

УДК 553.078

В. Г. Крюков

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ МЕЗОЗОЙСКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ ПРИАМУРЬЯ

Мезозойская металлогения Приамурья характеризуется двухциклическим проявлением вначале — существенно редкометалльного, а затем — полиметалльного оруденения. Последовательность формирования рудной минерализации устанавливается при анализе генетических рядов рудовмещающих метасоматитов Хингано-Охотского пояса. Пространственное размещение гидротермалитов определяется внутренней структурой Нимеленской, Баджалской и Малохинганской металлогенических областей. В частности, зональность этих крупных блоков является отражением многокорневой магматогенно-рудной системы. Большая часть центров зональности контролируется субмеридиональной тектонически ослабленной зоной, один из интервалов которой представляет зону сопряжения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской геосинклиналью. Выделяются три рудных района, в которых отмечается совмещение рудно-метасоматических образований двух этапов.

С мезозойской тектономагматической активизацией в Приамурье связывается оруденение благородных, цветных, редких металлов, а также цеолитов и других полезных ископаемых [5, 7]. В последние годы накопилась новая информация по металлогении, особенно в связи с изучением региональных и локальных метасоматитов [2, 3], позволяющая предложить для обсуждения авторские представления по вопросам пространственного распределения и последовательности формирования различных типов рудной минерализации. При этом в основу анализа положены сведения по Хингано-Охотскому поясу, который в металлогеническом отношении приравнивается к провинции [6].

Геолого-геодинамические обстановки нахождения объектов. В рамках пояса выделяются Нимеленский, Баджалский и Малохинганский блоки, рассматриваемые в качестве металлогенических областей. Положение в них магматогенно-рудных сообществ и их состав определяются спецификой геодинамических обстановок.

*Малохинганский* блок отличается наиболее простым строением. Он представляет вытянутое в северо-восточном направлении тектоническое сооружение трапецевидной в плане формы, размером около  $150 \times 320$  км. Центральная часть блока слагается палеозойскими гранитоидами с ксенолитами архейских образований (рис. 1). По юго-западной окраине развиты рифей-кембрийские метаморфогенно-осадочные комплексы, а по восточной — верхнепалеозойские терригенные и терригенно-вулканогенные породы. В пределах блока отмечаются сравнительно небольшие депрессии и кальдеры, вышолненные меловыми магматитами. Мезозойские интрузивные образования, включающие ранне-поздне меловую габбро-диорит-гранодиоритовую и поздне меловую монцодиорит-субщелочно-гранитовую ассоциации, концентрируются в пределах Малохинганского, Биджанского, Белоянского, Щуки-Поктойского и Тырминского куполов. При этом диоритам и гранодиоритам свойственны крупнообъемные, а монцонитоидам и субщелочным гранитам — малообъемные тела.

Тектонический режим мезозойского этапа характеризуется устойчивым прогибанием приразломных частей блока практически до аптальбского времени и формированием субконтинентальных бассейнов с обстановками, благоприятными для угленакопления. В связи с функцио-

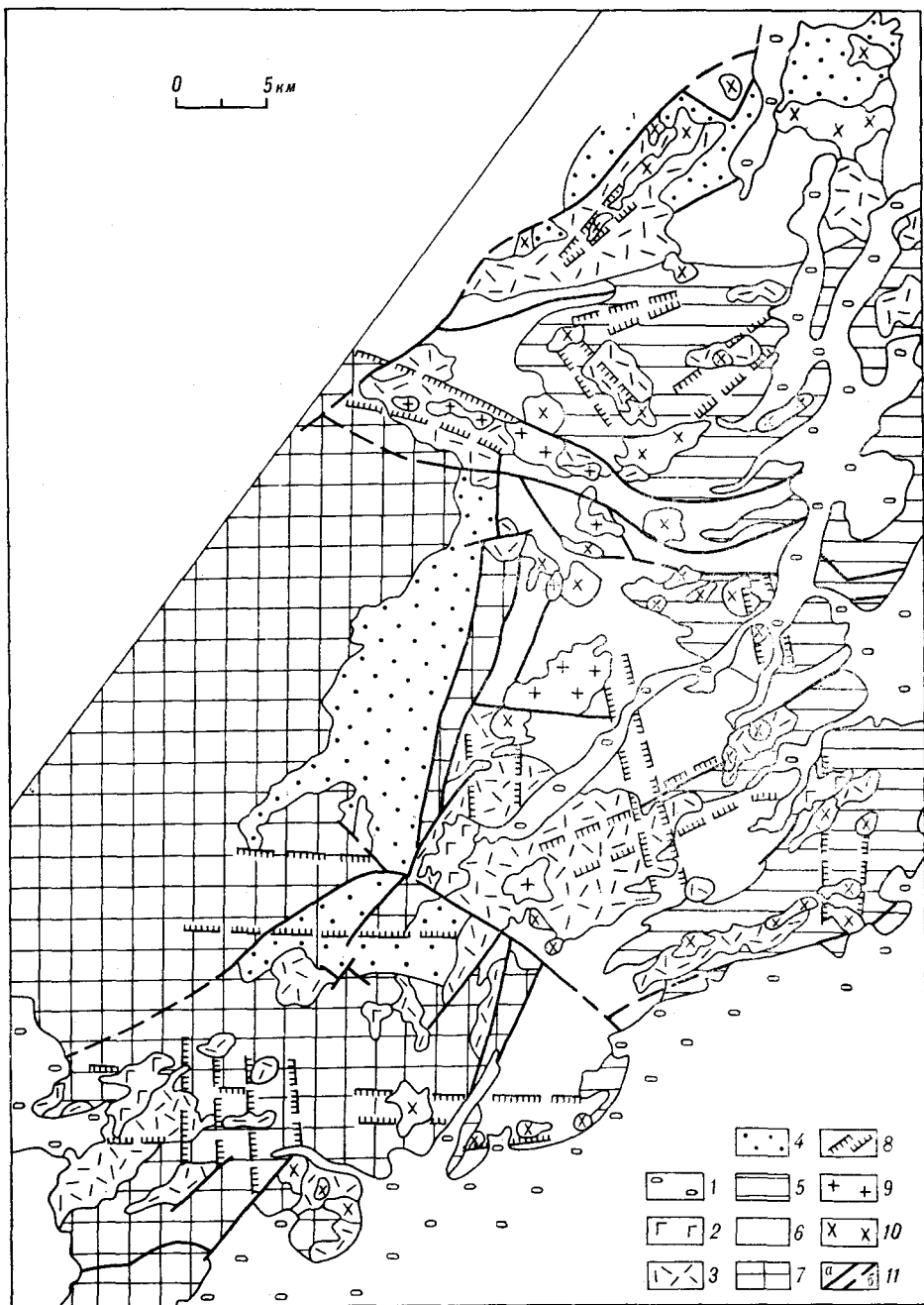


Рис. 1. Геолого-структурная схема Хингаио-Охотского пояса.

