапленностью пирита (реже халькопирита и пирротина), секущие позднерифейские интрузии, также имеют среднепалеозойский возраст. Многочисленные мелкие кварцевые и кальцитовые жилы с содержанием Au от 0.1 до 1.5 г/т, секущие интрузии основного состава, по мнению М.В. Михайлова и В.Ф. Филатова [9], сформированы в среднепалеозойско-мезозойское время. Б.В. Огиенко и др. (1969 г.) считают, что образование этих золотоносных тел произошло в мезозое.

ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ТИПЫ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

С целью определения типов источников россыпного золота на Уринском антиклинории авторами проведено детальное минералого-геохимическое исследование золота из русловых отложений рек Лена

(п. Турукта, п. Чапаево, обнажение Жедаевского силла), Джерба, Каменка и Бол. Патом (рис. 1). В результате было выделено два типа россыпного золота с индикаторными признаками, соответствующими двум этапам рудообразования – докембрийскому и мезозойскому [12, 13], которые, по мнению авторов, согласно [6, 16], относятся к *малосульфидной золото-кварцевой* и *золото-сульфидно-кварцевой формациям*.

Вероятность формирования коренных источников *малосульфидной золото-кварцевой формации* предполагается нами на основании обнаружения в аллювии рек до 55 % россыпного золота чешуйчатой и пластинчатой формы, фракции 0.1–0.25 мм, высокой и весьма высокой пробности (900–999 ‰), с низким содержанием Ag (0.04–9.47 ‰), с содержанием Cu от 0.12 до 0.46 % и полным отсутствием примеси Hg (микроанализатор “Сameбах-micro”; аналитик Н.В. Лескова, лаборатория физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН). В золоте установлены единичные микровключения сульфидов (пирит, арсенипирит, глаукодот, пентландит) и нерудных минералов – карбонатов и кварца (рис. 2 А–Г) (сканирующий микроскоп JEOL JSM-6480 LV с энергетическим спектрометром “OXFORD” INCA-sight; аналитик С.К. Попова, лаборатория физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН). Выявленные микровключения характерны для оруденения больших глубин *малосульфидной золото-кварцевой формации* [15, 16]. Внутреннее строение золота весьма преобразовано – перекристаллизовано, со структурами деформаций и высокопробными оболочками толщиной до 10–20 мкм (рис. 3 а–г). Предполагается, что эти преобразования золота связаны с процессами тектоно-магматической активизации.

Согласно литературным данным [23–28], золото фракции 0.1–0.25 мм, высокой пробности (> 900 ‰) с содержанием Ag до 10 ‰, с низким содержанием элементов-примесей (Cu, Hg и др.) характерно для докембрийских золоторудных месторождений: Колар (Индия), Калгурли (Австралия), Поркьюпайн и Керкленд-Лейк (Канада), Морроу Велью (Бразилия) и т.д. Следует подчеркнуть, что золото чешуйчатой и пластинчатой формы свойственно и для докембрийских металлоносных толщ Восточного Присянья [20] и Енисейского кряжа [14]. Таким образом, на территории Уринского антиклинория возможно формирование оруденения *малосульфидной золото-кварцевой формации* больших глубин.

Коренные источники *золото-сульфидно-кварцевой формации* предполагаются нами в руслах рек Лена (п. Турукта), Бол. Патом, Каменка и Джерба на основании обнаружения в шлихах от 20 до 45 % россыпного золота пластинчатой и комковидной формы,

