

УДК [553.078+553.41+550.831.016]/(571.54/55+571.6)

## ЗОЛОТОНОСНЫЕ ПЛОЩАДИ И ГРАДИЕНТНЫЕ ЗОНЫ ПОЛЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ

© 2009 г. В. Г. Хомич, Н. Г. Борискина

Представлено академиком Ю.М. Пушаровским 02.03.2009 г.

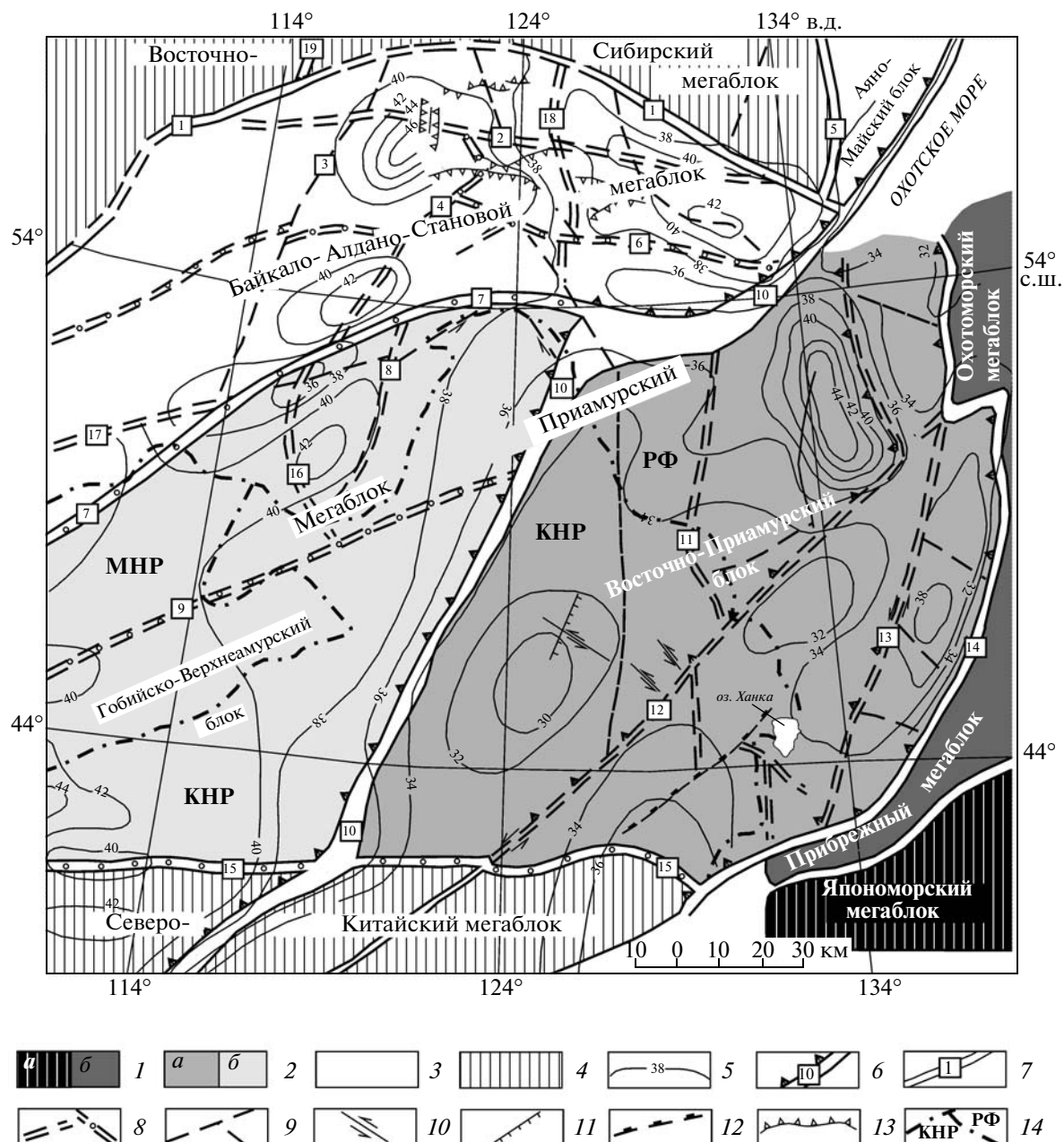
Поступило 17.03.2009 г.

