

УДК 553.2:550.4

ОБ УСЛОВИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ОБОГАЩЕННЫХ ЗОЛОТОМ ГОРИЗОНТОВ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩ (НА ПРИМЕРЕ ПЕРМСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ)

© 2010 г. А. С. Астахов, член-корреспондент РАН Н. А. Горячев, Т. И. Михалицына

Поступило 21.07.2009 г.

В составе Яно-Колымского позднемезозойского орогенного пояса значительные площади занимают пермские отложения, выполняющие тектонические структуры обрамления Охотского кратонного блока [5, 14]. Эти отложения вмещают крупнейшие в регионе месторождения золота (Наталкинское и Нежданинское) и многочисленные рудопроявления и мелкие месторождения разных формационных типов [7]. Помимо золота в рудах промышленно важными и представляющими практический интерес являются серебро и платиноиды (Нежданинское) или платиноиды (Наталкинское, Ветренское месторождения). Одной из основных рудовмещающих структур является Аян-Юряхский антиклинорий, расположенный на юго-восточном фланге орогенного пояса (рис. 1). Он является складчатой структурой первого порядка, вытянутой формы, длиной 375 км при ширине 75 км. Строение в поперечном разрезе асимметричное, падение северо-восточного крыла 60° – 70° , юго-западного – 30° – 40° . В распределении месторождений и рудопроявлений золота в стратиграфическом разрезе антиклинория проявлен определенный стратиграфический контроль золотоносности, выраженный в существовании генерального максимума размещения оруденения в атканской свите и низах омчакской свиты (рис. 1) и второстепенного максимума в верхах старательской свиты–низах триаса [3].

Специальное исследование золотоносности разреза пермских отложений антиклинория за

пределами рудных узлов и полей [8, 9] установило, что для них характерно повышенное количество золота относительно кларков осадочных пород и повышенные его концентрации на атканском и старательском уровнях (рис. 2). Обогащенные золотом горизонты пермских отложений представлены слабоуглеродистыми (до 2.5% $C_{\text{орг}}$) диамиктитами и углисто-глинистыми сланцами, которые содержат редкие остатки фауны бореальных видов [4]. Незначительные величины титанового модуля пород разреза перми и их вариации также свидетельствуют об относительно холодных климатических условиях осадконакопления в это время [8]. Кроме того, в разрезе были выявлены и горизонты повышенных концентраций никеля, хрома, серебра и кобальта. Петрохимические и литологические характеристики верхнепермских осадочных пород Аян-Юряхского антиклинория отражают однообразный характер их накопления в достаточно монотонных, спокойных условиях шельфа или континентального склона и устойчивое положение области сноса со стороны Охотского кратонного блока [8]. Из общего ряда выделяется атканская свита, с повышенной вулканической активностью в это время. Следующий, подобный довольно резкий рубеж – граница омчакской и старательской свит. Именно для этих горизонтов характерно повышение концентраций золота в осадочных породах (рис. 2). Это коррелирует с периодами вулканической активности на окраине Охотского кратонного блока, приведшей к поступлению в бассейны седиментации значительного количества пирокластики и других продуктов вулканических извержений [4].

Таким образом, общие особенности пород разреза свидетельствуют о вулканической деятельности в областях сноса, достаточно высоких (но не лавинных) скоростях седиментации, обес-

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток
Северо-восточный комплексный
научно-исследовательский институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Магадан*

