

Дальневосточное отделение Российской Академии наук
Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт



На правах рукописи

Альшевский Александр Васильевич

**ГЕОЛОГИЯ,
ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА,
ГЕНЕЗИС И ПЕРСПЕКТИВЫ
ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УТИНСКОМ УЗЛЕ
(ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЫМСКИЙ РЕГИОН, СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)**

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых;
минералогия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук



Владивосток – 2009

Работа выполнена в Северо-Восточном комплексном научно-исследовательском институте ДВО РАН

Научные руководители:

член-корреспондент РАН, профессор

Горячев Николай Анатольевич

кандидат геолого-минералогических наук

Акиннин Вячеслав Васильевич

Официальные оппоненты:

доктор геолого-минералогических наук **Бакулин Юрий Ильич**

(Горнопромышленники России, г. Хабаровск)

кандидат геолого-минералогических наук **Вах Александр Станиславович**

(ДВТГУ, г. Владивосток)

Ведущая организация: АмурКНИИ ДВО РАН (г. Благовещенск)

Защита состоится 13 ноября 2009 года в 10 час. на заседании Диссертационного совета Д.005.006.01 в Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН, по адресу: 690022, г. Владивосток, пр-кт. 100 лет Владивостоку, д. 159

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ДВО РАН

Автореферат разослан 16 октября 2009 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета, к.г.-м.н.



Б. И. Семеняк

ВВЕДЕНИЕ

Утинский рудно-магматический узел (УТРМУ; Магаданская область) входит в состав Среднекано-Штурмовской металлогенической зоны, являющейся составным элементом Центрально-Колымского золотоносного региона. Последний охватывает позднемезозойские складчатые структуры и сопряженные с ними метаморфические, дайковые и батолитовые ареалы крупнейшей гранитоидной рудогенерирующей и рудоконцентрирующей структуры орогенного типа на юго-восточном фланге Яно-Колымского коллизийного пояса и связанной с ним гигантской золотоносной провинции.

С момента начала освоения (1928 г.) из недр этой площади было добыто 2500 тонн россыпного и 120 тонн рудного золота, не менее пятой части которого приходится на месторождения бассейнов рек Утиной, Среднекана и Штурмового.

Актуальность работы. Исследование напрямую относится к кардинальной проблеме генезиса золотого оруденения в гранитоидных провинциях разновозрастных складчатых структур фанерозоя обрамления Тихого океана (Колыма, Чукотка, Западная, Центральная и Юго-Восточная Аляска, Калифорния, Юго-Восточная Австралия и некоторые другие) как ведущих продуцентах золота и серебра (рос-сыпного и рудного). Проблема достаточно полно изложена в глобальном и трансрегиональном масштабе [Шер, 1972; Boyle, 1979; Ноклсберг и др., 2000; Гельман, 2000; Горячев, 2003; Константинов, 2006 и др.], но еще слабо разработана для конкретных металлогенических зон и перспективных на золото рудных узлов.

Известная широта мнений по вопросам генезиса золотого оруденения в Центрально-Колымском регионе лишает многие металлогенические концепции их ориентирующего поискового и прогностического начала, что не способствует крайне актуальной задаче формирования в Магаданской области инвестиционно привлекательной золоторудной базы и ее вводу в эксплуатацию взамен отработанных россыпей.

Цель исследований по теме. Целью работы является разработка геолого-генетической модели плутоногенного золотого оруденения в УТРМУ на основе представлений о гранитоидных рудно-магматических узлах и связанных с ними Au-продуктивных магмато-генно-гидротермальных системах, сформулированных в нескольких работах с участием автора [Шило и др., 1985; Гончаров и др., 1985; Альшевский и др., 1986; Условия формирования..., 1988], а также в [Гончаров, 1981; Горячев, 1998, 2003; Условия зарождения..., 2003].

Для достижения этой цели решались следующие основные задачи:

1. Анализ результатов предшествующих тематических, геолого-съёмочных, разведочных и эксплуатационных работ для выявления ключевых элементов геологического строения и пространственно-временных взаимоотношений ассоциирующих магматических, метаморфических и гидротермальных образований на площади Утинского узла и смежных территорий.

2. Сбор геологических, петрогеохимических и геохронологических данных по гранитоидным плутонам и структурно совмещенной с ними свите даек; петрологическая, минералого-геохимическая и термобарогеохимическая оценка условий зарождения, магматогенной кристаллизации и постмагматической эволюции изверженных пород.

3. Генетическая типизация гидротермальных образований и выявление закономерностей их локализации. Получение детальной информации о минеральном составе, степени золотоносности и условиях формирования известных и вновь выявленных рудных тел и проявлений.

4. Оценка пространственных вариаций типоморфных характеристик продуктивной минерализации. Выявление элементов зональности золотого оруденения относительно геологических структур и гранитоидных плутонов и его геолого-генетических особенностей.

Фактический материал и личный вклад автора. Работа основана на материалах, собранных автором в геологических экспедициях лабораторий геологии благородных металлов, эндогенного рудообразования, петрологии и изотопной геохронологии СВКНИИ ДВО РАН в период с 1981 по 2009 гг.

В основу работы автором положены собственные геологические наблюдения и полученные результаты лабораторной аналитической обработки многочисленных коллекций каменных материалов, включавшей изучение химического состава гранитоидных и дайковых пород (200 ан.); количественный спектральный анализ проб горных пород, метасоматитов и руд на главнейшие рудогенные элементы (350 ан. на 20 элементов); количественные определения золота в горных породах и рудах атомно-абсорбционным (300 ан.), химико-спектральным (100 ан.) и пробирным (70 ан.) методами; минералогическое (визуально-оптическое) изучение согласованных прозрачно-полированных пластинок и петрографических шлифов (по 150 шт.); количественный минералогический анализ тяжелых фракций протоколов горных пород (50 шт.); термобарогеохимическое изучение пород и руд: гомогенизация, декрепитация и водные вытяжки (100 ан.); изотопное K-Ar (200 опр.) и U-Pb SHRIMP (6 опр.) датирование; минералогическое изучение рудных и россыпных шихтов и проб-протоколов (более 300 проб), распиловок шпудов и аншлифов (более 500 шт.), оптическую диагностику жильных и рудных минералов и микророзовый анализ их состава (более 1000 опр.); комплексное изучение (ассоциации, морфология и размерность выделений, их внутреннее строение) монофракций самородного золота, включая количественный спектральный анализ минерала по методике ЦНИГРИ (150 опр. на 14 элементов). Из гранитоидных плутонов и даек для целей петрогенетических построений и геодинамических оценок методом ICP на широкий круг несовместимых рассеянных и редкоземельных элементов изучено 53 представительных образца.

В процессе исследований также широко использовались первичные геологические материалы из Госгеолфонда ПГО «Севостгеология» и Спецархива СВКНИИ ДВО РАН.

Научная новизна диссертации. Известные рудно-россыпные и интрузивные ареалы района Утинского месторождения впервые сгруппированы и рассмотрены, согласно представлений М.А.Фаворской и И.Н.Томсона (1970 г.) об очаговых рудоконцентрирующих структурах, в качестве элементов генетически единого рудно-магматического узла, в котором функционировала продуктивная на золото магматогенно-гидротермальная система.

Впервые в регионе при изучении условий зарождения и эволюции гранитоидных магм, особенностей их кристаллизации в интрузивных камерах наряду с петрографическим и петрогеохимическим методами были получены и использованы термобарогеохимические данные по расплавленным и флюидным включениям в породообразующих минералах, что позволило выделить и охарактеризовать период ранней глубинной субликвидусной кристаллизации минералов, субсолидусные условия становления плутонов в магматической камере и физико-химические условия постмагматической флюидной дистилляции.

Проведена генетическая типизация гидротермалитов УТРМУ, сформированных в два крупных этапа – малопродуктивный метаморфогенно-гидротермальный (додайковый и догранитный) и продуктивный магматогенно-гидротермальный (постгранитный), совместное проявление которых определяет облик рудного узла и его высокие перспективы.

Помимо самородного золота в рудах были установлены сульфидные и интерметаллические соединения благородных металлов: а) золотосодержащие –

золотовисмутовый сульфид AuBi_2S_4 (джонасонит), мальдонит Au_2Bi , юаньцзинит AuSn ?, ауристибит AuSb_2 , оксиды золота, сурьмы и висмута, петровскант AuAgS , итенбогардит AuAg_2S_2 , амальгама AuAg и ртутистая разновидность самородного золота (до 2,5 мас.% Hg); б) серебросодержащие – густавит $\text{AgPbBi}_3\text{S}_6$, павонит AgBi_3S_5 , фрейбергит (Ag 15-18 мас.%, высоко (10-12 мас.% Ag) и низко (5-8 мас.% Ag) серебросодержащие тетраэдриты, пираргирит Ag_3SbS_3 , миаргирит AgSbS_3 , акантит Ag_2S , электрум (до 46 мас.% Ag), большая часть которых была выявлена в регионе впервые. Обосновано типоморфное значение и намечена эволюционная направленность в развитии минеральных видов золота и серебра в рудах.

Не нашли подтверждения [Альшевский и др., 2006] традиционные представления о возрастной последовательности формирования Mz_2 орогенных магматических комплексов (нера-бохапчинский комплекс «добатолитовых» малых интрузий и даек → колымские батолиты гранитоидов S-типа → басугуньинский комплекс плутонов I-гранитоидов), тесной генетической связи профилирующего Au-кварцевого оруденения с очагами нера-бохапчинских даек и его «добатолитовом» возрасте. Предложена гранитоидная рудогенетическая концепция формирования золотого оруденения в Утинском узле, считавшегося прежде типичным «добатолитовым» и классическим «дайковым». На основе U-Pb SHRIMP датирования рудовмещающих интрузивных тел показана принципиальная одновозрастность нера-бохапчинских даек и гранитоидных плутонов колымского комплекса, а также однозначно устанавливаемый «постбатолитовый», постгранитный возраст промышленно значимого золото-кварцевого оруденения в Утинском узле.

Основные защищаемые положения. В работе сформулированы и обосновываются следующие основные положения:

Первое. Утинский золотоносный узел представляет долгоживущую, приуроченную к зоне скрытого протяженного разлома, генетически единую продуктивную рудно-магматическую систему, которая развивалась синхронно и в связи с плутоническим метаморфизмом и орогенным гранитоидным магматизмом в возрастном интервале 155-120 млн лет, при пике магматической активности в период 150 ± 2 млн лет.

Второе. Золоторудные образования узла представлены пятью взаимно-связанными структурно-морфологическими типами проявлений: минерализованные дайки, кварцевые жилы в терригенных толщах, минерализованные зоны дробления осадочных пород, штокверки с золото-кварцевой минерализацией в штоках гранитоидов, жилы и штокверки с золото-редкометалльной минерализацией в плутонах и роговиках. Они принадлежат к двум минералого-геохимическим типам объектов – Au-висмутовому (золото-редкометалльному), пространственно приуроченному к интрузиям гранитоидов, и Au-сульфидно-сульфосольному (золото-кварцевому), преимущественно распространенному на удалении от интрузивов, что предопределяют существование двух главных минерогенетических зон, перспективных на обнаружение промышленного оруденения.

Третье. В размещении золотого оруденения установлена латеральная минералого-геохимическая зональность относительно выходов гранитоидов басугуньинского комплекса, интерпретируемая как отражение вертикальной зональности над нескрытой частью крупного интрузива. Пространственная локализация разнотипных золоторудных объектов и их минералого-геохимические особенности обусловлены существованием гранитоидного очага и последовательностью отложения руд из глубинного эволюционирующего золотоносного флюида в объеме конвективной ячейки, сформированной над ним.

Практическая значимость исследования. Изложенные в работе данные опровергают широко распространенные представления о «догранитном» возрасте золотого оруденения в Утинском узле, нацеливают практическую геологию на переоценку прежде считавшихся низко перспективными площадей широкого развития гранитоидных плутонов и штоков басугуньинского комплекса.

