

УДК 551.441.(571.65)

## О МЕТАЛЛОГЕНИИ КРАТОННЫХ ТЕРРЕЙНОВ И РАЙОНОВ “ПОЛОГИХ ДИСЛОКАЦИЙ” НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

© 2008 г. Член-корреспондент РАН А. А. Сидоров, А. В. Волков, В. Ю. Алексеев

Поступило 15.07.2008 г.

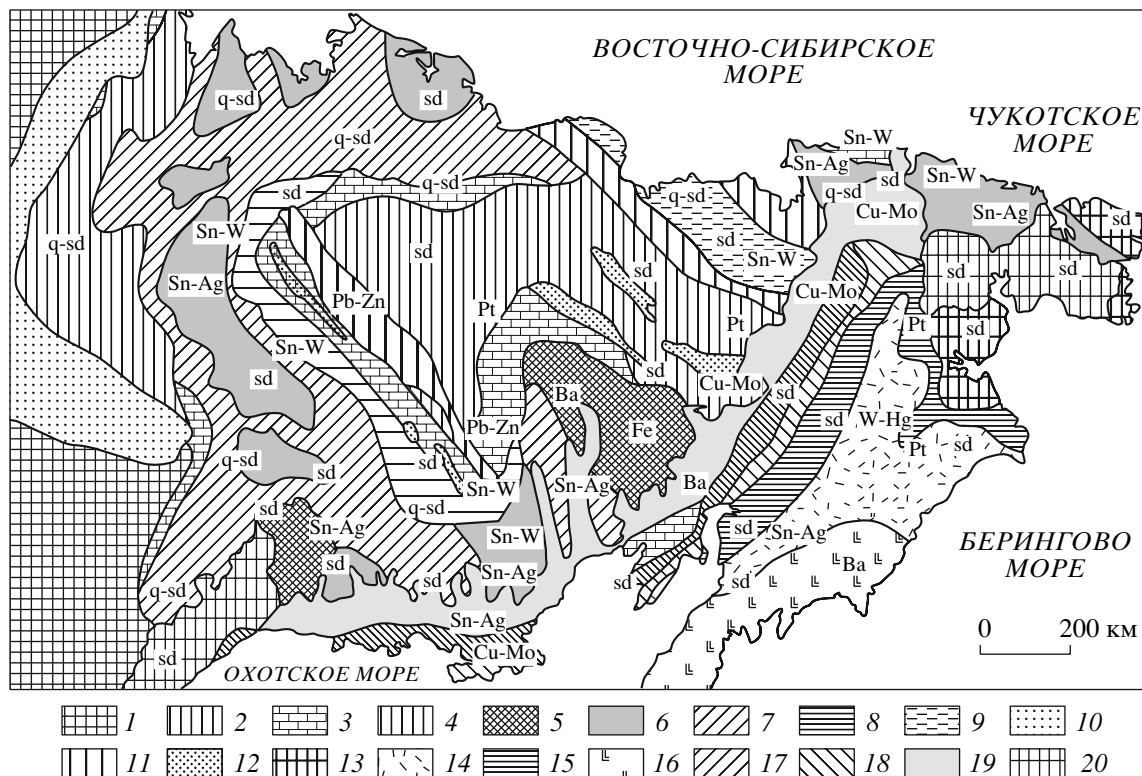
В настоящее время основное промышленное значение в регионе имеют мезозойские аккреционные (золотые, оловянные, вольфрамовые) и позднемезозойские постаккреционные (золото-серебряные, олово-серебро-порфировые, сурьмяные и ртутные) месторождения. Однако металлогения тектоно-стратиграфических террейнов, в том числе и размещение перечисленных выше месторождений, определяется преимущественно доаккреционным оруденением.

Доаккреционное оруденение террейнов пассивной континентальной окраины, включая характерные для них отложения шельфа, континентального склона и его подножья, а также турбидитных бассейнов, на данном этапе изученности региона не выражены в виде промышленных месторождений. Но, судя по синаккреционным и постаккреционным месторождениям и по элементам вещественного родства этих месторождений с вещественным составом доаккреционных нередко большеобъемных зон сульфидизации, последние являлись важнейшими источниками рудного вещества в пределах этих террейнов. Они представляют базовые рудные формации террейнов пассивной континентальной окраины и особенно кратонных террейнов (рис. 1).

