

УДК 553.411.04/071(571.5)

ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МЕЗОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА. Ч. 1. ТЕКТОНИЧЕСКИЙ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ КРИТЕРИИ

И.В. Кучеренко

Томский политехнический университет

E-mail: kucherenko.o@sibmail.com

Приведены данные, раскрывающие разнообразие геологических ситуаций локализации мезотермальных золотых месторождений южного горно-складчатого обрамления Сибирского кратона, образованных в кристаллическом и черносланцевом субстрате в позднем рифее (Енисейский район), раннем палеозое (Кузнецко-Алатаусский район), позднем палеозое (Муйский, Ленский районы). Показано, что прогнозные значения имеют контроль оруденения глубинными разломами, геодинамические режимы коллизии на активных континентальных окраинах и активизации внутриконтинентальных рифтов. Оба критерия – тектонический и геодинамический, рекомендуется включить в состав прогнозно-поискового комплекса.

Ключевые слова:

Мезотермальные месторождения золота, прогнозно-поисковый комплекс, тектонический, геодинамический критерии.

Key words:

Mesothermal gold deposits, prognosis-search complex, tectonic, geodynamic criteria.

Введение

В современной прогнозно-поисковой практике существуют, помимо прочих, две ключевые проблемы, от решения которых зависит открытие новых месторождений и, следовательно, наращивание неуклонно сокращающихся запасов чрезвычайно ценного высоколиквидного металла золота.

Первая заключается в необходимости усиления эффективности выделения (локализации) перспективных площадей для организации поисков промышленных не вскрытых эрозией месторождений, но залегающих на экономически приемлемых глубинах. Это, в свою очередь, предполагает решение второй проблемы – совершенствование известных и разработку новых эффективных глубинных методов поисков в сочетании с созданием соответствующих аппаратуры и других технических средств.

Выделение перспективных площадей по совокупности прогнозных критериев, в том числе в условиях дефицита выраженных на поверхности и вблизи нее поисковых признаков, опирается, как известно, на знание законов, управляющих процессами рудообразования, и геологических ситуаций, по возможности типовых, узнаваемых при прогнозировании оруденения. Приходится, однако, констатировать, что в приложении к золоту познание законов образования месторождений отстает от потребностей.

Это выражается в конкуренции четырех с вариантами концепций (гипотез) образования промышленных месторождений золота. Гранитогенная концепция предполагает генерацию металлоносных растворов в коровых очагах гранитоидных расплавов, базальтогенная – в нижнекоровых-мантийных магматических камерах. Источниками золота и, надо думать, сопровождающих его металлов служат гранитные или базальтовые расплавы. Согласно популярной метаморфогенно-гидротермальной концепции, предложенной для объясне-

ния условий образования месторождений, локализованных в толщах черных сланцев, источниками золота и других металлов служат гидротермально-осадочная, вулканогенно-гидротермальная сингенетичная породам минерализация или сверхкларковые массы металлов, накопленные при седиментации. Во всех случаях металлы экстрагируются из пород и переотлагаются при региональном метаморфизме под воздействием растворов метаморфогенного и/или магматогенного происхождения. Полигенная концепция описывает условия образования уникальных по запасам золота месторождений посредством «ступенчатого» его накопления в ходе нескольких не связанных между собой геологических процессов.

Сосуществование альтернативных представлений об условиях образования одних и тех же, как правило, крупных и уникальных месторождений означает, что авторами-разработчиками концепций наряду с немногочисленными фактами, однообразно повторяющимися во многих месторождениях, достоверность которых очевидна, использованы, как правило, более многочисленные данные сомнительной репутации, интерпретация которых к тому же в силу объективных или субъективных обстоятельств содержит сильный личностный акцент. К числу упомянутых фактов, например, относится тектонический контроль месторождений, к сомнительным данным – противоречивые оценки дорудной золотоносности черных сланцев одних и тех же литотипов и свит в диапазоне от первых мг/т до первых г/т. Вызывает затруднения интерпретация результатов анализов изотопного состава химических элементов для диагностики их возможных источников и т. д.

Доказательная база концепций такова, что корректная оценка каждой из них на предмет соответствия реальному повторяющемуся во времени и пространстве рудообразующему процессу невозможна без привлечения новых достоверных фак-

тов, способных существенно усилить аргументацию одной из них.

В статье приведены удовлетворяющие этому требованию проверяемые факты, которые пока не вовлечены в широкий научный оборот, но пригодны для совершенствования теории образования мезотермальных месторождений золота, использования в качестве критериев их прогнозирования и в поисковой практике. Ранее [1, 2] в результате обсуждения этих фактов были сформулированы выводы о геолого-генетической однородности противопоставляемых многими [3–5 и др.] золотых месторождений, образованных в кристаллическом и черносланцевом субстрате южного горно-складчатого обрамления Сибирского кратона,

и их принадлежности к магматогенным мезотермальным. Наблюдаемые в месторождениях той и другой совокупности различия, выраженные в усредненных содержаниях золота в рудах, больших в кристаллической, меньших в черносланцевой средах, в обратных соотношениях масштабов запасов металла, в некоторых особенностях околорудного метасоматизма, обусловлены специфическим влиянием среды рудообразования, но не принципиальными отличиями в сущности инициирующих рудообразование геологических процессов. Поэтому обсуждаемые ниже прогнозно-поисковые критерии в равной степени распространяются на месторождения, залегающие в том и другом субстрате.

