

**РОЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗМОВ ПЛЮМ- И ПЛЕЙТ-ТЕКТониКИ  
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ  
ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ (РОССИЯ) В ПОЗДНЕМ МЕЗОЗОЕ**

**И.М. Дербек<sup>1</sup>, Д.Л. Вьюнов<sup>2</sup>, Н.С. Бортников<sup>3</sup>**

*1– Институт геологии и природопользования ДВО РАН, 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный 1, Россия;*

*2– ООО ГПК «Сахтахан»; 675029, г. Благовещенск, ул. Мухина 121, Россия;*

*3– Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, 119017,  
г. Москва, Старомонетный пер. 35, Россия*

Амурская область – один из ведущих регионов России по добыче золота. Анализ размещения геохимических полей золотой и серебряной минерализаций однозначно указывают на повышенную концентрацию этих элементов в пределах ареалов интерференции дифференцированных и бимодальных комплексов позднего мезозоя. Согласно геохронологическим данным, золотая минерализация связана с породами надсубдукционного магматизма (122–140 млн лет). Внедрение более позднего бимодального комплекса в условиях коллизионной обстановки при воздействии плюмового источника (97–119 млн лет) способствовало перераспределению металла и его повышенной концентрации в породах.

*золотосеребряная минерализация, субдукция, плюм, Амурская область*

**ROLE OF INTERACTION BETWEEN MECHANISMS OF PLUM- AND PLATE-  
TECTONICS DURING FORMATION OF THE UPPER PRIAMURYE (THE AMURE  
RIVER, RUSSIA) GOLD-SILVER MINERALIZATION IN THE LATE MESOZOIC**

**I.M. Derbeko, D.L. Vyunov, N.S. Bortnikov**

Amure region is one of the leading regions of Russia in gold mining. Analysis of the distribution of geochemical fields of gold and silver ore mineralization clearly indicates an increased concentration of these elements within the areas of interference of differentiated Late Mesozoic bimodal complexes. According to geochronological data, the golden mineralization is associated with rocks suprasubduction magmatism (140-122 Ma) [9; 10], and the later introduction of the bimodal complex in the collision situation when exposed to plume source (119-97 Ma), contributed to a redistribution of the metal and its high concentration in the rocks.

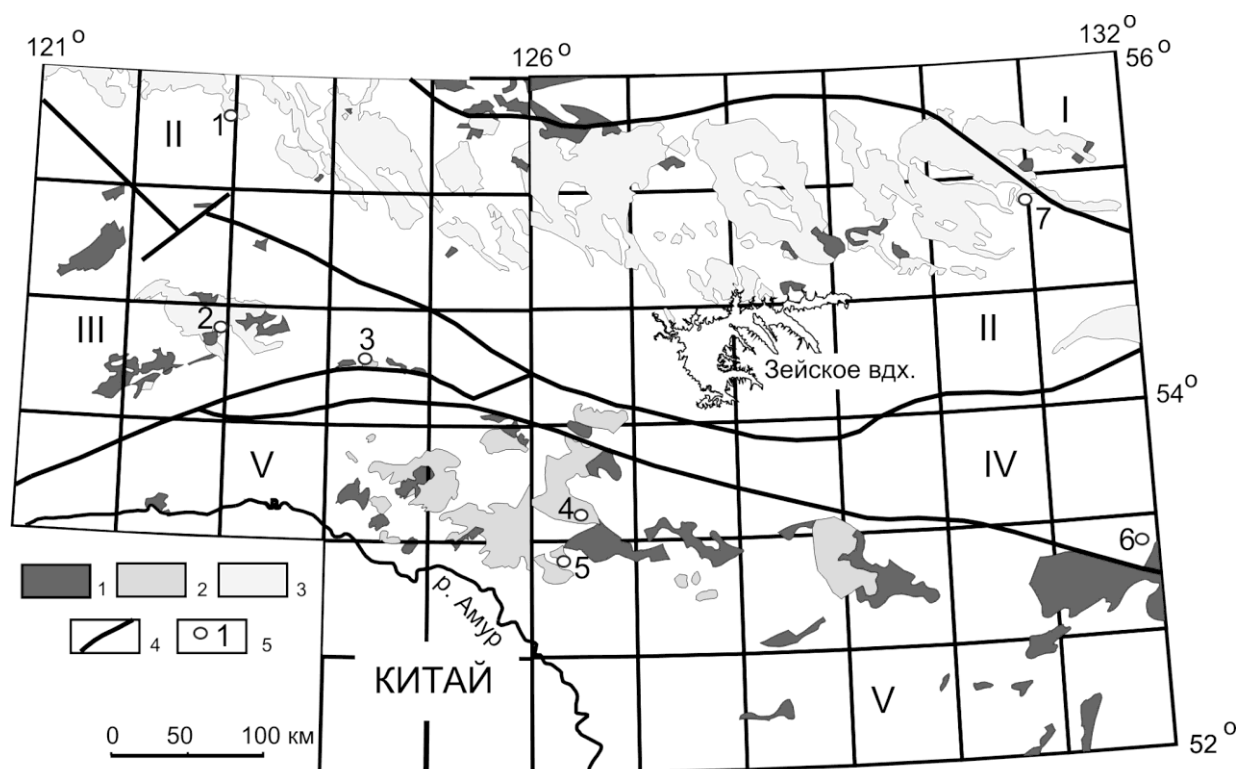
*gold-silver mineralization, subduction, plume, the Amur region*