Иньяли-Дебинская структура изоклиальной коллизионной складчатости, насыщенная гранитоидными магмами и золото-кварцевыми жилами, в своем развитии не достигала стадии полного вскрытия меланократового фундамента. Дожильные локально золотоносные зоны пирротинизации в терригенных толщах (юра–триас) представляют, по-видимому, дериваты гранитизированных железистых кварцитов основания этой структуры. Железистые кварциты чрезвычайно бедны примесями цветных металлов, но нередко характеризуются повышенной золотоносностью [1]. Именно в этих районах с многочисленными золото-кварцевыми жилами образовались уни-

кальные россыпные месторождения высокопробного золота. Рудные районы с крупными золото-кварц-сульфидными, золото-сульфидными, золото-серебряными, олово-серебряными, оловянными и олово-вольфрамовыми, а также урановыми месторождениями развивались, по всей вероятности, в структурах полного вскрытия меланократового фундамента [2].

Металлогения кратонных террейнов на данном этапе их изученности представляется родственной колымским и чукотским террейнам пассивных континентальных окраин, но в особенности районам так называемых “пологих дислокаций” (рис. 1). Эти районы характеризуются глубоко погруженными блоками дорифейского кристаллического фундамента, т.е. являются микрократонами, захороненными под мощными толщами верхоянского комплекса. Факторами пологих дислокаций (препятствием для линейной складчатости) могли служить также значительные мощности существенно карбонатных пород палеозоя, наиболее монолитных и наименее вязких в пределах верхоянского комплекса [3]. В ряде рудных районов это подтверждается не только ксенолитами известняков в дайках и гранитоидных массивах, но и марганцевой, в том числе родонит-родохрозитовой минерализацией, унаследованной, по-видимому, от высокой марганценосности пермо-карбонатных пород. Для рудоносных зон различного возраста в кратонных террейнах не характерна оловянная минерализация, что свойственно большинству уникальных золоторудных провинций Тихоокеанского пояса. Однако погруженные блоки кратонных террейнов (районы пологого залегания пород) нередко характеризуются сочетанием золотой, оловянной и урановой минерализаций (например, рудные районы Чукотки). К сожалению, размеры и формы блоков изображены на схеме сугубо условно, так как их границы довольно часто представлены “скрытыми” глубинными разломами (особенно субмеридионального направления). При этом внешняя зона ОЧВП в большинстве случаев перекрывает микрократоны, в том числе с погруженным фундаментом. Серии мезозойских коллизионных разломов с гранитоидными массивами развивались дискордант-



**Рис. 1.** Схема геологического строения Северо-Востока России (с использованием сведений разных лет Ю.М. Пушаровского, С.М. Тильмана, В.Ф. Белого и др.). 1 – Северо-Азиатский кратон (Сибирская платформа); 2–13 – Верхояно-Чукотская группа террейнов различных геодинамических типов, кроющие комплексы и структурные элементы (2 – Алазейско-Олойские островодужные и океанические террейны; 3–9 – Колымские супертеррейны и связанные с ними структурные элементы: 3 – краевые и внутренние поднятия, сложенные докембрийскими и палеозойскими породами, 4 – Верхоянская зона коробчатой линейной складчатости, 5 – микрократоны с обнаженным фундаментом (Охотский, Омолонский), 6 – районы пологого залегания пород верхоянского комплекса (микрократоны с погруженным фундаментом по С.М. Тильману), 7 – структуры обрамления микрократонов, 8 – Иньяли-Дебинская зона изоклиальной коллизивной складчатости, 9 – Анюйская зона коллизивной складчатости; 10–12 – сшивающие и кроющие структуры: 10 – перикратонный прогиб, 11 – регенерированный прогиб, 12 – вулканогенные зоны островодужных террейнов; 13 – фрагмент Эскимосского кратона; 14–16 – Корьякско-Камчатская группа террейнов и сшивающих структур: 14 – террейны аккреционной призмы, 15 – Пенжино-Анадырская сшивающая структура, 16 – Олюторско-Камчатский островодужный терреин; 17–20 – Охотско-Чукотский постаккреционный вулканогенный пояс: 17, 18 – внутренняя зона (17 – унаследованная, 18 – новообразованная подзоны); 19 – внешняя зона; 20 – фланги пояса, перекрывшие кратоны. Рудноформационные ряды (буквы на схеме): Fe – железисто-кварцитовый (с золото-кварцевыми, золото-серебряными и редкометалльными месторождениями); sd – нерасчлененный сульфидно-вкрапленный (с вероятными золотыми, оловянными, вольфрамовыми и другими месторождениями); q-sd – золото-сульфидный полный (с золото-пиритовыми, золото-редкометалльными, олово-вольфрамовыми, порфиоровыми и золото-серебряными, сурьмяными и ртутными месторождениями); Cu-Mo – медно-сульфидный (с медно- и медно-молибден-порфиоровыми, золото-порфиоровыми месторождениями); Sn-W – олово-вольфрам-силикатно-кварц-сульфидный гранитоидный; Sn-Ag – серебро-сульфидный (с полиметаллическими, золото-серебряными, существенно серебряными, олово-серебро-порфиоровыми и сурьмяными месторождениями); Pt – базит-ультрабазитовый (с платиновыми, хромитовыми, медно-никелевыми, золото-теллуридными, вольфрамо-ртутными месторождениями); W-Hg – вольфрамо-ртутный; Ba – барит-полиметаллический неустановленного генезиса.