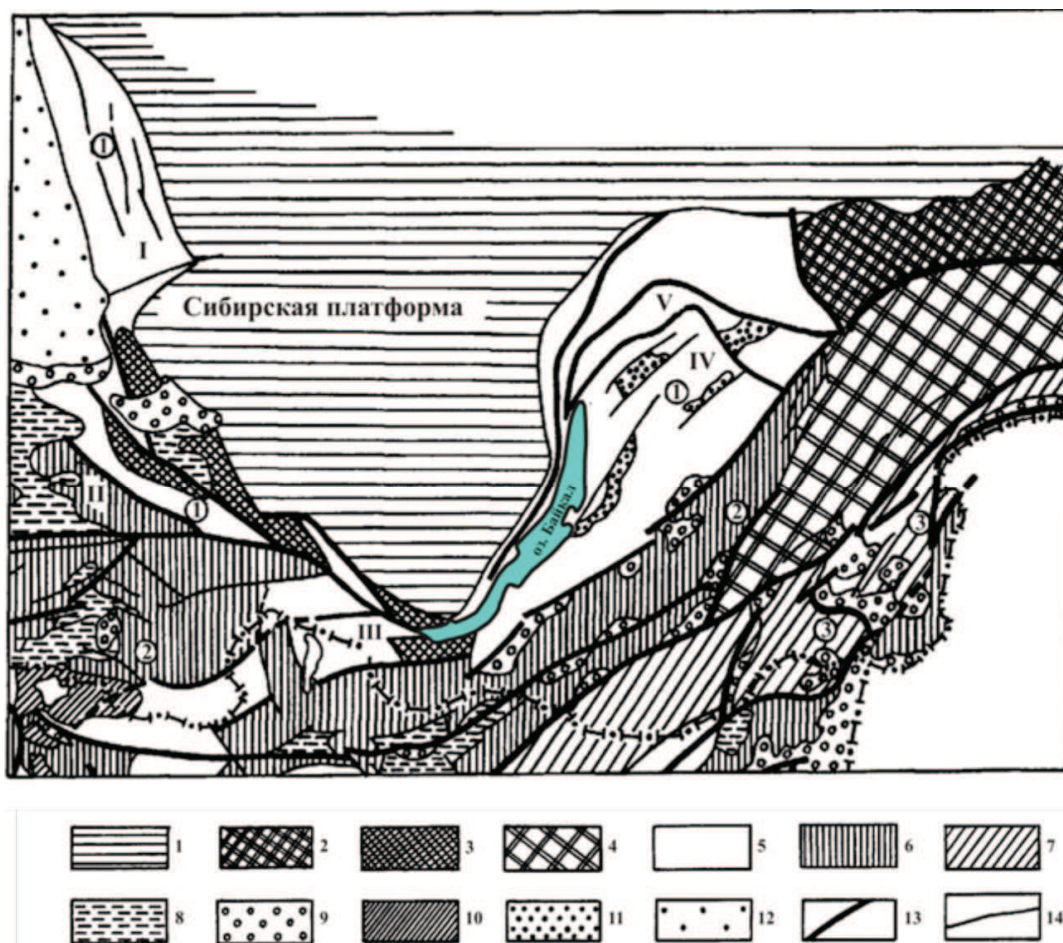


Рис. 1. Схема тектонического районирования Южно-Сибирской металлогенической провинции (по Э.Г. Дистанову и др., 1985 г.). 1 – Сибирская платформа; 2 – Алданский щит; 3 – выступы древних структур, сложенных породами архея, в складчатом обрамлении Сибирской платформы; 4 – области раннепротерозойской складчатости Станового хребта; 5 – области байкальской (позднепротерозойской) складчатости и выступы пород основания в каледонских структурах; 6 – области каледонской складчатости; 7 – области каледонско-герцинской консолидации; 8 – герцинские унаследованные и наложенные (орогенные) прогибы; 9 – мезозойские терригенно-вулканогенные прогибы и впадины; 10 – мезо-кайнозойские терригенные межгорные впадины; 11 – кайнозойские впадины; 12 – чехол Западно-Сибирской плиты; 13 – главные глубинные разломы; 14 – прочие разломы.
1–3 – металлогенические зоны (цифры на схеме): 1 – Байкало-Саяно-Енисейская (области докембрийской складчатости), 2 – Алтае-Саяно-Забайкальская (области салаирско-каледонской складчатости), 3 – Восточно-Забайкальская (структуры каледонско-герцинской консолидации с интенсивно проявленными процессами мезозойской тектоно-магматической активизации).
I–V – золоторудные районы (цифры на схеме): I – Енисейский, II – Кузнецко-Алатаусский, III – Окино-Китойский, IV – Северо-Забайкальский (Муйский), V – Ленский

В первой части статьи рассмотрены тектонический и геодинамический, во второй — петрологический, в третьей — петрохимический и геохимический критерии.

Тектонический и геодинамический критерии

Согласно результатам палеогеодинамических и палеотектонических реконструкций, мезотермальные месторождения золота в составе рудных зон, рудных районов, рудных узлов образуются на активных континентальных окраинах в режимах коллизии островодужных этапов геологического развития земной коры и во внутриконтинентальных рифтах в периоды их тектоно-магматической активизации. Рудоносные блоки земной коры отличаются разнообразием структурных форм, представленных антиклинориями, горстами, выступами фундамента, нередко в сопровождении очагово-купольных построек, синклиниями, прогибами, грабенами. Во всех случаях оруденение контролируется глубинными и оперяющими их разломами, как правило, размещено в зонах деформационного воздействия разломов на разнообразный по составу и происхождению вмещающий рудные тела субстрат. Глубинный статус разломов подчеркивается присутствием в них базит-ультрабазитовых интрузий, образованных, в том числе, синхронно с рудообразованием и в связи с геологическими процессами, инициирующими рудообразование.

Типовые геодинамические режимы и некоторые геологические ситуации иллюстрируются материалами на примере ряда золоторудных районов южного горно-складчатого обрамления Сибирского кратона (рис. 1).