1 — четвертичные отложения; 2 — палеоген-четвертичные плато-базальты, 3 — меловые эффузивы; 4 — норийско-раннемеловые молассоидные угленосные отложения; 5 — норийско-раннемеловые спилит-кремнисто-терригенные отложения; 6 — герцинские спилит-известняково-кремнисто-терригенные и песчанико-черносланцевые отложения; 7 — породы Буринского кристаллического массива; 8 — ареалы пород диорит-моноклинодиорит-субщелочно-гранитовой ассоциации; 9 — породы гранит-лейкогранитовой ассоциации; 10 — породы габро-диорит-гранодиоритовой ассоциации; 11 — разломы: а — установленные, б — предполагаемые.

нированием разломов субширотной и субмеридиональной ориентировки, начинают формироваться перечисленные купола. При этом преобладающую роль играли вертикальные движения, в результате которых магма основного состава проникала в верхние горизонты литосферы. В позднем мелу процессы сводообразования принимают более завершённую форму, подчеркиваемую малыми интрузивными телами пестрого состава. С их становлением связывается образование руд и метасоматитов.

*Баджальский* блок характеризуется сложной тектонической природой, поскольку объединяет структурно-вещественные комплексы Буреинского массива, Баджало-Ниланского антиклинория и Сихотэ-Алинской геосинклинали. Размеры этого изометричного в плане сводово-блокового сооружения составляют около  $210 \times 230$  км. В центральной его части распространены герцинские спилит-известняково-кремнисто-терригенные и песчано-восточносланцевые отложения Баджало-Ниланского антиклинория. По восточной окраине блока фиксируются норийско-раннемеловые спилит-кремнисто-терригенные породы, слагающие Горинский синклинорий. В западной части наблюдаются архейские образования Чегдомынского выступа кристаллического фундамента и норийско-раннемеловые угленосные молассоиды Буреинского прогиба.

Весьма разнообразны магматические образования. Наибольшей распространенностью пользуются следующие ассоциации: триасовые гранодиорит-сиенитовая и субщелочно-гранитовая; ранне-позднемеловая габбро-диорит-гранодиоритовая; позднемеловая гранит-лейкогранитовая и позднемеловая (поздний мел—палеогеновая?) диорит-монцогранодиорит-субщелочно-гранитовая. Первая и последняя относятся к группе «малых» интрузий, кристаллизовавшихся в гипабиссальных и субвулканических условиях. Две другие выделяются мезо- и гипабиссальными обстановками формирования и большим объемом тел.

Баджальский блок отличается от остальных аналогичных структур наиболее сложной историей развития. Практически до раннего мела для значительной части территории сохраняется геосинклинальный режим, причем в рифейско-палеозойское время структура представляла эвгеосинклиналь, а в мезозойское — миогеосинклиналь. В раннемеловой период довольно широко проявился андезитовый вулканизм, который, по существу, знаменовал начало орогенной активизации региона. При этом разные части блока имели различный тектонический режим развития. В противоположность другим блокам, в Баджальском максимально проявились процессы фельдшпатизации и биотитизации (фельдшпатофиры и биотититы) на субвулканическом уровне, а также образования метасоматических гранитов в гип- и мезоабиссальной обстановках.

Процесс перманентного сводообразования в позднем меле характеризуется двумя максимумами. Первый из них связан с перемещением и кристаллизацией крупнообъемных тел гранит-лейкогранитовой ассоциации. При этом обращает на себя внимание факт их постоянной приуроченности к окраине Буреинского массива (Эзопский, Дуссе-Алинский и Баджальский купола), к его выпуклым частям, т. е. к своеобразным узлам с геотектоническим режимом наиболее интенсивного радиального воздымания земной коры. Этим обуславливаются глубинный приток летучих компонентов и палингенное гранитообразование. Второй максимум характеризуется проявлением пестрых по составу гранитоидов. Этот этап также выражается дальнейшим воздыманием трех отмеченных куполов и формированием новых — Дукинского, Комсомольского, Лянчлинского и Кур-Горинского.

*Нимеленский* блок включает западную часть Ульбанского синклинория, а также его обрамление — Селемджинскую зону Тукурингского горст-антиклинория, Тугурский выступ герциид, Торомский прогиб, Селитканскую и Ульбанскую вулканические зоны. По форме он близок к треугольнику с «основанием» 270 км и «высотой» около 240 км. Блок характеризуется более простой внутренней организацией по сравнению с Баджальским. Сложен он, главным образом, терригенными отложениями палеозоя и мезозоя. Интрузивный магматизм проявлен ранними фазами габбро-диорит-плагиогранитовой ассоциации при отсутствии мезо- или гипабиссальных интрузивов гранит-лейкогранитовой формации. Ограниченным распространением пользуются «малые» диорит-монцогранодиорит-субщелочно-гранитовые интрузии. Максимальное их распространение отмечается в Отунском и Ям-Алинском куполах.

Блоку присуща относительно простая история развития. Практически до позднего мела рассматриваемая структура характеризовалась геосинклинальным режимом. В начале позднего мела имели место инверсии и воздымания, что выразилось в становлении вулканитов кислого состава и умеренно кислых интрузивных образований. Интрузии явились результатом орогенной активизации разломов северо-западной и северо-восточной ориентировки. Судя по однотипности состава и фациальных условий формирования, можно предполагать одинаковый тектонический режим на площади всего блока в отличие от двух предыдущих структур.

**Особенности размещения рудной минерализации.** Все обилие рудно-метасоматических образований, ассоциирующих с мезозойскими интрузивными комплексами в различных геодинамических обстановках, можно свести к аргиллизитовому, березитовому, пропилитовому, хлорититовому, турмалинитовому и грейзеновому типам новообразований. Метасоматиты, сгруппированные по возрастному признаку, отвечают генетическим рядам. Последние формируют закономерно построенные ареалы — рудные узлы (см. таблицу). Пространственное распределение узлов с профилирующим оловянным или благороднометалльным оруденением отражает специфику мезозойской металлогении Хингано-Охотского пояса (рис. 2).

*Благороднометалльное* оруденение проявляется, в основном, в виде пропилитового, березитового и аргиллизитового комплексов. Вместе с тем, благородные металлы содержатся в промышленно важных концентрациях в рудах порфириновых месторождений. В незначительных количествах золото устанавливается в сульфидах, сульфосолях, кварце, меланократовых силикатах хлорититовых, турмалинитовых и грейзеновых месторождений цветных и редких металлов.