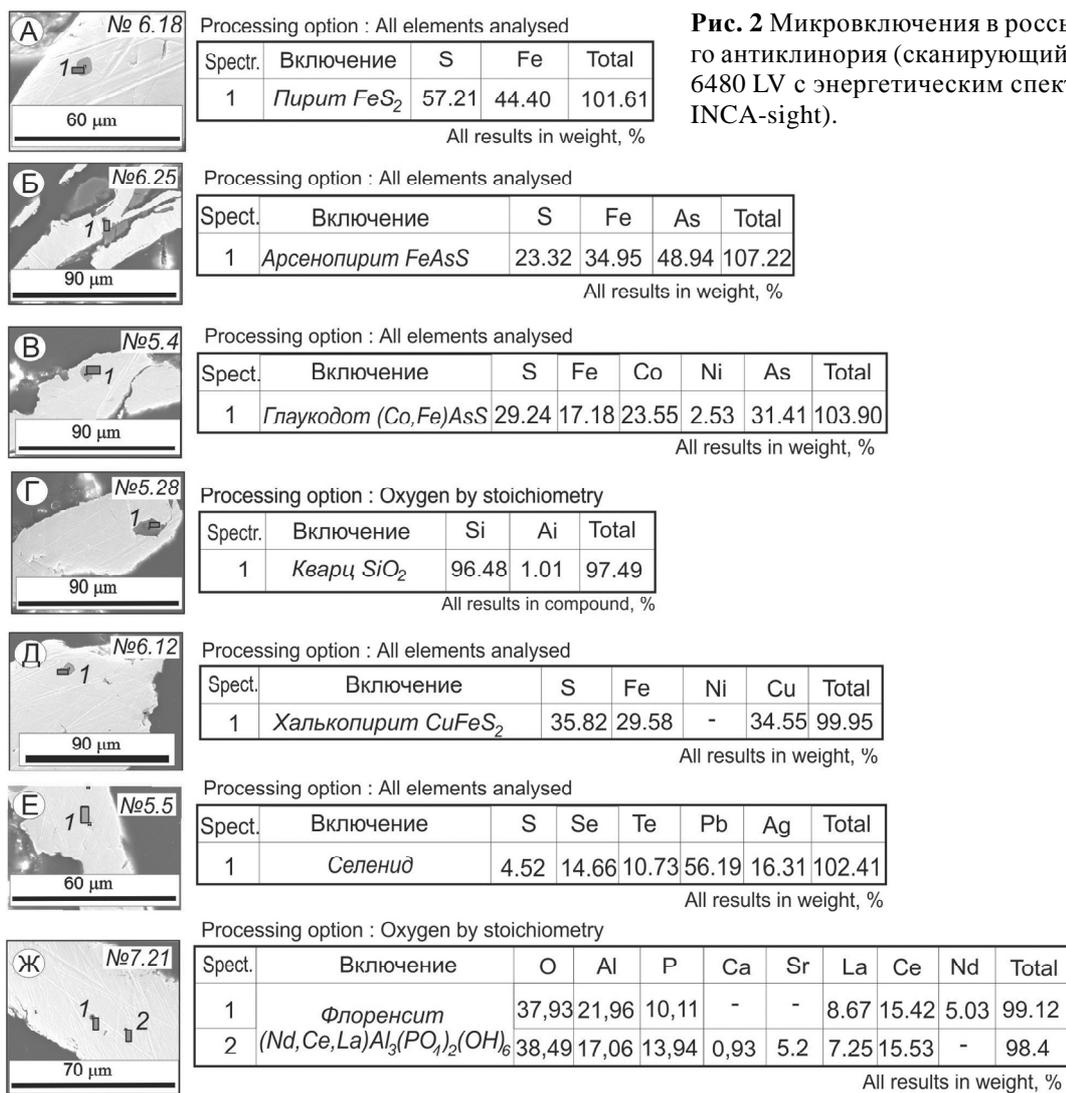


Рис. 2 Микровключения в россыпном золоте Уринского антиклинория (сканирующий микроскоп JEOL JSM-6480 LV с энергетическим спектрометром “OXFORD” INCA-sight).

средней и низкой пробыности (600–800 ‰) с повышенным содержанием Ag (10.07–33.39 %) и Hg (0.12–2.34 %) и практически без примеси Cu. Иногда наблюдаются сростки россыпного золота с жильными минералами – халцедоновидным кварцем и кальцитом, характерными для близповерхностного оруденения золото-сульфидно-кварцевой формации [5, 6, 15, 16]. В золоте установлены микровключения сульфидов (пирит, халькопирит, арсенопирит), селенидов, редкоземельных фосфатов (флоренсит) и теллуридов (рис. 2 Д–Ж). Оно имеет внутреннее строение, свойственное золоту эпитермальных месторождений – монозерна; крупно-среднезернистые, неяснозональные и межблоковые структуры; пористое строение; иногда очень тонкие высокопробные оболочки (рис. 3 д–и).