Размещение многочисленных мезотермальных месторождений золота в Кузнецком Алатау контролируется Кузнецко-Алтайской субмеридиональной, круто, под углами более 60° , падающей на восток (под Сибирский палеоконтинент) зоной глубинных разломов (рис. 2), образованной первоначально, на венд-средне-кембрийском островодужном этапе функционирования активной западной окраины Сибирского палеоконтинента, как палеозона субдукции [6]. В дальнейшем, начиная со среднего кембрия и до силура включительно, эта зона разломов функционировала как палеозона коллизии (островная дуга — континент) с последующим переходом территории в континентальный режим.

В этот период в режиме коллизии образованы мартайгинский, тельбесский и другие магматические комплексы Кузнецкого Алатау, составившие основу мартайгинской региональной формации гранитоидных батолитов пестрого состава (по Ю.А. Кузнецову). С поздним базальтоидным этапом становления мартайгинского флюидно-магматического комплекса связано образование Бериккульского, Центрального, Комсомольского и других мезотермальных золотых месторождений в генетической связи с базальтоидным магматизмом [7]. Коллизионный геодинамический режим образова-

ния одного из месторождений этого района (Бериккульского) подтвержден в [7] петрохимическими данными, характеризующими две генерации послегранитных дорудных, одну генерацию внутрирудных, две генерации послерудных даек умеренно щелочных долеритов, завершающих становление мартайгинского комплекса, и обработанными по методике [8].

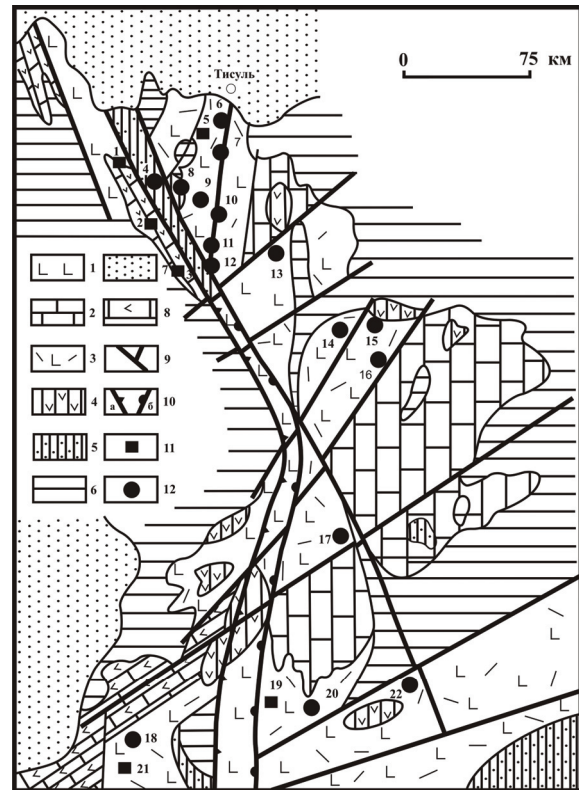


Рис. 2. Схема размещения золоторудных месторождений в главных типах тектонических структур Кузнецкого Алатау (по [6]). Типы тектонических структур: 1 — океаническая (R_3-E_1); 2 — окраинно-континентальная (R_3-E_1); 3 — ранняя островодужная ($V-E_1$); 4 — поздняя островодужная (E_1-S); 5 — коллизионная (E_1-S); 6 — рифтогенная внутриплитная (D_1-L); 7 — мезозойский (J-K) чехол Западно-Сибирской плиты; 8 — палеоокеанические острова с карбонатным чехлом и базальтовым толеитовым основанием (R_3-E_1); 9 — Кузнецко-Алтайский глубинный разлом и оперяющие его разрывы (палеозона субдукции в $V-E_1$; палеозона коллизии в E_1-S); 10 — направление движения структур субдукции (а), коллизии (б). Типы месторождений: 11 — золото-скарновые; 12 — золото-сульфидно-кварцевые.

Золоторудные месторождения: 1 — Ольгинское; 2 — Филатьевское; 3 — Федоровско-Талановское; 4 — Федотовское; 5 — Натальевское; 6 — Комсомольское; 7 — Бериккульское; 8 — Центральное; 9 — Кундат-Кундустульская золоторудная зона; 10 — Первомайское; 11 — Ударное; 12 — горы Зеленой; 13 — Саралинское; 14 — Базанское; 15 — Коммунарское; 16 — Балахчинское; 17 — Федоровско-Магызынская золоторудная зона; 18 — Ульменское; 19 — Лебедское (Чанышский золоторудный район); 20 — Верхнемрасское; 21 — Синюхинское (Горный Алтай); 22 — Казасский рудный район (Западный Саян)



Рис. 3. Схема распределения главных месторождений и рудопроявлений золота в метаморфических зонах Енисейского края (по [9], с дополнениями): 1 – неметаморфизованные отложения; 2–6 – метаморфизованные породы: 2 – хлорит-серцитовая субфации зеленосланцевой фации, 3 – хлорит-биотитовой субфации зеленосланцевой фации, 4 – эпидот-амфиболовой фации, 5 – амфиболитовой фации, 6 – гранулитовой фации; 7 – ореолы контактового метаморфизма; 8 – площади проявления ультраметаморфизма и гранитизации; 9 – интрузивно-анатектические позднеорогенные гранитоиды; 10 – метаморфогенные палингенно-метасоматические синорогенные гранитоиды; 11 – ультраметаморфогенные палингенно-анатектические гранитоиды архейского кристаллического основания; 12 – проявления золота; 13 – зоны глубинных разломов (по Е.С. Постельникову, 1980 г.); И – Ишимбинского; Т – Татарского

Многочисленные золоторудные месторождения Енисейского района в Заангарской его части в составе Центральной золоторудной зоны контролируются Татарско-Ишимбинской зоной глубинных разломов, залегают в слагающих восточный склон Центрального антиклинория допалеозойских толщах углеродистых карбонатно-терриген-

ных сланцев, на юге района – в Канском выступе архейского фундамента Сибирского кратона (рис. 3) и образованы в геодинамическом режиме внутриконтинентального рифтогенеза.

