

*На правах рукописи*



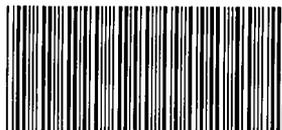
КОНДРАТЬЕВА Лариса Афанасьевна

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ, МИНЕРАЛОГО-  
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОЗРАСТ ЗОЛОТОГО  
ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАДЕРЖНИНСКОЕ  
(Южное Верхоянье)**

25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых  
полезных ископаемых, минерагения

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук



**005059935**

23 МАЙ 2013

Новосибирск – 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН)

**Научный руководитель:** кандидат геолого-минералогических наук  
**Анисимова Галина Семеновна**

**Официальные оппоненты:**

**Калинин Юрий Александрович**, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН

**Мельцер Михаил Леонидович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор Новосибирского филиала НОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет управления и экономики»

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук (г.Улан-Удэ)

Защита состоится «11» июня 2013 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 003.067.03, созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН), в конференц-зале.

Адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3  
факс: (383) 333-27-92, (382) 333-35-05, e-mail: turkina@igm.nsc.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИГМ СО РАН

Автореферат разослан « 8 » мая 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д.г.-м.н.



О.М. Туркина

## Введение

**Актуальность исследований.** Перспективы развития минерально-сырьевой базы по золоту на Северо-Востоке России связаны с коренными месторождениями. Основные промышленные запасы рудного золота в Якутии (55,8%) сосредоточены в Аллах-Юньском горнорудном районе и связаны с уникальным Au-Ag месторождением Нежданинское, которое из-за трудоемких условий его освоения находится в резерве.

Нежданинское, а также другие известные месторождения: Юр и Булар, разносторонне освещены в многочисленных публикациях (Строна, 1960; Соловьев, 1970; Силичев, 1970; Силичев, Белозерцева, 1985, 1986; Константинов и др., 1984, 1988, 1996, 2000, 2006, 2010; Гамянин и др., 1985, 2000, 2007; Саввинов, 1975, 1987; Зайцев и др., 1973, 1999; Ненашев, 1979; Буряк и др., 1990; Яновский, 1990; Алпатов, 1998; Горячев, 1998; Бортников и др., 1998; Кокин, Силичев, 1987; Мирзеханов, Мирзеханова, 1991; Мельцер, 1986, 2012; Павлов, 2001; Фридовский и др., 1998, 2006; Чернышев и др., 2012) и рассматриваются как эталонные при металлогеническом районировании Аллах-Юньского золотоносного района. Выделяются две металлогенические зоны, принадлежащие различным металлогеническим поясам (Тектоника ..., 2001): Аллах-Юньская – метаморфогенных Au кварцевых месторождений Яно-Колымского позднеюрско-раннеэокомого коллизийного металлогенического пояса и Южно-Верхоянская – Au-Ag-кварцевых и Ag-полиметаллических месторождений Восточно-Якутского алт-позднемелового постаккрецийного металлогенического пояса.

Вместе с тем, в отчетах производственных организаций и крайне редко в публикациях имеется большой объем сведений по менее известным золоторудным объектам разнообразных геолого-генетических типов. Это Ау-сульфоантимонитовые рудопроявления Кэннэ и Новинка, Ау-редкометалльные Восход и Мугун, Ау-кварц-сульфидные проявления на площади Маринского и Сетаньинского рудных полей (Окунев, Данилов, 2010), карлинского и черносланцевого типа Тас-Юрях и Малютка (Родионов, 1995; Копылов, 2010) и другие. Месторождение *Задержинское* представляет собой новый тип золотоносных проявлений в пределах Аллах-Юньского горнорудного района – детальные минералогические исследования руд показали комплексный характер оруденения (Кондратьева и др., 2005, 2007, 2010; Анисимова, Кондратьева, 2008, 2011, 2012). Научное обоснование полихронности и полигенности золотого оруденения месторождения Задержинское является актуальной задачей, решение которой будет способствовать повышению эффективности поисково-разведочных работ при оценке перспектив

комплексного золотого оруденения и расширению минерально-сырьевой базы Аллах-Юньского горнорудного района и Северо-Востока России в целом.

**Цель и задачи исследований.** Основная цель работы – выяснение закономерностей локализации, минералого-геохимических особенностей и последовательности формирования золотого оруденения Задержнинского месторождения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выявление региональных и локальных закономерностей размещения золотого оруденения; изучение строения и морфологии рудных тел; определение минерального состава и текстурно-структурных типов руд; выявление геохимических особенностей рудных минералов и самородного золота; определение минеральных ассоциаций и стадийности процессов минералообразования; определение физико-химических параметров рудообразующих флюидов; выяснение возрастных рубежей формирования оруденения; типизация оруденения и оценка его места в ряду золоторудных объектов Аллах-Юньского золотоносного района.

**Фактический материал и методы исследования.** Фактический материал, послуживший основой диссертации, собран автором в течение 2002-2012 гг. в ходе выполнения проектов НИР ИГАБМ СО РАН, а также двух хозяйственных научно-исследовательских работ и двух тематических работ по заказу Миннауки РС(Я).

Проведенные исследования включали минералогическое и структурное картирование, документацию канав, подземных горных выработок, керн скважин и доступных обнажений, дешифрирование аэро- и космоснимков. В ходе лабораторных исследований изучено более 800 образцов руд и пород, а также коллекция, любезно предоставленная Я.С.Зыковым (ООО «Дражник»), 250 аншлифов, 120 шлифов, 20 протолочных проб. В лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН выполнено 710 полуколичественных спектральных анализов руд и пород; определений Au и Ag атомно-абсорбционным методом – 558 в рудах, 14 в монофракциях сульфидов, сцинтилляционным эмиссионным спектральным анализом – 126; химический анализ магматических пород – 17, руд – 6, кварца – 19; рентгеноспектральный микроанализ рудных и жильных минералов – 720, самородного золота – 1100; термический анализ карбонатов – 24; Rb/Sr изотопный анализ магматических пород 58 и гидротермальных карбонатов – 5. Изучение вещественного состава руд проведено совместно с Г.С.Анисимовой, Rb/Sr исследования – с А.И.Зайцевым. Кроме того, в ИГМ СО РАН автором выполнены микротермометрические исследования – 25 проб (крио- и термометрия – 211 определений, КР-анализ – 35).  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  определение возраста двух образцов проведено А.В.Травиным (ИГМ СО РАН).

**Научная новизна.** Определена структурная позиция рудного поля в тектоническом узле на пересечении двух региональных структур – Минорской зоны интенсивных дислокаций и Менджельского поднятия. Обосновано выделение Задержнинской купольной структуры магматогенного генезиса и закономерности локализации в ней золотого оруденения. Существенно уточнен и дополнен минеральный состав руд; впервые на месторождении установлена Au-Bi (Te) и Au-Ag (Sb) минерализация. Химический состав самородного золота и рудных минералов поздней стадии рудообразования характеризуется признаками их формирования в нестабильных физико-химических условиях малых глубин. Установлено, что образование комплексного золотого оруденения происходило из различающихся по составу и термобарическим параметрам флюидов. На основе впервые определенных, а также известных данных по возрасту оруденения и магматических пород обосновано выделение трех этапов формирования месторождения.

**Практическое значение.** Результаты исследований вошли в 4 научно-производственных отчета и использованы производственными организациями Государственного комитета РС(Я) по геологии и недропользованию при поисковых и разведочных работах на месторождении Задержнинское. Диссертационная работа вносит вклад в научное обоснование полигенного и полихронного золотого оруденения, что может быть применено в практике поисково-разведочных работ при оценке перспектив комплексного золотого оруденения и способствовать расширению минерально-сырьевой базы Аллах-Юньского горнорудного района и Северо-Востока России в целом.

**Апробация результатов исследований и публикации.** Результаты исследований по теме диссертации докладывались на всероссийских конференциях «Геохимия и рудообразование радиоактивных, благородных и редких металлов в эндогенных и экзогенных процессах», Улан-Удэ, 2007; «Коренной источник – россыпь», Якутск, 2009; «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, задачи прикладных исследований», Москва, 2010; «Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона», Якутск, 2011; на II международном горно-геологическом форуме «Золото северного обрамления Пацифика», Магадан, 2011; «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России», Якутск, 2012; «Современные проблемы геохимии», Иркутск, 2012; на XV Всероссийской конференции по термобарогеохимии, Москва, 2012. По теме диссертации опубликовано 27 научных работ, из них 8 статей в рецензируемых журналах.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 169 страницах и состоит из введения, 7 глав, заключения и списка литературы из 139 наименований, содержит 68 рисунков и 33 таблицы.