но по отношению к этим границам. Однако позднемезозойские и кайнозойские постаккреционные дислокации нередко активизировали также “скрытые” субмеридиональные разломы.

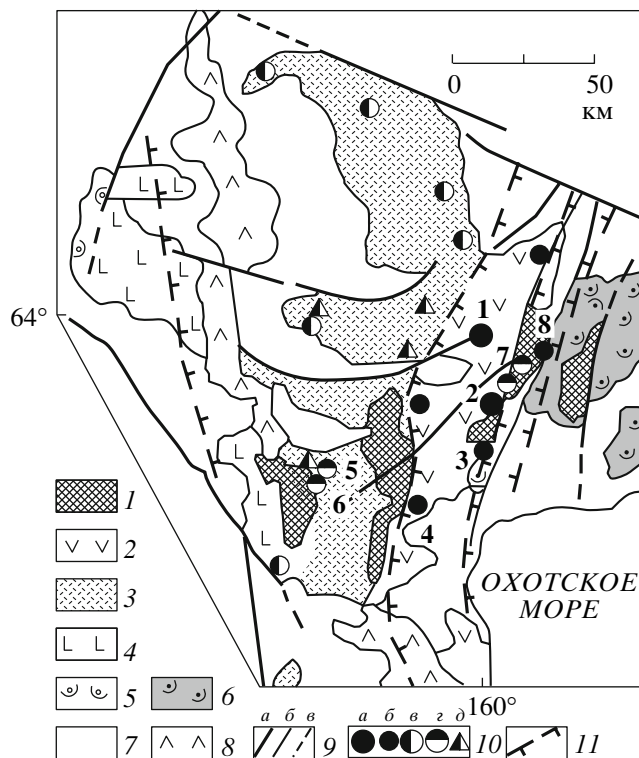
На Северо-Востоке России выявлены серебряно-рудные гиганты, ресурсы которых сопоставимы с ресурсами серебра в крупнейших месторождениях мира, таких как Потоси в Боливии и Гуанохуато в Мексике. Один из этих гигантов – месторождение Дукат – приурочен к внешней краевой зоне цен-

тральной части ОЧВП, другой “потенциальный” – Мангазейское месторождение – расположен среди палеозойских толщ, а третий – Прогноз – находится в мезозойских породах Западного Верхоянья. Наряду с принципиально различным геологическим положением и строением рудных районов этих разновозрастных месторождений отмечается следующий важный элемент их родства: серебро-сульфидные зоны приурочены к краевым частям погруженных блоков кратонного типа (рис. 1).

Предполагается, что толщи верховьянского комплекса (Т-Р-С) в этих структурах представляют своеобразный кратонный чехол [3]. Кроме того, удивительным сходством обладают руды этих месторождений по набору минеральных ассоциаций [4].