В допалеозойской истории геологического развития района по геологическим и изотопно-геохимическим данным выделяется три этапа (млрд л): мезопротерозойский (1,6...1,05), ранний (1,05...0,8) и поздний (0,8...0,6) неопротерозойский [10].

Рудоконтролирующая Татарско-Ишимбинская зона глубинных разломов заложена в раннемезопротерозойское время в сопровождении перикратонного прогиба на активной юго-западной окраине Сибирского кратона с последующим отложением в прогибе вулканогенно-осадочных, терригенных и карбонатно-терригенных осадочных серий общей мощностью от 10 до 14 км.

На раннепротерозойском этапе гренвилльской орогении осадочные толщи наиболее древней сухопитской серии подверглись деформации, метаморфизму и гранитизации – наиболее интенсивным в Татарско-Ишимбинской системе разломов с образованием в раннюю синколлизионную эпоху (1050...950 млн л) гранито-гнейсовых куполов. Дальнейший рост гранито-гнейсовых куполов продолжился в позднеколлизионную эпоху (880...860 млн л).

Золотое оруденение в зоне Татарско-Ишимбинской системы глубинных разломов образовано в связи с рифтогенными внутриплитными тектоно-магматическими процессами постколлизионного позднего неопротерозойского этапа. По данным Ag-Ag изотопного датирования Советское, Эльдорадинское, Васильевское и другие месторождения золото-кварцевого типа формировались в возрастном диапазоне 830...775 млн л, Олимпиадинское, Ведугинское, Боголюбское, Попутнинское и другие месторождения золото-сульфидного прожилково-вкрапленного типа – в диапазоне 720...711 млн л. Авторы полагают [10], что процессам многоэтапного рифтогенеза и внутриплитного магматизма принадлежит решающая роль в зарождении, формировании и эволюции рудообразующих и рудоконцентрирующих систем.

Выступы архейского фундамента Сибирского кратона, обрамляющие и сопровождающие их глубинные разломы контролируют размещение мезотермальных золоторудных месторождений в Окино-Китойском районе на юго-востоке Восточного Саяна в северном обрамлении Гарганского выступа и в Северо-Забайкальском (Муйском) районе на западной, восточной периферии и внутри Муйского выступа (рис. 4).

В обрамлении Муйского выступа осадочные, вулканогенные структурно-вещественные комплексы образованы в основном в допалеозойские эпохи, включая поздний рифей-венд (кедровская, водораздельная свиты углеродистых терригенных, карбонатно-терригенных сланцев, келянская свита покровных дифференцированных вулканитов в составе позднерифейского субширотного Байкало-Витимского офиолитового пояса, мухтунная вулканогенно-осадочная свита в раннекембрийском