Выделены зоны развития золотого оруденения: околонитрузивная и удаленная. Дана их минерагеническая характеристика, положенная в основу интерпретации природы геохимических аномалий (поиски масштаба 1:50 000, ПГО «Севостгеология», г. Магадан, 1981-1983 гг.), подтвержденная соответствующим актом внедрения.

В результате работ в пределах узла установлен ряд новых рудопроявлений золото-редкометалльного и золото-кварцевого минералого-геохимических типов, а также большое объемное штокерное месторождение золота Дарьял-2 (защищено актом внедрения разработок и частично изучено буровой и горной разведкой, опытной эксплуатацией).

Автором также выполнен локальный минералого-геохимический прогноз промышленного оруденения на глубину в ранее эксплуатировавшемся (дайка № 7) и в слабо разведанном (дайка № 6) рудных телах, существенно увеличивающий оценку прогнозных ресурсов Утинского месторождения. Обоснованы высокие перспективы месторождения Дарьял-2.

Апробация работы. Использованные в работе результаты исследований, а также сформулированные защищаемые положения в разные годы по частям или в целом рассматривались на заседаниях Ученого совета СВКНИИ и его геолого-геофизической секции, представлялись на многочисленных (более 20) академических и специализированных профессиональных совещаниях всесоюзного и регионального уровней в том числе: на Всесоюзной научной сессии по проблеме «Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений», г. Улан-Удэ, 30 авг.-1 сент. 1983 г.; Пятом годичном собрании Сев.-Вост. отделения ВМО «Минералы и минеральные парагенезисы пород и руд Северо-Востока СССР», г. Магадан, 17-18 янв. 1984 г.; Региональном совещании по термобарометрии и геохимии «Термобарогеохимия эндогенных процессов», г. Благовещенск, 14-16 сент. 1984 г.; Втором Всесоюзном совещании «Генетические модели эндогенных рудных формаций», г. Новосибирск, 27-29 нояб. 1985 г.; Шестом годичном собрании Сев.-Вост. отделения ВМО «Геология и рудоносность Севера Дальнего Востока», г. Магадан, 15-17 июня 1986 г.; Школе-семинаре Амур. отделения ВМО «Магматизм, флюиды и оруденение», г. Благовещенск, 12-13 июня 1987 г.; Всесоюзном совещании «Изотопное датирование эндогенных рудных формаций (XXIV сессия)», г. Тбилиси, 12-18 нояб. 1990 г.; Девятом годичном собрании Сев.-Вост. отделения ВМО «Геологическое строение, магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Азии», г. Магадан, 26-28 февр. 1997 г.; Четвертом Региональном петрографическом совещании по Северо-Востоку России «Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии», г. Магадан, 4-6 апр. 2000 г.; Региональной научно-практической конференции (Билибинские чтения) «Геология и металлогения Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий», г. Магадан, 16-18 мая, 2001 г.; региональных конференциях «Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России», г. Магадан, 28-30 нояб. 2006 г. и «Золото северного обрамления Пацифика», г. Магадан, 10-14 сент. 2008 г. и др.

По теме диссертации опубликовано самостоятельно и в соавторстве более 20 работ, в том числе одна коллективная монография и 5 статей в рецензируемых журналах.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 5 глав и заключения; содержит ~~269~~ страниц текста, ~~60~~ иллюстраций, ~~40~~ таблиц приложения ~~3~~ и включает список использованной литературы из ~~121~~ наименований.

Благодарности. Большая часть исследований по теме диссертации была выполнены автором в творческом коллективе с участием акад. РАН В.И.Гончарова, к.г.-м.н. В.В.Ворцепнева под общим методическим руководством академика Н.А.Шило.

Проблемные вопросы по теме данной работы в разные годы с различной степенью детальности обсуждались с акад. Н.А.Шило, акад. В.И.Смирновым, чл.-корр. РАН А.А.Сидоровым, д.г.-м.н. Ф.Р.Апельциным, д.г.-м.н. В.А.Буряком, д.г.-м.н. Н.В.Петровской, д.г.-м.н. М.С.Сахаровой, д.г.-м.н. Г.Н.Гамяниным, д.г.-м.н. В.Г.Хомичем, д.г.-м.н.

В.И.Шпикерманом, д.г.-м.н. А.В.Волковым, кандидатами наук Б.Б.Евангуловым, В.Д.Аксеновой, С.В.Сендеком, И.А.Панычевым, А.И.Федотовым, Б.О.Иванюком, Г.Х.Буляковым, Б.С.Андреевым, чьи замечания и пожелания были учтены нами с благодарностью.

В СВКНИИ ДВО РАН исследования автора постоянно поддерживались докторами и кандидатами наук Н.Е.Саввой, Ю.Я.Ващиловым, В.Я.Борходоевым, Р.А.Ереминым, Л.И.Измайловым, В.И.Найбородиным, А.П.Миловым, А.П.Соболевым, В.А.Приставко. В совместных исследованиях и в обсуждении материалов участвовали Р.Б.Умитбаев, О.В.Бабайцев, Г.Л.Мальцев, Д.Н.Сафронов, В.Г.Шахтыров, Вл.К.Козлов, С.В.Ворошин, Е.Э.Тюкова, В.А.Сидоров, И.С.Литвиненко, Ю.Ф.Нехорошков, А.Д.Люскин, И.А.Давыдов.

Особая благодарность автора М.Л.Гельману – крупнейшему специалисту в области магматической геологии и регионального метаморфизма, а также моим научным руководителям чл.-корр. РАН, профессору Н.А.Горячеву и зав. лаборатории петрологии и изотопной геохронологии СВКНИИ, к.г.-м.н. В.В.Акинину.

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК УТИНСКОГО ЗОЛОТОНОСНОГО УЗЛА

Основы современных представлений по геологии и металлоносности рассматриваемого района были заложены Ю.А.Билибиным, А.П.Васьковским, М.И.Коньчевым, П.И.Скорняковым, И.Р.Якушевым, Н.А.Шило, Ф.Р.Апельциным, М.Л.Гельманом, В.А.Титовым, В.Е.Литвиновым, И.А.Панычевым, Б.И.Мальковым, Б.А.Трухиным, С.А.Горбуновым и многими другими геологами.

Территория узла находится в осевой части юго-восточной ветви Иньяли-Дебинского синклинали (ИДС) (рис. 1). Она сложена морскими терригенными толщами юры (верхоянский комплекс), метаморфизованными от нижних до средних ступеней зеленосланцевой фации и интенсивно кливажированными, смятыми в линейные складки, прорванными многочисленными протяженными дайками основного-среднего и кислого состава и гранитоидными плутонами Утинской группы массивов [Геология СССР, 1970].

Общая мощность юрских отложений, представленных в районе нижним и средним отделами, составляет порядка 2000 м.

Полезные ископаемые рассматриваемого узла представлены практически исключительно рудным (отработанное месторождение Утинское) и россыпным (россыпи р. Утиная, руч. Холодный, Юбилейный и др., также отработанные) золотом.

Утинское золоторудное месторождение – эталон дайковых месторождений золота в регионе [Фирсов, 1957]. За годы эксплуатации – 1935-1956 гг. из недр этого месторождения подземным способом было извлечено и переработано около 2 млн. тонн товарной руды с суммарным запасом золота 10264,8 кг, при среднем содержании металла в руде 5,6 г/т (А.С.Оганезова, 1956 г.). Главное рудное тело – дайка № 7 на центральном его отрезке детально освещена поверхностными и подземными выработками на расстояние 6,5 км по простиранию, в вертикальном интервале около 700 м. Месторождение до сих пор является наиболее разведанным на Северо-Востоке России. Помимо основного эксплуатировавшегося месторождения (минерализованной дайки № 7) в пределах рудного узла известно значительное количество других, в меньшей степени разведанных даек: № 6, № 13, Красивая и др. С дальнейшим углубленным изучением золотоносных даек (доразведкой известных, выявлением и оценкой новых), по мнению большинства исследователей, связаны основные перспективы Утинского золоторудного узла.

Россыпные месторождения золота. В настоящее время все из эксплуатировавшихся в разное время 15-ти аллювиальных россыпей полностью отработаны. Всего добыто более 30 тонн золота.

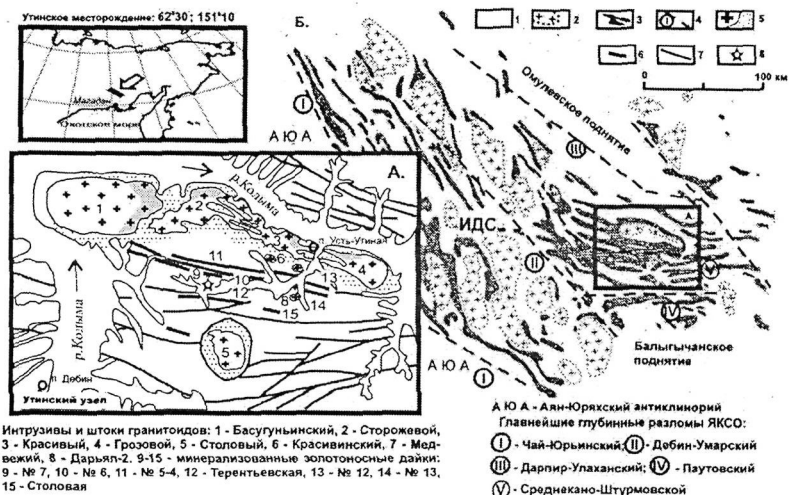


Рис. 1. Позиция Утинского узла (А) в региональных геолого-геофизических структурах Центрально-Колымского региона (Б): А - по [Шило и др., 1988], Б - по [Измайлов, Чехов, 1971] с незначительными изменениями. Условные обозначения: 1 - вмещающие структуры Яно-Колымской складчатой области (ЯКСО); 2 - интрузивы орогенных гранитоидов; 3 - аномалии магнитного поля; 4 - главнейшие глубинные разломы; на врезке: 5 - рудоносные гранитоиды басугуньинского комплекса и роговики; 6 - минерализованные дайки; 7 - разломы; 8 - Утинское золоторудное месторождение.

Из этих россыпей к разряду крупных может быть отнесена россыпь р. Утиная вместе с ее головной частью - россыпью руч. Юбилейный, в сумме обеспечившие 62% добытого металла. К средним по запасам относится россыпь руч. Холодный, давшая 21% добытого золота. Четыре другие - россыпи руч. Дарьял, Гранитный, Перспективный, Глубокий были мелкими (13% от итоговой добычи металла) и остальные весьма мелкими (4% золота от добытого). Для всех россыпей характерно золото преимущественно мелких и тонких классов, при практически полном отсутствии сколько-нибудь значительных самородков.

ГЛАВА 2. ИНТРУЗИВНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ УТИНСКОГО РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОГО УЗЛА

Магматические образования узла традиционно объединяются в два региональных интрузивных комплекса: I - нера-бохапчинский («добатолитовых» даек), II - басугуньинский (или комплекс гранитоидных плутонов повышенной известковистости) и являются для выделенных комплексов петротипическими [Геология СССР, 1970].

Нера-бохапчинский комплекс «добатолитовых» даек. Все без исключения дайки комплекса (рис. 1А) имеют субсогласное северо-западное - до субширотного - простирание по азимуту 275-295° и крутое (75-90°) падение на юго-запад. По степени изученности, протяженности и рудоносности лидируют две сближенные параллельные дайки - № 7 и № 6. Расстояние между ними 500-600 м. Они прослежены по простиранию на 16 км. Сравнительно маломощная (1-2 м) дайка № 7 диоритовых порфиритов выполняет правильную и прямолинейную зону разлома, образуя в ней единое плитообразное тело, осложненное многочисленными пережимами, раздвоениями и ветвлениями. Более мощная (6-8 метров) дайка № 6 сложена гранит-порфирами. На всем протяжении она сопровождает

и многократно пересекает более раннюю дайку диоритовых порфиров Южную, внедряющуюся в ту же зону разлома до нее.