Омолонский кратонный террейн (рис. 2) – это структура дорифейской консолидации, и на протяжении большей части фанерозоя он существовал как жесткий приподнятый блок земной коры. В его составе выделяется архейско-раннепротерозойский фундамент и трехъярусный чехол. Фундамент массива неоднороден по составу, сформирован разнообразными гнейсами, кристаллическими сланцами и амфиболитами, метаморфизованными в гранулитовой и амфиболитовой фациях и в различной степени гранитизированных. Нижний структурный ярус чехла представлен слабометаморфизованными отложениями рифея и ордовика, составляющими пестроцветную терригенно-карбонатную формацию. Средний ярус сложен преимущественно среднепалеозойскими красноцветными вулканитами и комагматичными им интрузивами разнообразного состава. Верхний ярус включает отложения от верхнего карбона до нижней части верхней юры, представленные преимущественно терригенными, терригенно-карбонатными и, в меньшей степени, вулканогенно-терригенными толщами. В конце поздней юры и раннем мелу в наложенных впадинах формируются угленосная моласса и осадочно-вулканогенные образования, которые относятся к орогенному комплексу. Этап позднемеловой тектоно-магматической активизации на Омолонском массиве проявился в формировании полей вулканитов и интрузивных массивов вдоль зон глубинных разломов.

В пределах Омолонского кратона известны докембрийские железистые кварциты, палеозойские молибден-медно-порфировые, полиметаллические, золотые, золото-теллуридные и золото-серебряные, в том числе и скарновые, месторождения и рудопроявления. На периферии и по обрамлению кратона развиты также медно-порфировые и золото-серебряные месторождения, но уже позднемезозойского возраста (рис. 2) [5]. Аккреция околломолонского ансамбля террейнных, колымских – пассивной континентальной окраины на западе и чукотских – островодужных на северо-востоке, завершилась в послеготеривское-предальбское время. Фрагменты докембрийского фундамента обнажены преимущественно в палеозойских интрузивно-купольных поднятиях-выступах с месторождениями железистых кварцитов и магнетитовых скарновых залежей, ассоциирующих с рядом других рудопроявлений. В частности, на Коаргычанском выступе в докембрийских катаклазитах; среди очковых гнейсов и диафторитов отмечены амфиболиты и магнетитовые кварци-



**Рис. 2.** Тектоно-металлогеническая схема Омолонского кратонного террейна (по [5] с изменениями). 1 – выступы кристаллического фундамента; 2–4 – кедонская структурно-фациальная зона: 2 – амандыканская, 3 – кедон-омолонская, 4 – абкинская подзоны; 5 – ауланджинская структурно-фациальная зона; 5 – вулканогенно-молассовая, 6 – молассовая и кремнистая; 7 – терригенные и карбонатные формации позднекаменноугольного-мелового возраста; 8 – андезитовая формация позднего мела; 9 – разломы: ограничивающие массив (а), разделяющие его на блоки (б), предполагаемые (в); 10 – месторождения (а) и проявления эпитермального типа (б) – Au–Ag, в – Ag–Au), медно-молибден-порфирового (з) и джаспероидного (д) типов; 11 – границы металлогенических зон. Месторождения: 1 – Биркачан, 2 – Кубака; рудопроявления: 3 – Дубль, 4 – Елочка, 5 – Вечернее, 6 – Хрустальное, 7 – Таборное, 8 – Орлиное.

ты с гематизированным кварцем, в штучной пробе из которого обнаружено 40.1 г/т золота и 306 г/т серебра; в магнетитовых кварцитах содержания золота достигают 2.4 г/т и серебра 30 г/т. Неоднократно отмечалась также золотоносность сульфидизированных докембрийских амфиболитов, гнейсов и мигматитов в пределах Абкитского поднятия. Геологическая ситуация и минеральные ассоциации рудопроявлений позволили сопоставить их с оруденением типа Калгурли (Западно-Австралийский щит) [2].