Пропилитовый тип оруденения развит в Харгинском рудном районе, который расположен в юго-западной части Нимеленского блока. Рудовмещающие метасоматиты представлены двумя разновозрастными генетическими рядами: 1) микроклиптиты → пропилиты → углеродистые метасоматиты → кварцево-жильные образования; 2) альбититы → пропилиты → углеродистые метасоматиты → турмалиниты → гидрослюдисто-хлоритовые гидротермалиты. Первый, вероятно, связан с позднепалеозойскими тектономагматическими процессами [1, 4], в пользу чего свидетельствует наличие этих новообразований во всех породах вплоть до раннемеловых харгинских гранитоидов. Метасоматиты второго ряда сопоставимы с позднемезозойскими метасоматитами эоцских и ям-алинских структур. Пространственное положение гидротермалитов контролируется, в основном, субширотными разломами. Золото обнаруживается во всех разновидностях новообразованных пород. Максимальные концентрации металла устанавливаются на участках пространственного совмещения гидрослюдисто-хлоритовых метасоматитов с углеродистыми и кварцево-жильными образованиями. Такое совмещение характерно для всех объектов, исключая Унгличиканское месторождение. Своеобразие руд заключается в развитии золотошелитового парагенезиса, особенно в альбититах и пропилитах, наличии платины и платиноидов, разнообразии мышьяк- и сурьмосодержащих сульфосолей и сульфидов, обилии меланократовых силикатов (10—40 %). По облику рудно-метасоматических образований и парагенезисам можно предполагать гипабиссальные обстановки рудоотложения.

Березитовый тип благороднометалльной минерализации отмечается в зонах, обрамляющих Баджальский блок. Рудные объекты контролируются субширотными (Кербинский район) и субмеридиональными (Верхнебуреинская зона) разломами. Рудная минерализация по возрасту и условиям формирования параллелизуется с оруденением Харгинского района. И в этих структурах к ранним, видимо, следует отнести углеродистые метасоматиты, положение которых определяется Эоцской и Буреинской магмо- и рудоконцентрирующими зонами [2]. В отличие от предыдущего района, углеродистые метасоматиты существенно изменены и в большинстве случаев превращены в альбититы, грейзены, хлорититы, березиты,

## Типы рудных узлов Приамурья

Тип минерализации (генетические ряды метасоматитов)	Структура рудного узла	Объекты
1	2	3
<i>Аргиллизитовые</i>		
1. Актинолитит → березит → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит → <b>аргиллизит</b> ; сурьмяный	Вулканотектонический горст с дайковым поясом	Солокачинский
2. Кварц-полевошпатовый метасоматит → актинолитит → березит → <b>аргиллизит</b> ; полиметаллический, молибден-сульфидный	Вулканотектоническая депрессия с периферийным интрузивным телом	Унахтинский, Каме-нушинский, Сутарский
3. (Актинолитит) → (турмалинит) → <b>березит</b> → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит → → <b>аргиллизит</b> ; золотоколчеданный	Вулканотектоническая структура с центральным интрузивным телом	Белоаянский, Щуки-Поктойский, Пашковский
4. <b>Грейзен</b> субвулканический → (актинолитит) → березит → <b>аргиллизит</b> ; оловянный (пропитовый)	Вулканотектоническая структура с периферийным интрузивным телом	Кумусунский, Джалиндинский
<i>Березитовые</i>		
5. Грейзен субвулканический → актинолитит → углеродистый метасоматит → <b>березит</b> → (аргиллизит); золотополиметаллический	Интрузивно-тектоническая структура с периферийным интрузивным телом, с дайковым поясом	Тырминский, Васильевский, Маганский
6. <b>Альбитит</b> → (грейзен субвулканический) → актинолитит → углеродистый метасоматит → (турмалинит) → <b>березит</b> → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит; золото кварцевый	Интрузивно-тектоническая структура с центральным интрузивным телом	Кербинский, Токоланский, Пауканский, Софийский
<i>Пропилитовый</i>		
7. Сидерофиллитовый метасоматит → <b>альбитит</b> → (грейзен субвулканический) → пропилит → углеродистый метасоматит → (турмалинит) → <b>березит</b> → (аргиллизит); благороднометалльный, медно-молибденовый с золотом	Интрузивно-тектонический купол с центральным интрузивным телом	Харгинский, Ингаглинский, Темгинский
8. Сидерофиллитовый метасоматит → альбитит → грейзен субвулканический → пропилит → <b>турмалинит</b> → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит; оловорудный	Интрузивно-тектонический купол с центральным интрузивным телом	Пурильский, Анаджаканский, Льянчлинский, Отунский
<i>Хлоритовые</i>		
9. Грейзен субвулканический → актинолитит → <b>хлоритит</b> → березит → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит → (аргиллизит); оловомедно-порфировый, оловорудный	Интрузивно-тектоническая структура с периферийным интрузивным телом	Нининский, Эйконский, Эисянский
10. Грейзен субвулканический → (актинолитит) → <b>хлоритит</b> → (березит) → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит; оловорудный	Интрузивно- и вулканотектонические структуры с центральным интрузивным телом, с дайками	Хинганский, Дарьинский, Якуньский, Соруканский

1	2	3
<i>Турмалинитовые</i>		
11. Пегматит → грейзен субвулканический → турмалинит → березит; оловорудный, медно-молибденовый, вольфрам-медно-молибденовый	Интрузивно-тектоническая структура с центральным интрузивным телом	Чалбинский
12. Альбитит → актинолитит → турмалинит → гидрослюдисто-хлоритовый метасоматит; оловорудный	Интрузивно-и вулканотектоническая структуры с периферийными интрузивными телами	Силинский, Амутский Урмийский
<i>Грейзеновые</i>		
13. (Биминеральный грейзен) → полиминеральный грейзен → березит; оловянный	Грабенообразная структура в батолите с дайковым поясом	Курунский
14. Микроклинит → биминеральный грейзен; оловянный, вольфрамовый, молибденовый, редкометалльный	Горсты в батолите с периферийной оторочкой интрузий завершающих фаз	Амгунский, Верхне-сулукский
15. (Пегматит) → биминеральный грейзен → (скарн) → полиминеральный грейзен; оловянный, вольфрамовый, редкометалльный	Внутри- и периплутонические купола с оторочкой мелких интрузивных тел	Мерекский, Урмийский, Таламинский, Олгаканский

Примечание. Полужирным выделены наиболее распространенные метасоматиты; в скобках — эпизодически встречающиеся метасоматиты.