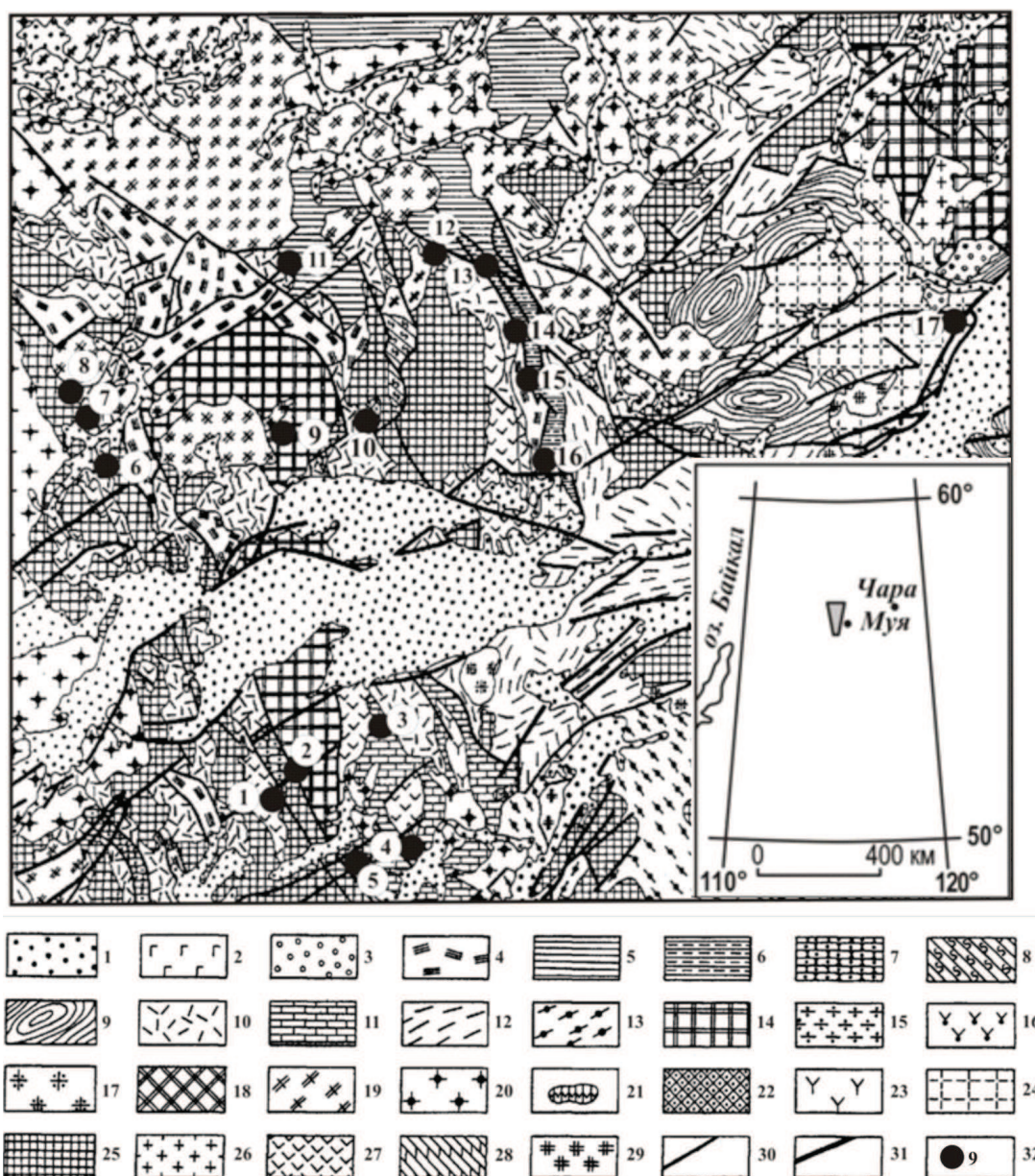


Рис. 4. Геолого-тектоническая позиция золоторудных месторождений в Северо-Забайкальском (Муйском) районе (геологическая основа по [11], с упрощениями и изменениями; использованы материалы Е.А. Намолова, 1974 г., И.А. Томбасова и др., 1978 г.). Стратифицированные образования: 1 – четвертичные отложения; 2 – кайнозойские вулканогенные образования; 3 – юрские отложения (чепинская и станнахская свиты); 4 – кембрийские терригенно-вулканогенные отложения; 5–7 – поздний протерозой: 5 – патомская серия в районе Бодайбинского синклиналя и его бортов, 6 – патомская серия в грабен-синклиналях (сеньская, шумнинская и джелагунская свиты), 7 – мухтунная свита; 8 – средний протерозой (падринская свита); 9–12 – ранний протерозой: 9 – удоканская серия, кодарская подсерия, 10 – муйская серия, верхняя подсерия (келянская и нижнегорбылокская свиты), 11 – муйская серия, нижняя подсерия, 12 – сюльбанская серия и ее аналоги; 13 – поздний архей Становой области; 14 – архейские образования Муйской (западной) и Чарской (восточной) глыб.

Интрузивные образования: 15–16 – мезозой: 15 – гранитоиды гуджирского и аманатского комплексов нерасчлененные, 16 – аманатский комплекс основных и ультраосновных пород; 17–19 – палеозой: 17 – гранитоиды сакунского комплекса, 18 – сакунский и атарханский комплексы основных пород объединенные, 19 – конкудеро-мамаканский и витимканский комплексы нерасчлененные; 20–21 – поздний протерозой: 20 – гранитоиды мамско-оронского и баргузинского комплексов объединенные, 21 – икатский комплекс основных пород; 22 – средний протерозой, витимканский комплекс; 23–27 – ранний протерозой: 23 – муйский комплекс гипербазитов, 24 – чуйско-кодарский комплекс гранитоидов, 25 – ничатский, куандинский, становой и муйский комплексы гранитоидов объединенные, 26 – реоморфические гранитоиды Чарской глыбы, 27 – муйский, каларский, тепроканский комплексы основных пород; 28–29 – архей: 28 – чарнокиты, 29 – ультраметаморфические гранитоиды, гранито-гнейсы и мигматиты.

Разломы: 30–31 – докайнозойские, в том числе 31 – активизированные в кайнозое.

32 – Месторождения и проявления золоторудной минерализации: 1 – Западное; 2 – Ирокиндинское; 3 – Кедровское; 4 – Витимканское; 5 – Тилишиминское; 6 – Богодиканское; 7 – Ирбинское; 8 – Юбилейное; 9 – Самокутское; 10 – Каменское; 11 – Чаянго-Джелагунское; 12, 13 – Каралон-Нижнеорловское; 14 – Уряхское; 15 – Таллоинское; 16 – Бахтарнакское; 17 – Верхне-Сакуканское

Ирокиндинском прогибе, муйский и другие плутонические комплексы). В послепротерозойское время на территории существовал континентальный режим и образовано несколько в основном позднепалеозойских (330...290 млн л) плутонических (гранитоидных) комплексов в составе гигантского Ангаро-Витимского батолита.

Мезотермальные золоторудные месторождения района размещены и образуют цепочки в зонах деформационного воздействия систем глубинных разломов – Келянской вдоль западной, Тулдуньской вдоль восточной окраин Муйского выступа архейского фундамента, Сюльбанской на восточном окончании Байкало-Витимского офиолитового пояса. Разнообразен вмещающий месторождения субстрат: архейский ультраметаморфический (Ирокиндинское, Самокутское), раннепротерозойский гранитоидный кодарского комплекса (Верхне-Сауканское в юго-западном обрамлении Чарского выступа архейского фундамента), поз-

днерифейский гранитоидный муйского комплекса (Западное), позднерифейский черносланцевый кедровской, водораздельной свит, покровно-вулканический келянской свиты (Кедровское, Каралонское, Ирбинское, Юбилейное, Уряхское), позднепалеозойский гранитоидный конкудеро-мамаканского комплекса (Богодиканское) и др. Месторождения образованы в геодинамическом режиме внутриконтинентального рифтогенеза в позднепалеозойскую эпоху (275...285 млн л назад) [12].