Многочисленные обширные районы распространения ранне-среднепалеозойских преимущественно кислых магматических пород характеризуются железорудными скарновыми, медно-молибден-порфировыми, эпитермальными золото-

серебряными и другими месторождениями окраинно-континентальных магматических дуг. Золотоносность представлена золото-кварцевыми прожилками в гранитах и сиенитах раннепалеозойского абкитского и анмандыканского интрузивных комплексов; в кварце с вкрапленностью пирита и галенита зафиксировано до 42.5 г/т золота и 92.5 г/т серебра. Среди пропилитизированных базальтов раннекембрийской сезамской толщи отмечено большое количество кварцевых, кварц-полевошпатовых, кварц-магнетитовых, кварц-эпидот-хлоритовых, кварц-кальцитовых жил и прожилков с повышенными содержаниями марганца, ванадия, серебра и золота. Среди карбонатных толщ ордовика выявлены золотоносные зоны сульфидизации в джаспероидах. Однако наиболее изучены в настоящее время эпитермальные золото-серебряные месторождения и рудопроявления палеозойских континентальных вулканических зон (месторождения Кубака, Ольча, Инняги, Туманное и др.). Они представлены адуляр-кварцевыми жилами с незначительной вкрапленностью сульфидов (пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, акантит, фрейбергит), электрума, кюстелита, золота и серебра, с еще более редкой вкрапленностью теллуридов (гессит, алтаит и др.) и сульфосолей (полибазит, стефанит, пираргирит и др.).

Железистые кварциты указывают на возможность выявления в пределах кратонных террейнов типичных зеленокаменных поясов – характерных структурных составляющих докембрийского фундамента. Железистые кварциты обычно расположены по обрамлению этих поясов (“banded iron stones”). А именно в зеленокаменных поясах Австралии, Южной Африки, Бразилии и Канады распложены крупнейшие месторождения золота различных типов. Вполне вероятно выявление подобных месторождений в пределах Южно-Омолонского железорудного района.

На основе фрагментов сквозного золотого оруденения кратонных террейнов удастся проследить эволюцию его источников и формы связей с оруденением других минеральных типов. Данные о наименее радиогенном свинце из руд палеозойских эпитермальных и мезотермальных месторождений укладываются на вторичную историю с возрастом источника рудного вещества около 2.8–3 млрд. лет [6]. Докембрийская золотоносность связана с железистыми кварцитами и альбит-эпидот-амфиболовой фацией метаморфизма. Палеозойская доаккреционная и мезозойская син- и постаккреционная золотоносность представлены мезо- и эпитермальными месторождениями близких минеральных типов. Определение возраста рудоносных адуляр-кварцевых жил месторождения Ольча калий-аргоновым методом показало 251–275 млн. лет; подобные же определения руд месторождения Кубака и Биркачан в южной золото-серебряной зоне обнару-

жили разброс от 88–113 и до 312 млн. лет. Эти месторождения находятся уже в пределах зоны мезозойской активизации.

Возраст золотого и серебряного оруденений на массиве постоянно дискутируется, чему способствуют данные варьирующих радиологических датировок – от раннего карбона до раннего мела. Для среднепалеозойской эпохи характерны эпитермальный золото-серебряный, золото- и сереброносных джаспероидов, золото-сульфидно-кварцевый, медно-молибден-порфировый формационные типы оруденения. Таким образом, в среднепалеозойский этап истории Омолонского массива формировалось оруденение, свойственное окраинно-континентальным вулкано-плутоническим поясам.

Учитывая определенные элементы металлогенической близости в фанерозое Омолонского террейна с колымскими и чукотскими террейнами пассивных континентальных окраин, можно предположить об элементах подобия в металлогеничности их оснований. В этом случае сквозная золотоносность объясняется существенным развитием золотого оруденения в большинстве тектоно-стратиграфических террейнов региона уже на этапах формирования докембрийского фундамента, а феномен золотоносности самых разных по возрасту и составу магматических комплексов и рудноформационных рядов в значительной степени является следствием реювенации (регенерации) докембрийских и палеозойских образований.

Охотский кратонный террейн изучен значительно слабее. Он состоит из систем горстов и грабенов; в Кухтуйском и Юровском горстах известны архейские породы. Позднемезозойские гранитоиды и вулканогенные толщ связаны с разломами ОЧВП. Разломы прослежены на десятки и сотни километров в северо-западном субмеридиональном и северо-восточном направлениях. Северо-западные разломы представляются унаследованными, так как согласуются со структурным планом кристаллического основания кратона. Поперечные северо-восточные разломы имеют прерывистый (скрытый) характер. В пределах рассматриваемых зон разломов формировались меловые вулкано-плутонические ассоциации пестрого состава: ранние – преимущественно гранодиорит-андезитовые с молибденитовой и сульфидно-полиметаллической минерализацией, средние – гранит-риолит-игнимбритовые и андезит-базальтовые с золото-редкометалльной и молибденитовой минерализацией, поздние – контрастные габбро-гранит-базальт-риолитовые с полиметаллической, золото-серебряной и сурьмяно-ртутной минерализацией. Были обнаружены богатые марганцем эвлизиты, которые могут рассматриваться как потенциально крупное месторождение.