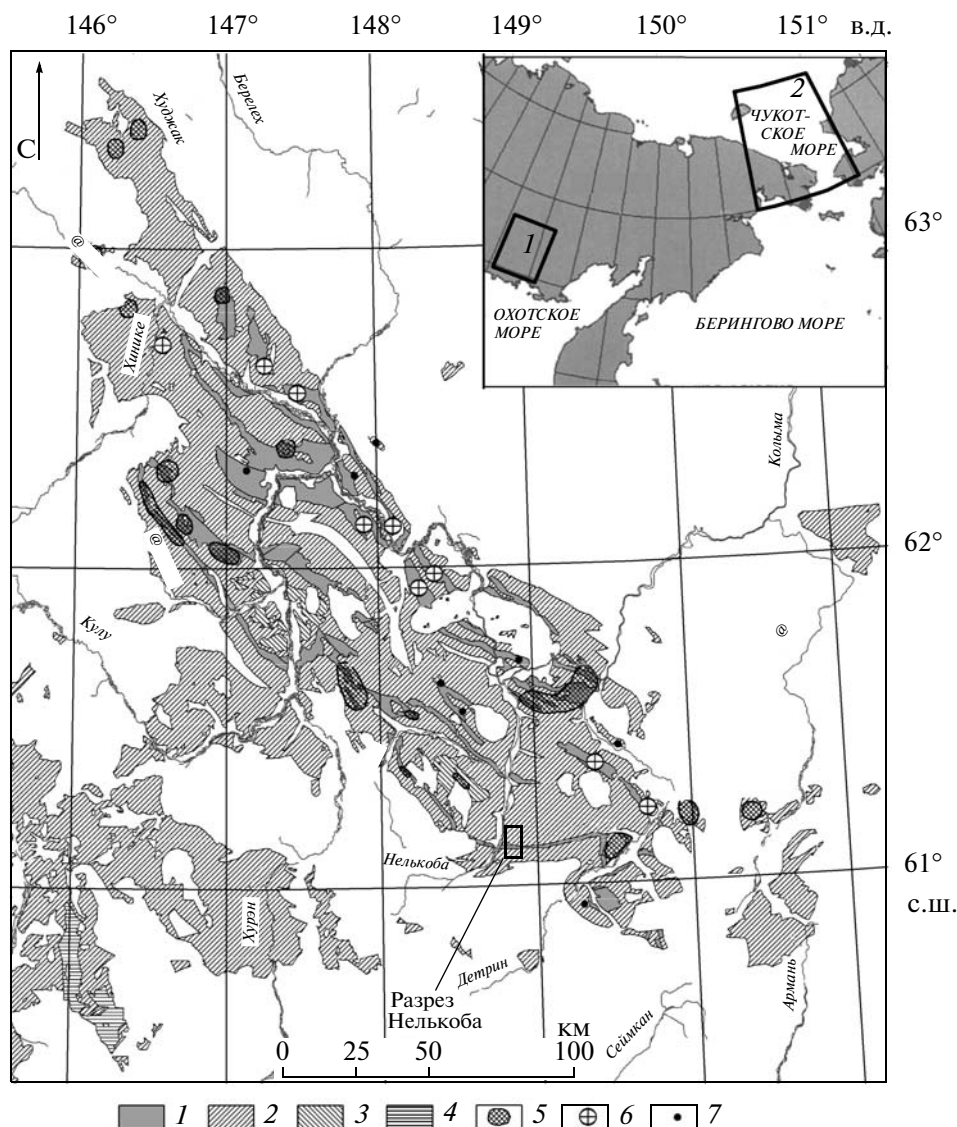


Рис. 1. Золоторудные поля и узлы в складчатых структурах Аян-Юряхского антиклинория. 1 – атканская свита; 2–4 – пермская система: 2 – верхний, 3 – нижний, 4 – нижний–верхний отделы; 5–7 – рудные узлы с месторождениями и рудопроявлениями (5), с пунктами минерализации и россыпями (6) и отдельные рудопроявления (7). На врезке – местоположение районов работ: 1 – Аян-Юряхский антиклинорий, 2 – Чукотское море.

печивавших сохранение неокисленного органического вещества в толще осадка, пульсационном характере поступления терригенно-осадочного материала, определившем флишоидность разреза. Их литологические и петрогеохимические особенности указывают на значительное удаление этих объектов от береговой линии. Характер основных обогащенных золотом горизонтов Аян-Юряхского антиклинория указывает на формирование этих толщ в условиях континентального склона бореального океанического бассейна. Следует отметить также, что пермские бассейны Северо-Востока Азии представляли собой палеозойскую пассивную окраину Северо-Азиатского

континента и им было присуще также наличие зон рифтогенеза, сопровождаемого вулканическими и субвулканическими образованиями, контролирующими их металлоносность [15]. Все это, вероятно, и определило золотоносность локальных горизонтов пермского разреза Аян-Юряхского антиклинория (рис. 2). Совокупность приведенных данных позволяет искать соответствующие аналоги современного бассейнового осадконакопления в глубоководных частях окраинных арктических морей.