С середины XIX века Амурская область известна как один из ведущих регионов добычи россыпного и рудного золота. Из ее недр извлечено более миллиона килограммов золота, хотя крупных или уникальных месторождений здесь не выявлено. О связи золотой минерализации с магматическими комплексами позднего мезозоя упоминается с 1960-х гг. [1]. Прецизионные данные по геохронологии и вещественному составу этих комплексов, полученные в последнее десятилетие, позволили подойти к решению важных региональных проблем:

1) взаимодействие каких позднемезозойских тектонических и магматических процессов играли ведущую роль в формировании золото-серебряной минерализации;

2) пространственное размещение каких комплексов необходимо учитывать при дальнейшем прогнозировании этих полезных ископаемых?

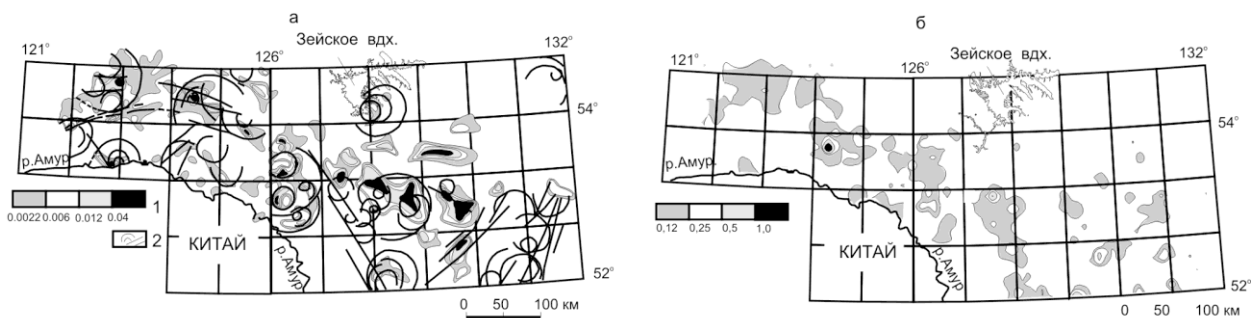
Для получения общего представления об особенностях размещения золота и серебра рассмотрено их поведение в донных отложениях водотоков с использованием моноэлементных карт концентраций на основании материалов первичных данных литохимических съемок по потокам рассеяния [5, 11, 12], область развития которых является наиболее проницаемой структурой земной коры. Анализ размещения геохимических полей золотосеребряной минерализации однозначно указывает на их приуроченность к областям развития пород вулканоплутонических комплексов позднего мезозоя (рис. 1, 2).