Басугунийский комплекс. Представлен пятью сближенными массивами, наиболее крупным из которых является одноименный петротипический. С ним связаны мелкие массивы: Сторожевой, Красивый, Грозовой, Столовый, а также значительное количество еще более мелких штоков – Гайский, Дарьяльский, Версальский, Красивый и др., являющихся спутниками более крупных тел. Вместе с роговиками они занимают около половины площади Утинского узла. Гранитоиды прорывают интенсивно дислоцированные ниже-среднеюрские терригенные и вулкано-терригенные толщи верхоянского комплекса, вскрытые эрозией на глубину не более 1,5-2,0 км, т.е. являются образованиями малоглубинными. В строении всех массивов участвуют две интрузивные фазы: I – диориты (габбро-диориты) – кварцевые диориты и II – гранодиориты – адамеллиты. Вторая фаза, является резко доминирующей по объему.

Достоверные геологические наблюдения взаимоотношений интрузивных тел нерабохапчинского и басугунийского комплексов (в большинстве случаев в Утинском узле пространственно разобщенных) отсутствуют. Вместе с тем, петрографическая близость пород диорит-кварцеводиоритовых ранних фаз гранитоидных плутонов и нерабохапчинских даек соответствующего состава практически всегда рассматривалась как свидетельство более древнего – «догранитного» геологического возраста всего дайкового комплекса.

О «золотоносных» добатолитовых малых интрузиях (нерабохапчинский комплекс) и их металлогеническом значении.

Ю.А.Билибин был сформулирован, а другими геологами (А.П.Васьковским, М.И.Коньчевым, П.И.Скорняковым, Ф.Р.Апельциным, В.Т.Матвеевым) в различной степени развиты получившие широкую известность петрологические и металлогенические представления о глубинной золотоносной диоритовой формации даек и малых интрузий, характеризующих позднегеосинклинально-раннеорогенный – (добатолитовый) этап развития Яно-Колымской провинции, надолго определившие стратегию и тактику геолого-поисковых работ на золото в регионе [Геология СССР, 1970]. Однако известные ранее и вновь установленные факты по геолого-генетической характеристике этих интрузий не позволяют нам рассматривать дайки, как это все еще нередко принято [Соболев, Колесниченко, 1979; Котляр и др., 2001; Жуланова и др., 2007 и др.], как образования «доскладчатые», «добатолитовые», исключительно диорит-кварцеводиоритовые. Приводимая в диссертации сводная геолого-генетическая характеристика даек нерабохапчинского комплекса включает сведения о: 1) размерах и особенностях морфологии дайковых тел; 2) соотношениях даек со складчатыми структурами; 3) текстурах и структурах пород и их других петрографических особенностях; 4) химическом составе и геохимических особенностях пород; 5) акцессорной минерализации; 6) изотопно-геохимической характеристике и абсолютном возрасте пород [Альшевский и др., 2006].

Показано, что золотоносные дайки Утинского узла – № 6, № 7, № 13 и другие (рис. 1), являясь в генеральном плане протяженными (до 16,5 км), в достаточной степени прямолинейными плоскостными телами, на локальных участках в первые метры – первые десятки метров нередко демонстрируют большое разнообразие объемно морфологических форм: от простых плито- и четкообразных до прихотливых ветвящихся и паукообразных, трубообразных («пальчиковых»). В большинстве случаев, они сложены интенсивно рассланцованными разностями пород, а их контакты тектонически сорваны. Генетическая природа сложных морфологических особенностей даек заключается, с одной стороны, в динамическом взаимодействии напорных магматических струй различной вязкости с вмещающими породами, с другой, и это, по-видимому, распространено в большей степени, в динамо-метаморфических преобразованиях – будинаже, тектоническим разлинзовании,

выклинке и перетекании вещества с образованием скученных раздувов в условиях стресса. Однако, для оценки геологического возраста даек, представляется крайне важным, то, что все вариации их формы не выходят за пределы зон дайковмещающих разломов, представляющих весьма правильные сколовые трещины, рассекающие складчатые структуры (независимо от их ориентировки и степени напряженности), т.е. образования отчетливо постескладчатые.

Петрографические и петрогеохимические исследования даек показывают, что среди них распространены гипабиссальные горные породы различной основности – от микрогабброидов до гранодиорит и лейкогранит-порфиров. Превалируют средние по составу породы, преимущественно диоритовые порфиристы, и развившиеся по ним ортосланцы. В дайковых породах помимо вполне обычных, эпигенетических сульфидов гидротермального генезиса - пирротина, пирита и арсенипирита, образующих тонкую рассеянную вкрапленность, акцессорные минералы представлены ильменитом, цирконом и апатитом, среди которых присутствуют: муассонит, хромшпинелиды, пирроп-альмандиновый гранат, интерметаллиды и самородные металлы – медь, природная латунь, минерал Cu_3Al , Fe-сплавы (магнитные шарики) и другие [Альшевский и др., 1986; Гамянин и др., 2003]. Широко развит, как это впервые показано М.Л.Гельманом (1956 г.), позднематматический графит - от мелких (5-10 мкм) разрозненных чешуек и их струйчатых скоплений до крупно (до 5 см) желваковых стяжений, свидетельствующий о широком участии ювенильной углекислоты и резко восстановительных условиях кристаллизации расплавов.

Для определения возраста дайкового комплекса, помимо наших ранних К-Аг исследований [Альшевский, 2000; Альшевский, Люскин, 1990], было проведено U-Pb SHRIMP датирование пород по акцессорным цирконам [Акиннин и др., 2006; Альшевский и др., 2006]. Датирование показало, что для всех исследованных дайковых пород вне зависимости от прежних ([Котляр и др., 2001], рис. 2) ранне-среднеюрских датировок (187-170 млн лет) были получены близкие геологически непротиворечивые возрастные характеристики, укладываемые в интервал 153-150±2 млн лет (табл. 1). Полученные SHRIMP-даты циркона, характеризующие период глубинной субликвидусной кристаллизации исходных расплавов, отвечают времени внедрения даек, соответственно в конце киммериджа - начале титона (первая половина позднечуевской эпохи). В свою очередь, приведенные в табл. 1 U-Pb SHRIMP-даты циркона из колымских плутонов Чьорго и М. Анначаг также свидетельствуют, что абсолютный возраст этих классических колымских батолитоподобных интрузий равен 151-149 млн лет. Таким образом, изученные дайки и крупнейшие из колымских гранитоидных массивов синхронны [Альшевский и др., 2006], что подтверждается и на других участках Главного батолитового пояса Северо-Востока Азии [Акиннин и др., 2009].

Имеющиеся Ag-Ag даты золото-кварцевых руд «дайковых» месторождений [Ворошин, 2005] значительно – на 10 и более млн лет – моложе нера-бохалпинского комплекса, что не позволяет считать «дайковые» магмы, как это определяли Ю.А.Билибин (1955 г.), Ф.Р.Апельцин (1958 г.), В.Т.Матвеев (1961 г.) и др., «напрямую» ответственными за формирование Au-месторождений в Утинском узле. Однако даты окончательного остывания гранитоидных плутонов басугуньинского комплекса (Ag-Ag-метод, 147 и менее млн лет), убедительно подтверждают справедливость гранитоидной рудогенетической модели [Шило и др., 1988] в ее наиболее полном плутоно-метаморфическом варианте [Гельман, Горячев, 1997; Гельман, 2000; Горячев, 2003].

Басугуньинский интрузивный комплекс: геология, вопросы генезиса и рудоносности гранитоидных интрузивов.

Мелкие (до 100 км²) плутоны и штоки гранитоидов басугуньинского комплекса играют важную роль в геологическом строении ведущих золотоносных структур Центрально-

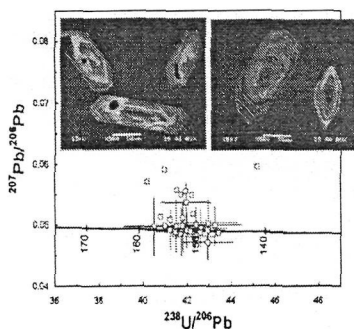
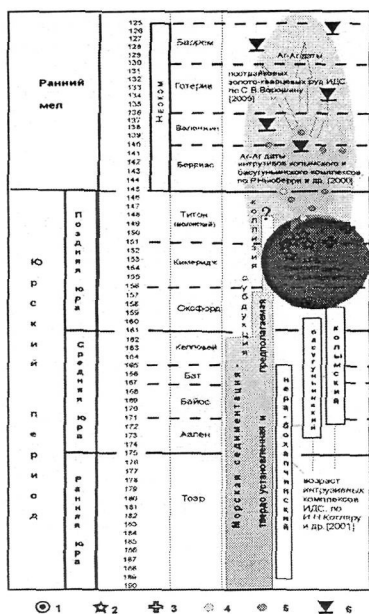


Рис. 2. Положение датированных даек и плутонов на схеме позднемезозойской геохронологической эволюции восточной части Центрально-Колымского региона (Иньяли-Дебинский синклиорий). Справа – диаграмма Тера-Вассербург для исследованных акцессорных цирконов с изображением зональности цирконов в катодолюминесцентном излучении. Условные обозначения: 1-3 – SHRIMP-даты цирконов из пород массива Столовый (1), рудоносных нерабохалчинских даек и штока басугунинских гранитоидов Дарьял-2 (2), высокоглиноземистых гранитов массивов Чьорго и М. Анначаг (3) по [Акинин и др., 2006, 2007; Альшевский и др.,

2006]; 4-6 – Ar-Ag-даты гранитоидов басугунинского (4) и колымского (5) комплексов и золото-кварцевых руд (6); по [Ньюберри и др., 2000; Ворошин, 2005].

Колымского региона, особенно заметную в Утинском узле (см. рис. 1А). По строению и составу, это преимущественно двухфазные, с незначительной (до 10-20%) долей ранней базит-кварцеводиоритовой составляющей (фаза I); как согласные с региональной складчатостью (Басугунинский, Сторожевой и другие массивы Приколмынской цепи), так и отчетливо дискордантной к ним (Столовый). Они сложены однотипными амфибол-биотитовыми адалеллитами-гранитами главной фазы II. В краевых и апикальных частях тел преимущественно распространены их мелано-кратовые (до гранодиорита-кварцевого диорита) разности. Массивы Басугунинский, Сторожевой и др. обладают крутыми и субвертикальными северными и пологими (до 45° и менее) южными контактами, погружающимися под Утинское месторождение. По геофизическим данным, они совместно с интрузивом Столовый представляют собой апикальные выступы крупного слабоскрытого массива, подчеркивая своеобразное (надинтрузивное) положение Утинского золоторудного узла в провале кровли этого гранитоидного плутона. Во всех интрузивах выделяется в различной степени развитый заключительный жильный комплекс III, представленный телами аплитов, пегматитов и многочисленными, преимущественно маломощными, существенно кварцевыми прожилками и жилами с редкометальной и золото-редкометальной минерализацией. Эти образования локализованы, главным образом, в эндоконтактовой зоне интрузивов, а также за пределами массивов – в роговиках. Кварцево-жильные образования, аплиты и пегматиты в большинстве случаев развиты совместно и нередко тяготеют к одним и тем же трещинам, где устанавливаются их взаимные переходы, при в целом более позднем возрасте жильного, в том числе и рудоносного кварца.

Абсолютный возраст басугунинских адалеллитов оценивается неоднозначно [Альшевский, 2000; Котляр и др., 2001] (см. рис. 2). В настоящее время мы считаем

Таблица 1. РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb SHRIMP-RG ДАТИРОВАНИЯ «ДОБАТОЛИТОВЫХ» ДАЕК И ГРАНИТОИДНЫХ ПЛУТОНОВ ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЫМСКОГО РЕГИОНА (по аксессуарным магматическим цирконам) [Акинин и др., 2006; Альшевский и др., 2006; Акинин и др., 2009]

Название плутона, штоки дайки	Горная порода	Расчетные данные				Автор коллекции, № пробы	
		Возраст, млн. лет	СКВ О	Р	N		
рудноносные дайки	Терентьевская (I)	гранит-порфир	150,2±1,6	1,11	0,35	7/7	А.В.Альшеевский 30/A-82
	Среднеканская (I)	кварц. диорит	151,9±2,3	0,96	0,33	14/15	тоже, 1732/A-82
	Мощная (I)	лейко-гранит-порфир	152,1±1,6	1,12	0,35	7/7	тоже, 493/A-81
	Туманинская (I)	адамеллит-порфир	152,3±1,7	1,50	0,22	10/10	тоже, 771/A-82
Малый Анначаг (II)	биотитов. высокогл. гранит	148,9±0,87	0,47	0,49	8/15	В.А.Шишкин; 4529	
Чьорго (II)	тоже	151,3±0,7	0,86	0,50	10/10	тоже, 557	
Дарьял-2 (III)	адамеллит-порфир	151,5±2,8	0,79	0,37	6/6	А.В.Альшеевский 260/A-81	
Басугунынский (III)	амфибол-биотит. адамеллит	150,0±1,6*	1,60	0,20	9/10	Т.Б.Русакowa, Б-3	

Примечание. I-III – датированные интрузивные комплексы: нера-бохапчинский (I), колымский (II) и басугунынский (III). Датировки проведены на SHRIMP-RG в микроаналитическом центре Стэнфорд-USGS, Калифорния. Аналитик В.В.Акинин. СКВО – среднеквадратичное отклонение, P – вероятность, N – количество анализированных зерен. * – [Кузнецов и др., 2008].