В связи с изложенным нами проведено исследование распределения благородных металлов в

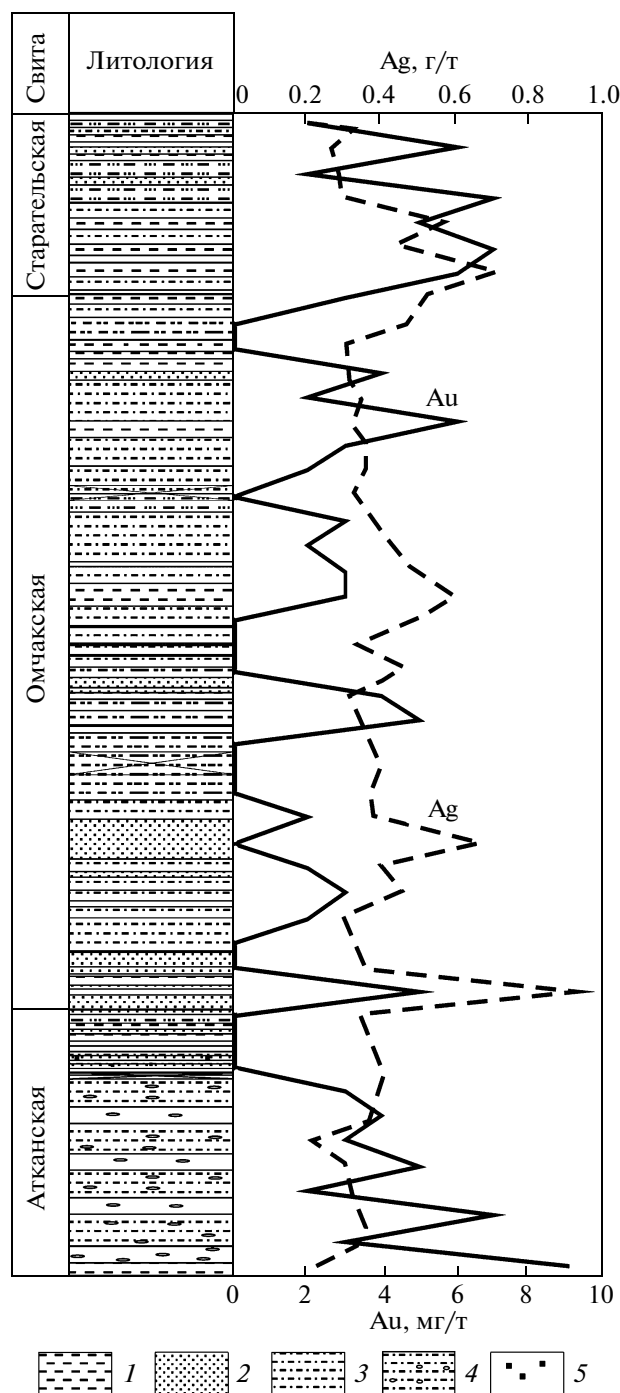


Рис. 2. Распределение золота и серебра в пермских отложениях разреза Нелькоба. 1 – аргиллиты; 2 – песчаники; 3 – алевролиты; 4 – диамиктит; 5 – пиритизация.

донных осадках, в сочетании с петрогеохимическими данными по их составу, для центральной части Чукотского моря. Оно представляет собой типичный бореальный бассейн шельфового осадконакопления, в грубом приближении сопоста-

вимый по климатическим условиям с пермским палеобассейном Аян-Юряхского антиклинория, хотя по палеореконструкциям этот бассейн располагался несколько южнее [4, 5, 14]. Тем не менее мы полагаем правомерность такого подхода, учитывая точность подобных реконструкций.

Чукотское море относится к областям современного растяжения земной коры, геодинамический план и локализация проявлений современной геологической деятельности в нем в общих чертах контролируются грабен-рифтовой системой субмеридиональных и субширотных рифтогенных структур (рис. 3), сформированных в мезозое–раннем кайнозое и активизировавшихся в позднем кайнозое [2, 6, 11–13]. Среди неотектонических структур этой системы наиболее известны Чукотский грабен, протягивающийся от Восточной Чукотки на юге до, по крайней мере, желоба Геральда в Чукотском море на севере (рис. 3). Он как часть грабен-рифтовой системы в неоген-четвертичное время претерпел активизацию, сопровождавшуюся базальтовым вулканизмом и гидротермальной деятельностью. В изученной его сухопутной части на Восточной Чукотке известны позднекайнозойские вулканиты [11, 13] и многочисленные гидротермальные источники с температурой изливающихся вод до 97°C [10]. Они отличаются от других на Чукотском полуострове по составу газов с аномальным количеством признаков содержанием мантийных компонентов [10, 11].