Проблема выявления факторов, предопределивших формирование и размещение высокопродуктивных золотоносных площадей, остается актуальной для большинства металлогенических провинций, поясов и зон. Ее решение вряд ли возможно без учета результатов региональных геофизических исследований. Вместе с тем пространственные связи упомянутых площадей с рельефом тектонических границ в земной коре и верхней мантии до недавнего времени считались недостаточно определенными. Одни исследователи полагали, что подобные площади чаще встречаются в пределах блоков со средней и уменьшенной мощностью (36–38 км) коры, другие – с увеличенной ее мощностью (37–41 км). Исследования последнего десятилетия позволили внести ясность в эти вопросы путем создания и специализированных карт (глубинного строения, золотоносности и т.п., рис. 1, 2), и расчетно-статистических моделей золоторудных районов, позволяющих уточнить связи последних с очагами высокой эндогенной активности [14]. Сочетание инструментального и расчетно-статистического направлений помогло учесть, с одной стороны, основные особенности глубинного строения Юго-Востока России, а с другой – выявить принципиально важные детали пространственного размещения золотоносных площадей в связи с плотностными неоднородностями земной коры и мантии. Новейшая интерпретация результатов геолого-петрологических и геофизических исследований показала, что все известные золотоносные площади в регионе выявлены в границах магматического ареала, возникшего в позднем мезозое под влиянием подлитосферного “горячего поля мантии” [15], а крупные месторождения золота обнаружены в доменах с земной корой мощностью от 30 до 45 км и мощностью литосферы в 75–100 и 120–160 км [5] в связи с деятельностью локальных мантийных плюмов. Более детальный

анализ геолого-геофизических материалов, касающихся наиболее крупных районов сосредоточения месторождений благородных металлов (таких как Алданский, Балейский, Гонжинский) на территории Юго-Востока России, включая Забайкалье, Верхнее Приамурье и Южную Якутию, позволил также установить, что эти рудно-россыпные районы расположены в связи с выступами докембрия, на сопряжениях разноориентированных градиентных зон поля силы тяжести часто рифтогенного происхождения (рис. 2) и характеризуются унаследованностью развития (от протерозоя и рифея до позднего мезозоя и кайнозоя), ярусным (в виде “гирлянд”) размещением палеомагматических очагов и интрузий в диапазоне глубин 220–100–60–30 км и менее, вплоть до современной поверхности [1, 14] и, наконец, сопоставимой продолжительностью существования (порядка 75–50 млн. лет) и одинаковым трендом эволюции позднемезозойских рудно-магматических систем, обусловивших формирование гипо-, мезо- и эпипермальных проявлений оруденения, включая золото-медно-молибден-порфировые, золото-редкометалльные, золото(сульфидно)-кварцевые, скарноидные, золото-серебряные и даже сурьмяно-ртутные.