Золоторудные месторождения Ленского района залегают в позднерифейских сложно-дислоцированных толщах углеродистых терригенных, карбонатно-терригенных сланцев хомолхинской, имняхской, аунакитской, вачской, догалдынской и других свит, выполняющих Бодайбинский прогиб (синклиорий шириной 90 км), унаследовавший раннепротерозойский палеоавлакоген северо-восточного простирания в фундаменте Сибирского кратона (рис. 5). Борта прогиба ступенчато

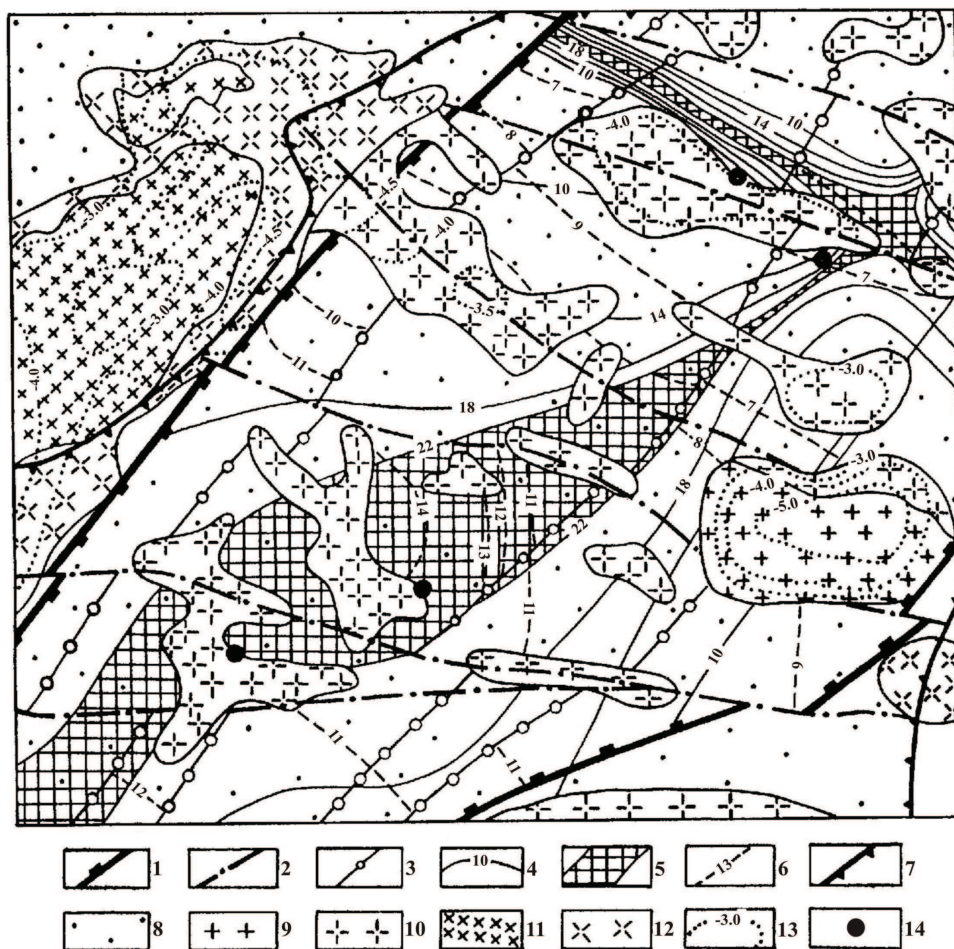


Рис. 5. Схема объемного геологического строения Ленского золоторудного района (по [13]): 1) сквозные разломы, ограничивающие нижнепротерозойский палеоавлакоген; 2) магмаконтролирующие разломы; 3) прочие разрывные нарушения; 4) изогипсы глубин основания нижнепротерозойского палеоавлакогена, в км; 5) положение основания нижнепротерозойского палеоавлакогена между изогипсами 22 км; 6) изогипсы глубин кровли нижнепротерозойского палеоавлакогена, в км; 7) граница синклиория по геологическим данным; 8) карбонатно-терригенный осадочно-метаморфический комплекс верхнего протерозоя; биотитовые граниты: 9) выходящие на поверхность, 10) скрытые; гранит-пегматиты: 11) выходящие на поверхность, 12) скрытые; 13) изогипсы глубин подошвы гранитоидов, в км; 14) золоторудные месторождения

по глубинным разломам погружаются к центральной (осевой) части палеоавлакогена. Прогиб окружен очагово-купольными сооружениями Тонодского, Нечерского и других поднятий. Многокилометровой мощности черносланцевые толщи в прогибе-палеоавлакогене насыщены «слепыми» телами гранитоидов предположительно позднепалеозойского конкудеро-мамаканского комплекса — составной части Ангара-Витимского батолита. Апикальная часть одного из тел обнажена на дневной поверхности — Константиновский шток в районе месторождения Сухой Лог.

В приосевой части прогиба осадочные толщи пересечены поясом малых интрузий северо-северо-восточного (17°) простирания протяженностью около 400 км и шириной до 40 км. Малые интрузии, преимущественно дайки, принадлежат раннему аглан-янскому гранитоидному и более позднему кадали-бутуинскому базитовому (долеритовому) комплексам. Sm-Nd радиологический возраст долеритов составляет 312 ± 59 млн лет [14].

Золоторудные месторождения района — Высочайшее, Сухой Лог, Вернинское, Невское, Ожерелье, Кавказ, расположены в пределах дайкового пояса над наиболее погруженным разбитым глубинными разломами основанием прогиба-палеоавлакогена веерообразно в вертикальном направлении и образованы, как и в соседнем Северо-Забайкальском районе, в позднепалеозойскую эпоху (Rb-Sr радиологический возраст, в частности, месторождения Сухой Лог 315 млн лет [15]) в геодинамическом режиме внутриконтинентального рифтогенеза — тектоно-магматической активизации.

Обсуждение результатов и выводы

На примере ряда золоторудных районов с мезотермальными месторождениями можно видеть разнообразие геологических ситуаций размещения оруденения. Разнообразен по составу, происхождению, возрасту вмещающий оруденение субстрат, разнообразны в верхних горизонтах земной коры региональные и локальные рудовмещающие структуры, созданные в ходе и в результате геологических процессов, задолго и непосредственно предшествовавших рудообразованию. Очевидно, зарождение рудообразующих систем происходит на значительных глубинах, и этот вывод согласуется с тесной пространственно-временной сопряженностью рудообразования с базитовым магматизмом, обсуждаемой во второй части статьи. Крупные структурные элементы земной коры на ее верхних уровнях оказывают лишь некоторое влияние на положение месторождений, обусловленное, скажем, направлением потоков металлоносных растворов в те или иные уже локальные проницаемые структуры.