Во введении определены актуальность, цель и задачи исследований, фактический материал и методы исследования, сформулированы защищаемые положения. Первая глава посвящена обзору россыпной и рудной золотоносности Аллаха-Юньского района и Задержнинского поля. Во второй главе описаны методы исследования. В третьей рассматриваются закономерности размещения оруденения, морфоструктурные типы рудных тел и текстуры руд. В четвертой приводятся результаты изучения вещественного состава руд. Пятая глава посвящена физико-химическим параметрам рудообразования по данным термобарогеохимических исследований, шестая – последовательности рудообразования на основе Rb/Sr и Ag/Ag возраста формирования оруденения и магматических пород. В седьмой главе изложено сопоставление и типизация золотого оруденения Аллаха-Юньского района. В заключении приведены основные выводы.

**Благодарность.** С теплотой и уважением автор вспоминает первого научного руководителя д.г.-м.н. В.А.Амузинского. При сборе материала автор пользовался неизменной поддержкой геологов ООО «Дражник»: В.С.Степанова, В.И.Захарова, Я.С.Зыкова, В.А.Агеенко, Л.В.Петровой. Автор выражает глубокую благодарность А.И.Зайцеву, А.И.Холмогорову, А.Г.Бахареву, В.В.Алпатову, В.М.Суплецову, О.В.Королевой, А.В.Прокопьеву, А.В.Костину, Г.Н.Гамянину чьими консультациями, полезными советами и замечаниями автор пользовался по некоторым вопросам диссертации. Автор благодарен сотрудникам лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН, которыми выполнен большой объем аналитических исследований. Отдельная благодарность сотрудникам ИГМ СО РАН А.С.Борисенко, А.А.Боровикову, А.В.Травину, ГУП НИИКАМ Г.В.Гальперову, ИГЕМ РАН Н.Т.Кочневой за помощь в проведении аналитических работ и интерпретации результатов. При выполнении исследований и подготовке диссертации постоянно оказывала разнообразную и действенную помощь научный руководитель к.г.-м.н. Г.С.Анисимова, которой автор выражает глубокую и искреннюю признательность.

## **ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИЩАЕМЫХ ПОЛОЖЕНИЙ**

**Положение 1.** Своеобразие геологического положения Задержнинского золоторудного месторождения заключается в локализации оруденения в тектоническом узле пересечения двух региональных структур субмеридионального Минорского разлома с зоной субширотного Менджельского поднятия и приуроченности к интрузивно-купольной структуре, в которой проявлен разновозрастный коровый и мантийный магматизм, представленный нескрытой гранитоидной интрузией,

**штоками диоритов и монцодиоритов, дайками диоритов, спессартитов и керсантитов.**

Задержнинское золоторудное поле расположено в Центральной наиболее прогнутой зоне Южно-Верхоянского синклинория, где интенсивно смяты в линейные складки терригенные отложения раннекаменноугольного-раннемезозойского возраста верхоянского комплекса и широко распространен позднемезозойский гранитоидный магматизм.

На основе методов дистанционного зондирования и морфоструктурного анализа на территории Аллах-Юньского района выявлена система кольцевых структур, большей частью отражающих как обнаженные, так и скрытые рудно-магматические системы (рис. 1) (Кондратьева, 2000). По диаметру они разделены на два ранга: I - крупные (30-60 км) и II - мелкие (5-20 км). Выделяются две области проявления рудно-магматических систем с разной степенью эрозионного среза: восточная, в пределах которой выявлены кольцевые структуры I ранга с массивами гранитоидов в центре, и западная, где развиты структуры II ранга, не сопровождающиеся эродированными массивами. Характерно, что в западной области сосредоточена подавляющая часть россыпей и рудопроявления малосульфидной золото-кварцевой формации, а в восточной области месторождения относятся как к золото-кварцевой, так и к золото-редкометалльной формациям. Представления о тесной связи золотого оруденения Аллах-Юньского района с гранитоидными интрузиями установлены на основе структурных и минералого-геохимических критериев Г.А.Гринбергом и др. (1970).

Связь выделенных кольцевых структур с гранитоидным магматизмом закономерна. Они образовались синхронно с интрузией гранитоидов. Массивы гранитоидов Южного Верхоянья сформировались в результате интенсивных позднемезозойских аккреционно-коллизийных процессов в пределах Охотской активной континентальной окраины (Парфенов, Прокопьев, 2001; Прокопьев и др., 2004).

*Задержнинская купольно-кольцевая морфоструктура* является дочерней по отношению к более крупной (диаметр 50 км), ооконтуривающей Уэмляжский гранитоидный батолит. Морфоструктура состоит из трех концентров диаметрами 7, 10 и 12 км, геоморфологически выраженных элементами гидрографии, водораздельными линиями, перегибами склонов и седловинами. Внутренняя часть структуры выделяется на аэрофотоснимках осветленным тоном, характерным для контактово-измененных пород. Отдешифрованные морфоструктуры конформны конфигурации магнитных геофизических аномалий, которые могут свидетельствовать о присутствии скрытого на глубине не более 2 км гранитоидного массива (Н.Г.Рыманенко и др., 1986 г.). Терригенные породы ранней перми пронизаны многочисленными дайками

диоритов и лампрофиров субширотной ориентировки. Штокообразные выходы монцодиоритов и ореолы биотит-кордиеритовых роговиков рассматриваются в качестве апикальных выступов неровной кровли крупного, погребенного интрузивного массива. Рудные образования расположены в южном секториальном блоке структуры, образованном радиальными трещинами и дугowymi элементами центрального и внешнего концентров и приурочены к зоне Анчинского разлома север-северо-восточного простирания.

Анчинский разлом является составляющей Минорской (Кидерикинской) зоны интенсивных дислокаций, контролирующей положение крупных гранитоидных плутонов Южно-Верхоянского комплекса. Субширотная зона трещиноватости трассирует зону Менджельского поднятия – одну из серии выделяемых в Южном Верхоянье поперечных региональных структур, связываемых с длительно развивавшимися крупными разломами (Гринберг и др., 1970). Таким образом, своеобразие структурной позиции Задержнинского рудного поля заключается в его приуроченности к интрузивно-купольной морфоструктуре, сформированной в узле пересечения двух региональных структур субдолготного Минорского разлома и поперечного Менджельского поднятия (Кондратьева, Анисимова, 2007).

Структурный план рудного поля, а также морфология и пространственная ориентировка золотоносных тел находятся в прямой зависимости от его региональной геотектонической позиции (рис. 2). Оруденение приурочено к своду Джайкангинской антиклинали, являющейся поверхностным отражением Анчинского разлома. Разрывные нарушения группируются в три пространственно-динамические системы (М.К.Силичев и др., 1991 г.): Верхоянскую субдолготную (0-340°), Сунтарскую диагональную (25-45°) и Сетаньинскую субширотную (275-285°). В ходе реализовавшихся по разрывам *Верхоянской системы* вертикальных подвижек в своде Джайкангинской антиклинали сформировался асимметрично-ступенчатый грабен, с серией пологопадающих трещин растяжения, в которых локализируются ранние кварцевые жилы. *Сетаньинская система* представлена субширотными зонами трещиноватости, к которым приурочены не только дайки, но и кварцевые жилы. Диагональные нарушения *Сунтарской системы* выполняют роль сопряженных диагональных сколов по отношению к разломам Верхоянской системы, ограничивая рудные интервалы зон трещиноватости Сетаньинской системы, либо зон смятия субпродольной ориентировки.

Выделяются 2 типа оруденения относительно возраста ранних даек (диоритов и спессартитов): додайковое и постдайковое. Додайковые гидротермальные образования, несущие вкрапленность ранних сульфидов характеризуются низкой золотоносностью и представлены двумя морфоструктурными типами: стратоидными и лестничными жилами. Дайки

спессартитов рассекают ранние кварцевые жилы и включают их обломки, как и вмещающих терригенных пород, в виде ксенолитов.

Промышленная золотоносность связана с рудными телами секущего морфоструктурного типа постдайкивого возраста: крутопадающими кварцевыми жилами с зонами прожилкования и минерализованными зонами дробления с прожилково-вкрапленной минерализацией. Типичными представителями являются рудные зоны 2 и 3 месторождения.

Субвертикальные кварцевые жилы приурочены к субширотным трещинам Сетаньинской системы и часто наложены на лампрофиры. Рудная зона 2 состоит из трех сближенных, кулисообразно сменяющих друг друга в субширотном направлении кварцевых жил, общей протяженностью до 170 м, при мощности 0,1-0,5 м с аз.пад.5-30° и углами падения 60-85°. Рудные тела обычно локализуются в зальбандах даек, либо рассекают их и захватывают обломки магматических пород.

Ориентировка минерализованных зон дробления зависит от их приуроченности к разрывным нарушениям Верхоянской, либо Сетаньинской системы. Рудная зона 3 представлена тремя зонами тектонитов, две из них субпараллельны друг другу (аз.пад.240-260°∠60-75), а третья выполняет соединяющую их трещину отрыва (аз.пад.200-220°∠75). Зоны тектонитов характеризуются неравномерной раздробленностью и степенью окварцевания пород: слабосмятые алевролиты с зонами прожилкования чередуются с интенсивно смятыми окварцованными породами со стержневыми линзующимися кварцевыми жилами. Минерализованная зона дробления на пересечении с субширотными дайками содержит сцементированный кварцем брекчированный материал спессартитов, который в свою очередь, рассекается кварцевыми жилами.