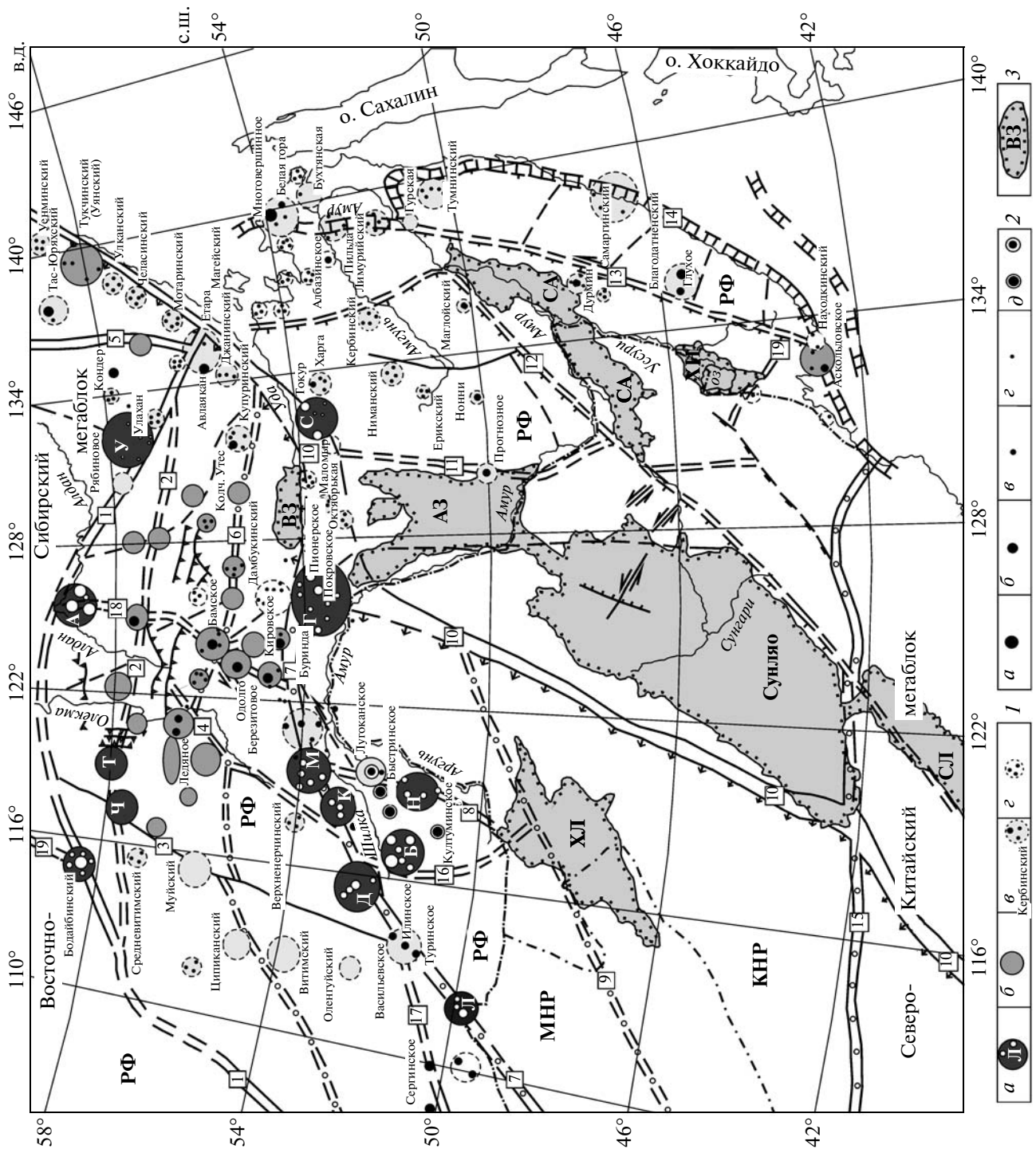
Так, для Алданского рудного района, объединяющего многочисленные россыпи и коренные месторождения Лебединского (Au), Куранахского (Au–Ag) узлов, Рябинового (Au, Cu, Mo) рудного поля, характерна ассоциируемость оруденения с разнофациальными магматическими образованиями повышенной щелочности одноименного (алданского) вулканоплутонического комплекса, возникшими в интервале от средней юры до позднего мела (175–100 млн. лет [3]), и расположенность на сопряжении субширотной Байкало-Элькон-Улканской (I порядок) и субмеридиональной Селигдар-Верхнетимптонской (II порядок) гравитационных ступеней [13]. Сопряжение фиксируется повышенной концентрацией геофизических аномалий (в том числе мощных линейных зон разуплотнения), локальных многократно подновлявшихся (от рифея до кайнозоя) рифтогенных зон, вскрытых и невскрытых интрузив-

Дальневосточный геологический институт  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук, Владивосток



**Рис. 1.** Схема глубинного строения Приамурья и сопредельных регионов (на основе районирования гравитационного поля); по [11] с некоторыми изменениями и дополнениями по [10, 13]. 1–3 – типы земной коры мегаблоков и блоков I–II порядков и ее мощность: 1 – субокеанический (а), менее 20 км, и окраинно-континентальный (б), 26–30 км, 2 – континентальный деструктивный (а), 30–40 км, и континентальный переходный (б), 35–45 км, 3 – континентальный, 40–48 км; 4 – плитные комплексы Восточно-Сибирского и Северо-Китайского континентальных мегаблоков; 5 – изолинии мощности земной коры по сейсмическим данным, км; 6–9 – гравитационные ступени и зоны нарушения поля силы тяжести разного масштаба: 6 – планетарные, 7 – глобальные, ограничивающие мегаблоки I порядка, 8 – региональные, разделяющие блоки II порядка, 9 – прочие зоны; 10–12 – некоторые крупные разломы и их кинематическая характеристика: 10 – сдвиги и сдвиговые зоны, 11 – сбросы, 12 – взбросы; 13 – фронтальные части надвигов; 14 – государственные границы (МНР, КНР, РФ).

Цифрами в квадратах обозначены гравитационные ступени (1–11, 14–18) и крупные сдвиговые (12, 13) зоны: 1 – Байкало-Элькон-Улканская, 2 – Южно-Алданская, 3 – Патомско-Жуинская, 4 – Олекминская, 5 – Нелькано-Бурхалинская, 6 – Каларо-Становая, 7 – Монголо-Охотская, 8 – Северо-Аргунская, 9 – Синлунгоу, 10 – Хингано-Охотская (главная), 11 – Западно-Туранская, 12 – Танлу-Дунми-Нижеамурская, 13 – Центрально-Сихотэ-Алинская, 14 – Прибрежная пограничная, 15 – Северо-Китайская, 16 – Борзя-Балейская, 17 – Чикойская, 18 – Селигдар-Верхне-тимптонская, 19 – Вилюйско-Бодайбинская.



