

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ЗОЛОТОНОСНЫХ РАЙОНОВ, ПРИУРОЧЕННЫХ К ТЕРРИГЕННО-СЛАНЦЕВЫМ ТОЛЩАМ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СЕВЕРО-АЗИАТСКОГО КРАТОНА (ГЕОДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ, ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ)

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН и ДВО РАН (проект № 09-И-П14-06).

Выполнен сравнительный анализ двух золотоносных районов южного обрамления Северо-Азиатского кратона – Бодайбинского и Селемджинского, который позволил выявить индивидуальные особенности их геологического развития, обусловившие различие сравниваемых объектов по металлогеническому потенциалу. Показано, что к особо важным отличительным чертам, кардинально повлиявшим на формирование металлогенического потенциала сопоставляемых районов, следует отнести геодинамические обстановки седиментации и рудогенеза. В этой связи предложено учитывать фактор геодинамики при прогнозной оценке золотоносных территорий всего обрамления Северо-Азиатского кратона.

Ключевые слова: золотоносные районы; геодинамические обстановки; Северо-Азиатский кратон.

Южное обрамление Северо-Азиатского кратона относится к территориям с высоким уровнем золотоносности. Его рудно-россыпные районы вмещают разные геолого-генетические типы месторождений. В последние десятилетия все большее внимание специалистов привлекают площади, в строении которых уча-

ствуют углеродистые терригенно-сланцевые толщи. В этой связи представляется интересным в сравнительном аспекте рассмотреть два таких района, формировавшихся в разных геодинамических обстановках и обладающих разным металлогеническим потенциалом (рис. 1).