Руды характеризуются сочетанием разнообразных текстур, свидетельствующем об изменчивых нестабильных условиях образования, как минерализованных зон дробления, так и кварцевожильного оруденения, о неоднократных тектонических движениях с поступлением новых порций рудных растворов.

**Положение 2.** Руды Задержнинского месторождения характеризуются комплексным полихронным оруденением: 1) золото-кварцевым арсенипиритового Au-As и полисульфидного Au-Pb-Zn минеральных типов; 2) золото-редкометальным Au-Bi (Te) и 3) золото-серебряным Au-Ag (Sb). Рудообразование протекало при участии средне- и низкотемпературных, низко- и умеренноконцентрированных растворов с  $\text{CO}_2 \pm \text{CH}_4 \pm \text{N}_2$  газовой фазой.

Ранее оруденение месторождения Задержнинское относили к золото-кварцевому типу, сформированному в две стадии: раннюю додайковую золото-

пирит-арсенопирит-кварцевую и позднюю постдайкиковую золото-сфалерит-галенит-кварцевую (Воронин, 1970, М.К.Силичев, 1991г.).

Оруденение первой стадии отнесено к Au-As минеральному типу. Содержание сульфидов составляет не более 1%. Ранние арсенопирит и пирит отличаются крупнозернистостью и невысокой золотоносностью – первые г/т, также как и собственно руды. Преобладает самородное золото от тонкодисперсного до очень мелкого класса.

Вторая рудная стадия характеризуется образованием продуктивной Au-полисульфидной минеральной ассоциации. Отмечается усиление активности серы и привнос Cu, Zn и Pb, что приводит к отложению халькопирита, сфалерита и галенита. Содержание сульфидов возрастает до 3-5%. Высокая железистость сфалерита (до 7%) характерна среднеглубинным условиям образования. С данной ассоциацией связана основная масса «видимого» золота. Самородное золото в ассоциации с халькопиритом и галенитом по трещинкам проникает в ранний катаклазированный арсенопирит.

В результате детального минераграфического изучения и рентгеноспектрального микронзондового анализа существенно уточнен и дополнен вещественный состав руд (табл.1), что позволило впервые выделить две самостоятельные Au-Bi (Te) и Au-Ag (Sb) минеральные ассоциации (Кондратьева, Анисимова, 2007, 2011; Анисимова, Кондратьева, 2008, 2011, 2012).

Таблица 1

Минеральный состав руд Задержинского золоторудного поля

Распространенность	Гипогенные минералы	Гипергенные минералы
Главные (> 10 %)	Кварц	Гетит
Второстепенные (1-10 %)	Доломит, анкерит, кальцит, арсенопирит, галенит	Скородит, лимонит
Редкие (0,1-1 %)	Альбит, хлорит, серицит, сфалерит, пирит, пирротин, халькопирит, ильменит*, сидерит	Церуссит, ковеллин, бисмит*, смирнит*
Спорадические (< 0,1 %)	Самородное золото, электрум*, кюстелит*, самородный висмут*, халькозин, марказит, висмутин*, биллингслейит*, диафорит*, фрейеслебенит*, пираргирит*, полибазит*, стефанит*, хедлейит*, ингодит*, сульфоцумоит*, жозеит В*, минералы из группы густавита*, канфильдит*, штюццит*, фрейбергит*	Англезит, смитсонит, ютенбогаардит*, петровскаит*

Примечание: \* – впервые выделенные минералы

*Au-Bi (Te) ассоциация* характеризуется присутствием самородного висмута, висмутина, хедлейита, сульфотеллуридов Bi, минералов группы

густавита и вторичных минералов – оксидов и теллуридов  $\text{Bi}$  с низкопробным (740-760‰) золотом (рис. 3, А).

Редкометальное оруденение развивается локально и чаще встречается в кварцевожильном типе. Основными составляющими являются минералы  $\text{Bi}$  и  $\text{Te}$ . Наблюдается нестехиометричность состава сульфотеллуридов и теллуридов висмута. Основные изоморфные элементы в минералах висмута –  $\text{Pb}$ ,  $\text{Sb}$  и  $\text{Ag}$ .

Особенностью состава *висмутина* являются ощутимые концентрации  $\text{Pb}$  (3,40-5,13%) и  $\text{Sb}$  (0,93-1,79%). *Сульфотеллуриды Bi* по химическому составу наиболее близки к ингодиту ( $\text{Bi}_2\text{TeS}$ ), сульфоцумоиту ( $\text{Bi}_3\text{Te}_2\text{S}$ ) и жозеиту  $\text{B}$  ( $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$ ). В виде примеси присутствуют  $\text{Pb}$  (до 4,76%), реже  $\text{Sb}$  и  $\text{Ag}$  до 1%. *Сульфосоли Bi, Pb и Ag* отнесены к ряду густавита, различаются шпрмерит ( $\text{AgPb}_2\text{Bi}_3\text{S}_7$ ), эскимойт ( $\text{Ag}_7\text{Pb}_{10}\text{Bi}_{15}\text{S}_{36}$ ), оурэйит ( $\text{Ag}_{25}\text{Pb}_{30}\text{Bi}_{41}\text{S}_{104}$ ) и викингит ( $\text{Ag}_5\text{Pb}_3\text{Bi}_{13}\text{S}_{30}$ ). *Оксиды и теллуриды Bi* являются основными носителями данного элемента и доминируют над всей группой  $\text{Bi}$ -содержащих минералов. Все вышеприведенные теллуриды, сульфотеллуриды, сульфиды и сульфосоли  $\text{Bi}$  и  $\text{Ag}$ , самородное  $\text{Au}$  сконцентрированы в них в виде выделений и реликтов. По химическому составу теллуриды отнесены к смирниту ( $\text{Bi}_2\text{TeO}_5$ ), а оксиды  $\text{Bi}$  – к бисмиту ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ). В теллуритах фиксируются  $\text{Ag}$ ,  $\text{Sb}$  и  $\text{Se}$ . В позднем *галените* присутствует  $\text{Bi}$  (0,3-0,5%). Самородное золото ассоциирует со вторичными минералами  $\text{Bi}$  и  $\text{Te}$  и имеет низкопробный состав (740-760‰). Нестехиометричность химического состава висмутовых минералов свидетельствует об их формировании в нестабильных физико-химических условиях малых глубин (Анисимова, Кондратьева, 2012а, 2012б).

Индикаторными минералами *Au-Ag (Sb) ассоциации* являются  $\text{Hg}$ -содержащие электрум и кюстелит,  $\text{Ag-Sb}$  и  $\text{Ag-Pb-Sb}$  сульфосоли, штютцит,  $\text{Te-Pb}$ -содержащий канфильдит, фрейбергит, сульфиды  $\text{Au}$  и  $\text{Ag}$  (рис. 3, Б).

Золото-серебряное  $\text{Au-Ag (Sb)}$  оруденение характеризуется последовательным нарастанием потенциала  $\text{Ag}$  и преимущественной локализацией его в  $\text{Pb-Ag}$  сульфосолях. В то же время усиливается активность  $\text{SbS}_2$ , что приводит к отложению  $\text{Sb-Ag}$  сульфосолей. В поздних парагенезисах нарастает активность  $\text{Hg}$ , примесь которой обнаруживается в пираргирите, арсенопирите, галените, кюстелите и электруме. Содержание  $\text{Hg}$  в *кюстелите* (261-325 ‰) составляет 1,41-1,70 %, в *ртутистом электруме* (472-507 ‰) – 1,58-2,13 %. *Ag-Sb сульфосоли* представлены пираргиритом, реже стефанитом и полибазитом. Минералы наблюдаются в виде игольчатых, квадратных, овальных и округлых выделений в галените. Отличительной особенностью пираргирита месторождения является примесь  $\text{Pb}$  и  $\text{Hg}$ . В полибазите отмечается  $\text{Se}$  (1,34%). Среди *Ag-Pb-Sb сульфосолей* различаются фрейеслебнит, биллингслейит и диафорит. *Фрейбергит* характеризуется повышенным содержанием  $\text{Fe}$  7,34-14,6% и отсутствием  $\text{Zn}$ , что характерно для

руд золото-серебряного типа. *Штотцит* замещает более ранние арсенопирит, халькопирит и галенит, с которым образует тесные сростания, а также ассоциирует с блеклой рудой. Сульфиды *Ag, Pb, Te* и *Sn* с примесью *Se* отнесены к *Te-Pb*-содержащему канфильдиту и обнаружены в галените в ассоциации с пираргиритом в виде округлых микрозерен. Сульфиды *Au* и *Ag* обнаружены в минерализованной зоне дробления в ассоциации с галенитом, электрумом и кюстелитом (Анисимова и др., 2008) (рис. 3, В). По химическому составу проанализированные соединения охватывают весь интервал между  $AgAuS$  и  $Ag_3AuS_2$  и выходят за его пределы, но доминируют разности, тяготеющие к серебряному аналогу – ютенбогаардтиту (рис. 3, Г). Такая тенденция характерна составам *Ag-Au* сульфидов золото-серебряных месторождений (Савва и др., 2007, 2010, 2012; Пальянова, Савва, 2008, 2009). Ютенбогаардтит Задержнинского месторождения по сравнению со стехиометрическим составом обогащен *Ag* и *S*, и обеднен *Au*. В составе петровскита также наблюдается дефицит *Au*.