**Рис. 2.** Схема размещения золотоносных площадей на территории Приамурья и сопредельных регионов. Составлена по [4, 6, 7, 11] с дополнениями. 1 – золотоносные площади разной степени изученности: а – известные золоторудные районы, в том числе крупные, буквы в кружках: А – Алданский, Б – Балецкий, Г – Гонжинский, Д – Дарасунский, К – Карийский, Л – Любавинский, М – Могочинский, Н – Нер-Заводской, С – Селемджинский, Т – Токкинский, У – Учурский, Ч – Чарский, б, в – рудно-россыпные районы с одним или несколькими коренными месторождениями (б) и с недостаточно изученными месторождениями и рудопроявлениями (в); г – районы преимущественно россыпной золотоносности с редкими рудопроявлениями; 2 – золоторудные узлы (а), известные средние (б) и мелкие (в) месторождения и рудопроявления (г), а также крупные комплексные золотосодержащие (медно-молибден-порфиновые, скарновые) месторождения (д); 3 – поздне-мезозойско-кайнозойские эпирифтогенные бассейны, депрессии, впадины; буквенными индексами обозначены депрессии: АЗ – Амуро-Зейская, ВЗ – Верхне-Зейская, СА – Средне-Амурская, СЛ – Сяолихэ, ХЛ – Хулунурская, ХН – Ханкайская. Другие условные обозначения см. на рис. 1.

ных массивов [1]. Контуры Селигдар-Верхнетимптонской тектонической зоны фиксируются сокращенной (до 36–38 км) мощностью коры, размещением основных и ультраосновных массивов, содержащих платинометаллы, апатит-титаномагнетитовые проявления. Формирование последних в раннем протерозое соотносят с процессами коллизии, амальгамации и последующего рифтогенеза. Зона является не только глубокой по заложению, но и долгоживущей. Она контролирует (в интервале протяженностью 400 км) размещение апатитовых полей в карбонатах [10]. На ее крыльях протяженные пояса среднерифейских даек имеют разное простирание: субширотное (восток-северо-восток) на западном и северо-западное – на восточном. На обоих крыльях закартированы пермо-триасовые ультрабазит-базитовые массивы, а на северном фланге осевой части – ареал триасовых кимберлитов.

На сопряжении Селигдар-Верхнетимптонской градиентной зоны (II порядка) с другими субширотными (II порядка) аномалиями: Южно-Алданской и Каларо-Становой расположены Эвотинский (Верхненимырский) и Апсаканский золоторудные районы.

Сходное с Алданским строение (и глубинное, и геологическое) имеют Балецкий и Гонжинский золоторудные районы. Так, Балецкий район находится на участке сопряжения Монголо-Охотской (I порядок) и Борзя-Балецкой (II порядок) гравитационных ступеней [11], примыкая с востока к Дутурульскому выступу докембрия. Вблизи последнего геофизиками выявлен крупный (“ярусный”) длительно существовавший магматический очаг [8], наиболее молодые производные которого принадлежат средне-позднеюрскому амуджикано-шахтаминскому комплексу. В районе известно три золоторудных узла: Балецкий, Казаковский и Мунгинский. Длительная мобильность Борзя-Балецкой тектонической зоны доказывается размещением в ней разновозрастных магматических и рудных образований (диапазон 175–100 млн. лет, согласно [12, 2]) разного формационного типа: золото-(медно)-порфирового (Мунгинское месторождение), золото-редкометалльного (Андрюшкинское, Среднеголготайское), золото-шеелит-кварцевого (Казаковское),

золото-(сульфидно)-кварцевого (Сосновское), золото-серебряного (Балецкое, Тасеевское), сурьмяно-ртутного (Усть-Егынское и др.) и флюоритовой минерализации (Березовское). В районе известны мелкие месторождения молибдена и вольфрама (ферберита).