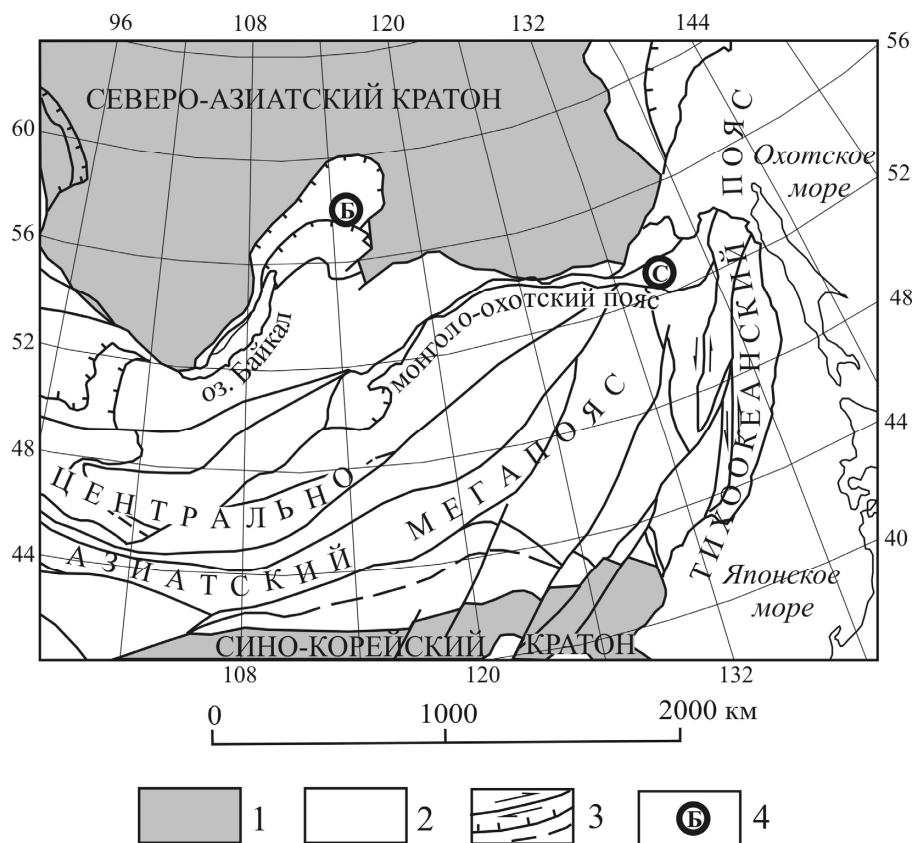


Рис. 1. Схема размещения Бодайбинского и Селемджинского золотоносных районов в структурах Северо-Востока Азии. Тектоническая основа по [8, 10] с некоторыми изменениями: 1 – кратоны и их фрагменты; 2 – орогенные пояса различного возраста; 3 – надвиги, сдвиги и прочие крупные разломы; 4 – сопоставляемые золотоносные районы: Б – Бодайбинский, С – Селемджинский

Бодайбинский золотоносный район (Байкало-Патомское нагорье) в геодинамическом отношении принадлежит к перикратонной пассивной континентальной окраине, сформировавшейся на месте рифтогенного прогиба. Район (рис. 2) характеризуется пони-

женной (35–37 км) мощностью земной коры и локальным (с превышением в 7–10 км) флюидонасыщенным мантийным выступом [1]. Он приурочен к сопряжению Байкало-Элькон-Улканской субширотной градиентной зоны поля силы тяжести I порядка с Виллойско-

Бодайбинской субмеридиональной градиентной зоной II порядка [2]. На его площади распространены метаморфизованные в различной степени углеродистые рифейско-вендские карбонатно-терригенные отложения, прорванные позднепалеозойскими гранитоидами мамского и конкудеро-мамаканского комплексов краевой части Ангаро-Витимского «ареал-плутона», а также дайками кислого и «пестрого» составов агланьянского и кадали-бутуинского комплексов [3]. В истории концентрирования Au исследователи [3, 4] выде-

ляют синседиментационный, синскладчатый, синметаморфический рудоподготовительные периоды и рудогенерирующий (сингранитный) этап, охватывающие время от палеопротерозоя (900–700 млн лет) до позднего карбона (320–290 млн лет). По А.И. Иванову [4], рудный этап связан с позднепалеозойской тектономагматической активностью, обусловившей внедрение конкудеро-мамаканских гранитоидов, в надинтрузивных ореолах которых размещены золотоносные минерализованные зоны.