*Самородное золото.* Морфология самородного золота месторождения разнообразна (рис. 4, А). Размеры зерен колеблются от 0,005 до 2,5 мм, почти 80 % всего золота составляют выделения от тонкодисперсного до очень мелкого класса. При исключительно широкой вариации химического состава самородного золота (261-935 ‰), основная масса (более 90 %) представлена низкопробной разностью.

Установлено изменение пробности самородного золота и содержания в нем ртути в процессе рудообразования от ранних этапов к поздним (рис. 4, Б). Для раннего золото-кварцевого типа оруденения характерно самородное золото, пробность которого варьирует в широких пределах от 620 до 935‰, при этом преобладает относительно низкопробное (700-780‰), а высокопробное и среднепробное золото составляет не более 8%. Содержание ртути обычно не превышает 0,4%, редко достигая 1%. С рудами *Au-Bi* (*Te*) типа связано самородное золото пробностью 740-760‰ (*Hg* до 0,4%). В *Au-Ag* (*Sb*) рудных комплексах появляется кюстелит, и развито преимущественно низкопробное золото и электрум, концентрация ртути достигает 2,13%.

Выявлена пятнистая неоднородность состава в пределах одной золотины, при этом колебание пробности доходит до 300-350‰ (рис. 4, В). Структура пятнистой неоднородности является характерным признаком золота из рудных тел, пространственно связанных с интрузиями, с внедрением их пострудных фаз и может рассматриваться как следствие термометаморфизма (Моисеенко, 1977; Амосов, Васин, 1995; Горячева и др., 2010).

Обобщая вышеприведенные данные по самородному золоту месторождения Задержнинское, можно констатировать, что оно

# Вкладка 1

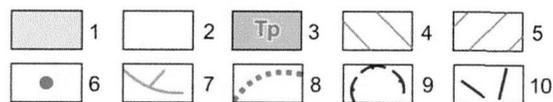
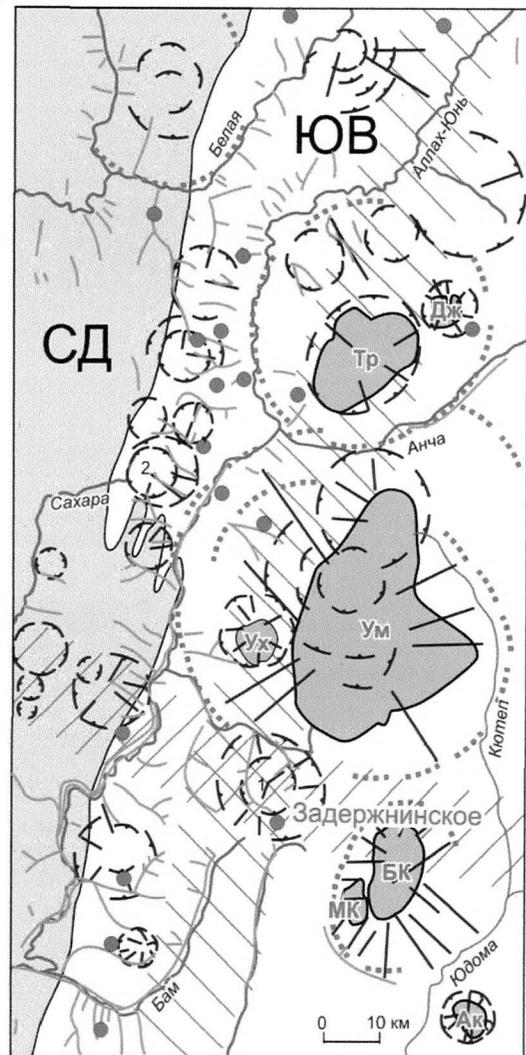


Рис. 1. Схема дешифрируемых кольцевых структур Аллах-Юньского золотоносного района

1 - терригенно-карбонатный верхнепротерозойско-нижнекаменноугольный комплекс (Сетте-Дабанский горст-антиклинорий); 2 - терригенный комплекс (Южно-Верхоянский синклиний); 3 - массивы гранитоидов (Тр - Тарбаганнахский, Дж - Желинджинский, Ум - Уэмляхский, Ух - Ухабский, БК - Большой Карский, МК - Малый Карский, Ак - Аканский); 4 - Минорская зона интенсивных дислокаций; 5 - Менджельское поперечное поднятие; 6 - месторождения и рудопроявления; 7 - россыпные месторождения золота; 8 - дуговые элементы кольцевых структур I ранга; 9 - дуговые элементы кольцевых структур II ранга (1 - Задержнинская, 2 - Баатылинская); 10 - системы радиальных трещин

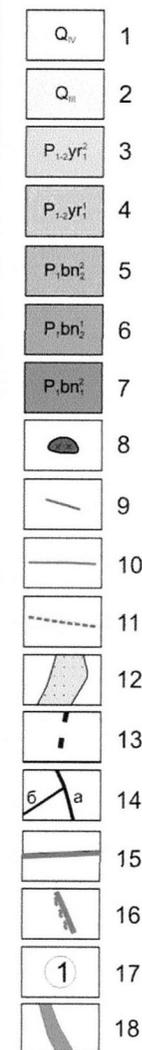
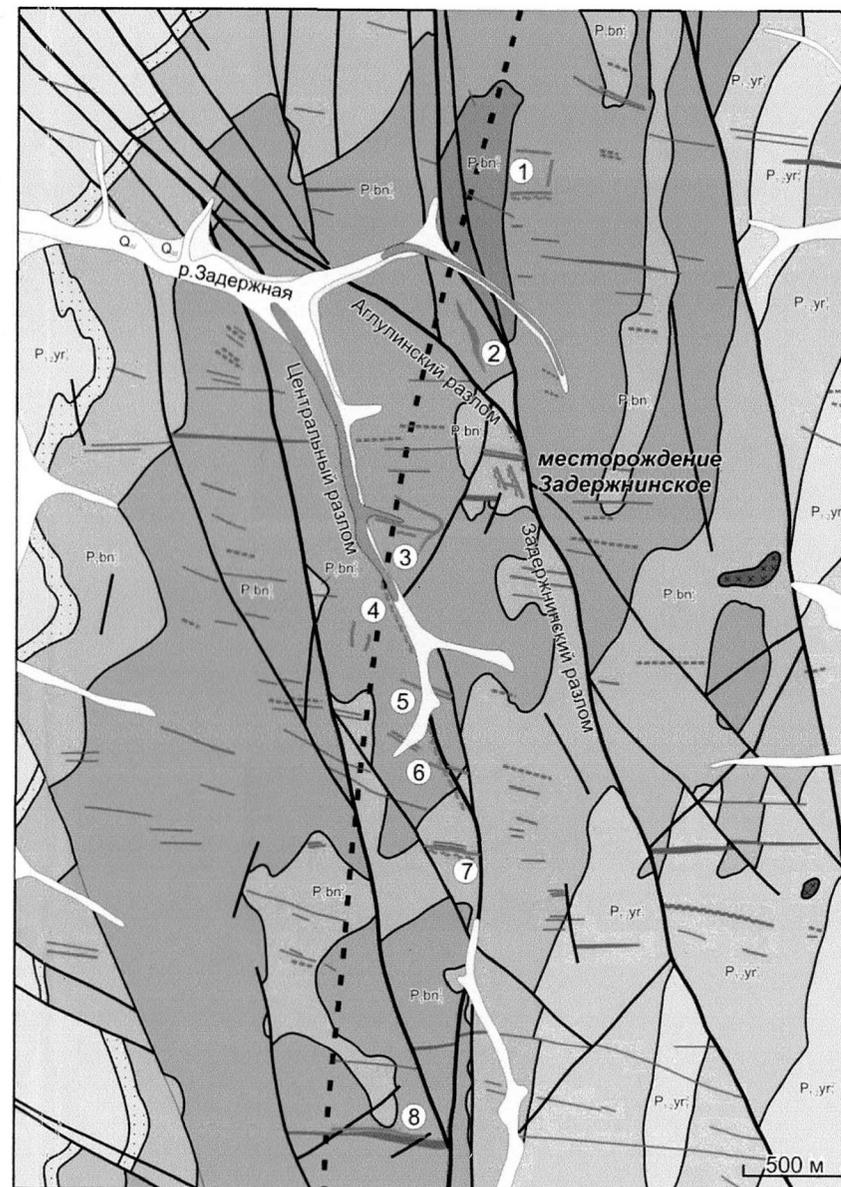