По совокупности индикаторных признаков (морфология, пробаность, внутреннее строение, набор микровключений) вышеописанное россыпное золото аналогично первичному золоту второй генера-

ции Куранахского рудного поля [5]. К тому же, в шлихе из аллювия рек Бол. Патом и Каменка выявлено до 40 % губчатого золота (пробность 664–727 ‰ при содержании Ag–27–31 %, Hg–2.34 %, Cu=0), представленного “хрупкими” агрегатами, которые состоят из скопления мельчайших частиц золота с гидроксидами железа и характеризуются тончайшей губчатой структурой с размерами частиц золота от 0.8 мкм до 0.01 мм (рис. 3 и). Агрегаты имеют неровные края и при надавливании легко распадаются на мелкие частицы. Цвет их тусклый, грязно-желтый, поверхность шероховатая. Такое золото не переносится на большие расстояния, что указывает на близость золоторудного источника. Аналогичные хрупкие агрегаты золота (размер от 0,04 до 20 мм) также встречаются в рудах Куранахского месторождения, где оно выделяется как вторичное, переотложенное в гипергенных условиях, образованное в результате окисления золотосодержащего пирита и тесно ассоци-

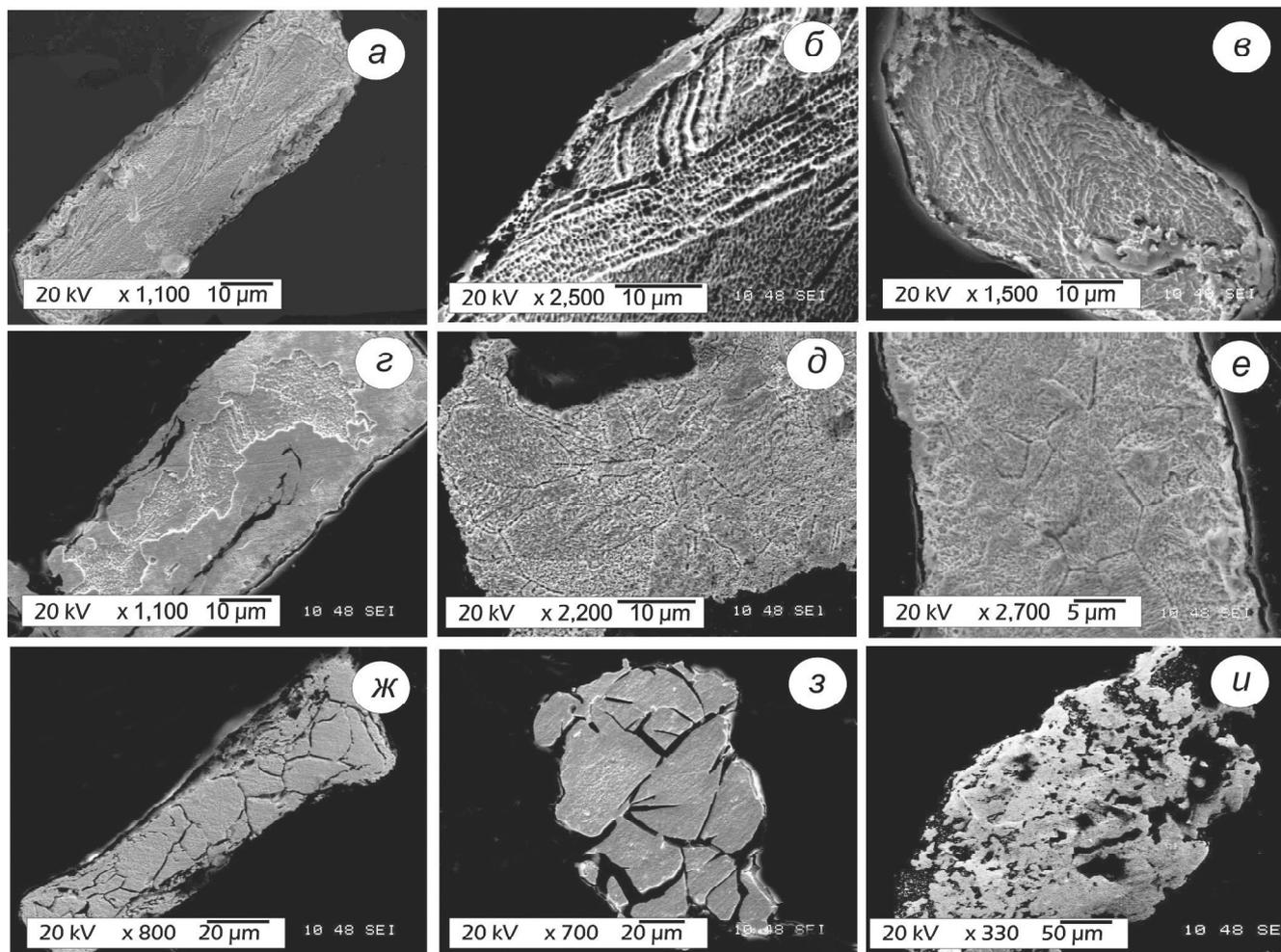


Рис. 3. Внутреннее строение россыпного золота Уринского антиклинория.

а, б – линии деформаций, *в* – рекристаллизация по линиям деформаций; *г* – мощные высокопробные оболочки с реликтами рекристаллизованного золота; *д, е* – среднезернистое строение, *ж, з* – межблоковые структуры; *и* – губчатое.

ирующее с гидроксидами железа [5]. Таким образом, по выявленному комплексу индикаторных признаков россыпное золото Уринского антиклинория аналогично первичному и вторичному золоту Куранахского рудного поля, что впервые позволяет прогнозировать на исследуемой территории золоторудное месторождение мезозойского возраста куранахского типа.

Кроме выявленных общих минералого-геохимических особенностей россыпного золота Уринского антиклинория с золотом месторождения Куранах, установлено, в первом приближении, сходство геологического развития этих территорий. По мнению В.А. Абрамова и др. [1], месторождения Куранахского рудного поля образовались в зоне континентальной рифтогенной структуры Центрального Алдана. Здесь по заложенным в архейское время диагональным и ортогональным системам разломов происходила неоднократная тектоно-магматическая актив-