надежно обоснованным позднемридский-титонский возраст басугунынского комплекса, определенный U-Pb SHRIMP-RG методом [Акинин и др., 2006] по пробам циркона для пород Дарьяльского штока – 151,7±1,7 и петроплического Басугунынского массива – 150±1,6 млн лет (табл. 1). В его составе присутствуют инициальные (157±2 млн лет) глубинные фазы адамеллита с магматическим ($I_0 = 0,704-0,706$) первичным составом стронция [Альшевский и др., 2006].

Схема размещения золотоносности в Утинском узле (рис. 3) иллюстрирует, а данные детальных геологических, минералого-геохимических и термобаро-геохимических исследований указывают на достаточно тесные, вероятно генетические, связи эволюционирующей гранитоидной магмы изученных интрузивов и ассоциирующего с ними специфического гранитогенного золото-редкометального оруденения [Шило и др., 1988; Гамянин и др., 2003]. Эта практически постоянно устанавливаемая ассоциация заключительных жильных комплексов гранитоидных плутонов и золото-редкометальной минерализации, а также обосновываемые нами генетические связи золото-редкометальных и золото-кварцевых руд положены в основу гранитоидной модели генезиса золотого оруденения в Утинском узле в целом.

По химическому составу гранитоиды главной фазы всех изученных Утинских массивов однотипны. Содержание SiO_2 в них колеблется в пределах 67-70 мас.%, что соответствует адамеллиту – меланократовому граниту; породы нормальной щелочности ($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ составляет 6-8 мас.%), преимущественно натри-калиевые ($\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$) и умеренно глиноземистые. Это типичные немагматные гранитоиды ильменитовой I серии, с достаточно высокими (1120-800°C) температурами кристаллизации пород и K/Rb отношениями (250-

370, до 470-680), с набором высокобарических (альмандиновый гранат, хамрабаевит?, муассонит) и восстановленных (троилит, силициды Fe группы зюссита, графит, самородное железо и другие самородные металлы и сплавы) минералов и слабоизученных фаз акцессорного комплекса минералов [Альшевский, Ворцетшев, 1984; В.В.Попова, 1985 г.; Шилов и др., 1988; Гамянин и др., 2003], что свидетельствует о глубинном, нижнекоровом зарождении адамеллитовых расплавов, при активном участии мантийного восстановленного флюида [Гельман, 2000; Горячев, 2003].

Все это позволяет нам принять при дальнейших рудогенетических построениях плутоно-метаморфическую модель глубинного нижнекорового происхождения крупных рудно-магматических ареалов Яно-Колымской провинции [Гельман, 2000, 2003; Горячев, 2003], адаптируя ее для целей и задач крупномасштабного прогнозирования в рассматриваемом Утинском узле.

ГЛАВА 3. ЗОЛОТОНОСНЫЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ: СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГОО- ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ, ЗОНАЛЬНОСТЬ В ИХ РАЗМЕЩЕНИИ

В развитие представлений о полигенном генезисе месторождений гидротермальных золотых руд [Шилов и др., 1985], вся совокупность проявлений золото-кварцевого оруденения УТРМУ рассматривается нами как сформированная в течение двух главных минералообразующих циклов (этапов): I. Более раннего метаморфогенно-гидротермального – синкинематического (соскладчатого), доинтрузивного и в целом, по-видимому, слабо золотоносного; II. Более позднего магматогенно-гидротермального – постскладчатого, постинтрузивного (постмагматического) и промышленно важного (рис. 3).

Минерализация метаморфогенно-гидротермального этапа образует обширные ареалы преимущественно из слабозолотоносных мелких зон и участков (с содержаниями Au много менее 1 г/т) сульфидизированных терригенных пород верхоянского комплекса (нижняя-средняя юра), включающих линзовидные жилы, желваки, прожилки кварцевого и хлорит-серпентин-кварцевого состава, контролирующиеся складчатыми разрывными нарушениями и зонами динамотермального метаморфизма. Широкое развитие ксенолитов метаморфогенного кварца, устанавливаемое в магматических породах [Альшевский, 1982], убедительно свидетельствует о «догранитном» и «додайковом» геологическом возрасте этих образований.

Гидротермальная минерализация магматогенно-гидротермального этапа представлена в различной степени золотоносными (с содержаниями Au от следов до 3275,4 г/т) образованиями двух важных минералого-геохимических типов руд: золото-редкометального и золото-кварцевого. Помимо хорошо известных, протяженных (до 16 км) линейных промышленно золотоносных штоков в дайках, оруденение также представлено тесно пространственно с ними связанными рудными телами других структурно-морфологических типов: кварцево-жильного, минерализованных зон дробления осадочных пород, прожилково-жильных зон и штоков в плутонах и роговиках, штоков в спателлитных штоках изверженных пород (гайский тип золоторудных месторождений, по Н.А.Шилов, 1960 г.). Перспективы последнего типа, выделенного в узле впервые, представляются весьма значительными.

Золото-кварцевое оруденение

Наиболее масштабное развитие рудообразующих процессов в УТРМУ имело место в полосе шириной 1,0-1,5 км вдоль Главной зоны, протягивающейся с востока на запад на 35 км. Основу этой зоны составляют два гигантских линейных мегаштока, приуроченных к деформированным дайкам № 7 и № 6. В детально разведанном и в значительной части отработанном в приповерхностной части интервале дайки № 7 (участки № 7-10, рис. 3, рис. 4, месторождение Утинское) рудные тела представляли собой интенсивно минерализованные породы с густой сетью бессистемных, преимущественно

маломощных (до 5-10 см), невыдержанных и ветвящихся прожилков кварцевого и альбит-кварцевого состава с переменными количествами гидрослюд и FeMgCa карбонатов, импрегнированных мелкой вкрапленностью пирита, арсенопирита, рудных минералов продуктивного комплекса—сульфидов и сульфосолей полиметаллов и сравнительно крупного самородного золота. Распределение оруденения крайне неравномерное—от 1 г/т до многих сотен г/т даже в соседних сечениях. В среднем, содержание золота по отдельным рудным столбам (рис. 4) составляло 4-15 г/т, реже—50-100 г/т. При эксплуатации рудников были характерны невысокие содержания 5-7 г/т на мощность дайки 0,8-1,1 м [П.И.Скорняков, 1955 г.; А.С.Оганезова, 1956 г.].

За контуром отработок, на запад от руч. Юбилейного минерализация в дайке № 7 прослеживается еще на 9 км (рис. 3) и этот интервал, разведанный еще очень слабо, судя по наличию богатых россыпей в руч. Перспективном и Гранитном, является перспективным на обнаружение промышленных значимых руд.

Большееобъемное штокверковое проявление золото-кварцевых руд Дарьял-2 (рис. 3), установленное нами, отличается от линейного штокверка дайки № 7 значительными

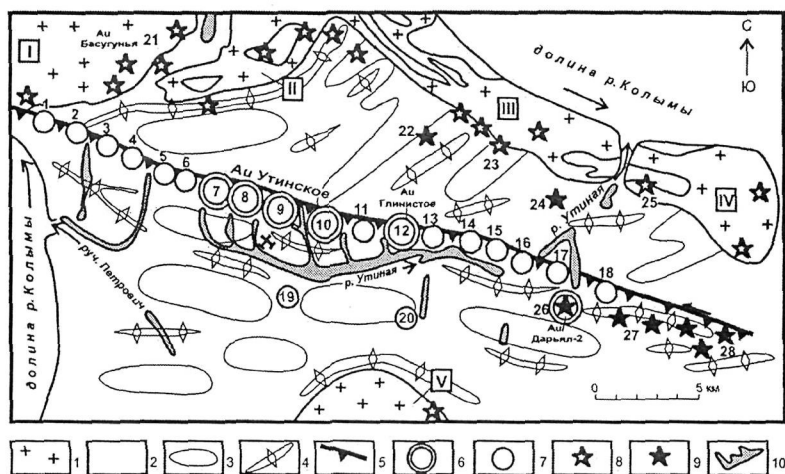


Рис. 3. Схема размещения рудной и россыпной золотоносности в Утинском рудно-магматическом узле (составлена автором с учетом всех выполненных ранее (1932-91 гг.) геологических исследований на данной площади).

Основные обозначения: 1 – гранитоидные массивы: I – Басугуньинский, II – Сторожевой, III – Красивый, IV – Грозовой, V – Столовый; 2 – вмещающие нижне-среднеюрские терригенные толщи (верхоянский комплекс); 3-4 – складчатые структуры: 3 – ядра брахисинклиналей, 4 – оси линейных антиклиналей; 5 – зона Утинского дайко- и рудовмещающего взбросо-сдвига (Главная рудоносная зона Утинского узла); 6 – участки разработки золотых руд; 7-9 – золоторудные проявления и участки различных типов: 7 – дайковые золото-кварцевые, 8 – прожилково-жильные и штокверковые золото-редкометалльные, 9 – штокверковые золото-кварцевые; 10 – промышленные аллювиальные россыпи золота. Месторождения и золоторудные участки: 1 – участок Северо-Западный; 2 – Вторая Басугуня (Au-кварцевое); 3 – Гранитный; 4 – верховья руч. Горелого; 5 – Перспективный (левобережный); 6 – истоки руч. Климич; 7-10 – Утинское месторождение: 7 – участок Юбилейный, 8 – Кварцевый, 9 – Заманчивый, 10 – Холодный; 11 – Глубокий; 12 – месторождение Глинистое; 13 – участок руч. Ударный-Бабай; 14 – рудопроявление Красивое I (правобережное); 15 – участок Красивый II (левобережное); 16 – пойма р. Утиной (дайка Красивая); 17 – рудопроявление Сурьянное (дайка № 13); 18 – рудопроявление Дарьял (5-я шахта); 19 – дайка Терентьевская; 20 – дайка Столовая; 21 – рудопроявление Басугуня (Au-редкометалльное); 22 – шток Красивый; 23 – Красивое (Au-редкометалльное); 24 – шток Медвежий; 25 – Версаль; 26 – шток Дарьял-2; 27 – Прощание I (левобережное); 28 – Прощание II (правобережное).

параметрами рудоносной площади (табл. 2), при в целом близких к рассмотренным особенностям оруденения и технологическим характеристикам руд [Шило и др., 1988; М.С.Мельникова, 1990 г.; А.В.Плотников, 1990 г.]. На этом месторождении интенсивно березитизированные адамеллит- и гранит-порфиры одноименного штока гранитоидов басугунинского комплекса рассечены разветвленной сетью тонких (первые мм – первые см) существенно кварцевых и гидрослюдисто-кварцевых прожилков, образующих серии вытянутых, часто ветвящихся, зон преимущественной северо-западной-субмеридиональной ориентировки. В березитах и прожилках развито вкрапленное (арсенопирит, пирит, сульфиды и сульфосоли Pb и Cu, золото самородное), крайне неравномерно распределенное золотое оруденение.