гидрослюдисто-хлоритовые образования, аргиллизиты. Максимальную распространенность имеют березиты; в них же устанавливаются и основные рудные объекты. Следует подчеркнуть наличие переходов, например, в Софийском рудном узле, от чисто золоторудных объектов (Петровское) к касситеритсодержащим (Буровое) и далее к оловорудным золотосодержащим (Анкачи). Близость состава и зональности окolorудных метасоматитов в отмеченных объектах позволяет предполагать их одновременное формирование. Поэтому позднемезозойский возраст касситерит-силикатного оруденения Хинганско-Охотского пояса [7] в определенной мере можно отнести к процессам регенерации, столь сильно изменившим первичную минерализацию. Руды и окolorудные метасоматиты выделяются относительно лейкократовым обликом, большой ролью кварцево-жильных образований. Им свойственна ассоциация золота с карбонатами, сульфидами и сульфосолями свинца, мышьяка и сурьмы. Характерными примесями являются платина и платиноиды, касситерит, вольфрамит, шеллит, а также танталониобаты и молибденит. Этому типу оруденения присущи черты субвулканических условий рудоотложения.

Аргиллизитовый тип, представленный преимущественно золотоколчеданными рудами, устанавливается в Нимеленском и Малохинганском блоках (Ям-Алинский, Отунский, Тырминский, Биджанский районы, Малохинганская и Кукауская зоны). Характерной особенностью объектов этого типа является приуроченность к позднемиловым вулканотектоническим постройкам: Широкое, Нони, Потаповское и др. Наблюдаются также случаи локализации руд в породах Буреинского массива (Белоянское, Сутарское) и Сихотэ-Алинской геосинклинали. В возрастном отношении аргиллизитовый тип завершает мезозойский этап формирования благороднометалльной минерализации. Рудная минерализация максимально проявляется в березитах и аргиллизитах. Тремолит-хлорит-карбонатная фация актинолититов и турмалиниты встречаются эпизодически. В рудах преобладает пирит в ассоциации с марказитом, халькопиритом, реже — с пирротинном и блеклыми рудами. Золото, как правило, образующее сростания с сульфидами, имеет субмикроскопические размеры. В рудах в заметных количествах устанавливается серебро. Судя по набору минералов и текстурно-структурным особенностям руд, аргиллизитовый тип

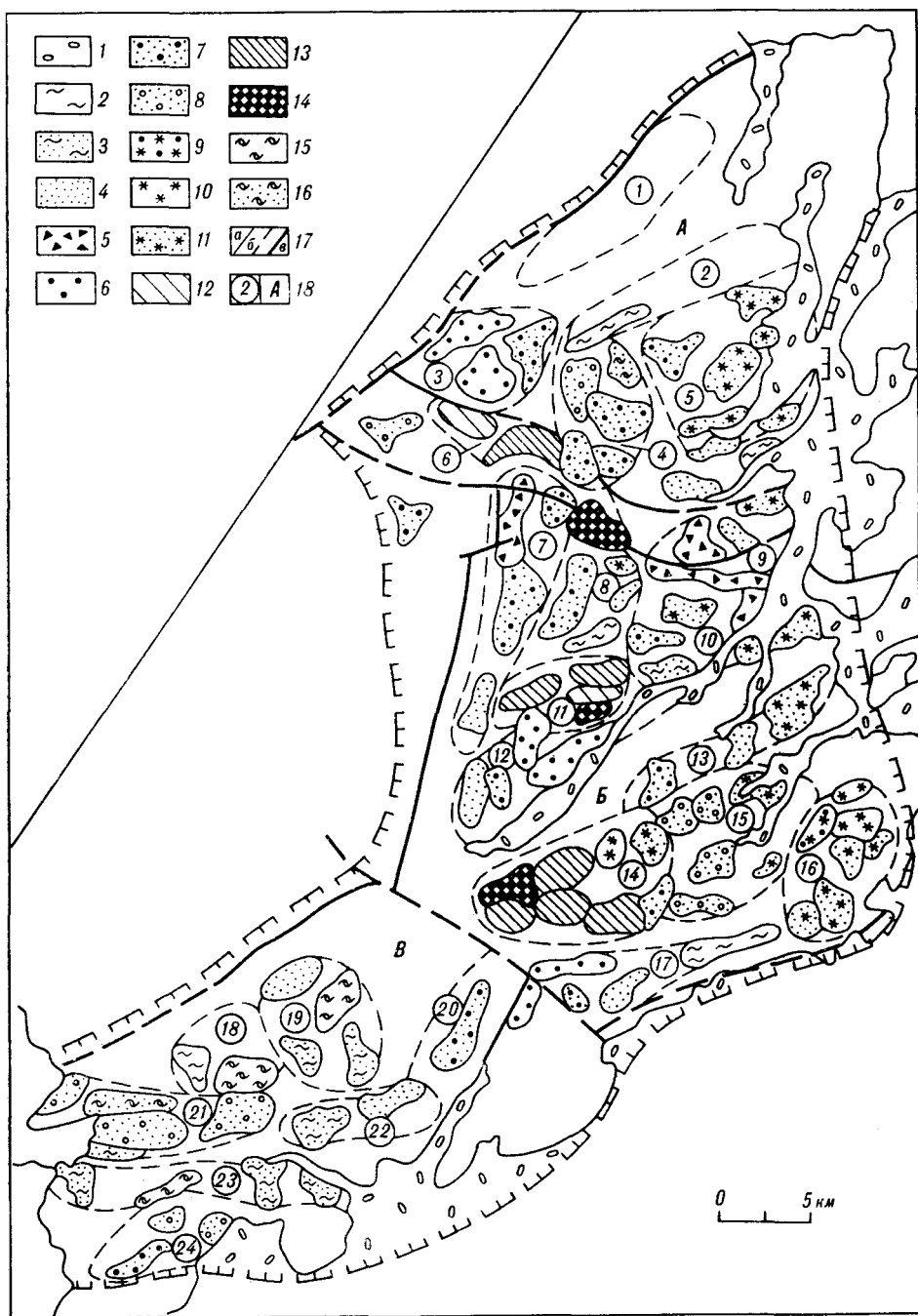


Рис. 2. Схема металлогенического районирования Хингано-Охотского пояса.