**Рис. 1. Схема размещения вулканоплутонических и плутонических комплексов позднего мезозоя (по [3]).**

I–III – Северо-Азиатский кратон: I – Алданский щит, II – Становая зона, III – Западно-Становая зона; IV – Монголо-Охотский складчатый пояс; V – Амурский супертеррейн; 1–3 – комплексы позднего мезозоя: 1–2 – вулканоплутонические (1 – вулканиты, 2 – интрузивные тела), 3 – плутонические; 4 – структурообразующие тектонические зоны; 5 – месторождения золота (1 – Бамское, 2 – Березитовое, 3 – Кировское, 4 – Пионер, 5 – Покровское, 6 – Колчеданный Утес, 7 – Маломыр).

Лучше всего расшифрована генетическая природа серебра. Его аномалии фиксируют размещение надсубдукционных комплексов андийского типа (талданский вулканоплутонический) и совмещенного с ним бимодального галькинского вулканоплутонического комплекса [5]. При этом максимальные значения серебра пространственно часто не совпадают даже с самыми низкими содержаниями золота. Почти «свободна» от серебряной минерализации и структура Монголо-Охотского орогенного пояса, в котором отсутствуют породы контрастной серии (см. рис. 2, б).



**Рис. 2. Геохимические ореолы: а – золота по данным литохимических съемок по потокам рассеяния м-ба 1:200 000; б – серебра по данным литохимических съемок по потокам рассеяния масштабов 1:200 000–1:1 000 000.**

1 – шкала интенсивности геохимических полей золота и серебра (в г/т); 2 – тектонические элементы (разломы, кольцевые структуры), контролирующие размещение аномальных геохимических полей (по данным дешифрирования космоснимков) – (2).

В размещении золотой минерализации явно выражено кольцевое развитие ореолов (см. рис. 2, а). Это не отразилось в геохимических полях серебра, чья связь с вулканоплутоническими комплексами – «архитекторами» кольцевых структур – не вызывает сомнения. Ответ можно найти в геологическом строении региона. Геохимические поля серебра как элемента-индикатора малых глубин определяют присутствие пород мезозойских вулканоплутонических комплексов или хотя бы их реликтов. Геохимические поля золота, как лакмусовая бумажка, не только определяют сохранившиеся в современном срезе структуры вулканоплутонических комплексов, но и указывают на их наличие в тех местах, где их породы уже давно эродированы и переотложены в слаболиитофицированные или рыхлые образования – источники россыпей. В современном срезе на первичное наличие вулканических структур указывают дайковые поля, в которых возраст и разнообразие пород сопоставим с возрастом и составом пород изученных вулканоплутонических комплексов.

По данным дешифрирования космических снимков выделяются кольцевые структуры, которым часто соответствуют кольцевые поля золотых геохимических ореолов, причем геоморфологическое отражение кольцевых структур, как правило, является унаследованным. Яркий пример ореолов рассеяния золота, связанного с полем даек мелового возраста и с унаследованной кольцевой структурой, – золотой ореол в Западно-Становой зоне (месторождение Березитовое, см. рис. 2), где максимальное развитие позднемезозойских даек совпадает с максимальным содержанием золота в геохимическом ореоле.

Раннемеловой возраст оруденений, подтвержденный на некоторых месторождениях различными геохронологическими методами [9, 10 и др.], составляет 116–136 млн лет. Этому временному этапу соответствует последовательное становление двух комплексов: 122–140 млн лет назад формировался известково-щелочной дифференцированный вулканоплутонический комплекс. Данный период соответствует пологой субдукции составной части Тихоокеанской плиты (плиты Изанага) под восточную окраину Амурского