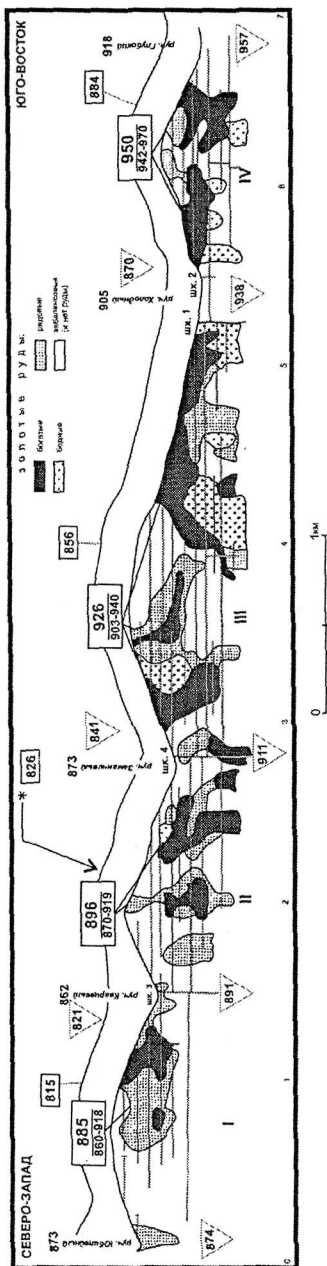
В предварительно оцененном нами участке штокверка размером 200х40 метров, расположенном в восточной части штока, содержание золота по данным 70 проб метасоматитов, проанализированных пробирным методом, составляло от 0,1 до 27,8 г/т. В отдельных пробах жильного кварца содержания золота определены в 242,9 и 265,4 г/т. Среднее содержание в блоке, без учета этих проб, составило 2,8 г/т [(В.И.Гончаров и др., 1983 г.); Акт внедрения, 1983 г.].

Обследованный участок (8000 м²) составляет небольшую (не более 1/25) часть площади штокверка, на которой редкой сетью копушного опробования нами устанавливались

Таблица 2. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ УТИНСКОГО УЗЛА

Типы	Параметры и характеристика оруденения					Примеры объектов
	Протя- жен- ность	Мощ- ность	Глубина распрост- ранения	Сульфидность и состав руд	Содер- жание золота	
I дайки	1-3 до 16 км	от 0,5- 1,5 до 6-10 м	700 м* и более	до 1-2%, метасома- титы 50-90%, кварц, альбит, карбонаты, мусковит	5-10 до сотен г/т	Утинское, Глинистое, Сурьяманое
II жилы	10-20 до 500 м	0,1-1,0 до 4,0 м	нет данных более 300 м	тоже, кварц – 90- 95%, хлорит, муско- вит, карбонаты	до 1-2 г/т	многочисл. жилы по всей пло- щади узла
III зоны	300- 400 м до 2,5 км	до 20 м	тоже	тоже, метасома- титы 50-95%, кварц, хлорит, карбонаты	1-2 г/т, редко до 100 г/т	зоны вдоль Утинского и других глубинных разломов
IV	отдельные жилы до 20 м до 0,5 м штокверки 10х100 до 300х800 м		более 300 м	тоже, метасома- титы 50-90%, кварц, мусковит, карбо- наты	2-3 г/т до 500 г/т	Дарьял-2, штоки Красивый, Медвежий, Прощание
V	отдельные жилы до 100 м до 0,5 м штокверки 10х100 до 200х500 м		тоже	до 10%, метасома- титы 10-90%, кварц, турмалин, карбо- наты, цеолиты	1-2 г/т до 100 г/т**	Басугунья, Русак, Красное, Версаль

Примечание. * – достигнутая глубина отработки, остальные – по эрозийному срезу; ** – золотоносность сульфидного концентрата достигает 1400 г/т. Типы месторождений: I – золото-кварцевые дайковые, линейно-штокверковые; II – полигенные кварцевожилые в осадочных породах; III – минерализованных зон дробления и расслаивания осадочных пород; IV – большеобъемных золото-кварцевых штокверков в штоках спателлитах гранитоидных интрузивов; V – золото-редко-металлических кварцевожилых зон и штокверков в эндо- и экзоконтактных частях крупных plutонов.



знаки рудного золота. Масштабы ожидаемого
 большеобъемного золоторудного объекта на
 этой территории представляются весьма
 значительными.

Золото-редкометальное оруденение

Второй крупной зоной развития золотоносных образований в УтРМУ является южное обрамление басугунинских гранитоидных плутонов Приколымской цепи (рис. 3). Каких-либо разведочных работ на золото в этой полосе не производилось, поэтому ее минерогенический облик и сейчас представляется таким же, каким он был дан нами ранее [Акт внедрения разработки, 1984 г.; Альшевский и др., 1986] на основе материалов заверенных работ на аномальных участках, выявленных при литогеохимических поисках по вторичным ореолам рассеяния 1:50 000 (Ю.Ф. Нехорошков, 1985 г.), с учетом данных более поздних исследований [Гамянин и др., 2003].

На наиболее изученном Басугуньинском рудопроявлении (№ 21, рис. 3) оруденение сосредоточено в зоне юго-восточного контакта одноименного плутона, в полосе, шириной около 1,5-2,0 км, захватывающей эндоконтактовую зону гранитоидов, а также окружающие их роговики. Оно представлено сериями сближенных (до 0,5-1,0 м) мало-мощных (5-10 см, до 0,5 м) крутопадающих существенно кварцевых и сульфидно-кварцевых прожилков и жил преимущественного северо-восточного простирания, часто тесно переплетающихся с жилами аплитов, перматитов и

*Рис. 4. Вертикальная продольная проекция рудоносной дайки № 7 – Юбилейная в пределах горного отвода Утинского золоторудного комбината (с данными автора о пробе золота в межручьевых блоках и эродированных участках дайки). I-IV – разведочно-эксплуатационные участки: I – Юбилейный, II – Квадрешный, III – Заманчивый, IV – Холодный. Проба золота: в квадратах – средняя в блоке (числитель), пределы колебаний (знаменатель), в треугольниках – интерполированная на эродированные блоки дайки; цифры над ручьями – средняя проба золота в россыпи. По материалам А.С.Оганезовой (1956 г.) и данным автора [Альшевский и др., 1986]. * - профиль параллельной слаборазведанной дайки № 6 и проба золота в ней. Высокие ресурсы дайки – равные разведанным в дайке № 7 (15 т Au, извлечено около 10 т) определены нами по низкой валовой (интеральной) пробе золота в россыпях, складывающейся из пробы золота двух коренных источников с разной пробой золота (рис. 6А, [Гончаров, Альшевский, 1997]).*

силекситов. Отмечено, что в роговиках, в отличие от гранитов, эти прожилково-жильные рудоносные системы менее выдержанные и чаще трансформируются в прожилково-штокерковые зоны неопределенной конфигурации. Оруденение прожилково-вкрапленное, достаточно устойчивое, но в целом убогое (до 1 г/т). На этом фоне выделяются более богатые (до 100 г/т) сульфидно-кварцевые прожилки и жилы с рассредоточенной редкометальной Mo и Sn-содержащей висмута-теллуридной минерализацией. Продуктивный на золото комплекс минералов тяготеет к участкам развития вкрапленности, отдельных гнезд и линзовидных выделений ранних сульфидов, преимущественно мышьяковистого арсениопирита (+лёллингита), содержание золота в котором в исследованных трех пробах составило 1400, 870 и 800 г/т, при содержании серебра и висмута, соответственно более 680 и 100 г/т [Шило и др., 1988]. Золото в рудах преимущественно самородное и достаточно мелкое (0,1-0,5, реже более мм).

Примерно такие же характеристики имеют и другие участки развития золото-редкометального оруденения в Утинском узле (см. рис. 3).

Минералогия золотоносных образований

Наши многолетние исследования позволили создать первую достаточно полную сводку надежно диагностированных типоморфных рудных минералов группы сульфоарсенидов Ni, Co и Fe, теллуридов и сульфотеллуридов Pb и Bi; свинцово-серебряных и серебро-висмутовых сульфидов и сульфосолей, а также типоморфного для золото-кварцевого оруденения комплекса сульфидов полиметаллов, висмута-сурьмяных и собственно сурьмяных сульфосолей Ag, Cu, Fe и Pb (табл. 3).

В процессе исследований было установлено, что в пространственном распределении промышленно важного магматогенно-гидротермального золотого оруденения отчетливо проявлена латеральная минералого-геохимическая зональность относительно зон гранитоидного магматизма (см. рис. 5). Эта зональность выражена в последовательной смене (в направлении от гранитов) золото-молибденитовых, золото-теллуридно-висмутовых и других редкометальных ассоциаций иными – золото-сульфидно-полиметаллическими, золото-свинцово-медно-сурьмяносульфосольными и сурьмяно-антимонитовыми, каждая из которых характеризуется достаточно специфическими типоморфными свойствами самородного золота.

При в целом значительных различиях минералогии золото-редкометальных и золото-кварцевых месторождений, обусловленных различием в геологической обстановке их формирования (рис. 6, [Шило и др., 1988]), отчетливо устанавливается общий эволюционный геохимический профиль продуктивных ассоциаций руд с закономерной сменой типично гранитогенных элементов – олово, молибден, теллур, висмут, свинец – в первом типе, минералами с преимущественным участием свинца, цинка, меди, сурьмы и ртути – во втором (табл. 3). Широкое участие типоморфных висмута и сурьмы в обоих типах проявлений свидетельствует о них как о генетически единых магматогенных золоторудных объектах [Гамаян и др., 2003].

Установлены редкие и предположительно новые минеральные виды из группы сульфотеллуридов висмута (Bi_2Te ; $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}_3$), интерметаллидов и металлических сплавов Cu, Pb, Sn, Sb (минерал Cu_4Al , стистант и др.), гидроксид сульфидные минералы семейства точилиинита, амальгамы, интерметаллиды и сложные оксиды золота – AuHg , мальдонит Au_2Bi , ауристобит AuSb_2 , юаньцзянит AuSn ?, аурантимонат AuSbO_3 и ауробисмит $(\text{Au,Bi})_2\text{O}_3$, а также сульфидные соединения золота и серебра – золото-висмутовый сульфид AuBi_3S_4 , итенбогардит AuAg_3S_2 и петровскант AuAgS , имеющие важное генетическое значение.

Впервые, в дополнение к четырем недостаточно точно привязанным анализам химического состава самородного золота Утинского месторождения, имевшимся до работ автора (П.И.Скорняков, 1947 г.; И.Р.Якушев, 1953 г.), на представительных выборках

Таблица 3. СВОДНЫЕ ДАННЫЕ О МИНЕРАЛЬНОМ СОСТАВЕ
ЗОЛОТОНОСНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ УТИНСКОГО УЗЛА
(по [Альшевский и др., 1986; Альшевский, 1987; Шило и др., 1988] с дополнениями)