Рис. 2. Геолого-структурная схема Задержнинского рудного поля по материалам В.С.Краснопольского (1988г):

четвертичные отложения: 1 - современное звено, 2 - верхнее звено; отложения Ырчаховской свиты: 3 - нижняя подсвита, вторая пачка; 4 - нижняя подсвита, первая пачка; отложения бонсолчанской свиты: 5 - верхняя подсвита, вторая пачка, 6 - верхняя подсвита, первая пачка, 7 - нижняя подсвита, вторая пачка; 8 - штоки диоритов; 9 - дайки диоритов, диоритовых порфиритов и микродиоритов; 10 - дайки спессартитов; 11 - дайки керсантитов; 12 - маркирующие горизонты песчаников; 13 - ось Джайкангинской антиклинали; 14 - разрывные нарушения: а - главные, б - второстепенные; 15 - кварцевые жилы; 16 - минерализованные зоны дробления; 17 - порядковые номера рудопроявлений; 18 - россыпи

# Вклад 2

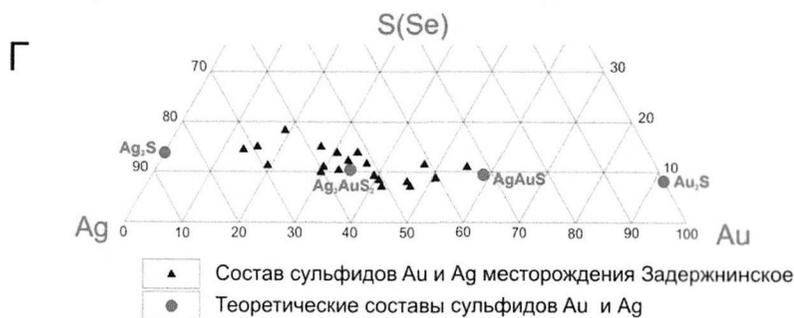
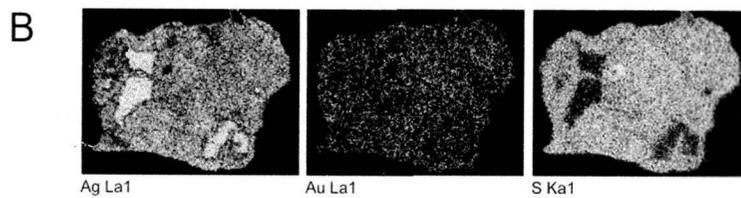
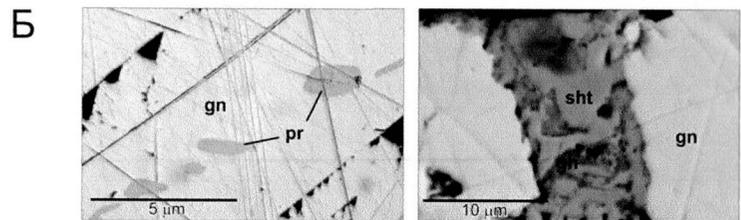
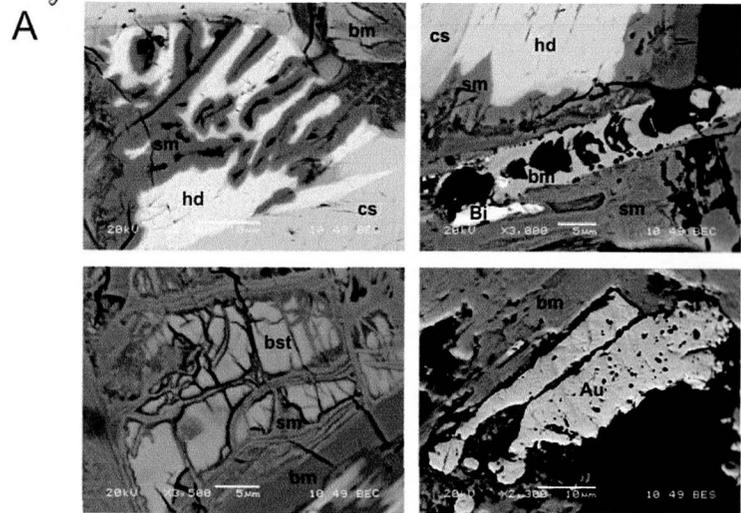


Рис. 3. Минеральные парагенезисы: А - Au-редкометалльного оруденения (хедлейит (hd), сульфозумоит (cs), смирнит (sm), бисмит (bm), висмутин (bst), самородный висмут (Bi), самородное золото (Au)); Б - Au-серебряного оруденения (пираргирит (pr), штютцит (sht), галенит (gn), гидроксиды железа (gh)); В - растровые картины распределения элементов в ютенбогардтите и кюстелите; Г - состав сульфидов Au и Ag

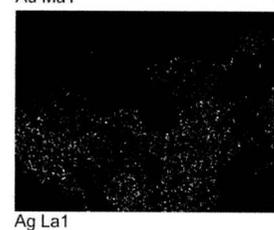
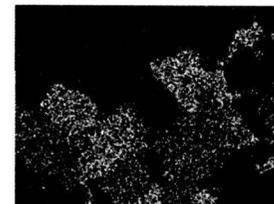
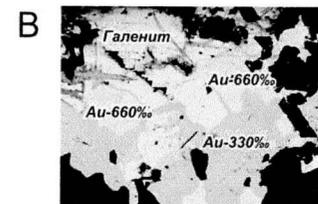
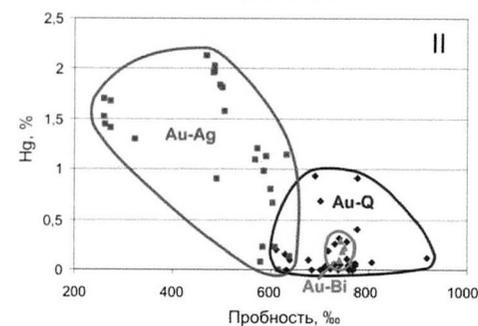
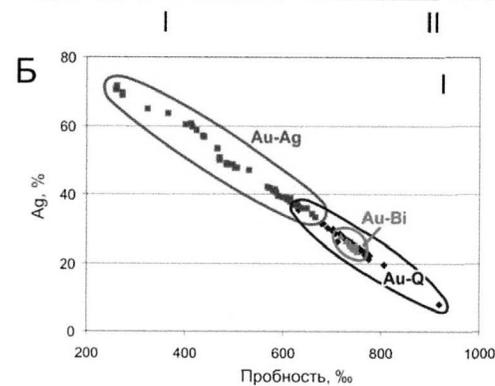
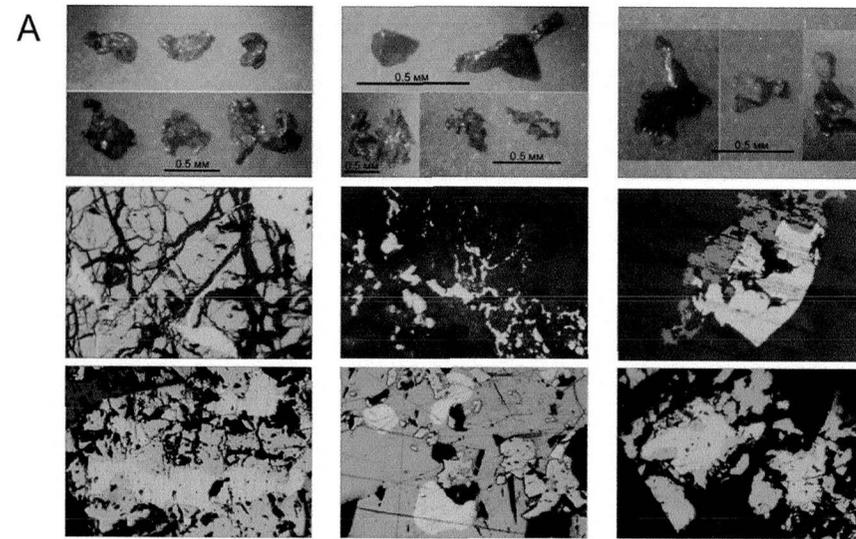


Рис. 4. Типоморфизм самородного золота: А - морфология самородного золота: I - Неправильный тип (трещинные, цементационные, интерстициальные), II - Идиоморфный тип (октаэдры, дендриты и дендритоиды, округло-овальные, пластинчатые, проволочные), III - Смешанный тип (неполногранные формы); Б - I - пробность самородного золота, II - соотношения содержания Hg и пробности Au; В - пятнистая неоднородность самородного золота

характеризуется рядом свойств, присущих месторождениям, сформированным на малых глубинах (Кондратьева, 2010).