1 — четвертичные отложения; 2-16 — ареалы рудовмещающих метасоматитов, специализированные генетические ряды: 2 — аргиллизитовый, сурьмный, 3 — аргиллизитовый, полиметаллический, молибденсульфидный, 4 — березитовый, золотополиметаллический, 5 — альбитит-березитовый, золото кварцевый, 6 — альбитит-актинолитит-березитовый, благороднометалльный, 7 — хлоритовый, оловорудный, 8 — грейзен-хлоритовый, медно-порфировый, оловорудный, 9 — грейзен-турмалинитовый, медно-порфировый, оловорудный, 10 — турмалинитовый, оловополиметаллический, 11 — пегматит-турмалинитовый, оловорудный, 12 — грейзен-березитовый, оловорудный, 13 — грейзеновый, олово-, вольфрам-, молибденоворудный, 14 — микроклинит-грейзенный реднометалльный, 15 — березит-аргиллизитовый, золотоколчеданный, 16 — грейзен-аргиллизитовый, оловорудный, 17 — границы: а — узлов, б — рудных районов и зон, в — металлогенических областей; 18: а — рудные районы и зоны, б — металлогенические области. Рудные районы и зоны: 1 — Селитканская, 2 — Кумусунская, 3 — Харгинский, 4 — Ям-Алинский, 5 — Отунский, 6 — Эзопская, 7 — Верхнебурейнская, 8 — Левобурейнский, 9 — Кербинский, 10 — Отунский, 11 — Дусе-Алинский, 12 — Темгинская, 13 — Лянчлинская, 14 — Баджалский, 15 — Кур-Горинский, 16 — Комсомольский, 17 — Унахтинская, 18 — Солокачинский, 19 — Тырминский, 20 — Урмийская, 21 — Малохинганская, 22 — Куканская, 23 — Бирская, 24 — Биджанский. Металлогенические области: А — Нимеленская, Б — Баджалская, В — Малохинганская.

характеризуется близповерхностными условиями рудоотложения. Этот тип не образует заметных россыпей.

Золотосодержащие порфиновые объекты фиксируются во многих рудных районах и зонах Нимеленского, Баджалского и Малохинганского блоков. Среди них выделяются медно-порфиновые (Темгинская зона) и оловопорфиновые (Ям-Алинский, Отунский, Дукинский и Комсомольский районы) проявления. Золото обнаруживается в сростании с арсенипиритом, сульфидами и сульфосолями меди. Устанавливаются также серебро и кюстелит в парагенезисе с блеклыми рудами и галенитом.

В распределении золоторудных узлов, районов и зон сказывается влияние субширотных (Кербинский, Харгинский, Отунский районы, Куканская зона) и субмеридиональных (Верхнебурейнская зона и Тьрминский район) разломов. В рамках металлогенических областей районы тяготеют либо к их центральной части — Малохинганский блок, либо к окраинам — Баджалский и Нимеленский блоки. Особо выделяется территория сопряжения Бурейнского массива с Сихотэ-Алинской системой — высокой насыщенностью мезозойскими монцитоидами, габбро-диоритами, диоритовыми порфиритами и спессартитами, слагающими мелкие интрузивные тела и дайковые пояса (см. рис. 1). Участки пересечения этой субмеридиональной тектонически ослабленной зоны с субширотными магмо- и рудоконцентрирующими структурами представляют области максимальной гидротермальной проработки и локализации наиболее перспективных объектов.

Оловянное оруденение образует промышленные концентрации в хлорититах, турмалинитах, грейзенах, а также в пропилитах. В меньших количествах касситерит либо касситерит и станнын устанавливаются в аргиллизитах, альбититах, актинолититах и микроклинитах. При этом следует подчеркнуть преимущественно комплексный характер оловянного оруденения, нередко при резко подчиненной роли минералов олова. Относительно мономинеральное оловянное оруденение фиксируется только в альбититах и микроклинитах.

Хлорититовый тип оловянного оруденения в типичном варианте свойствен Малохинганской зоне. Кроме того, такого рода объекты устанавливаются в Кур-Горинском и Ям-Алинском районах. Рудовмещающие метасоматиты образуют два генетических ряда (см. таблицу), различающихся между собой количеством меланократовых силикатов в околорудных гидротермалитах. В отдельных случаях (Хинганский, Дарьинский, Якуньский узлы) резко сокращается доля хлорита при увеличении роли серицита так, что гидротермалиты выглядят как типичные березиты. Специфичны своей меланократовостью и типичным субвулканическим обликом грейзены, повышенной щелочностью — актинолититы (эгирин, рибекит, арфведсонит) и хлорититы (адуляр). Почти во всех разновидностях метасоматитов отмечаются эксплозивно-гидротермальные брекчии. Руды, как правило, комплексные. Помимо касситерита, сульфидов и сульфосолей олова, устанавливаются минералы меди, свинца, цинка, висмута, серебра, вольфрама, сурьмы. Количество сульфидов колеблется от 2—5 % (Малохинганская зона) до 15—25 % (Кур-Горинский и Ям-Алинский районы). Примечательно наличие в рудах некоторых месторождений колломорфного касситерита. Оруденение этого типа формировалось в субвулканической обстановке.

Турмалинитовый тип оруденения фиксируется по восточному обрамлению Баджалского и Нимеленского блоков. В качестве эталонных следует отметить месторождения Комсомольского рудного района. К ним близки проявления Баджалского, Отунского, Дукинского районов и Лянчлинской зоны. Выделяются два подтипа: 1) классический турмалинитовый (месторождения Силинского, Амутского и Чалбинского узлов); 2) порфиновый (проявления Пурильского, Анаджаканского узлов, Отунского, Дукинского и др. районов). В пространственном размещении тех и других сказывается определяющая роль субмеридиональных и субширотных разломов. Наибольшую продуктивность имеют турмалиниты, а в порфи-



ровом подтипе — турмалиниты, хлорититы и березиты. Руды отличаются поликомпонентным составом. Количество сульфидов и сульфосолей колеблется от 5 до 40 %. По преобладающей роли попутных компонентов выделяются оловополиметаллические, оловомедно-колчеданные и оловомедно-шеелитовые руды. Характерными примесями в рудах являются висмут, серебро, золото. Облик рудно-метасоматических образований, ассоциации минералов и элементов позволяют предполагать гипабиссальные обстановки рудоотложения.

Грейзеновый тип оловянного оруденения отмечается в Баджалском, Дуссе-Алинском и Ниманском районах, Эзопской зоне, располагающихся в пределах Баджалского блока. Рудные объекты приурочиваются к области сопряжения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской геосинклиналью, где они формируют три ареала крупнообъемных магматитов и постмагматических образований. По преобладающей роли рудовмещающих метасоматитов выделяются микроклинитовый и грейзеновый подтипы. При этом грейзеновый подтип отмечается во всех районах, тогда как микроклинитовый характерен для Дуссе-Алинского и Ниманского рудных районов. Максимальной продуктивностью обладают циннвальдит-мусковит-топаз-кварцевые грейзены (Правоурмийское, Таламинское, Эзопское, Олгаканское). По масштабам оруденения им несколько уступают слюдяно-кварцевые и скарново-грейзеновые образования. Руды выделяются крупнокристаллическим обликом, наличием друз, редкометалльным профилем. Для микроклинитов и слюдяно-кварцевых грейзенов характерно практически мономинеральное касситеритовое или вольфрамит-касситеритовое оруденение. В полиминеральных грейзенах типичны вольфрамовые, бериллиевые, висмутовые, медные и свинцово-цинковые минералы. Количество сульфидов и сульфосолей колеблется от 2—8 % (Баджалский и Дуссе-Алинский районы) до 15—20 % (Эзопская зона). Руды микроклинитов и биминеральных грейзенов формировались в мезоабиссальных, а полиминеральных грейзенов — в гипабиссальных обстановках.