Минералого-геохимические типы оруденения	
I. Золото-редкометалльный (Au-висмут- вый)	II. Золото-кварцевый (Au-сульфидно- сульфо-сольный)
Допродуктивный комплекс минералов	
Жильные минералы	
Кварц > 90%, турмалин, флюорит, аксинит, мусковит, карбонаты, цеолиты	Кварц > 90%, альбит, хлорит, мусковит, карбонаты
Рудные минералы	
Арсенопирит (As : S > 1), пирротин, леллин- гит, NiCo – арсенопирит, касситерит, воль- фрамит, [пирит, марказит]	Арсенопирит (As : S < 1), пирит, пирротин, шеслит, кобальтин, герсдорфит, точилинит, [марказит]
Продуктивный комплекс минералов	
• Висмутин Bi_2S_3 I	← AgBi Галенит PbS I
• Висмут самородный Bi	Fe сфалерит ZnS
• Молибденит MoS_2	← Станнин $\text{Cu}_3\text{FeSnS}_4$
Шеслит CaWO_4	Халькопирит CuFeS_2 I
• гр. Жозеита A Bi_4Te_5	Ag тетраэдрит (Cu, Fe) $_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ I
- Минерал Пикока-Миньяра Bi_6Te_5	Пираргирит Ag_3SbS_3 I
- Жозеит C $\text{Bi}_6\text{Te}_5\text{S}_2$	Гессит Ag_2Te
• гр. Жозеита B $\text{Bi}_4\text{Te}_5\text{S}$	← Галеновисмутит PbBi_2S_4 * 2
- Минерал К Годовикова $\text{Bi}_5\text{Te}_4\text{S}_2$	← Козалит $\text{Pb}_5\text{Bi}_2\text{S}_5$ * 2
- Сульфотеллурид I Онтоева $\text{Bi}_{15}\text{Te}_6\text{S}_4$	• Галенит PbS II
Теллурид висмута Bi_2Te (фаза Bi_5Te_4) ("маловисмутый хеллиит")	← Bi – буланжерит $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ I
• Хеллиит Bi_7Te_3	• Ag тетраэдрит (Cu, Fe) $_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ II
SbBi галенит PbS I * 1	→ Пираргирит Ag_3SbS_3 II
• Икунолит Bi_4S_3	Акантит Ag_2S
Сульфотеллурид $\text{Bi}_9\text{Te}_3\text{S}_8$	• Халькопирит CuFeS_2 II
Павонит AgBi_3S_5	• Бурнонит CuPbSbS_3
• Густавит $\text{AgPbBi}_3\text{S}_6$	• Буланжерит $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$ II
• AgBi галенит PbS II	→ ← Sb Лиллианит $\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_6$ * 1
Fe сфалерит ZnS	• Джемсонит $\text{FePb}_4\text{Sb}_6\text{S}_{14}$
Халькопирит CuFeS_2	Sb Галенит PbS III
Сульфосоль $\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_7$ * 1	• Сфалерит ZnS II
Ag Козалит $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$ * 1	Бертьерит FeSb_2S_4
SbPb висмутин Bi_2S_3 II * 1	→ Фрейбергит (Ag, Cu) $_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Ag Беергерит $\text{Pb}_6\text{Bi}_4\text{S}_5$ * 1	Миаргирит AgSbS_2
Галенит PbS III	→ Антимонит Sb_2S_3
Антимонит Sb_2S_3 * 1	→ Киноварь HgS
Точилинит $6\text{Fe}_{0,9}\text{S} \cdot 5(\text{Mg}, \text{Fe}^{+3})(\text{OH})_2$	Стигматит SnSb, олово, свинец, латунь, ртуть металлическая
Графит C	Графит C
• Самородное золото: 700-820%	• Самородное золото: 740-960%
а также другие редкие минералы золота:	
• Мальдонит Au_2Bi ; юаньцзянит AuSn ?; минерал AuBi_5S_4 , Au-Bi-сульфиды Гамянина I и II; аурибисмит $(\text{Au}, \text{Bi})_2\text{O}_3$; итенбогардит AuAg_3S_2	• Ауростибит AuSb_2 ; Амальгама AuHg, ртутное золото (до 2,5% Hg), горчичное золото, ауранти- монит AuSbO_3 ; непроксит AuAgS ; итенбогардит AuAg_3S_2

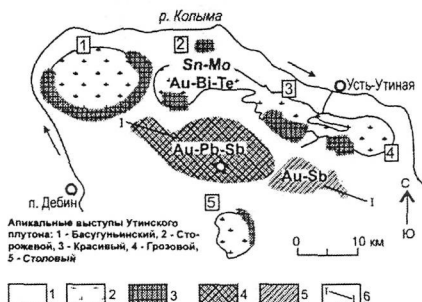


Рис. 5. Схема латеральной минерало-геохимической зональности золотого оруденения Утинского узла (по [Альшевский и др., 1986]). Условные обозначения: 1 – ниже-среднесюрские терригенные толщи; 2 – гранитоиды Басугунинского комплекса; 3–5 – минерало-геохимические типы золотого оруденения: 3 – золото-редкометалльного, 4 – золото-сульфидно-сульфосолевого, 5 – золото-сурьмяного; 6 – Главная дайковороудная зона Утинского узла.

определены особенности химизма минерала по всем ведущим рудным телам этого объекта, другим известным и вновь выявленным проявлениям и в связанных с ними россыпях [Альшевский и др., 1986; Шило и др., 1988].

Основным полезным компонентом в Утинских проявлениях является самородное золото с варьирующей от 540 до 990‰ пробой. Количественно резко преобладают руды с пробой золота 850-950‰. Основной примесью в минерале, определяющей его пробу, является серебро, составляющее 1,0-46,0 мас.%. Из других элементов, в подавляющем большинстве случаев в сумме не превышающих 1 мас.%, практически постоянно устанавливается присутствие Cu, Hg, Pb, Sb и много реже Fe, As, Zn, Bi, Te, Sn. Из этих микроэлементов исключение составляет только ртуть, содержание которой в золоте эпизодически превышает 1 (до 2,5) мас.%.

Важной типоморфной особенностью самородного золота Утинского узла являются его в среднем малая (0,1-1,0 мм, реже более) размерность, а также постоянство (с вариациями не более 5-10 до 50 %) пробы (как в отдельных образцах руд, так и в крупных блоках месторождений), свидетельствующие о высокой стабильности условий продуктивного минералообразования на значительных интервалах Главной рудоносной зоны.

На Утинском месторождении нами была впервые установлена достаточно четко проявленная корреляция между пробой самородного золота и химическим составом рудовмещающих даек, рекомендованная к использованию при поисках и оценке аналогичных объектов на основании данных о пробе золота в россыпях [Шило и др., 1985; Гончаров и др., 1987] и демонстрируемая в данной работе (рис. 4).

По парагенетическим ассоциациям и типоморфным свойствам самородного золота составлена схема минерало-геохимической зональности Утинского узла (рис. 5), на основе которой определены основные тренды эволюции минеральных форм золота и серебра в этой рудно-магматической системе (рис. 6, [Альшевский и др., 1986; Альшевский, 1987; Гончаров, Альшевский, 1997]).

←

Примечание. Выделены минералы: кружком – характерные для данного типа; цифрами – I, II, III – пространственно разобщенные разновидности минерального вида, типоморфные для последовательно сменяющихся обстановок рудообразования в схеме зональности рудного узла. Стрелками указаны минералы-индикаторы геохимического родства двух типов оруденения. Минералы, установленные: * I Г. Н. Гамяниным в рудопроявлениях Басугуны, Красивое и дайка № 6 (уч. Холодный) [Гамянин и др., 2003]; * 2 – В. К. Прейсом на месторождении Дарьял-2 [М. С. Мельникова, 1990 г.]. В квадратных скобках – минералы преимущественно постпродуктивного комплекса; курсивом выделены минералы предположительно гипергенного генезиса.

ГЛАВА 4. ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УТИНСКОМ УЗЛЕ

Из существующих точек зрения на генезис плутогенного золотого оруденения Яно-Колымской провинции на первом месте по своей значимости и исторической роли в геологическом изучении и горнопромышленном освоении региона, безусловно, стоит «дайково-диоритовая» (добатолитовая) рудогенетическая концепция Ю.А.Билибина [Альшевский, 2002, 2005]. Ее основу составляют два основополагающих элемента: I. Постоянная тесная структурная приуроченность гидротермального золотого оруденения к масштабным свитам даек, преимущественно среднего состава, интерпретируемая как генетическая связь руд с глубинным очагом (и парагенетическая – с дайками) диоритовых магм, формирующихся на начальных и средних этапах развития подвижных зон; II. Догранитный геологический возраст не только диоритов, но и связанного с ними оруденения, определявшийся по пересечению и контактовому метаморфизму ранних диоритов Басугунинским, Красивым и Грозовым интрузивами (Е.Т.Шаталов, 1932 г., П.И.Скорняков, 1933 г., Ю.А.Билибин и др., 1934 г.), отождествлявшимися с батолитами последующего периода главной складчатости в Яно-Колымской области [Билибин, 1940].

Другие исследователи [Гельман, 1976; Горячев, 1997; Условия зарождения..., 2003; Горячев, 2003; Гамянин и др., 2003; Ворошин, 2005 и др.] на основе комплексных металлогенических и минералого-генетических исследований рудоносных структур Южно-Верхоянского, Чукотского, Северного, Яно-Колымского и некоторых других золото-кварцевых мегапоясов и ведущих золоторудных месторождений сформулировали и обосновывали иную металлогеническую концепцию происхождения золотого оруденения в связи с формированием региональных гранитно-метаморфических куполов (валов) и гранитоидных рудно-магматических систем орогенного класса.

Данные наших исследований позволяют существенным образом дополнить и конкретизировать эти представления.

Геолого-генетическое обоснование гранитоидной модели Утинского рудного узла

Предлагаемая нами (табл. 4, рис. 6) модель рудно-магматического узла и генезиса сосредоточенного в его пределах золотого оруденения базируется на плутоно-метаморфической модели золотого оруденения Яно-Колымской провинции и данных и выводов, вытекающих из работ других исследователей, на результатах критического анализа всего разнообразия геологических фактов, скорректированных с учетом новых минералого-геохимических материалов и данных прецизионных изотопных датировок (см. рис. 2).

В соответствии с полученными изотопными датами установлено, что колымские «батолиты» и развитые в их обрамлении нера-бохапчинские дайки и мелкие интрузивы гранитоидов, составляющие структурную основу Утинского и других рудно-магматических узлов Среднескано-Штурмовской зоны хронологически едины и принадлежат единому латеральному ряду в различной степени вскрытых апикальных частей линейно вытянутых гранитно-метаморфических валов, возникших в основании Яно-Колымского пояса, а затем эволюционировавших в региональных потоках мантийных флюидов, обогащенных щелочами, кремнеземом, углекислотой [Горячев, 2000], и исходно золотоносных [Гельман, 1976; 2000, 2003]. Возраст «дайковых», и иных золото-кварцевых руд, определяется нами как «постбатолитовый» и, в общем случае, как постмагматический, постгранитный.

В нашей интерпретации, обобщенная совокупность U-Pb и Ar-Ar датировок даек и гранитоидных массивов – в хронологических границах 157-137 млн лет с общим интервалом 20 млн лет очерчивает, в соответствии с различными температурами закрытия изотопных систем – 900°C (U-Pb в цирконе) и 300°C (Ar-Ag в биотите), временной интервал температурной эволюции магм от начальной субликвидусной кристаллизации глубинных

Таблица 4. ГЕНЕРАЛИЗОВАННАЯ СХЕМА ЭВОЛЮЦИИ Флюидного РЕЖИМА ГРАНИТОИДНОЙ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УТИНСКОГО УЗЛА, по [Соноров, Ворпелчев, Альшевский, 1995], с изменениями и дополнениями

Объект	Фаза стадия	Порода, минеральные ассоциации	Содержания и соотношения макрокомпонентов				
			в магматических расплавах	во флюидных породах расплавах (по включениям)	Облик типичных включений	в гидротермальных растворах (по водным выхлопам)	Облик типичных включений
Гранитоидный подвид-постмагматический	Ранняя	Диориты, кварцевые диориты (>1200°C)	<1% H ₂ O	Соплевой расплав - расп. сол.-раствор NaCl + KCl + H ₂ O		750-510 520-300 420-150	2,5 - 1,3
	Главная	Граниты Адагелиты (1120-910°C)**	до 2% H ₂ O	Углекислотно-водно-солевой раствор CO ₂ + H ₂ O + NaCl + KCl		580-470 470-240 290-250	1,2 - 0,9
Флюидный подвид-постмагматический	Заключительная	Апатиты, пегматиты, лейкориты, нит-порфиры (990-680°C)	2-8% H ₂ O	Углекислотно-водный раствор CO ₂ + H ₂ O		375-180 310-270 190-120	1,1 - 0,7
Золотоносные месторождения	I. Дорудная	Арсенолит-ри-карниевая	380 - 360 350 - 250 200 - 150	1,1 - 0,7		0-10% NaCl* 30-90% H ₂ O 0-20% CO ₂ **	
	II. Продуктивная	Золото-сульфидно-сульфосильная	300 - 250 (оценочные данные)	1,1 - 0,7		pH 6-7 HCO ₃ ⁻ CO ₃ ²⁻ 10-50% H ₂ O 10-70% CO ₂ ** *****	
	III. Послепродуктивная	Карбонатная	< 220	0,7 - 0,5		pH > 7 HCO ₃ ⁻ 80-100% H ₂ O 0-20% CO ₂ **	

В составе газовой компоненты в равновесии углекислотный (Горнчев, 2003)
 (H₂-N₂-CH₄-CO₂)
 Параметры T, C и P, kbar

В составе газа, экстрагированного из включений и выхлопов, CO₂ (CO₂-N₂-CH₄ (Горнчев, 2003))
 Параметры T, C и P, kbar

Примечание. По данным анализа водных выхлопов и термобарометрии, аналитики В.В. Ворпелчев и Д.С. Гиматинова. ** - компонент в твердой фазе. * - также в жидкой фазе. *** - температуры гомогенизации расплавленных включений и породообразующих минералов. А и Б - включения углекислотно-водного раствора, как связующее вещество, эволюционирующей гранитоидной магмы (А) и продуктивного этапа формирования Аи-магматогенеза (Б).