*Физико-химические параметры рудообразующих флюидов.* Для изучения условий формирования золотого оруденения проведены исследования флюидных включений в кварце пяти типов гидротермальных образований: 1. безрудных жил; 2. ранних Au-As стратоидных жил; жильно-прожилкового и прожилково-вкрапленного оруденения секущего типа; 3. в турбидитах верхоянского комплекса с Au-Pb-Zn минерализацией; 4. в дайках спессартитов; 5. в минерализованных зонах дробления. В двух последних оруденение Au-полисульфидного типа совмещено с поздней Au-Bi (Te) и Au-Ag (Sb) минерализацией.

По фазовому и химическому составу флюидные включения подразделены на три типа: I. Водные, двухфазовые газовой-жидкие (водно-солевой раствор + газ) включения. II. Водно-углекислотные включения: двухфазовые (водно-солевой раствор + жидкая углекислота) и трехфазовые (водно-солевой раствор + жидкая углекислота + газ). Во включениях данного типа объем  $\text{CO}_2$  изменяется от 20 до 90%. III. Существенно газовые включения содержат  $\text{CO}_2$  с каймой водного раствора, либо полностью заполнены плотной  $\text{CO}_2$  (рис. 5).

Микротермометрические измерения проведены для первичных и псевдотричных флюидных включений I и II типа. По данным криометрии концентрация солей во флюидных включениях в кварце ранних слабозолотоносных Au-As стратоидных жил варьирует в пределах 1,23-6,67 мас.% NaCl экв, в Au-полисульфидных – 0,33-8,1 мас.% NaCl экв. Для флюида рудного кварца позднего этапа отмечается повышение солёности до 10,61 мас.% NaCl экв.

Гомогенизация всех водных и водно-углекислотных включений происходит в жидкую фазу. Общий интервал температуры гомогенизации составляет от 340 до 90°C. Выявлено одномодальное распределение температур гомогенизации водных флюидных включений в рудном кварце различных минеральных типов со смещением пиков от Au-As оруденения (180°C) к Au-полисульфидному (200-220°C) и относительному их снижению на позднем этапе (160°C) (рис. 6).

Установлена пониженная температура плавления  $\text{CO}_2$ : во флюидных включениях кварца безрудных и ранних стратоидных жил  $T_{пл} \text{CO}_2$  варьирует от -57,6 до -58,1°C, а в кварце поздних промышленных рудных тел от -57 до -62,2°C. По КР-спектроскопическим данным газовая составляющая водно-углекислотных включений кварцевых жил представлена  $\text{CO}_2$  (93-100 мол.%)  $\pm$   $\text{CH}_4$  (до 2 мол.%)  $\pm$   $\text{N}_2$  (до 5,9 мол.%). Намечается тенденция повышения содержания метана и азота во флюиде кварца промышленно золотоносных

рудных тел, что согласуется со значительным понижением температуры плавления  $\text{CO}_2$  (до  $-62,2^\circ\text{C}$ ).

Таким образом, ранние слабозолотоносные (Au-As) стратоидные жилы сформированы низко-солеными флюидами до 6,67 мас.% NaCl экв в интервалах температур  $130-291^\circ\text{C}$ . Главными особенностями рудообразующего флюида оруденения продуктивного этапа (Au-Pb-Zn + Au-Ag ± Au-Bi) являются повышение концентрации растворов до 10,61 мас.% NaCl экв, увеличение в газовой составляющей примесей  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2$ , более широкий диапазон температур гомогенизации ( $90-340^\circ\text{C}$ ) и относительное их снижение от раннего мезотермального этапа к позднему близповерхностному (Кондратьева, 2012).

**Положение 3. Хронология процессов раннемелового магматизма и рудообразования на Задержнинском месторождении определяется проявлением трех этапов, развитие которых протекало в следующей последовательности: Этап 1 – золото-кварцевое Au-As оруденение ( $>137$  млн. лет, K/Ar) → дайки диоритов (137-130 млн. лет, Rb-Sr) → дайки спессартитов ( $126\pm 3$  млн. лет, Rb-Sr) → золото-кварцевое Au-полисульфидное оруденение ( $123,5\pm 1,6$  млн. лет, Ar/Ar) → Этап 2 – гранитоиды Уэмяхского массива ( $120,4\pm 1,6$ , U-Pb) → Au-Bi (Te) оруденение (120 млн. лет ?) → Этап 3 – дайки керсантитов ( $115,4\pm 1,7$  млн. лет, Ar/Ar) → Au-Ag (Sb) оруденение (100-95 млн. лет). Общая длительность процессов рудообразования охватывает интервал около 40 млн. лет.**

Впервые определен возраст основного продуктивного золото-полисульфидного оруденения. Полученная дата  $123,5 \pm 1,6$  млн. лет ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , серицит) близка ранее установленным возрастам крупных гранитоидных плутонов Южного Верхоянья (123 ± 1 млн лет, U-Pb, циркон, Тарбаганнахский плутон (Prokoriev, 2009);  $120,4 \pm 0,6$  млн лет, U-Pb, циркон, Уэмяхский плутон (Прокопьев и др., 2006); 121-123 млн лет, Ar/Ar, биотит, роговая обманка, Уэмяхский плутон (Layer, 2001), времени зеленосланцевого дислокационного метаморфизма ( $119,4 \pm 0,5$  млн лет, Ar/Ar, биотит (Prokoriev, 2009). Таким образом, формирование золотого оруденения Задержнинского месторождения происходило синхронно с дислокационными процессами и внедрением крупных гранитоидных плутонов Южного Верхоянья (Кондратьева и др., 2010).

Проведены первые исследования Rb-Sr изотопной систематики магматических пород и гидротермальных карбонатов Задержнинского рудного поля с целью определения возраста магматических образований района и вероятного источника вещества в гидротермальном процессе (Кондратьева и др., 2011). Для расчета первичного изотопного состава стронция ( $I_0$ ) был использован возраст оруденения 125 млн.лет, при котором, вероятно, имела

место последняя модификация Rb-Sr систем магматических пород. Результаты расчетов показывают широкую дисперсию значений  $I_0$ , обусловленную значительной Sr-изотопной гетерогенностью изученных пород: для спессартитов величина  $I_0$  варьирует от 0,7079 до 0,7183, для керсантитов – от 0,7061 до 0,7126, а для диоритов – от 0,7075 до 0,7187. Величины  $I_0$  свидетельствуют о коровом источнике элемента в магматических образованиях рудного поля.

Значительная дисперсия значений  $I_0$ , вероятно, указывает, что Sr в магматических породах поступал из различных источников. Действительно, на диаграмме  $I_0 - 1/^{86}\text{Sr}$  (рис. 7), используемой как индикатор смешения, видно, что основная масса точек данных формирует тренд изменения изотопного состава Sr, протягивающийся от гидротермальных карбонатов с высоким содержанием Sr и повышенно радиогенным изотопным составом Sr до магматических пород с пониженным содержанием элемента и относительно низкими значениями первичного изотопного его состава.

Стронций пород представляет собой результат смешения его из трех источников: собственно магматического, заимствованного из терригенных пород и гидротермального флюида. Изотопный состав собственно магматического Sr, вероятно, был относительно низким, порядка 0,7072-0,7080. Sr, заимствованный из терригенных пород, имел более высокую радиогенную составляющую, и в основной массе его изотопный состав превышал величину 0,710. Гидротермальные карбонаты из руд месторождения характеризуются очень высоким содержанием Sr (593-736 мкг/г) и значений изотопных отношений элемента (0,7182-0,7201). Это указывает, что гидротермальный флюид имеет коровый генезис.

Результаты датирования пород Rb-Sr методом определяют возраст спессартитов –  $126 \pm 3$  млн.лет, а минимальную оценку возраста формирования диоритов –  $130 \pm 1 - 137 \pm 24$  млн.лет (рис. 8, табл. 2).

Таблица 2

Параметры Rb-Sr изохрон магматических пород и их Rb-Sr возраст (млн. лет)

Порода	№ изохроны	n	Образцы	Возраст	$I_0$
Диориты	1	4	K-212-2, 8-ЛК, C-28-24 (СФ), C-28-23 (СФ)	$130 \pm 1$	$0,70748 \pm 0,00001$
Диориты	2	6	117 (СФ), K-212-2 (СФ), C-28-46, 5-ЛК, 100 (СФ), C-28-23	$137 \pm 24$	$0,70894 \pm 0,00010$
Спессартиты		8	C-31-6а, 14-ЯС (СФ), 16-ЯС, C-36-2а, C-18-7а, 109а-ЛК-06, K-315д-2, K-211-4	$126 \pm 3$	$0,71229 \pm 0,00005$

Определен возраст керсантита –  $115,4 \pm 1,7$  млн.лет, Ar/Ar (А.В.Травин, ИГМ СО РАН), согласующийся с данными, полученными Г.К.Шнай (1994) для лампрофиров Курун-Урхяского рудного поля ( $115 \pm 5$  млн.лет, Rb-Sr; 116-119

млн.лет, K-Ar) и А.С.Борисенко и др. (2012) для Южного Булара (115±1,6 млн.лет, Ar/Ar). Непосредственных взаимоотношений оруденения и керсантитов на рудном поле не наблюдалось.