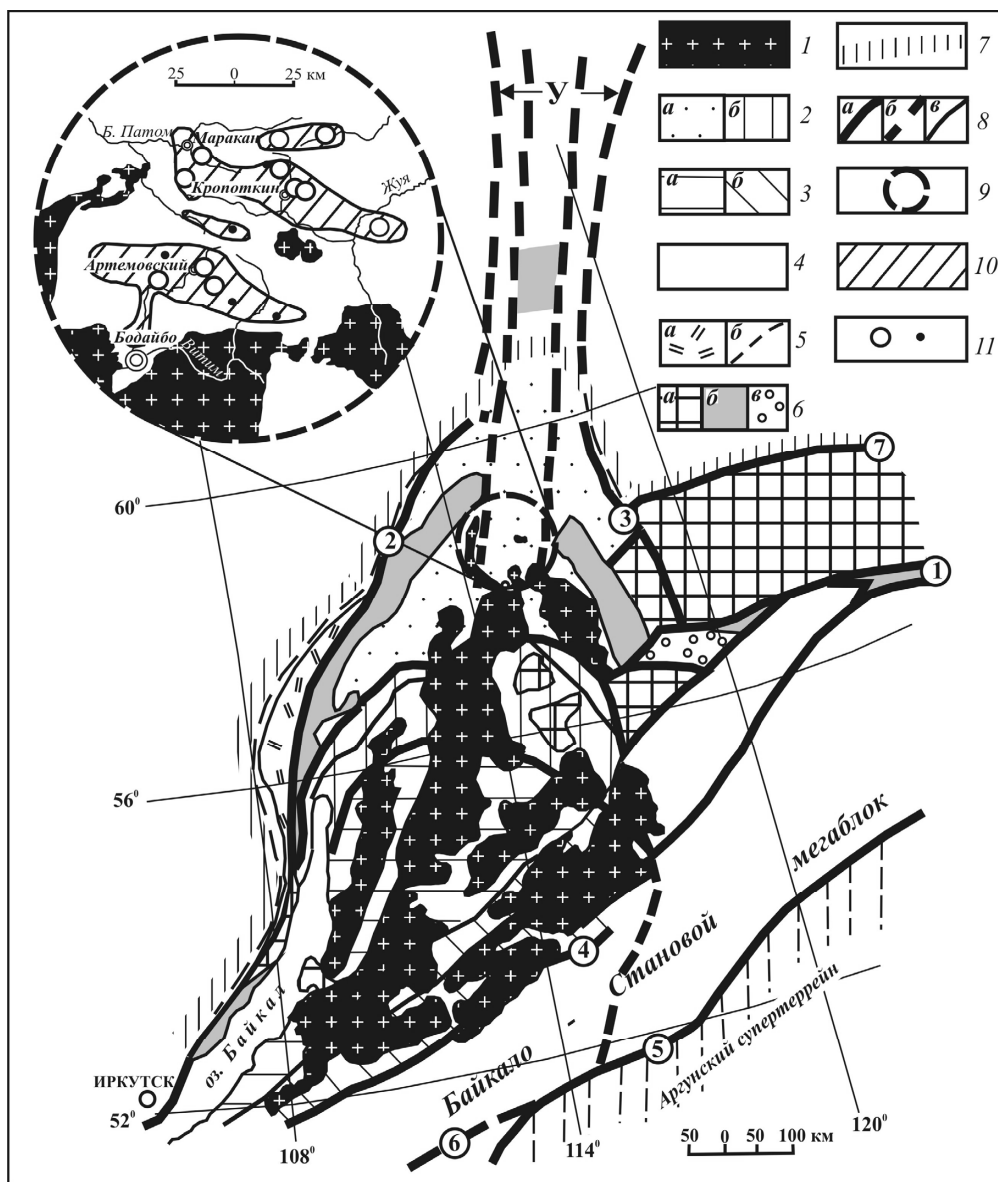


Рис. 2. Позиция Бодайбинского золоторудного района в системе геологических структур южного обрамления Сибирской платформы. По [4, 11] с некоторыми изменениями: 1 – гранитоиды Ангаро-Витимского батолита; 2–3 – различные зоны Байкало-Патомского докембрийского террейна: 2 – Патомско-Бодайбинская (а) с рифейскими металлонесными осадками и Муйская (б), 3 – Катеро-Витимская (а) и Удино-Витимская (б); 4 – венд-рифейские карбонатно-терригенные отложения, нерасчлененные; 5 – Аkitканский вулканоплутонический пояс (а) и терригенно-карбонатный комплекс внешней окраины террейна (б); 6 – архей-протерозойские комплексы фундамента Алданского блока Байкало-Алдано-Станового мегаблока: архейские (а), протерозойские (б, в), в том числе меденосные песчаники (в); 7 – плитный комплекс (чехол) Сибирской платформы; 8 – структурные швы, системы глубинных разломов и градиентные зоны поля силы тяжести: а – известные, б – скрытые, установленные по геолого-геофизическим признакам, в – прочие. Цифрами в кружках обозначены: 1 – Каларо-Становой, 2 – Байкало-Вилуйский, 3 – Жуинский, 4 – Удино-Витимский структурные швы и разломы; 5 – Монголо-Охотская, 6 – Чикойская, 7 – Элькон-Улканская градиентные зоны. Буквой У обозначен Уринский авлакоген в Вилуйско-Бодайбинской срединно-рифтогенной зоне; 9 – контуры Бодайбинского рудного района (см. врезку); 10 – основные золото-россыпные площади; 11 – золоторудные месторождения и рудопроявления (золотоносные минерализованные зоны)