расплавов – 157-148 млн лет и до периода их окончательного остывания в интрузивных камерах – 148-137 млн лет, завершившийся формированием золотоносных руд с Ag-Ag возрастом 141-126 млн лет (см. рис. 2, [Альшевский и др., 2006]). Плитный Ag-Ag возраст гидротермального мусковита из дайки № 13 Утинского узла составляет 138±1,0 млн лет, из

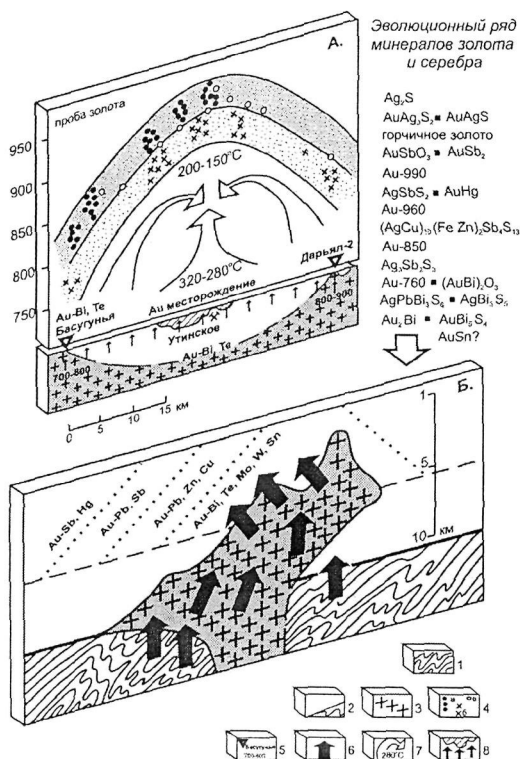


Рис. 6. Геолого-генетическая модель золотого оруденения в Утинском узле: конвективная ячейка (А) и схема вертикальной зональности (Б). Условные обозначения: 1 – кристаллический фундамент мезозой; 2 – верхоянский комплекс; 3 – басугунинские гранитоиды; 4 – проба золота в дайках среднего (а), кислого (б) состава, в россыпях (в); 5 – месторождение и проба золота в нем; 6 – предполагаемые потоки глубинного флюида; 7 – надинтрузивная конвективная ячейка; 8 – условная вертикальная плоскость Главной дайковорудной зоны.

высокопродуктивных золото-кварцевых руд месторождения Дарьял-2 – $126,3 \pm 0,8$ млн лет [Ньюберри и др., 2000; Горячев, 2003; Ворошин, 2005].

Особенности эволюции Утинского узла заключаются в закономерной гомодромной последовательности внедрения и становления ранних высоко-температурных расплавов габбро-диоритового и диорит-кварц-диоритового состава (в дайковой свите и ранних фазах плутонов), последующей их смене амфибол-биотитовыми умеренно кислыми гранитоидами главных фаз, и ультракислыми магмами и силекситами заключительных жильных и дайковых комплексов. Все типы пород умеренно глиноземистые, характеризуются невысокой суммарной щелочностью и «расщеплением» магм заключительных комплексов в фации штоков-сателлитов и в протяженных кремнекислых дайках на субщелочные натриево-калиевые и низощелочные существенно натриевые соответственно. Они относятся к ильменитовой серии неокисленных, гранат- и графитсодержащих глубинных гранитоидных магм орогенных поясов континентов.

Рудно-магматическая система УтРМУ имеет глубинные мантийные корни. Генерация расплавов гранитоидных пород инициирована мантийными базитовыми расплавами в

условиях нижней коры, возможно верхней мантии. Например, установленное появление на ликвидусе басугунынского адамеллита барофильного альмандинового граната в ассоциации с высокотемпературным кварцем (1120-910°C, табл. 4 [Альшевский, Ворцпнев, 1984; Шило и др., 1988]) в соответствии с экспериментальными данными [Green, Lambert, 1965; Green, Ringwood, 1972; Жариков и др., 1978] возможно только в сухих условиях при общем давлении, превышающем 12-15 кбар, что достигается на глубине 52,5-42,0 км на верхнемантийном уровне литосферы Верхне-Колымского региона [Vashchilov, 1992, 1994; Гельман, 2003]. Это представляется важным, так как наличие глубинных корней рудно-магматических систем, по-видимому, является обязательной предпосылкой формирования крупных и гигантских рудных объектов [Гончаров и др., 2004].

Исходная магма находилась в равновесии с металлическим (никелистое железо, силициды железа, медь, алюминий, титан) и сульфидным (FeS , CuFeS_2 , CuFeNiS ?) расплавами и восстановленным углеводородным флюидом, обеспечивающим раннемагматическую кристаллизацию редких металлических фаз (NiFe , Fe_3Si , Fe_2Si , SiC , TiC , Cu_4Al) и эволюционирующим до существенно углекислотного и углекислотно-водного. При последующей интрузии и гипабиссальной кристаллизации гранитоидных расплавов, осуществлявшейся при снижении температуры - до 800°C в главной фации (адамеллиты) и 680-640°C в заключительной жильной, при значительном повышении концентрации воды в расплаве (до 8 мас.%, табл. 4), в Басугунынском, Грозовом, Красивом, Сторожевском интрузивных массивах установлена смена заключительных аплит-пегматитовых и слекситовых дайково-жильных образований комплексом специфических расплавно-гидротермальных жил выполнения и метасоматитов, характеризующихся наличием промышленно значимых участков развития (с концентрациями Au в арсенопирите до 1400 г/т) минерализации гранитоидного золото-редкометалльного типа, оценка перспектив которой и ее генетическая информативность представляются весьма значительными.

Эта эволюционная направленность в развитии гранитоидной (басугунынской) магмы является доказательством рудогенерирующей роли нескрытого плутона, устанавливаемого под Утинским месторождением геофизическими методами (см. рис. 6, [Калинин, Канищев, 1992]), или, что более вероятно, глубинных корневых частей этого плутона, обогащавшихся золотом и другими рудогенными элементами на пути транспорта магно- и рудогенерирующего восстановленного мантийного флюида. При этом материалы термобарогеохимических исследований свидетельствуют, что общей особенностью флюидных режимов заключительных комплексов басугунынских интрузий и золото-кварцевых руд Утинского месторождения является их существенно углекислотный, с резкоподавленной хлоридной составляющей, характер с присутствием в составе газов включений специфической восстановленной азотно-метановой смеси, присущей глубинному мантийному флюиду (см. табл. 4, [Шило и др., 1988; Гамянин и др., 2003]).

Установленная латеральная зональность золотого оруденения в Утинском узле (см. рис. 4), по сути дела, являющаяся, по В.И.Смирнову [1970], отражением боковой околинтрузивной (см. рис. 6Б) – в данном случае по отношению к нескрытой южной части гранитоидных плутонов Приколымской цепи, принципиально близка к идеальной вертикальной зональности руд в протяженных рудоносных колоннах золото-кварцевого генетического типа [Гамянин, 1971; Сидоров и др., 1985; Шило и др., 1988; Степанов, 2001]. Поскольку ареалы распространения многочисленных мелких проявлений и крупных линейных штоков с магматогенно-гидротермальным золотым оруденением заключены в блоке терригенных толщ верхояского комплекса, окруженном интрузивными массивами, обнаженными и присутствующими на глубине, и локализованы в специфической обстановке надальпического провиса кровли крупного нескрытого гранитоидного массива (см. рис. 1А, 3, 6), то характерной особенностью зональности золотого оруденения в плане является ее центростремительная, инверсионная направленность с инверсией в центре узла на

участке Холодный Утинского месторождения (см. рис. 5, 6). Именно здесь, как в фокусе, проявилось широкое развитие высокопродуктивных золото-сульфо-антимонитовых (буланжерит, джемсонит, высокопробное золото) руд, представляющих верхнюю часть золото-кварцевой рудной колонны.

Генетическая интерпретация изложенных данных позволяет полагать (см. рис. 6), что в надинтрузивном блоке на уровне рудоотложения, т.е. в 2-3 км от палео-поверхности и ниже, исходно золотоносный глубинный флюид, ответственный за формирование гранитоидных магм [Гельман, 2000; Горячев, 2003], вовлекался в конвективную гидротермальную ячейку, образованную постагматическими растворами остывающих интрузивных тел и мобилизованных ими метеорных вод из пород рамы, которая и обеспечивала пространственно иное, не всегда вертикальное («боковое») размещение в различной степени гранитогенных (Sn, Mo, Bi, Te и Pb, Zn, Cu, Sb, Hg) минералогеохимических типов руд и продуктивных минеральных ассоциаций в системе «интрузивный массив – окружающие вмещающие породы».

Таким образом, комплексное изучение Утинского рудного узла свидетельствует о постгранитном – «постбасугунийском» возрасте не только золото-редкометального, но и промышленного золото-кварцевого оруденения. На основе установленной термобарогеохимической преемственности состава и РТ-параметров продуктивных гидротермальных растворов из золотых руд в эволюционном развитии постагматических дистиллятов из гранитоидных пород, закономерного зонального размещения продуктивных минеральных ассоциаций относительно выходов гранитоидных интрузивов, вполне определенно выявляющих наличие связи «гранитоиды – руды», обосновывается очаговая гранитоидная геолого-генетическая модель формирования золотого оруденения в Утинском узле. Она является заключительным звеном в исходно принятой нами плутонометаморфической концепции происхождения и эволюции руд благородных металлов в гранитоидных золоторудообразующих системах орогенного класса [Горячев, 2006].

ГЛАВА 5. К ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В УТИНСКОМ УЗЛЕ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ И МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Проведенный нами комплекс работ позволил повысить оценку перспектив золото-кварцевого оруденения в Утинском узле на глубину (в известных дайковорудных телах) и в части выявления новых месторождений, иных структурно-морфологических (золотоносный штокверк Дарьял-2) и минералого-геохимических (околосланцевые золото-редкометальные проявления) типов.

На Утинском месторождении эксплуатационные и опережающие разведочные работы были остановлены в 1956 г. в контуре высокопродуктивных руд фронтальной части рудной колонны на отметках +300, +250 метров. Наличие таких руд обоснованно ожидается далее на глубину вплоть до последовательной смены типоморфных для верхних горизонтов золото-сульфозантимонитовых ассоциаций рудами золота с полиметаллами. Перспективы распространения золото-кварцевого оруденения на центральном участке Холодный на глубину, в направлении кровли гранитоидного массива, находящейся по геофизическим данным не ближе 2,5-2,0 км от современной поверхности [Б.А.Трухин, 1971 г.; Калинин, Канищев, 1992], представляются высокими. Его выклику на глубине, вероятно, следует ожидать не ранее появления в рудах наиболее приближенных к гранитоидам золото-полиметаллической (железистый сфалерит, галенит, высоковисмутовый буланжерит, золото умеренной и низкой пробы) продуктивной ассоциации золото-кварцевых руд и, что вполне очевидно, продуктивных ассоциаций гранитоидного золото-редкометального типа

(молибденит, висмут-теллуриды, висмутин, самородный висмут, золото низкой пробы) (см. табл. 3, рис. 6 [Альшевский и др., 1986]). На глубинных прикормежных участках Главной рудной зоны в соответствии с модельной разработкой, по-видимому, будут развиты золото-сфалерит-галенитсодержащие кварцевые руды с пробой золота 814-864 (в среднем 841) в дайке № 7 и 746-788 (в среднем 767) в дайке № 6. Такая смена типов руд установлена нами в плане, по мере приближения даек к южному контакту Басугуньинского интрузива [Альшевский и др., 1986].