При изучении донных осадков, отобранных дночерпателем в центральной части моря, было установлено, что Ag, Pt, Ru, Au распределены крайне неравномерно, образуют локальные аномалии в пелитовых и алевритовых илах Южно-Чукотской впадины (рис. 4), обогащенных кремнистыми остатками диатомей и органическим веществом. Средние их содержания на изученном участке значительно превышают средние для современных шельфовых отложений, например в близкорасположенном Анадырском заливе Берингова моря [1]. Обогащение золотом (6–14 против 0.6–4 мг/т), серебром (0.4–1.6 против 0.02–0.3 г/т), ЭПГ (десятки мг/т) и $C_{орг}$ (до 2.38%) приурочено к структурам грабен-рифтовой системы Чукотского моря, чаще к участкам пересечения субмеридиональных и субширотных структур внутри нее. При этом золото, серебро и платина, так же как и в пермских породах Аян-Юряхского антиклинория, не коррелируют с органическим углеродом, друг с другом, микро- и макроэлементами осадков. Такие особенности распределения благородных металлов и органического углерода

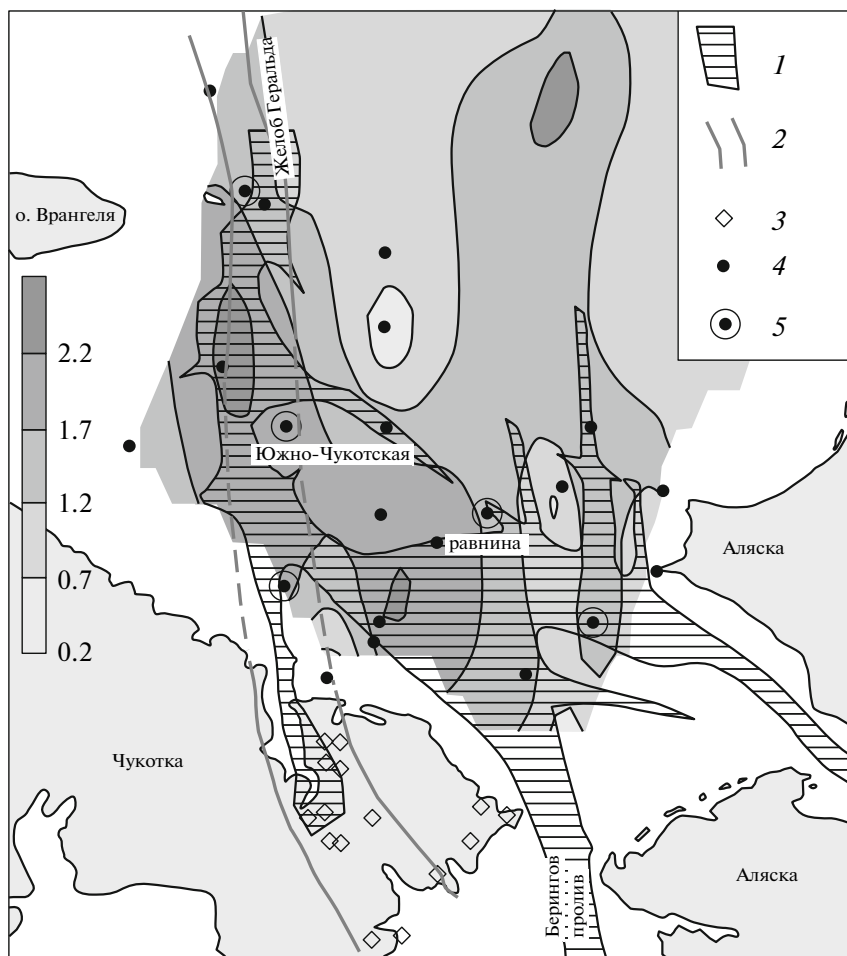


Рис. 3. Местоположение станций отбора проб, содержание органического углерода в донных осадках и элементы раздвиговой тектоники Чукотского моря. 1 – грабен-рифтовая система Чукотского моря [12]; 2 – неотектоническая структура Чукотский грабен [6]; 3 – известные гидротермальные источники Восточной Чукотки [10]; 4, 5 – местоположение проб, изученных на содержание благородных металлов, в том числе 5 – пробы с аномальным содержанием благородных металлов (см. рис. 4).