Э.Н. Лишневский и В.В. Дистлер [1] главную роль в формировании благороднометалльного оруденения отводят Угаханскому гранитному криптобатолиту, кровля которого находится на глубине 3–3,2 км от современной поверхности. При этом мелкие массивы порфировидных адамеллитов, обнажающиеся на периферии некоторых рудных полей, рассматриваются ими в качестве производных криптобатолита. Последний, в свою очередь, является сателлитом Ангаро-Витимского «ареал-плутона», образование которого М.И. Кузьмин с соавт. [3] соотносят с деятельностью мантийного плюма, обусловившего в позднем палеозое масштабные анатектичские и рудогенерирующие процессы, в том числе перераспределение и концентрирование Au.

В районе выявлено более 10 месторождений золота и большое число недостаточно оцененных ореолов рассеяния As, Bi, Au, сосредоточенных в 4 рудных узлах: Кропоткинском, Мараканском, Тунгусском и Хомолхинском [4]. Жильное, гнездово-прожилковое и вкрапленное оруденение узлов исследователи [4, 5] относят к золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-черносланцевой формациям.

Благороднометалльная минерализация самого крупного месторождения района Сухой Лог является золото-платиновой [1, 6]. Оруденение приурочено к зонам смятия, фиксируемым в геофизических и геохимических полях в виде аномальных зон протяженностью в несколько километров и мощностью в де-

сятки, иногда сотни метров. На месторождении установлено более 75 рудных минералов. На их долю приходится 3–5% рудной массы. Преобладает пирит. Постоянно встречаются галенит, сфалерит, минералы системы Fe-Ni-S; более редки молибденит, вольфрамит, шеелит, арсенопирит, тетраэдрит, кубанит; теллуриды и селениды представлены единичными находками. Минерализация сопровождается серицитизацией, мусковитизацией, карбонатизацией, окварцеванием и сульфидизацией пород [4, 5].

Селемджинский золотоносный район (Приамурье), так же как и Бодайбинский, приурочен к сопряжению градиентных зон поля силы тяжести I и II порядков: Монголо-Охотской субширотной и Западно-Туранской субмеридиональной [2]. Он расположен в пределах Тукурингра-Джагдинского (ТД) террейна (рис. 3), в геодинамическом отношении представляющего один из фрагментов палеозойской аккреционной призмы Монголо-Охотья. Селемджинский участок террейна характеризуется мощностью земной коры порядка 35 км [7]. С севера и юга участок ограничен субширотными глубинными разломами – Южно-Тукурингским (Ланским) и Пауканским, отделяющими его соответственно от Удско-Шантарского и Буреинского террейнов. С востока он отделен от мезозоид Ульбанского террейна системой субмеридиональных разломов, вероятно, трассирующих восточный фланг Западно-Туранской градиентной зоны.