микроконтинента [13]. По петролого-геохимическим характеристикам пород дифференцированный вулканоплутонический комплекс сопоставим с продуктами активных континентальных окраин андийского типа [6]. В составе комплекса значительно преобладают гранит-гранодиоритовые интрузии и андезитовая вулканическая серия, становление которых сопровождается образованием проявлений золота, серебра, меди, свинца, цинка [2, 4]. Известково-щелочной вулканоплутонический комплекс 119 млн лет назад сменяется бимодальным трахибазальт-риолитовым [6]. Эволюция Монголо-Охотского орогенного пояса сопровождалась становлением внутриплитного бимодального магматизма: на западе орогенного пояса: Монголо-Забайкальское звено (по [8]), 190–225 млн лет назад формируется Монголо-Забайкальская магматическая область [14]. На востоке: Амуро-Охотское звено пояса (по [10]), формирование пород контрастных серий происходило в интервале 119–97 млн лет [15]. Схема распределения бимодальных серий указывает на их взаимозависимость от динамики закрытия Монголо-Охотского бассейна [14, 15]. Так как его закрытие происходило последовательно с запада на восток [7], формирование бимодальных комплексов в его обрамлении также следовало по времени с запада на восток, что фактически отражало импульсы закрытия Монголо-Охотского бассейна или импульсы сближения Северо-Китайского и Северо-Азиатского кратонов. В работе [14] показано, что ведущая роль в формировании бимодальных комплексов принадлежала плюмовому источнику, активность которого сопровождала моменты сжатия, а возможно, была ими спровоцирована.

Таким образом, в Верхнем Приамурье установлены два типа позднемезозойского магматизма. В начале раннего мела формируется известково-щелочной дифференцированный гранит-гранодиоритовый – андезитовый ареал, как продукт взаимодействия южной части Тихоокеанской плиты (плита Изанага) и Амурского континента [8]. В конце раннего – начале позднего мела формируется бимодальный трахибазальт-риолитовый комплекс, который связан с коллизией Северо-Китайского и Северо-Азиатского кратонов (закрытие Монголо-Охотского бассейна [15]). В верхних частях разрезов вулканических толщ, сформированных в зонах субдукции на континентальной окраине, концентрируются залежи руд «чилийского типа» [16]. Они сложены сульфидами меди и полиметаллов, характеризуются высоким содержанием серебра и золота, разнообразием рудных и минерализованных горизонтов различной мощности. Характеристики месторождений этого типа, включая металлогенический фон, сопоставимы с таковыми в пределах Верхнего Приамурья (табл. 1). В настоящее время здесь известны рудопроявления и месторождения золота различных рангов, но среди них нет крупных. Наличие богатейших россыпных объектов (например, из россыпи на р. Джалинда добыто более 100 000 кг золота [4]) свидетельствует о значительной эродированности рудных тел и перемещении золота в рыхлые или слаболитофицированные осадки позднего мела – квартара. В то же время результаты анализа геохимических ореолов золота, серебра (см. рис. 2), меди [2, 12] по данным литохимических съемок по потокам рассеяния однозначно указывают на повышенную концентрацию этих элементов в регионе в областях ареалов интерференции дифференцированных и бимодальных комплексов. Максимальные

содержания золота по ореолам рассеяния отмечаются на юго-востоке рассматриваемой территории (см. рис. 2, а), что может свидетельствовать о сохранности здесь рудных объектов, так как эта часть территории гипсометрически более опущена и перекрыта чехлом позднемеловых – кайнозойских отложений.

**Таблица 1. Сравнительная характеристика месторождений чилийского типа (1) [16] и Верхнего Приамурья (2) [12]**

<i>Характеристики</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Геодинамическая позиция	Пологая субдукция	Пологая субдукция; коллизионная обстановка
Мощность земной коры	45 км	35–40 км
Au/Ag, среднее	1/10 и более	1/5–32
Характер минерализации	Штокверково- жильные зоны, гнездово-вкрапленные	Штокверково- жильные зоны, гнездово-вкрапленные
Состав рудных тел	Кварц, адуляр, серицит	Кварц, адуляр, серицит, гидрослюда, карбонат, хлорит
Рудные сопутствующие	Пирит, арсенопирит, магнетит, халькопирит сфалерит, пирротин, антимонит	Пирит, арсенопирит, марказит, халькопирит, сфалерит, антимонит, магнетит, гематит
Вмещающие породы	Осадочные, вулканогенные, плутоногенные	Осадочные, вулканогенные, плутоногенные
Сопутствующие геохимические аномалии	Cu, Zn, As	Cu, Zn, As