В Нетер-Кухтуйской зоне разломов было выявлено и к настоящему времени в значительной мере уже отработано Хаканджинское золото-серебряное месторождение, при изучении которого впервые был установлен высоко реювенированный (прогрессирующий) характер рудного процесса [2], распространенный в Охотской ветви вулканогенного пояса. Из других особенностей месторождения следует отметить родонит-родохритовые ассоциации в рудах. Позднее подобные ассоциации были обнаружены в рудах гигантского существенно серебряного месторождения Дукат, расположенного в рифтогенном прогибе (Балыгычанском грабен-прогибе) на периферии структуры “слабых дислокаций” или погруженного микрократона [3].

Эскимосский и Тайгоносский выходы докембрийского фундамента перекрыты ОЧВП. Строение и границы этих проблематичных кратонных террейнов, в сущности, не выявлены, а металлогения слабо изучена. Вместе с тем Чукотский супертеррейн, судя по ряду участков пологого залегания осадочных толщ и проявлениям триасовых диабазов (вероятные аналоги траптовой формации), может быть отнесен к районам “слабых дислокаций”. А.К. Константинов отметил также высокие перспективы промышленной ураноносности восточной Чукотки [7]. В зонах несогласия, расположенных по периферии кратонных террейнов, могут быть выявлены крупные комплексные и собственно урановые месторождения.

В обнаженных кратонах (Омолонский, Охотский) гранитоидные массивы не сопровождаются оловянным оруденением, что связано, по-видимому, с низким содержанием олова в гранитизируемых породах фундамента и чехла кратонов. И, напротив, в рифтогенных впадинах, пересекающих или ограничивающих кратонные террейны и заполненных вулканогенно-глинистыми толщами, широко развиты оловоносные гранитоиды (Балыгычанский рифтогенный прогиб). В пределах погруженных микрократонов (районы пологих дислокаций) распространены необычные сочетания золото-сульфидных зон, оловоносных и медно-молибденовых гранитоидов (Майский рудный район и ряд других участков перивулканической зоны ОЧВП).

Даже из тех неполных и отрывочных сведений, которыми мы располагаем, нетрудно сделать вывод о высочайших перспективах кратонных террейнов, районов пологих дислокаций и структур их обрамления. Особенно тесно эти перспективы связаны с проблемой прогнозирования золотого оруденения, которое характеризуется отчетливо сквозным развитием в структурах Северо-Востока России – от докембрия до кайнозоя. Высокая фанерозойская золотоносность колымских и чукотских террейнов и рудноформационный анализ позволяют прогнозировать в пределах праформаций железисто-кварцитового ряда месторождения типа Хомстейк, а в пределах базит-ультрабазитового ряда – месторождения типа Калгурли, а также комплексные уран-многометалльные золото-железистые и ЮСГ-типа месторождения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 08–05–00135–а) и Программы ОНЗ РАН № 2.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boyle R.W. The Geochemistry of Gold and its Deposits (Together with a Chapter on Geochemical Prospecting for the Element). Geol. Surv. Bull. Toronto, 1979. V. 280. 584 p.
2. Сидоров А.А. Рудные формации и эволюционно-исторический анализ благороднометалльного оруденения. Магадан, 1988. 246 с.
3. Тильман С.М. Сравнительная тектоника мезозоид севера Тихоокеанского кольца. Новосибирск: Наука, 1973. 326 с.
4. Сидоров А.А., Волков А.В. // ДАН. 2003. Т. 390. № 3. С. 374–378.
5. Егоров В.Н. Строение, магматизм и металлогения среднего палеозоя юга Омолонского массива. Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 20 с.
6. Горячев Н.А., Чарч С.Е., Ньюберри Р.Дж. В сб.: Золотое оруденение и гранитоидный магматизм Северной Пацифики. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. С. 165–168.
7. Константинов А.К. Урановый потенциал Чукотки. М.: ВИМС, 2005. 123 с.