В распределении оловорудных узлов районов и зон отмечается влияние субширотных магмо- и рудоконцентрирующих структур: Эзопской, Буреинской и Баджало-Мяочанской. В пределах блока районы тяготеют к территории сопряжения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской геосинклиналью. Для нее характерно проявление крупнообъемного магматизма, в результате которого формируются породы гранит-лейкогранитовой ассоциации с отчетливым литий-фтористым геохимическим профилем, что свидетельствует о глубинном подтоке вещества в условиях восходящих блоковых движений. Более разнообразно положение ареалов «малых» интрузий монзонитоидов, субщелочных гранитоидов и тяготеющих к ним объектов касситерит-силикатной рудной формации.

Уместно подчеркнуть специализированный в большинстве случаев характер рудных узлов: благороднометалльный, оловянный, редкометалльный, медно-молибденовый, полиметаллический, ртутно-сурьмяный. Вместе с тем, часты случаи пространственного совмещения раннего редкометалльно-грейзенового и последующего пропилитового, березитового, хлорититового, турмалинитового, аргиллизитового типов минерализации. Реже наблюдаются участки со сложной минерализацией одного этапа тектономагматической активизации: золото- или олово-колчеданный, медно-молибден-порфиновый с золотом или касситеритом, золотошеелитовый. В распределении рудно-метасоматических образований отмечается зональность, достаточно четко отражающая особенности строения металлогенических областей (рис. 3).

Нимеленская область имеет четыре центра зональности, располагающихся по ее периферии. В центрах развиты пропилитовый (Харгинский район), хлорититовый (Ям-Алинский район), турмалинитовый порфиновый (Отунский район) и березитовый (Селитканская зона) типы рудной минерализации. Для центральной части области характерно низкотемпературное оруденение. Смещение высокотемпературных метасоматитов (пропилиты, альбититы, грейзены) к южным границам блока обуславлива-

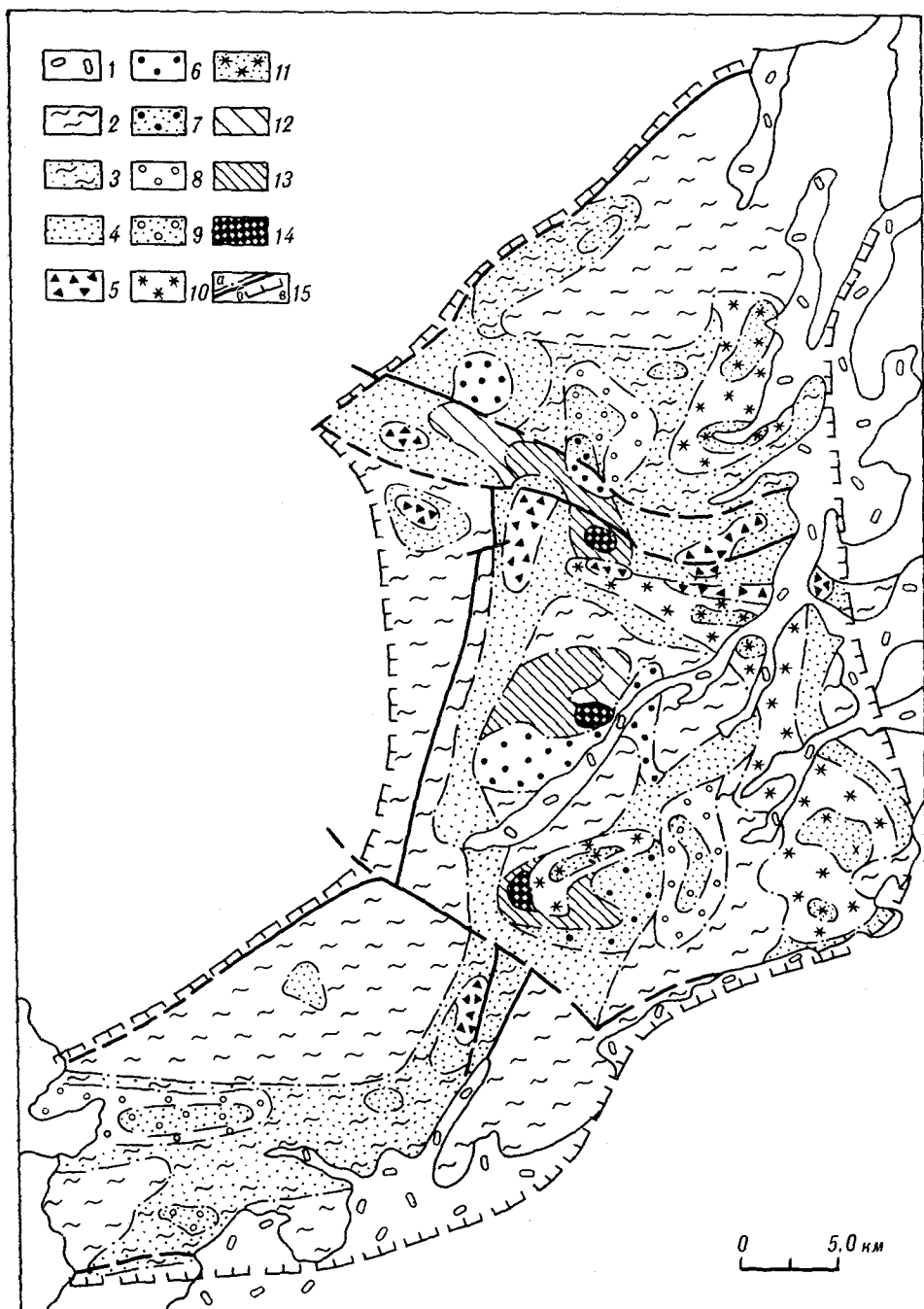


Рис. 3. Схема зональности минерализации Хингано-Охотского пояса.