### **ВЫВОД**

В позднем мезозое в пределах Верхнего Приамурья произошла последовательная интерференция двух магматических ареалов, становление которых сопровождало различные геодинамические обстановки. В начале раннего мела (122–140 млн лет) реконструируется обстановка субдукции андийского типа, а в конце раннего мела (97–119 млн лет) – коллизионная обстановка при участии плюмового источника [6]. Результатом этого совмещения стало обогащение рассматриваемой территории полезными ископаемыми (золотом, серебром, полиметаллами), среди которых руководящая роль принадлежит золоту. Согласно геохронологическим данным, золотая минерализация связана с породами надсубдукционного магматизма, а внедрение более позднего бимодального комплекса способствовало перераспределению металла и его повышенной концентрации в породах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант N 13-05-12043-офи-м).*

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ветлужских В.Г. О возрасте и генезисе золотого оруденения в диафторитах зоны сочленения Алданской и Становой докембрийской складчатых систем // Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья, 1968. Вып. 3/5. С. 5-9.

2. Вьюнов Д.Л. Прогнозно-металлогеническая оценка Верхнего Приамурья : Автореф. дисс. ... к. г.-м. н. Благовещенск: Изд-во ПБУ, 2005. 25 с.
3. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. М-б 1:2 500 000. Ред. Л. И. Красный, А. С. Вольский, Пэн Юньбяо и др. СПб.; Благовещенск; Харбин: МПР РФ: МГМР КНР, 1999. 134 с.
4. Дербекко И.М., Богданова В.Е., Шейкина И.С. и др. Переоценка прогнозных ресурсов Амурской области на россыпное золото по состоянию на 01.01.1993 г. Благовещенск: Амургеолком, 1994. 551 с.
5. Дербекко И.М., Вьюнов Д.Л. Размещение золотой и серебряной минерализации на территории Амурской области (Россия) по данным геохимических поисков и его роль в геодинамических реконструкциях // Золото Сибири и Дальнего Востока: геология, геохимия, технология, экономика, экология: материалы III Всерос. совещ. Улан-Уде: БНЦ СО РАН, 2004. С. 69–71.
6. Дербекко И.М. Позднемезозойский вулканизм Монголо-Охотского пояса (восточное окончание и южное обрамление восточного звена пояса). Саарбрюккен (Германия): LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co.KG, 2012. 97 с.
7. Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 1. М.: Недра, 1990. 328 с.
8. Красный Л.И. О взаимодействии Центрально-Азиатского и Тихоокеанского подвижных поясов // Тихоокеанская геология, 1999. Т. 18, № 5. С. 3–8.
9. Моисеенко В.Г., Дементиенко А.И., Степанов В.А. и др. Возраст формирования руд Покровского золоторудного месторождения // Докл. РАН, 1999. Т. 366, № 2. С. 221–224.
10. Пономарчук В.А., Сорокин А.А., Пономарчук А.В. и др.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  возраст золотого оруденения месторождения Кировское (юго-восточное обрамление) Северо-Азиатского кратона // Геодинамика и минерагения Северо-Восточной Азии: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ГИН СО РАН. Улан-Удэ: Экос, 2013. С. 128–131.
11. Соколов С.В. Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения. СПб.: Наука, 1998. 131 с.
12. Степанов В.А., Мельников А.В., Вах А.С. и др. Приамурская золоторудная провинция. Благовещенск, 2008. 232 с.
13. Чжан Хун, Чжао Чуныцзин, Яо Чжень, Цюань Хэн Динамические основы мезозойского вулканизма в северной части Большого Хингана (КНР) // Тихоокеанская геология, 2000. Т. 19, № 1. С. 109–117.
14. Ярмолук В.В., Коваленко В.И., Сальникова Е.Б. и др. Тектономагматическая зональность, источники магматических пород и геодинамика раннемезозойской Монголо-Забайкальской области // Геотектоника, 2002. № 4. С. 42–63.
15. Derbeko I.M. Bimodal volcano-plutonic complexes in the frames of Eastern member of Mongol-Okhotsk orogenic belt, as a proof of the time of final closure of Mongol-Okhotsk basin // Updates in volcanology – A Comprehensive Approach to Volcanological Problems. Rijeka, Croatia: In Tech, 2012. P. 99–124.
16. Mitchell A.H.G. Mineralization of plate boundaries // Minerals. Sci. Engng., 1976. V. 8. P. 129–169.