Незыблем везде контроль рудных районов, рудных зон, рудных узлов, рудных полей глубинными разломами, подчеркиваемый концентрацией оруденения разных масштабов в зонах их деформации

ионного воздействия на субстрат земной коры. Глубинный статус разломов, обеспечивающих пути перемещения расплавов и металлоносных растворов из очагов генерации в верхние горизонты земной коры до уровней циркуляции грунтовых вод, смешение с которыми металлоносных растворов обуславливает тотальное нарушение химического равновесия в породно-флюидных системах и, как следствие, массовое отложение рудного вещества, доказывается обычным присутствием в них базит-гипербазитовых интрузий. Другими словами, контроль разномасштабного оруденения глубинными разломами реализуется через их раствороподводящую функцию. Высокая проницаемость локальных трещинно-разломных структур объясняет размещение в них и рудных тел.

Таким образом, природа постоянно на всех уровнях, от маломощных минерализованных зон в объеме месторождений до рудоносных блоков земной коры масштабов рудных зон, рудных и металлогенических поясов, демонстрирует оказываемое металлоносными растворами предпочтение перемещаться в пространстве струями, потоками по более проницаемым структурам — разнопорядковым разломам, зонам расщепления и дробления, а не по труднее в общем случае преодолеваемому поровому пространству горных пород. Вещественным выражением этого предпочтения служат в дополнение к упомянутым выше прямые признаки — оставленные растворами следы в виде около-разломных, околотрещинных оторочек наиболее гидротермально измененных пород и заполняющих разломы рудно-минеральных комплексов. Пропагандируемое метаморфогенно-гидротермальной концепцией рудообразования, декларирующей извлечение золота из пород, представление, согласно которому в сильно трещиноватой, а потому высокопроницаемой черносланцевой среде растворы предпочитают в своем движении крупнообъемное, но труднопреодолимое поровое пространство, способное обеспечить поставки значительной массы золота (металлов), а не узко локальные, но проницаемые разломы и трещины с ограниченными в силу малых объемов возможностями экстракции из них значительных количеств металлов, остается не объясненным. Объяснить это действительно трудно, если не невозможно.

С другой стороны, с позиции представлений о дренирующей функции разломно-трещинных структур, способных аккумулировать поступающие из пор поднимающиеся растворы, остается открытым, судя по публикациям, вопрос о том, почему только глубинные и сообщающиеся с ними (оперяющие) разломы более высоких порядков дренируют растворы и контролируют месторождения, а множество достаточно крупных разломов и трещин, не имеющих глубинный статус, но расположенных на путях подъема и возможной фильтрации растворов по поровому пространству пород, особенно в сланцевых толщах, не обладают такой способностью, поскольку не содержат упо-

мнукт следов и не контролируют оруденение. Без содержательного ответа на этот вопрос считать породы источниками золота (и других металлов), будто-бы экстрагируемого из них в количествах, сопоставимых с реальными запасами его в месторождениях, было бы преждевременно.

Приведенные факты и соображения согласуются с отсутствием в золотоносных районах минеральных признаков фильтрации горячих металлоносных растворов во вмещающих месторождения кристаллических породах и толщах черных сланцев на разных высотах и гипсометрических уровнях за пределами локальных приразломных околорудных метасоматических ореолов. На обширных межрудных пространствах в значительном (до 2000 м) высотном диапазоне современного рельефа даже древние, включая архейские и раннепротерозойские ультраметаморфические и плутонические (гранитоиды) породы, например, сохраняются в их первозданном виде, а в черных сланцах минеральные парагенезисы, образованные на этапах предшествовавшего рудообразованию регионального метаморфизма нагревания, не затронуты гидротермальными изменениями этапов последующего рудообразования и сопровождающего метасоматизма. Очевидно, без химического разложения минералов-носителей золота и других металлов невозможен переход их в раствор, а следовательно, и миграция. Этот факт противоречит идее извлечения золота (металлов) из крупных объемов черносланцевых толщ.

В свою очередь, на многочисленных примерах можно убедиться в том, что околорудные метасоматические ореолы в любом субстрате в тыловых зонах обогащены поступившим извне золотом (металлами), а в периферийных зонах и вне ореолов содержат его (их) на околорудных уровнях [2].

Все это означает, что предлагаемая некоторыми авторами [16–18] идея о существовании сопряженных областей выноса–привноса металлов в плане решения проблемы источников рудного вещества на обсуждаемых рудоносных площадях не подтверждается – не отражает реальной ситуации.

Вопрос о геодинамических режимах образования мезотермальных месторождений золота в современных условиях решается без альтернативных вариантов.

Обычна одноактная реализация того или другого геодинамического режима, сопровождаемая генерацией приобретающих золотопроизводящую способность силикатных расплавов, на других, помимо обсуждаемых, рудоносных площадях. Дополнительным примером, в частности, служат золотоносные штокерки Васильковского, Туранского, Орловского месторождений в Кокшетауском районе, Когадыр в Кендыктасе Кокшетау–Северотяньшаньской структурно-формационной зоны, образованные в позднем ордовике синхронно с коллизионными гранитными плутонами зерендинского, крыкудукского, курдайского комплексов [19]. Известны примеры смены во времени, в частности, в возрастном диапазоне 155...100 млн л на одной рудоносной территории – в Яно–Колымском поясе коллизионного геодинамического режима рифтогенным внутриплитным (орогенной тектоно-магматической активизации) [20].

По мере совершенствования методов реконструкции геологических процессов в геодинамическом аспекте не исключены доказательство, конкретизация, уточнение условий образования мезотермальных месторождений золота и в других геодинамических режимах формирования земной коры.

Таким образом, для целей прогнозирования мезотермального золотого оруденения необходимо решение следующих задач.