зация, сопровождавшаяся проявлением архейского, протерозойского и мезозойского магматизма, метасоматическим изменением и дроблением пород и послужившая образованию золоторудных месторождений Центрального Алдана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом, на основании изучения минералого-геохимических особенностей россыпного золота и анализа истории геологического развития Уринского антиклинория, на исследуемой территории впервые прогнозируются коренные источники больших глубин малосульфидной золото-кварцевой формации и гипабиссальные золото-сульфидно-кварцевой формации, сформированные в мезозойский период по взбросо-надвиговым зонам.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№№ 09-05-98604-р_восток_а, 12-05-98500-р_восток_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.А., Кичигин Л.Н., Кочетков А.А. и др. Геолого-тектонические предпосылки золотого оруденения Центрального Алдана // Тектоника восточной части Сибирской платформы. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1979. С. 31–52.
2. Атлас самородного золота рудных и россыпных месторождений России / Л.А. Николаева, А.М. Гаврилов, А.Н. Некрасова и др. М.: ЦНИГРИ, 2003. 184 с.
3. Геология Якутской АССР. М.: Недра, 1981. 300 с.
4. Глушкова Е.Г., Никифорова З.С. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей самородного золота бассейна средней Лены (юго-восток Сибирской платформы) // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29, № 3. С. 34–44.
5. Казаринов А.И. К вопросу о генезисе золоторудных месторождений куранахского типа // Золоторудные формации Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 125–135.
6. Константинов М.М. Золоторудные провинции мира. М.: Науч. мир, 2006. 358 с.
7. Масайтис В.Л., Михайлов В.М., Селивановская Т.В. Вулканизм и тектоника Патомско-Виллюйского среднепалеозойского авлакогена. Т. 192. М.: Недра, 1975. 174 с.
8. Милановский Е.Е. Рифтогенез в истории Земли (рифтогенез на древних платформах). М.: Недра, 1983. 280 с.
9. Михайлов М.В., Филатов В.Ф. Тектоническое развитие Западно-Виллюйской поперечной краевой системы и Виллюйской синеклизы // Материалы по геологии и полезным ископаемым Якутской АССР. Якутск: М-во геологии РСФСР, 1966. Вып. 15. С. 88–100.
10. Молчанов В.П., Саядян Г.Р., Медведев Е.И. Самородное золото титаноносных россыпей Ариаднинского узла и его коренные источники (Приморье) // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 1. С. 105–109.
11. Нестеренко Г.В. Прогноз золотого оруденения по россыпям (на примере районов юга Сибири). Новосибирск: Наука, 1991. 191 с.
12. Никифорова З.С. Индикаторные признаки россыпного золота как показатель рудогенеза // Современная минералогия: от теории к практике: Междунар. науч. конф. // Материалы XI Съезда РМО. СПб., 2010. С. 226–228.
13. Никифорова З.С. Крупные месторождения – где их искать? // Новые горизонты в изучении процессов магмо- и рудообразования: Материалы Всерос. конф., посвящ. 80-летию ИГЕМ РАН. М.: ИГЕМ РАН, 2010. С. 287–288.
14. Петров В.Г. Условия золотоносности северной части Енисейского кряжа. Новосибирск: Наука СО, 1974. 138 с.
15. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 347 с.
16. Петровская Н.В., Сафонов Ю.Т., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений // Рудные формации эндогенных месторождений. М.: Наука, 1976. Т. 2. С. 3–110.
17. Родионов Н.Т. Геоморфология и россыпная золотоносность Среднего Приленья: Автореф. дис. ... канд. геол. минер. наук. Казань, 1973. 27 с.
18. Савва Н.Е., Шилиева Н.А., Алевская Н.Л. Топоминералогия конституционных особенностей самородного золота Нижнеамурского россыпного района. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 173 с.
19. Самусиков В.П. Элементы-примеси в самородном золоте – критерии определения формационной принадлежности золоторудных месторождений // Докл. РАН. 2003. Т. 391, № 1. С. 99–103.
20. Стаников В.А. О первоисточнике золота ископаемых россыпей нижнемоетского времени в Восточном Присянье // Геология и золотоносность конгломератов рифея и венда южного обрамления Иркутского амфитеатра. Иркутск: Вост-Сиб. кн. изд-во, 1972. С. 99–104.
21. Трейлоб Р.Э., Леонов Б.Н., Лунгерсгаузен Г.Ф. и др. Геологическая карта СССР. 1:1000000. Лист Р-50 (Сунтар) и объяснительная записка. Ч. I. М., 1956.
22. Трушков Ю.Н., Избеков Э.Д., Томская А.И., Тимофеев В.И. Золотоносность Виллюйской синеклизы и ее обрамления. Новосибирск: Наука, 1975. 159 с.
23. DiLabio R.N.W., Newsome J.W., McIvor D.F., Lomenstein P.L. The spherical form of gold: Man-made or secondary? // Econ. Geol. 1988. V. 83. P. 153–162.
24. Dunn E.J. Geology of gold. London: Charles Griffin, 1929. 303 p.
25. Freyssinet Ph., Zeegers H., Tardy Y. Morphology and geochemistry of gold grains in lateritic profiles of gold southern Mali // Jour. Geoch. Explor. 1988. V. 32. P. 17–31.
26. Giusti L. The morphology, mineralogy and behaviour of “fine-grained” gold from placer deposits of Alberta: Sampling and implications for mineral exploration // Can. Jour. Earth Sci. 1986. V. 23. P. 1662–1672.
27. Minter W.E.L., Goedhart M., Knight J. Frimmel H.E. Morphology of Witwatersrand gold grains from the Basal reef: Evidence for their detrital origin // Econ. Geol. 1993. V. 88, N 2. P. 237–248.
28. Oberthur T., Saagger R. Silver and mercury in gold particles from the Proterozoic Witwatersrand placer deposits of South Africa: Metallogenic and geochemical implication // Econ. Geol. 1986. V. 81. P. 20–31.

Рекомендована к печати Н.А. Горячевым

Ye.G. Glushkova, Z.S. Nikiforova

On the placer gold original sources of the Urinsky anticlinorium (southeastern Siberian platform)

Based on the study of the mineralogical and geochemical features of placer gold of the Urinsky anticlinorium, available published and fund materials, along with the history of its geological evolution, the original sources of low-sulfide mineralization of gold-quartz and hypabyssal gold-sulfide-quartz formations of the Mesozoic age, including those of the Kuranakh type have been first proposed .

Keys words: typomorphism, mineralogical-geochemical features, placer gold, mineralization, formation, Urinsky anticlinorium.