определяются, вероятно, специфическими условиями осадконакопления в пределах зоны современной рифтогенной деструкции земной коры. При этом формируются локальные впадины с высокими скоростями осадконакопления, где существуют условия для сохранения и накопления органического вещества в осадках. В их пределах возникают, в том числе из-за близости эндогенных источников, разнообразные физико-химические условия в придонных и иловых водах, благоприятные для накопления тех или иных металлов. Помимо благородных металлов в осадках изученного района установлены локальные аномалии кобальта и цинка, а также общее высокое содержание ванадия с максимумами в пределах Чукотского грабена.

Необходимо отметить, что обогащенные органическим веществом и благородными металлами

осадки Чукотского моря накапливаются в условиях высокой геодинамической активности, что предполагает возможность дополнительного привноса, перераспределения и концентрирования металлов при последующих постседиментационных преобразованиях. Большой интерес представляет высокое содержание платины в железомарганцевых конкрециях одной из проб из желоба Геральда (1.46 г/т). Среди изученных проб конкреции обнаружены только там, и весьма вероятно, что необходимые условия для их формирования также определены влиянием флюидодинамических процессов, характерных для современной стадии развития грабен-рифтовой системы. При последующих постседиментационных преобразованиях эти конкреции, скорее всего, не сохранятся, но накопленные в них металлы могут остаться в осадочной толще.