Уровень вероятной выклинки оруденения в дайке № 7 на центральном участке Холодный, при сохранении ранее установленного градиента снижения пробы золота с глубиной 10 % на 100 метров [Гончаров и др., 1987], может быть расположен на абсолютной отметке около – 500 метров, что соответствует глубине прогноза (ниже разведанного) на 750-800 метров и увеличению ранее разведанных запасов (промышленные категории В+С1 – 15 т Au, А.С.Оганезова, 1956 г.) более чем вдвое.

Во втором крупном рудном теле этого месторождения – относительно слабообработанной дайке № 6, по ее равному расчетному участию в формировании россыпей (см. рис. 3 и 4), ресурсы металла оценены как близкие к разведанным в дайке № 7 [Акт внедрения разработки, 1984 г.; Гончаров, Альшевский, 1997], также удвоенные за счет прогноза руд до глубины – 500 м.

Итоговые ресурсы Утинского дайкового месторождения до глубины – 500 м, соответствующей вертикальному (от абс. отметки +1000 м) размаху промышленного оруденения порядка 1500 м, оцениваются нами в 60 т золота, из которых 10 т уже было извлечено в 1942-56 гг.

Оценочные работы, выполненные нами на штоке Дарьял-2 (см. рис. 3), показали, что здесь на площади 300х800 м могут быть выявлены вполне промышленные штокверковые малосульфидные и достаточно технологичные золото-кварцевые руды с ожидаемым средним содержанием более 2 г/т, удобные к открытой масштабной разработке [Акты внедрения разработок..., 1983 г., 1984 г.; Условия формирования..., 1988]. По расчетным вероятным запасам руды и металла, составляющим соответственно около 600 тыс. тонн и более 1 тонны на 1 метр углубки и глубине распространения оруденения не менее 300 м, это штокверковое проявление вполне сопоставимо с крупным золото-порфировым месторождением Форт-Нокс на Аляске (США), также локализованным в штоке-сателлите позднемезозойского гранитоидного плутона [Bake, 1995].

Из золото-редкометалльных объектов первоочередного изучения (с постановкой поисково-оценочных работ) заслуживают участки Басугуньинский, Красивенский, Русак и Тучка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования получены новые данные по особенностям геологического строения, магматизму и металлогении Утинского рудного узла, позволяющие рассматривать его, как высокоперспективный на коренное золото, но недостаточно изученный объект орогенного гранитоидного типа (ряда).

Установлено, что магматические, метаморфические и гидротермальные образования узла являются составными элементами генетически единой рудно-магматической системы, функционировавшей в геологически и аналитически обоснованном возрастном интервале 155-120 млн лет. Приведены доказательства принципиальной одновозрастности нерабохатчинских диоритовых даек и гранитоидных плутонов колымского комплекса, а также «постбаболовского», постргранитоидного возраста промышленно значимого золото-кварцевого оруденения.

Получены новые петрологические и минералого-геохимические данные об условиях зарождения, глубинном и внутрикамерном петрогенезисе дайковых и гранитоидных пород и широком участии мантийных высокотемпературных, исходно сухих и восстановленных углеводородных флюидов, сформировавших комплекс акцессорных минералов класса карбидов, силицидов, интерметаллидов и самородных элементов. Впервые для региона с помощью методов расплавной термобарогеохимии охарактеризован период собственно магматической кристаллизации плутона и этап его постмагматической флюидной эволюции в перспективной рудоносной структуре.

В золотых рудах установлены и описаны редкие и предположительно новые минеральные виды из группы сульфотеллуридов висмута, интерметаллидов и металлических сплавов, гидроксид-сульфидные минералы семейства точилинита, а также сульфидные, оксидные и другие малоизученные соединения золота и серебра.

Проведена генетическая типизация разнообразных гидротермалитов Утинского рудно-магматического узла. Выделены ведущие минералого-геохимические типы золотоносных гидротермалитов и дана их обобщенная характеристика.

Обоснована гранитоидная рудогенетическая концепция формирования золотого оруденения в Утинском узле, считавшегося ранее типичным «добатолитовым» и классическим «дайковым». На основе предложенной концепции дана положительная прогнозная оценка перспектив дальнейшего промышленного освоения этой территории.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

а) монографии:

Шилов Н.А., Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1988. 181 с.

б) статьи:

1. Альшевский А.В. Находки ксенолитов кварца в дайках нера-бохатчинского комплекса в Среднеканно-Штурмовской зоне // Геолого-геофизические исследования на Северо-Востоке. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 4-5.

2. Гончаров В.И., Савва Н.Е., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. Опыт минералогического картирования золоторудного узла на Северо-Востоке СССР // Минералогическое картирование как метод исследования рудоносных территорий. Свердловск-Миасс: УНЦ АН СССР, 1983. С. 83-84.

3. Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. К особенностям кремнекислых изверженных пород золото-серебрурудных узлов вулканических и складчатых зон Северо-Востока СССР // Геология и рудные формации Дальнего Востока. Владивосток: ДВГИ ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 23-26.

4. Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В., Сергеева Н.Е., Савва Н.Е. Новая находка теллурида висмута Bi_2Te на Северо-Востоке СССР // Доклады АН СССР. 1984. Т. 275. № 3. С. 717-720.

5. Гончаров В.И., Ворцепнев В.В., Альшевский А.В. Магматогенно-гидротермальные процессы в золоторудных полях Северо-Востока СССР (по данным термобарогеохимии) // Термобарогеохимия эндогенных процессов. Благовещенск: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 43-45.

6. Ворцепнев В.В., Гончаров В.И., Альшевский А.В. Физико-химические условия формирования интрузивных и гидротермальных образований в золоторудных узлах складчатых зон Северо-Востока СССР (по данным термобарогеохимических исследований) // Магматические формации Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. С. 143-170.

7. Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. Магматогенно-гидротермальные системы рудоносных структур вулканических и складчатых зон как основа генетических построений в металлогении золота и серебра на Северо-Востоке СССР // Генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск: Наука, 1985. С. 114-115.

8. Гончаров В.И., Ворцепнев В.В., Альшевский А.В. О магматогенной природе золотого оруденения в складчатых структурах Северо-Востока СССР // Тихоокеанская геология. 1985. № 5. С. 53-61.

9. Шилов Н.А., Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. О пробе самородного золота в золоторудных месторождениях дайкового структурно-морфологического типа // Доклады АН СССР. 1985. Т. 282. № 5. С. 1247-1250.

10. Шилов Н.А., Гончаров В.И., Ворцепнев В.В., Альшевский А.В. К соотношению метаморфогенного и магматогенного минералообразования в золоторудных районах Северо-Востока СССР // Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений. Новосибирск: Наука, 1985. С. 30-42.

11. Альшевский А.В., Ворцепнев В.В., Гончаров В.И., Нехорошков Ю.Ф., Сергеева Н.Е., Савва Н.Е. Новые данные по минералогии и условиям формирования золото-редкометалльного оруденения на Северо-Востоке СССР // Минералы и минеральные парагенезисы горных пород и руд Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 16-36.

12. Альшевский А.В., Гончаров В.И., Ворцепнев В.В. Аллюминистая медь, другие самородные металлы и интерметаллические соединения в Яно-Колымском золотоносном поясе // Геология и рудоносность Севера Дальнего Востока. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 17-18.

13. Альшевский А.В., Гончаров В.И., Ворцепнев В.В. Продуктивные минеральные ассоциации и зональность золоторудного месторождения // Геология и рудоносность Севера Дальнего Востока. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 30-31.

14. Альшевский А.В. Эволюция минеральных видов золота и серебра в рудно-магматическом узле Яно-Колымского пояса // Магматизм, флюиды и оруденение. Благовещенск: АмурКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 46-48.

15. Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцепнев В.В. Типоморфизм самородного золота дайковых золоторудных месторождений Северо-Востока СССР // Тихоокеанская геология. 1987. № 2. С. 68-77.

16. Альшевский А.В., Люскин А.Д. Позиция малосульфидного плутогенного золотого оруденения Яно-Колымского пояса в свете геохронологических данных // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций: Тезисы докладов Всесоюзного совещания, XXIV сессия (13-18 ноября 1990 г.). Киев: АН СССР, 1990. С. 171-174.

17. Гончаров В.И., Альшевский А.В. Локальный прогноз золотоносности Утинского руднороссыпного узла на основе минералого-геохимических данных // Геологическое строение, магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. С. 121-124.

18. Альшевский А.В. О возрасте и формационной принадлежности рудовмещающих гранитоидов на месторождениях малосульфидной золото-кварцевой формации в юго-восточной части Яно-Колымского пояса // Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. С. 151-155.

19. Альшевский А.В. Интерметаллиды золота – мальдонит и аурустибит из месторождений Северо-Востока России // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Т. 2. Металлогения. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 131-134.

20. Альшевский А.В. Сульфидные минералы золота на Северо-Востоке России: нахождение, особенности состава и генезиса // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Т. 2. Металлогения. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 135-138.

21. Акиннин В.В., Миллер Э., Вуден Дж., Альшевский А.В., Горячев Н.А. U-Pb SHRIMP-датирование циркона из батолитов и рудоносных даек Яно-Колымского коллизийного пояса: первые результаты и геологические следствия // Изотопное датирование процессов рудообразования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма: Материалы III Российской конференции по изотопной геохронологии. М.: ГЕОС, 2006. Т. 1. С. 26-30.

22. Альшевский А.В., Акиннин В.В., Горячев Н.А., Миллер Э., Вуден Дж. Геолого-генетические черты и абсолютный возраст «добатолитовых» нера-бохапчинских даек Среднекан-Штурмовской золотоносной зоны; юго-восточный фланг Яно-Колымского коллизийного пояса // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России: Материалы Дальневосточной региональной конференции, посвященной памяти А.П.Васьковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28-30 ноября 2006 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. С. 49-58.

23. Акиннин В.В., Альшевский А.В., Хоуриган Д.К., Гельман М.Л., Горячев Н.А. Мезозойский магматизм Яно-Колымского коллизийного пояса: U-Pb SHRIMP датирование и геологические следствия // Тектоника и металлогения Северной Циркум-Пацифики и

Восточной Азии: Материалы конференции, посвященной памяти Л.М.Парфенова (Хабаровск, 11-16 июня 2007 г.). Хабаровск: ДВО РАН, 2007. С. 23-26.

24. Альшевский А.В. Геолого-генетические особенности Утинского золото-носного рудно-магматического узла, Центрально-Колымский регион, СВ России // Золото северного обрамления Тихоокеанского региона: Международный горно-геологический форум. Тезисы докладов Всеколымской горно-геологической конференции, посвященной 80-летию Первой Колымской экспедиции Ю.А.Билибина (Магадан, 10-14 сентября 2008 г.). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2008. С. 194-196.

25. Акинин В.В., Прокопьев А.В., Торо Х., Миллер Э.Л., Вуден Дж., Горячев Н.А., Альшевский А.В., Бахарев А.Г., Трупилина В.А. U-Pb SHRIMP возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии) // Доклады РАН. 2009. Т. 426. № 2. С. 111-116.

Автореферат

АЛЬШЕВСКИЙ Александр Васильевич

ГЕОЛОГИЯ,
ОСОБЕННОСТИ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА,
ГЕНЕЗИС И ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
В УТИНСКОМ УЗЛЕ
(ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЫМСКИЙ РЕГИОН, СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

Подписано к печати 05.10.2009 г. Формат 60 x 84/16. Бумага «Люкс»
Гарнитура «Таймс». Усл. п. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,86. Тираж 100. Заказ 24.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН
658000, г. Магадан, ул. Портовая, 16

Отпечатано с оригинала-макета в МПО СВНЦ ДВО РАН. 685000,
г. Магадан, ул. Портовая, 16