Гонжинский золоторудный район также расположен на сопряжении двух крупных градиентных зон поля силы тяжести (I порядок): Монголо-Охотской и Хингано-Охотской (рис. 2), вблизи одноименного выступа докембрия. Глубинное строение района характеризуется существованием области разуплотнения, достигающей максимума на глубинах 20–30 км. По данным ГСЗ [14], она соответствует зоне “сейсмической прозрачности”, проникающей в верхнюю мантию. По обрамлению метаморфитов Гонжинского выступа докембрия обнажены монцонитоидно-гранитоидные массивы магдагачинского ( $J_3-K_1m$ ), верхнеамурского ( $K_1v$ ), буриндинского ( $K_1b$ ) комплексов, субвулканические, экструзивно-эффузивные и пирокластические образования, формировавшиеся в период 145–95 млн. лет. В эндо- и экзоконтактных зонах раннемеловых интрузивов (которые хорошо фиксируются локальными гравитационными аномалиями) на сопряжении с вулканогенными накоплениями расположены Боргуликанское, Буриндинское, Пионерное, Покровское и др. месторождения золота района.

Примечательно, что наиболее крупный в России Бодайбинский золоторудный район расположен в периферической части Ангаро-Витимского гранитоидного супербадолита на сопряжении разноориентированных градиентных зон поля силы тяжести: субширотной Байкало-Элькон-Улканской и субмеридиональной Вилуйско-Бодайбинской рифтогенного происхождения [8, 9, 11].

Таким образом, анализ результатов геолого-геофизических исследований Юго-Востока России демонстрирует приуроченность основной части (85%) золотоносных площадей к градиентным зонам поля силы тяжести и позволяет более четко определить особенности позиции крупных золоторудных районов. Для каждого из них характерны наличие выступов докембрия, ярусное размещение магматических очагов выше поверхности Мохо и приуроченность к сопряжениям разно-

ориентированных глобальных и региональных градиентных зон поля силы тяжести. Возможно, что чем крупнее ранг сопрягающихся градиентных зон, тем крупнее золоторудные районы, приуроченные к таким сопряжениям. Масштаб золотоносности существенно ниже в пределах градиентных зон одного направления. Вне известных градиентных зон расположено примерно 15% золотоносных (преимущественно россыпных) площадей. Выявленные корреляционные соотношения между золотоносными площадями и градиентными зонами поля силы тяжести могут быть учтены при металлогенических исследованиях и выборе потенциально перспективных районов для развития минерально-сырьевой базы благородных металлов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН и ДВО РАН (проект № 6 Программы № 14).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамов В.А.* Глубинное строение Центрально-Алданского района. Владивосток: Дальнаука, 1995. 180 с.
2. Бaleyское рудное поле (геология, минералогия, вопросы генезиса) / Под ред. Н.П. Лаверова, Н.В. Петровской, В.А. Нарсеева и др. М.: Изд-во ЦНИГРИ, 1984. 271 с.
3. *Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н.* // Геология руд. месторождений. 1998. Т. 40. № 4. С. 354–369.
4. *Бородин А.М., Васькин А.Ф., Кременецкая Н.А. и др.* Карта минерагенического районирования Хабаровского края и ЕАО. Благородные металлы. 1 : 1000000. 2006.
5. *Мальшев Ю.Ф., Романовский Н.П., Горошко М.В., Гурович В.Г.* В сб.: Тектоника и глубинное строение востока Азии. VI Косыгинские чтения: доклады всероссийской конференции. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2009. С. 216–218.
6. *Попов Н.В., Шапорина М.Н., Амузинский В.А. и др.* // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 5. С. 716–728.
7. *Романовский Н.П., Малышев Ю.Ф., Дуан Жуйянь и др.* // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25. № 6. С. 3–17.
8. *Рундквист И.К., Бобров В.А., Смирнова Т.Н. и др.* // Геология руд. месторождений. 1992. № 6. С. 3–12.
9. *Сафонов Ю.Г., Попов В.В., Волков В.А., Гонгальский Б.И.* В сб.: Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Т. 2. Стратегические виды рудного сырья. М.: ИГЕМ РАН, 2006. С. 97–142.
10. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Под ред. Л.М. Парфенова, М.И. Кузьмина. М.: МАИК “Наука/Интерпериодика”, 2001. 571 с.
11. Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий / Под ред. Г.А. Шаткова, А.С. Вольского. СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
12. *Томсон И.Н., Иванов И.Б., Константинов Р.М., Полякова О.П.* // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1963. № 12. С. 31–40.
13. *Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* В сб.: Международный горно-геологический форум “Золото Северного обрамления Пацифика”. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2008. С. 159–162.
14. *Хомич В.Г., Петрищевский А.М.* // Вулканология и сейсмология. 2004. № 1. С. 25–38.
15. *Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Иванов В.Г.* // Геотектоника. 1995. № 5. С. 41–67.