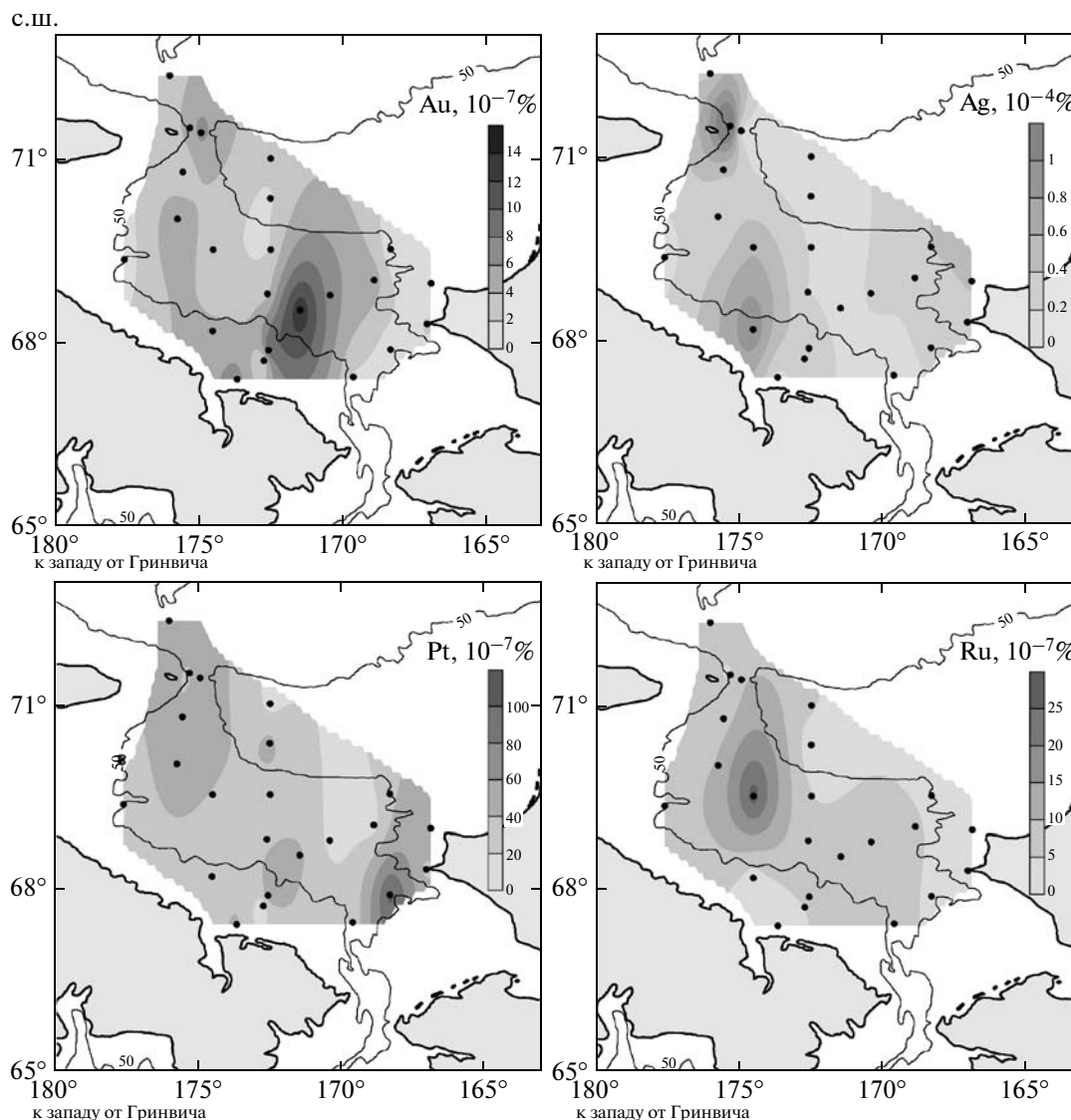


Рис. 4. Содержание благородных металлов в донных осадках Чукотского моря.

Проведенное сопоставление древних и современных бассейнов осадконакопления, характеризующихся повышенными концентрациями благородных металлов, показывает, что в обогащении ими осадков уже на стадии седиментогенеза важную роль играют эндогенные процессы зон рифтогенной деструкции земной коры, проявляющиеся на определенных стадиях развития пассивных окраин континентов. Изначальная обогащенность благородными металлами отдельных литолого-стратиграфических уровней служит важной предпосылкой к последующему концентрированию на таких уровнях крупных месторождений золота в результате многоступенчатого процесса накопления благородных металлов в ходе формирования орогенного пояса и в связи с

плутоно-метаморфическими орогенными процессами.

Авторы признательны О.В. Дудареву, Г.М. Колесову, Ван Рудзян, М.В. Иванову за помощь в проведении исследований.

Работа выполнена при поддержке ФЦП “Мировой океан” и ДВО РАН (грант 09–I–П14–08).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникиев В.В., Дударев О.В., Колесов Г.М. и др. // Геохимия. 1997. № 5. С. 535–551.
2. Астахов А.С., Ван Р., Гао А., Иванов М.В. // ДАН. 2008. Т. 422. № 5. С. 683–687.
3. Буряк В.А., Горячев Н.А., Сидоров В.А. и др. Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии

- на рубеже тысячелетий. Билибинские чтения. Т. 2. Металлогения. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2001. С. 143–145.
4. *Бяков А.С.* Пермские двустворчатые моллюски Северо-Востока Азии: зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография. Автореф. дис. д-ра геол.-минерал. наук. СПб.: ЛГУ, 2008. 39 с.
 5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1/2. 988 с.
 6. Геология и полезные ископаемые шельфов России. Атлас / Под ред. М.Н. Алексеева. М.: Геос, 2002.
 7. *Горячев Н.А.* Происхождение золото-кварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. 143 с.
 8. *Михалицына Т.И.* В кн.: Материалы конференции к 100-летию Б.Л. Флерова. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2006. С. 112–114.
 9. *Михалицына Т.И., Горячев Н.А., Бердников Н.В. и др.* В сб.: Международный горно-геологический форум “Золото Северного обрамления Пацифика”. Тез. докл. Всеколымской горно-геологической конференции, посвященной 80-летию I Колымской экспедиции Ю.А. Билибина. Магадан: СВКНИИ, 2008. С. 212–214.
 10. *Поляк Б.Г., Дубинина Е.О., Лаврушин В.Е. и др.* // Литология и полез. ископаемые. 2008. № 5. С. 480–504.
 11. *Поляк Б.Г., Лаврушин В.Е., Чешко А.Л.* В кн.: Материалы XLII Тектонического совещания. М.: Геос, 2009. Т. 2. С. 344.
 12. *Сенин Б.В., Шипилов Э.В., Юнов А.Ю.* Тектоника арктической зоны перехода от континента к океану. Мурманск: Мурман. кн. изд-во, 1989. 176 с.
 13. *Смирнов В.Н., Кондратьев М.Н.* // В кн.: Материалы XLII Тектонического совещания. М.: Геос, 2009. Т. 2. С. 195–199.
 14. Тектоника, магматизм и металлогения Республики Саха–Якутии / Под ред. Л.М. Парфенова, М.И. Кузьмина. М.: Наука, 2001. 572 с.
 15. *Шпикерман В.И., Горячев Н.А.* В кн.: Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. Екатеринбург: Наука, 1996. С. 64–78.