На основании полученных и известных в регионе датировок предлагается следующая схема корреляции тектоно-магматических событий и оруденения Задержнинского рудного поля и Аллах-Юньского золотоносного района (табл. 3). Раннее стратоидное додайковое Au-кварцевое (Au-As) оруденение месторождения сопоставимо с метаморфогенными Au-кварцевыми жилами юрско-буларского типа и возраст его формирования принимается – >137 млн.лет (K/Ar, Ненашев, 1979). Результаты датирования магматических пород определяют возраст диоритов – 130-137 млн.лет, спессартитов – 126±3 млн.лет. Время образования постдайкового Au-кварцевого (Au-Pb-Zn) оруденения определено в 123,5±1,6 млн.лет и синхронно с внедрением гранитоидов Южного Верхоянья. Наложенное низкотемпературное оруденение имеет, несомненно, более молодой возраст образования с последовательным отложением золото-редкометалльной минерализации на завершающей стадии формирования гранитоидов Южного Верхоянья (~120 млн.лет) и золото-серебряной минерализации сходной с таковой Нежданнинского месторождения в интервале 100±5 млн.лет - временем формирования поздних гранодиорит-гранитных интрузивов.

Позиция месторождения Задержнинское в региональных структурах, связь с интрузивно-купольными морфоструктурами, сингранитоидный возраст продуктивного этапа, установленная полихронность и полигенность золотого оруденения, свидетельствуют в пользу близости изученного оруденения к Au-Ag Нежданнинскому месторождению, что позволяет отнести месторождение Задержнинское к Южно-Верхоянской металлогенической зоне Восточно-Якутского постаккреционного пояса (рис. 9). О Au-Ag профиле месторождения Задержнинское свидетельствуют выраженная низкопробность самородного золота, присутствие в рудах собственных минералов серебра и серебросодержащих сульфидов, нестехиометричность состава поздних минералов, примеси Se, Te и Hg в сульфидах, низкое Au/Ag отношение в рудах, понижение температуры рудообразования. По минеральному составу Задержнинское месторождение также сходно с Au-Ag объектами Куларского и Верхнеиндигирского районов Верхояно-Колымской складчатой области и Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Вместе с тем, сопоставление минеральных типов оруденения с эталонными объектами Аллах-Юньского золотоносного района (таблица 4) подчеркивает индивидуальность Задержнинского месторождения отсутствием Au-сульфидного минерального типа (золотоносных березитов), что сказалось на его продуктивности, и проявлением наложенной золото-редкометалльной минерализации.

Таблица 3

Схема корреляции тектоно-магматических событий и оруденения Задержинского рудного поля и Аллах-Юньского золотосного района

Возрастные рубежи, млн. лет	Геодинамические события	Аллах-Юньский золотосный район		Задержинское рудное поле	
		Магматизм и метаморфизм	Оруденение	Магматизм	Оруденение
95-105	Начальная стадия формирования ОЧВП	Гранодиорит-гранитные интрузивы Курумский 94-95,7-99,1 Гельдинские 95-92,6	Курумское Au-Bi-Te 95,2 Нежданское Au-Ag 95,2-98,2		Au-серебряное Au-Ag (Sb)
105-119		Гранит-лейкогранитные интрузивы Дерлерчанский 106-107 Кютепский 119 Дайки субщелочных лампрофиров 115-119	Кутинское Sn-Ag 99,9	Дайки субщелочных лампрофиров 115,4±1,7	
119		Дислокационный метаморфизм 119,4 Дайки лампрофиров Гранитоидного ряда Нежданского рудного поля 121 Гранитоиды Южного Верхояня Уэльяхский 120,4-123 Тарбаганахский 123 Дыбинский 122,3	Нежданское Au-сульфидное Au-As 118,4-120		
154	Удско-Мургальская магматическая дуга	Дайки габбро-диоритов 133-154		Невысрытый гранитоидный массив	Au-редкометаллическое Au-Bi (Te)
				Дайки лампрофиров гранитоидного ряда 126±3	Au-кварцевое (Au-толисульфидное) 123,5±1,6
				Штоки диоритов и монзонитов, дайки диоритов 130±1-137±24	
		Юр. Булар Au-кварцевые 137-155			Au-кварцевое (Au-As) >137

Примечание. Использованы данные: Борисенко и др., 2012; Lauger et al., 2000, 2001; Прокопьева и др., 2006, 2012; Ненашева и др., 1979, 1980; Шнай, 1994; Чернышева и др., 2012; жирным шрифтом – автора

Таблица 4

Сопоставление минеральных типов золоторудных месторождений Южного Верхоянья

Юр, Дуэт, Булар	Нежданнское	Задержнинское
Аu-кварцевый	Аu-кварцевый	Аu-кварцевый (Аu-As)
	Аu-сульфидный (золотоносных березитов)	
	Аu-кварцевый (Аu-полисульфидный)	Аu-кварцевый (Аu-полисульфидный)
		Аu-редкометалльный (Аu-Bi Te))
	Аu-серебряный	Аu-серебряный (Аu-Ag (Sb))

### Заключение

Проведенные исследования закономерностей размещения золотого оруденения, последовательности и стадийности процесса минералообразования, геохимии руд, флюидных включений месторождения Задержнинское, а также обобщение материалов в опубликованной и фондовой литературе по геологии и металлогении Аллах-Юньского золотоносного района, позволили выяснить геолого-генетические особенности комплексного золотого оруденения.

Своеобразие структурной позиции Задержнинского рудного поля заключается в его приуроченности к интрузивно-купольной морфоструктуре, сформированной в узле пересечения двух региональных структур субмеридионального Минорского разлома и поперечного Менджельского поднятия.

Установлено, что на месторождении пространственно совмещены три генетически различных, разновременных типа оруденения, разделенные во времени внедрением разновозрастных даек лампрофиров и гранитоидов Южного Верхоянья. В раннюю стадию золото-кварцевого этапа оруденения сформировались метаморфогенные стратонидные кварцевые жилы с минерализацией арсенопирита и пирита. В постдайковую сингранитоидную стадию этапа образовано гидротермальное золото-полисульфидное оруденение. Наличие ореолов биотит-кордиеритовых роговиков, проявление висмутовой минерализации, геохимия поздних минералов и самородного золота позволяет связать редкометалльный тип рудообразования с завершающим этапом формирования гранитоидного магматизма. Поздний золото-серебряный тип имеет черты, сопоставимые с близповерхностным низкотемпературным гидротермальным оруденением. Месторождение Задержнинское можно рассматривать как типовой объект Южного Верхоянья при выделении полихронного комплексного золотого оруденения.

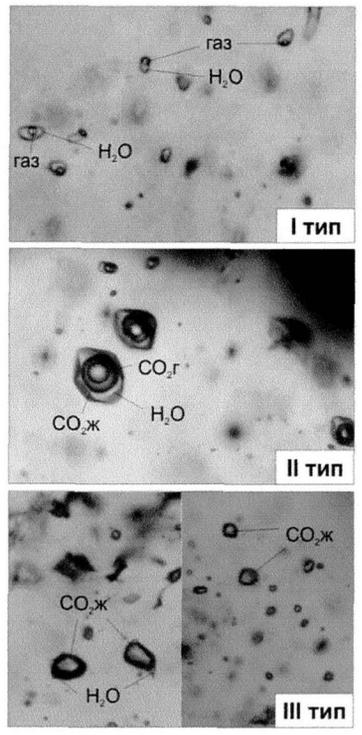


Рис. 5. Типы флюидных включений в кварце: I тип - водные, II тип - водно-углекислотные, III тип - существенно газовые

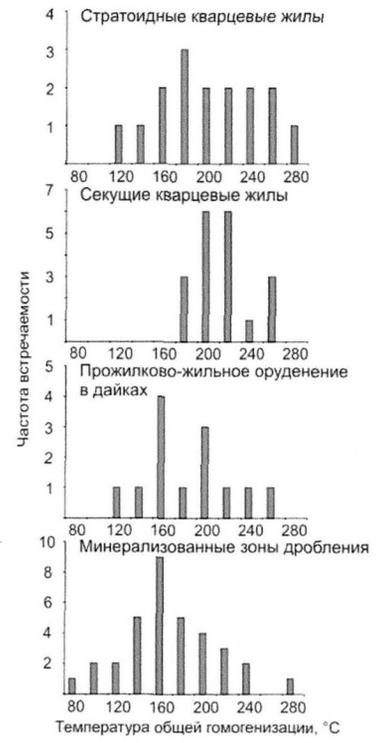


Рис. 6. Гистограммы распределения температуры общей гомогенизации водных флюидных включений