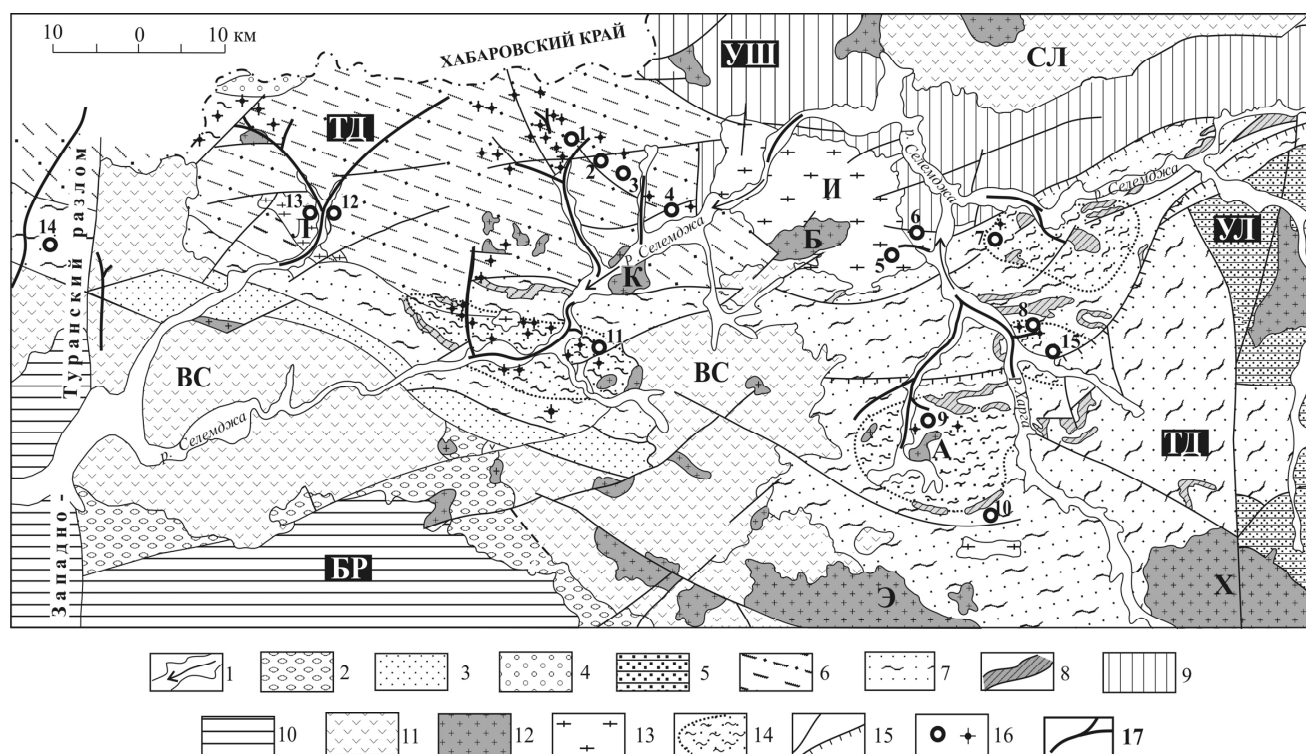


Рис. 3. Геотектоническая схема Селемджинского рудного района (составлена по [9, 12]): 1 – четвертичные отложения; 2–4 – молассоидные комплексы; 2 – раннемеловой угленосный (Огоджинский грабен), 3 – юрский (Стойбинский грабен), 4 – триасовый (Марининский грабен); 5 – юрские турбидиты Ульбанского (УЛ) террейна; 6–9 – аккреционные призмы Тукурингро-Джагдинского (ТД) и Удско-Шантарского (УШ) террейнов: 6 – осадки среднего и верхнего карбона, 7 – метаосадки нижнего и среднего карбона (зеленосланцевая фация), 8 – зеленокаменные породы по палеозойским вулканогенным и интрузивным образованиям, 9 – девонские осадки; 10 – протерозойско-палеозойские образования Буреинского (БР) террейна; 11 – меловые вулканиты Верхне-Селемджинской (ВС) и Селитканской (СЛ) зон; 12 – меловые гранитоидные массивы (А – Афанасьевская интрузия, Б – Брюс, К – Карауракий, Х – Харгинский, Э – Эзопский); 13 – позднепалеозойские гранитоидные массивы (И – Ингаглинский, Л – Лукачекский); 14 – метаморфические куполовидные сооружения; 15 – крутопадающие разломы и надвиги; 16 – месторождения и проявления золота (1 – Разведочное, 2 – Иннокентьевское, 3 – Токурское, 4 – Тарнахское, 5 – Ингаглинское, 6 – Ясенское, 7 – Унгличканское, 8 – Харгинское, 9 – Афанасьевское, 10 – Ленинское, 11 – Сагурское, 12 – Ворошиловское, 13 – Верхне-Мынское, 14 – Маломырское, 15 – Албынское); 17 – золотоносные россыпи