1 — четвертичные отложения; 2 — ареалы генетических рядов рудомещающих метасоматитов; 2 — аргиллизитовый, сурьмяный, полиметаллический, молибден-сульфидный; 3 — березит-аргиллизитовый, золотоколчеданный; 4 — березитовый, золотополиметаллический; 5 — альбитит-березитовый, золото кварцевый; 6 — альбитит-пропилит-березитовый, золоторудный (золото кварцевый, золотошеслитовый); 7 — альбитит-пропилит-березитовый, медно-молибден-порфировый с золотом; 8 — хлорититовый, оловорудный (касситерит-силикатный); 9 — грейзен-хлорититовый, оловорудный; оловомедно-порфировый; 10 — турмалинитовый, оловорудный; 11 — грейзен-турмалинитовый, оловорудный, медно-молибденный (порфировый); 12 — грейзен-березитовый, редкометалльный; 13 — грейзенный, редкометалльный; 14 — микроклинит-грейзенный, редкометалльный; 15 — границы: а — ареалов, б — металлогенических областей, в — металлогенической провинции.

ет асимметричную зональность с расширением зон в северо-восточном направлении. При этом отмечается резкая смена высокотемпературных метасоматитов низкотемпературными. Соответственно в южной полосе концентрируются проявления олова, вольфрама, молибдена и золота,

тогда как в центральной части фиксируются полиметаллы и колчеданные руды.

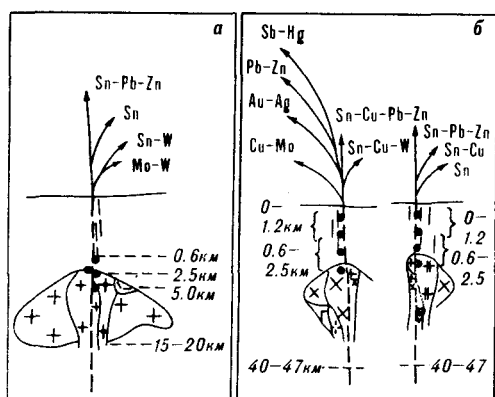
Баджалская область отличается своеобразием распределения продуктов гидротермального метаморфизма. Прежде всего следует отметить связь оруденения с двумя этапами мезозойской тектономагматической активизации. Продукты первого этапа — пегматиты, микроклиниты, скарны, грейзены с оловянной, вольфрамовой и редкометалльной минерализацией обнаруживаются в Баджалском, Дуссе-Алинском районах и в Эзоцской зоне. Зональность минерализации наиболее отчетлива в Дуссе-Алинском ареале: в центре — микроклиниты, по периферии — грейзены. На ранние метасоматиты накладываются продукты второго этапа: от сидерофиллитовых гидротермалитов до аргиллизитов, содержащих руды благородных, цветных и редких металлов. Сами по себе редкометалльно-грейзеновые районы представляют центры зональности. Вместе с тем в полях развития рудно-метасоматических образований второго этапа устанавливается не менее пяти центров зональности, расположенных по обрамлению области. Для этих центров характерны турмалиновый, хлорититовый, березитовый и пропилитовый типы благороднометалльной, оловянной, медно-молибден-порфировой минерализации. В целом для области характерно смещение высокотемпературных гидротермалитов в западную ее часть и соответствующее расширение зон в восточном направлении. Низкотемпературные ассоциации картируются по обрамлению Баджалской области. Этим обусловлено развитие по периферии блока полиметаллической и сурьмяно-ртутной минерализации.

Малохинганская область выделяется наиболее простой линейной зональностью, подчеркиваемой грейзенами, актинолититами, хлорититами, березитами и аргиллизитами. Насчитывается четыре основных центра зональности, сложенные березитами и хлорититами с благороднометалльной и оловянной минерализацией. Относительно высокотемпературные ассоциации локализуются в центральной части области. По периферии отмечается аргиллизитовый тип оруденения с полиметаллическими и сурьмяными рудами. Зональность Малохинганской области также асимметрична, с проявленностью более широких зон в северной части блока.

**Возрастные соотношения рудно-метасоматических образований.** В истории мезозойского рудообразования выделяются два этапа. Первый связан с внедрением пород гранит-лейкогранитовой ассоциации, второй — со становлением диорит-монцодиорит-субщелочно-гранитовой формации. Им соответствуют два генетических ряда рудно-метасоматических образований: 1) пегматиты → микроклиниты → биминеральные грейзены → скарны → полиминеральные грейзены; 2) сидерофиллитовые метасоматиты → альбититы → субвулканические грейзены → актинолититы → турмалиниты → хлорититы → березиты → пропилиты → углеродистые метасоматиты → аргиллизиты. В порядке возрастной последовательности минералообразования в рядах устанавливается рудная минерализация: 1а) вольфрамит-кварцевая, в том числе вольфрам-молибден-бериллиевая, вольфрам-тантал-ниобиевая, вольфрамовая с оловом; 1б) касситерит-кварцевая, в том числе оловянная, олововольфрамовая, олововольфрамовая с танталониобатами, оловополиметаллическая; 2а) порфировая, в том числе вольфрам-медная с молибденом, медно-молибденная с оловом, медно-молибденная, медно-молибден-полиметаллическая, медная с молибденом и благородными металлами; 2б) касситерит-силикатная, в том числе оловянная, оловомедная, оловомедно-вольфрамовая, оловополиметаллическая, с благородными металлами; 2в) благороднометалльная, в том числе вольфрам-золотая с оловом, золотоплатиновая, золото-серебряная, золотополиметаллическая; 2г) полиметаллическая, полиметаллическая с оловом; 2д) редкометалльная, в том числе редкометалльная, редкометалльно-молибденная; 2е) ртутно-сурьмяная (рис. 4). Помимо последовательности рудоотложения на рисунке отражена эволюция интрузивных образований и глубинность формирования магматогенно-рудных систем.

Рис. 4. Схема эволюции процессов мезозойского рудообразования в Приамурье: а — редкометалльное оруденение, б — полиметалльное оруденение.

1 — мелко- и среднерзернистые биотитовые граниты; 2 — порфирибластные крупнозернистые биотитовые граниты; 3 — аляскииты, аплиты; 4 — пегматиты; 5 — габбро, габбро-диориты; 6 — диориты; 7 — диорито-сиениты; 8 — монодиориты, спессартиты, диоритовые порфиры; 9 — гранодиориты; 10: а — граниты, гранит-порфиры, субщелочные граниты, б — автомагматические брекчи; 11: а — эволюционные ряды рудных сообществ, б — положение месторождений относительно палеоповерхности.