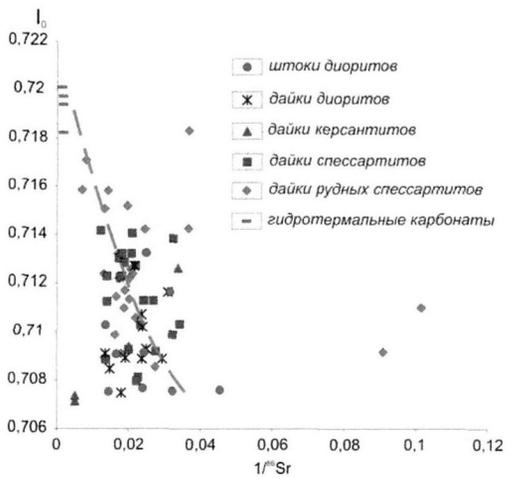


Рис. 7. Зависимость  $I_0-1/^{66}\text{Sr}$  магматических пород и гидротермальных карбонатов

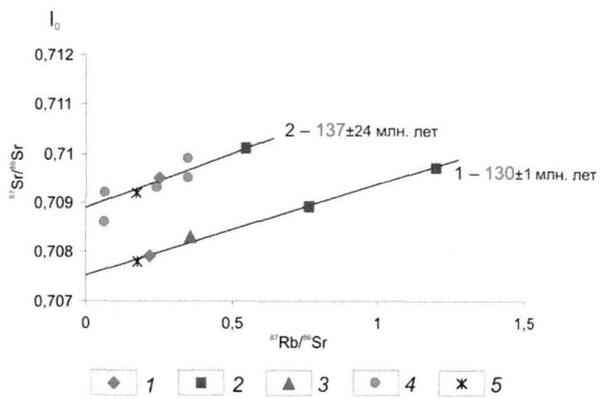


Рис. 8. Rb-Sr изохронная диаграмма для диоритов: Изохроны: 1 -  $130 \pm 1$  млн. лет,  $I_0 = 0,70748 \pm 0,00001$ ; 2 -  $137 \pm 24$  млн. лет,  $I_0 = 0,70894 \pm 0,00010$ : 1 - штوك № 1 (восточный фланг, руч. Шток), 2 - штوك № 2 (месторождение, глубокие горизонты), 3 - штوك № 3 (северный фланг, руч. Якутка), 4 - дайка (месторождение), 5 - дайка (южный фланг, руч. Спокойный)

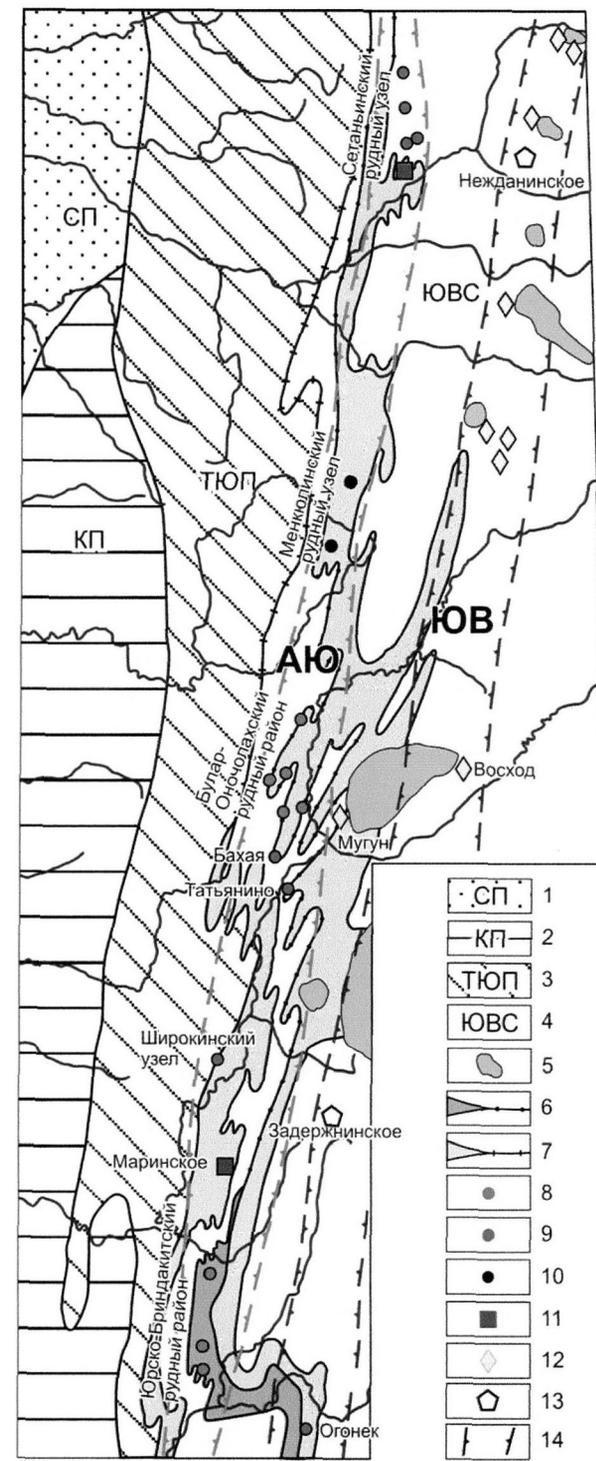


Рис. 9. Схема металлогенического районирования Аллах-Юньского золотоносного района. 1 - Сибирская платформа (СП); 2, 3 - Сетте-Дабанский антиклинорий: 2 - Кыллахское поднятие (КР), 3 - Томпо-Юдомское поднятие (ТЮП); 4 - Южно-Верхоянский синклиний (ЮВС); 5 - массивы гранитоидов; 6 - отложения суркечанской свиты (C,sr); 7 - отложения наталинской (C,nt) и халыинской (P,hl) свиты; 8-13 - золоторудные месторождения: 8 - золото-кварцевые стратиформного типа; 9 - золото-кварцевые секущего типа; 10 - золото-сульфоантимонитовые, 11 - золото-кварц-сульфидные; 12 - золото-редкометалльные; 13 - золото-серебряные; 14 - границы металлогенических зон: АЮ - Аллах-Юньской, ЮВ - Южно-Верхоянской

## Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Кондратьева Л.А. Анализ дешифрируемых кольцевых структур Аллах-Юньского золотоносного района (Южное Верхоянье) // Отечественная геология, 2000. № 5. С.8-10.
2. Кондратьева Л.А., Анисимова Г.С., Холмогоров А.И. Структура и минералогия Задержнинского золоторудного поля // Отечественная геология. 2005. № 5. С.23-28
3. Кондратьева Л.А., Анисимова Г.С. Золотое оруденение нового типа в Аллах-Юньской металлогенической зоне // Отечественная геология. 2007. № 5. С.11-14
4. Анисимова Г.С., Кондратьева Л.А., Лескова Н.В. Сульфидные соединения золота и серебра в золоторудных месторождениях Восточной Якутии // Отечественная геология. 2008. № 5. С. 24-32.
5. Анисимова Г.С., Кондратьева Л.А., Лескова Н.В. Теллуриды золота и серебра в Широкинском рудно-россыпном узле (Сетте-Дабан, Якутия) // Записки РМО. 2010. № 3. С. 41–47.
6. Кондратьева Л.А., Анисимова Г.С., Стручков К.К. Комплексная рудоносность и алмазносность Белореченской зоны Сетте-Дабанского палеорифта // Отечественная геология. 2010. № 6. С. 3–11.
7. Кондратьева Л.А. Типоморфизм самородного золота месторождения Задержнинское // Матер. Всеросс. Конф. «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, задачи прикладных исследований». Москва: ИГЕМ РАН, 2010, том I. С. 264-265.
8. Кондратьева Л.А., Анисимова Г.С., Бахарев А.Г. и др. Задержнинское золоторудное месторождение (Южное Верхоянье): геологическая позиция, вещественный состав руд и возраст оруденения // Мат. Всеросс. конф. «Новые и нетрадиционные типы месторождений полезных ископаемых Прибайкалья и Забайкалья». – Улан-Удэ: ГИН СО РАН, 2010. С. 105–106.
9. Anisimova G.S., Kondratieva L.A., Leskova N.V. Gold and Silver tellurides on Shirokinsky Ore-and-Placer Cluster, the Sette-Daban Ridge, Yakutia // *Geology of Ore Deposits*. 2011. Vol.53, № 7. P. 1-6.
10. Кондратьева Л.А., Зайцев А.И., Анисимова Г.С. Параметры Rb-Sr систем магматических пород Задержнинского золоторудного поля (Южное Верхоянье) // Отечественная геология. 2011. № 5. С.11-19.
11. Кондратьева Л.А. Рудообразующие флюиды золотого оруденения месторождения Задержнинское (Южное Верхоянье) // Материалы XV Всероссийской конференции по термобарогеохимии. – Москва, ИГЕМ РАН, 2012. С.39-40.

Подписано в печать 06.05.13. Формат 60x84/16. Гарнитура «Таймс».  
Печать офсетная. Печ. л. 0,9. Уч.-изд. л. 1,12. Тираж 110 экз. Заказ № 175  
Издательский дом Северо-Восточного федерального университета,  
677891, г. Якутск, ул. Петровского, 5.

---

Отпечатано в типографии ИД СВФУ