Площадь района сложена мощной толщей терригенных осадков карбона, содержащей пачки вулканогенных и кремнистых пород, блоки известняков. Характерно присутствие горизонтов с повышенным содержанием углеродистого вещества: в слабометаморфизованных осадках – черносланцевых флишоидах, в метаосадках – графитизированных зеленых сланцах. Толща, ориентировочной мощностью 7–14 км, подразделена на афанасьевскую, талыминскую, сагурскую, токурскую, экимчанскую, амнускую свиты. Присутствие в их составе разнотипных по происхождению пачек свидетельствует о тектоническом пакетировании (торошении) надвиговых пластин при формировании аккреционной призмы. Перекрывают призму триасовые, юрские, меловые молассоидные осадки и вулканиты, выполняющие узкие линейные грабенообразные структуры, «сшивают» – разнообразные по составу интрузивы позднего палеозоя и мезозоя.

Осадочные накопления района интенсивно дислоцированы с образованием линейных чешуйчато-надвиговых и куполовидных структур. Складчатость линейного типа осложнена развитием сжатых и опрокинутых складок. В сводах куполов левобережья р. Селемджи обнажаются наиболее метаморфизованные (вплоть до эпидот-амфиболитовой фации) породы, в межкупольных погружениях и линейных складках преобразования осадков достигают уровня зеленосланцевой фации. На большей же части правобережья осадки остаются на уровне самой низкой, филлитовой, ступени метаморфизма.

В истории формирования Селемджинского района также выделяются периоды седиментации, складчатости и метаморфизма, в течение которых и происходила предварительная подготовка территории к реализации металлогенического потенциала.

Рудогенерирующим был этап позднемезозойской тектоно-магматической активности, обусловленной коллизионно-сдвиговым взаимодействием литосферных плит – Северо-Азиатского кратона и Амурского микроконтинента.

С проскальзыванием плит связано образование субширотного вулканоплутонического Умлекано-Огоджинского пояса, специализированного на Au, Ag, Cu, Bi, W, Mo, Sn, селемджинское звено которого находится на восточном фланге этой крупной тектоно-магматической структуры.

Формирование мелового вулканоплутонического комплекса района происходило в геодинамической обстановке трансформной континентальной окраины в условиях синсдвигового растяжения [8]. Комплекс объединяют андезитовиды вулканических покровов, гранитоиды разноглубинных массивов, диоритоиды малых интрузий [9].

Оруденение района, относящееся к золото-кварцевому малосульфидному и черносланцевому типам, связано с вулканоплутоническим комплексом парагенетически. Месторождения располагаются как в слабометаморфизованных породах токурской и экимчанской (Токур, Иннокентьевское, Тарнах и др.), так и в метаосадках сагурской, талыминской и афанасьевской свит (Харга, Албын, Сагур, Маломыр и

др.). Известны проявления в позднепалеозойских гранитоидах (Ингагли и др.). Выделяются жилы, прожилково-вкрапленные ореолы, метасоматические зоны окварцевания и сульфидизации. Основной жильный минерал – кварц. Подчиненное значение имеют серицит, адуляр, анкерит, кальцит. На ряде месторождений в заметных количествах присутствует шеелит (Унгличikan, Харга, Токур). Из сульфидов наиболее распространены арсенопирит и пирит. Отмечаются также халькопирит, пирротин, сфалерит, галенит, блеклая руда, антимонит.

Сравнительный анализ позиции, условий формирования, строения Бодайбинского и Селемджинского золотоносных районов указывает на определенное их сходство. Оно проявляется в приуроченности районов к сопряжению разноориентированных градиентных зон поля силы тяжести I и II порядка; одинаковой мощности земной коры; складчато-надвиговой структуре рудовмещающих отложений; присутствию углеродистых терригенных накоплений; метаморфизме осадков разной интенсивности (от эпидот-амфиболитовой до филлитовой фации) с преобладающим развитием фации зеленых сланцев; проявлении тектоно-магматической активности; сходстве сценариев образования рудно-россыпных концентраций (смена периодов седиментации, складчатости и метаморфизма, обеспечивших подготовку территорий к реализации металлогенического потенциала, рудогенерирующими этапами; проявление россыпеобразующих этапов, обусловивших накопление золота в рыхлых отложениях).