Первая заключается в том, чтобы в истории геологического развития исследуемой территории посредством реконструкции геодинамических режимов и их эволюции во времени и пространстве выделить эпохи потенциального (вероятного) рудообразования. Вторая сводится к локализации перспективных площадей в зонах деформационного воздействия глубинных разломов, существовавших (функционировавших) в прогнозируемые эпохи.

Успешное решение обеих задач призвано обеспечить эффективное участие тектонического и геодинамического критериев наряду с другими в составе прогнозно-поискового комплекса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Федерального агентства по образованию. ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы». Гос. контракт № П238 от 23.04.2010 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренко И.В. Концепция мезотермального рудообразования в золоторудных районах складчатых сооружений южной Сибири // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – № 1. – С. 182–197.
2. Кучеренко И.В. Петролого-геохимические свидетельства геолого-генетической однородности гидротермальных месторождений золота, образованных в черносланцевом и несланцевом субстрате // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311. – № 1. – С. 25–35.
3. Гаврилов А.М., Кряжев С.Г. Минералого-геохимические особенности руд месторождения Сухой Лог // Разведка и охрана недр. – 2008. – № 8. – С. 3–16.
4. Буряк В.А. Метаморфизм и рудообразование. – М.: Недра, 1982. – 256 с.
5. Лавров Н.П., Чернышов И.В., Чугаев А.В., Баирова Э.Д., Гольцман Ю.В., Дистлер В.В., Юдовская М.А. Этапы формирования крупномасштабной благороднометалльной минерализации месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь): результаты изотопно-геохронологического изучения // Доклады РАН. – 2007. – Т. 415. – № 2. – С. 236–241.
6. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. – Новосибирск: Изд-во СО РАН НИЦ ОИГМ, 1999. – 237 с.
7. Кучеренко И.В. Петрологические и металлогенетические следствия изучения малых интрузий в мезотермальных золоторуд-

- ных полях // Известия Томского политехнического университета. — 2004. — Т. 307. — № 1. — С. 49–57.
8. Миронов Ю.В. Соотношение титана и калия в базальтах как индикатор тектонической обстановки // Доклады АН СССР. — 1990. — Т. 314. — № 6. — С. 1484–1487.
 9. Ли Л.В. О связи формирования золоторудных месторождений с процессами прогрессивного регионального метаморфизма в Енисейском кряже // Рудоносность и металлогения структур Енисейского кряжа. — Красноярск: Красноярское кн. изд-во, 1974. — С. 102–113.
 10. Ножкин А.Д., Борисенко А.С., Неволько П.А. Позднепротерозойский рифтогенный и внутриплитный магматизм, золотое и золото-урановое оруденение Енисейского кряжа // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Матер. Междунар. конф., посвящ. 80-летию основания в Томском политехническом университете первой в азиатской части России кафедры «Разведочное дело». — Томск, 2010, 5–8 октября. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 266–274.
 11. Замаев С.М., Грабкин О.В., Мазукабзов А.М. и др. Геология и сейсмичность зоны БАМ (от Байкала до Тынды). Структурно-вещественные комплексы и тектоника. — Новосибирск: Наука, 1983. — 190 с.
 12. Кучеренко И.В. Позднепалеозойская эпоха золотого оруденения в докембрийском обрамлении Сибирской платформы // Известия АН СССР. Сер. геологическая. — 1989. — № 6. — С. 90–102.
 13. Фельдман А.А., Потоцкая Е.А., Ковалева Л.А. и др. Объемное изучение глубинного строения одного из золоторудных районов по геолого-геофизическим данным // Геофизические исследования при прогнозировании и поисках эндогенных месторождений. — М.: ЦНИГРИ, 1979. — С. 9–15.
 14. Рундквист И.К., Бобров В.А., Смирнова Т.Н. и др. Этапы формирования Бодайбинского золоторудного района // Геология рудных месторождений. — 1992. — Т. 34. — № 6. — С. 3–15.
 15. Лавров Н.П., Прокофьев В.Ю., Дистлер В.В. и др. Новые данные об условиях рудоотложения и составе рудообразующих флюидов золото-платинового месторождения Сухой Лог // Доклады РАН. — 2000. — Т. 371. — № 1. — С. 88–92.
 16. Лось В.Л., Гольдберг И.С., Абрамсон Г.Я. Геохимические системы рудных объектов: примеры, модель, генетические и поисковые аспекты // Геология и охрана недр. — 2003. — № 1. — С. 24–33.
 17. Ганжа Г.Б., Ганжа Л.М. Золото-битумная минерализация в черносланцевой толще, Центральная Колыма // Руды и металлы. — 2004. — № 4. — С. 24–32.
 18. Плюшев Е.В., Кашин С.В., Молчанов А.В., Шатов В.В. Методы петрографо-геохимического картирования и прогнозно-металлогенического анализа потенциальных рудных узлов и полей гидротермально-метасоматического типа // Поисковые геолого-геохимические модели рудных месторождений: Матер. II Всеросс. конф. по прикладной геохимии. — Воронеж, 2009, 26–28 февраля. — Воронеж: ИП Гончаровой, 2009. — С. 93–96.
 19. Рафаилович М.С. Нетрадиционные месторождения золота Казахстана // Современные проблемы геологии и разведки полезных ископаемых: Матер. Междунар. конф., посвящ. 80-летию основания в Томском политехническом университете первой в азиатской части России кафедры «Разведочное дело». — Томск, 2010, 5–8 октября. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — С. 368–373.
 20. Волков А.В., Егоров В.Н., Прокофьев В.Ю., Сидоров А.А., Горячев Н.А., Бирюков А.В. Месторождения золота в дайках Яно-Колымского пояса // Геология рудных месторождений. — 2008. — Т. 50. — № 4. — С. 311–337.

Поступила 18.06.2012 г.