Последовательность формирования различных типов редкометалльного оруденения выявлена в результате минералого-геохимического изучения более 20 месторождений и рудопроявлений Хингано-Охотского пояса. При этом своеобразным эталоном может служить Олгаканское рудное поле (Эзопская зона). В пределах рудного поля отмечается смена по латерали с запада на восток: Mo → Mo, W → W, Sn → Sn, Bi, Zn, Pb (участок Жильный) и далее на восток — Sn → W, Sn, Bi, Zn, Pb (участок Олгаканский) и далее — As, Fe, Pb с Sn (участок Аксинитовый). Эта последовательность тождественна смене зон по разрезу от Sn-полиметаллических на поверхности к Mo → W на глубине. По другим объектам наблюдаются более «короткие» цепочки рудных сообществ. Анализ материала по редкометалльным проявлениям Приамурья позволяет реконструировать весь ряд: Mo, As → Mo, Be, W, As → Mo, W, Fe → W, Sn, As, Zn, Bi → Sn, W, Cu, As, Pb, Sn, W, Zn, Mo, Fe → As, Bi, Sn, Cu, Pb, Zn → As, Sb, Pb, Ag, Zn, Fe.

Для полиметалльного оруденения уместно подчеркнуть некоторое своеобразие последовательности отложения минеральных ассоциаций в порфировых месторождениях. Для них, и в первую очередь, для оловорудных объектов отмечается превалярующая роль хлоритовых либо турмалиновых метасоматитов. Примером сложной цепочки рудных сообществ в хлоритовом типе является рудное поле Ближнее — Тунгусское (Эзопская зона), где по латерали с востока на запад наблюдается смена: Mo → Mo, W, As → Mo, W, Sn, As, Bi (Тунгусский), далее к западу — W, Sn, As, Fe, Zn → Sn, Mo, Zn → Sn, Cu, Bi, Pb, Zn → As, Zn, Fe, Pb (Ближний). С учетом данных по другим проявлениям (4 объекта) весь ряд выглядит следующим образом: Mo → Mo, W, Zn → Mo, W, As → Mo, W, Sn, As, Bi, Cu, Au → Sn, As, Fe, Zn → Sn, Mo, Zn → Sn, Cu, Bi, Ag, Pb, W, Zn, Sb → As, Zn, Fe, Pb, Sb. Эталоном турмалинитового типа может быть Талиджакское рудное поле (Баджалский район). Латеральная зональность распределения рудных элементов или их ассоциаций прослеживается в субмеридиональном направлении с юга на север: Cu, Sn, Mo, Bi → Sn, W, Zn, Cu (участок Штокверковый), далее — Sn, Cu, Pb → Sn, Bi, Pb, Cu, As, Ag, Sb → As, Zn, Pb, Fe (участок Лавинный). Информация по другим проявлениям (3 объекта) практически не вносит каких-либо коррективов в последовательность кристаллизации рудных парагенезисов, выявленных на Талиджакском рудном поле.

Остальное полиметалльное оруденение образует чаще всего простые ассоциации рудных элементов. Последовательность их формирования в этом случае устанавливается при анализе зональности металлогенических областей и в общем виде отражена на рис. 4. Информация по рудным полям Приамурья (более 30 объектов) усложняет общую схему. При этом для каждого конкретного месторождения или рудопроявления отмечаются свои особенности.

Таким образом, сравнительный анализ мезозойских магматогенно-рудных систем трех принципиально различающихся своим строением крупных блоков Приамурья (Нимеленский, Баджалский и Малохинганский) выявил сходство в эволюции мезозойских процессов, формационную выдержанность вулканоплутонических ареалов и близость в их металлогенической специализации. Это свидетельствует о трансструктурном характере процессов, их автономии, проявленности единой тектономагматической системы, формирующей облик металлогенической провинции.

Мезозойское оруденение связывается со становлением гранит-лейкогранитовой (редкометалльное) и диорит-монцогранодиорит-субщелочно-гранитовой (полиметалльное) ассоциациями интрузивных пород. Связь подтверждается зональным распределением магматитов (эпицентр) и постмагматических образований (центральные, промежуточные и периферийные зоны) как в рудных узлах, так и в металлогенических областях. Локальные гидротермалиты, вмещающие руды благородных, цветных и редких металлов, группируются по возрастному признаку в генетические ряды. Зональное распределение последних подчеркивает внутреннюю организацию и границы Нимеленской, Баджалской и Малохинганской металлогенических областей. Устанавливается ряд особенностей зональных рисунков: концентрический и линейный характер, асимметричное строение, наличие нескольких центров зональности, преемственность центров зональности разновременных ареалов и др.

Металлогеническая зональность областей и рудных объектов обуславливается последовательностью отложения рудных элементов или их сообществ. В целом, несмотря на обилие стадий минералообразования, представляется правомочным говорить о двух эволюционирующих во времени рядах: редкометалльном и полиметалльном. Между ними имеется преемственность, так как золотооловянная с висмутом, медью, молибденом, свинцом, цинком, сурьмой специализация прослеживается практически на всех рудных объектах провинции.

Выявленные особенности металлогении Приамурья находят аналогию в подобных структурах Приморья и Северо-Востока СССР, что позволяет относить их к разряду металлогенических закономерностей. Общей для различных структур является проявленность рудно-метасоматических образований в связи со становлением гранит-лейкогранитовой и диорит-монцогранодиорит-субщелочно-гранитовой ассоциации интрузивных пород. Примечательна приуроченность редкометалльно-грейзенового оруденения к сводово-блоковым сооружениям, как правило, осложняющим палеозойские антиклинории. Монцонитоиды, субщелочные граниты и их постмагматические производные тяготеют преимущественно к интрузивно-вулканическим постройкам, входящим в состав вулканических либо вулканоплутонических ареалов и поясов. Последовательность формирования различных типов рудной минерализации четко выдерживается практически во всех дальневосточных провинциях с мезозойским оруденением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В. А., Неменман И. С., Парада С. Г. *Метаморфизм и оруденение углеродистых толщ Приамурья/ДВНЦ АН СССР.*— Владивосток, 1988.
2. Крюков В. Г. *Метасоматиты в металлогеническом анализе Приамурья // Принципы прогнозирования эндогенного оруденения в Восточно-Азиатских вулканических поясах СССР.*— М.: Недра, 1990.— С. 184—199.
3. Крюков В. Г. *Метасоматоз в истории формирования оловорудных объектов Приамурья // Минералы, горные породы и месторождения полезных ископаемых в геологической истории.*— Л., 1985.— С. 140—149.
4. Моисеенко В. Г. *Метаморфизм золота месторождений Приамурья.*— Хабаровск: Кн. изд., 1965.
5. Радкевич Е. А. *Металлогенические провинции Тихоокеанского рудного пояса.*— М.: Наука, 1977.
6. Сухов В. И. *Региональные рудно-магматические системы Приамурья // Магматогенно-рудные системы/ДВНЦ АН СССР.*— Владивосток, 1979.— С. 45—60.
7. Усенко С. Ф. *Геодинамика формирования, тектоника и оловоносность Сихотэ-Алинской складчатой области/ДВНЦ АН СССР.*— Владивосток, 1984.