При наличии общих черт в формировании и строении районов они значительно разнятся по металлогеническому потенциалу. В этой связи важно отметить индивидуальные особенности геологического развития районов, обусловившие эту разницу. К таковым относятся:

- геодинамические обстановки накопления осадочных толщ (рифтогенный прогиб в Бодайбинском, субдукционный желоб в Селемджинском);
- периоды седиментации и их продолжительность (протерозой – палеозой в прогибе, палеозой в желобе);
- литологический состав осадков (карбонатно-терригенные в прогибе, вулканогенно-терригенные в аккреционной призме);
- время рудогенерации (поздний палеозой в Бодайбинском, поздний мезозой в Селемджинском);
- геодинамические условия рудогенерации (в обстановке пассивной окраины в Бодайбинском, трансформной окраины в Селемджинском);
- петрохимический состав рудогенерирующих магматических комплексов (преимущественно гранитоидный в Бодайбинском, существенно андезитовидный в Селемджинском).

К особо важным отличительным чертам, кардинально повлиявшим на формирование металлогенического потенциала сопоставляемых районов, по нашему мнению, следует отнести геодинамические обстановки седиментации и рудогенеза. Фактор геодинамики необходимо учитывать при прогнозной оценке золотоносных территорий всего обрамления Северо-Азиатского кратона.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лишневский Э.Н., Дистлер В.В.* Глубинное строение земной коры района золото-платинового месторождения Сухой Лог по геолого-геофизическим данным (Восточная Сибирь, Россия) // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46, № 1. С. 88–104.
2. *Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Глубинное строение и золотоносность Юго-Востока России // Известия вузов. Геология и разведка. 2009. № 6. С. 32–38.
3. *Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., Спиридонов А.И. и др.* Геодинамические условия формирования золоторудных месторождений Бодайбинского неопротерозойского прогиба // Доклады академии наук, 2006. Т. 407. № 6. С. 793–797.
4. *Иванов А.И.* Основные черты геологического строения и золотоносность Бодайбинского рудного района // Руды и металлы. 2008. № 3. С. 43–61.
5. *Буряк В.А., Хмелевская Н.М.* Сухой Лог – одно из крупнейших золоторудных месторождений мира (генезис, закономерности размещения оруденения, критерии прогнозирования). Владивосток : Дальнаука, 1997. 156 с.
6. *Митрофанов Г.Л., Немеров В.К., Коробейников Н.К., Семейкина Л.К.* Платиноносность позднедокембрийских углеродистых формаций Байкало-Патомского нагорья // Платина России. Проблемы развития минеральной сырьевой базы платиновых металлов. М. : Геонинформмарк, 1994. С. 150–154.
7. *Тектоника, глубинное строение и минерагения Приамурья и сопредельных территорий* / отв. ред. Г.А. Шатков, А.С. Вольский. СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
8. *Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн.* / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток : Дальнаука, 2006. 981 с.
9. *Фатьянов И.И.* Распределение золота в магматических породах и генетические черты золотого оруденения Селемджинского района (Приамурье) : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1972. 26 с.
10. *Парфёнов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др.* Модель формирования орогенных поясов центральной и северо-восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7–41.
11. *Сафонов Ю.Г., Попов В.В., Волков В.А., Гонгальский Б.И.* Геодинамические-геотектонические обстановки образования крупных золоторудных концентраций // Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. Т. 2 : Стратегические виды рудного сырья. М. : ИГЕМ РАН, 2006. С. 97–142.
12. *Эйриш Л.В.* Металлогения золота Приамурья (Амурская область, Россия). Владивосток : Дальнаука, 2002. 194 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 26 марта 2012 г.