

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян, академик АН Армянской ССР

Металлогеническая карта мира*

(Представлено 26. I. 1958)

Принципы и методика составления. Начиная с 1957 года, в Ленинградском горном институте введен факультативный курс „Основы металлогении“, в связи с чем автору, читающему этот курс, пришлось проработать обширный материал по металлогении территории СССР и зарубежных стран. Эти материалы были использованы при составлении в учебных целях металлогенической карты мира масшт. 1 : 22 000 000 и макета этой же карты (рис. 1).

Естественно, в процессе оформления карт возникла необходимость решения ряда принципиальных и методических вопросов. Поскольку опыт составления металлогенических карт ограничен, а макет, представленный нами, как выясняется, является первым графическим обобщением металлогении мира, несомненно принципы и методы его составления должны представить определенный интерес.

Основная задача металлогенической карты мира состоит в отражении общего характера минерализации и закономерностей распределения металлических полезных ископаемых различных генетических типов в связи с геологическим строением крупных регионов. В зависимости от масштаба карты могут быть даны дополнительные детали, но даже для самых мелкомасштабных карт необходимым условием остается четкое, удобочитаемое выявление специфики металлогении главнейших структур земной коры.

Исходя из этого основного принципа, металлогеническая карта мира составлена на тектонической основе, с выделением важнейших структурных элементов—щитов-платформ и подвижных складчатых зон. В пределах щитов выделены участки, где обнажаются породы докембрийского фундамента и участки (платформы), перекрытые более молодыми осадочными толщами, покровами эффузивов или льдом. Для подвижных складчатых зон выделены области проявления кале-

* Сокращенный текст доклада, прочитанного 17.1.58 г. в' Москве на Всесоюзном совещании по принципам и методам составления металлогенических карт.

Рис. 1. Металлогеническая карта мира (схема)

Составил И. Г. Магакьян

Оформил К. Г. Шахмурадов

Тектоническая основа по материалам А. Д. Архангельского, В. В. Белоусова, Ю. А. Косыгина, А. Н. Мазаровича, Н. С. Шатского.

Тектонические структуры

- I. Докембрийский фундамент щитов и платформ.
- II. Участки щитов и платформ, с докембрием, перекрытым более молодыми осадочными толщами, покровами эффузивов или льдом.
- III. Области проявления каледонской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- IV. Области проявления герцинской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- V. Области проявления киммерийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- VI. Области проявления альпийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- VII. Области герцинской, частью каледонской складчатости, покрытые мощными четвертичными наносами.

Важнейшие типы месторождений

А. Собственно-магматические месторождения

1. Хромита
2. Платины Уральского типа
3. Титаномагнетитовых руд
4. Апатит-магнетитовых и апатитовых руд
5. Медно-никелевых сульфидных руд

Б. Пегматитовые месторождения

6. Пегматиты с мусковитом, флогопитом и редкими металлами (Ta, Nb, Be, Li, U, Th и др.).

В. Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения

7. Железорудные скарны
8. Редкометалльные (W—Mo) скарны

Г. Гидротермальные месторождения

9. Кварц—Sn—W—Mo и сульфидно—Sn (отдельные месторождения и пояса)
10. Медно-молибденовый и молибденовый (отдельные месторождения и пояса)
11. Полиметаллический
12. Сурьмяно-ртутный
13. Урановые (Co—Cu—U, Co—Ni—Bi—Ag—U, Cu—U, U—гематитовый, U—полим. и др. типы).
14. Колчеданный медный и полиметаллический (отдельные месторождения и пояса)
15. Кварцево-золоторудный и золото-сульфидный
16. Золото-серебряный (отдельные месторождения и пояса)
17. Медистые песчаники типа Катанги—Джезказгана (телетермальные или осадочные ?)

Д. Осадочные месторождения

18. Железа
19. Марганца
20. Алюминия (боксит)

Е. Метаморфогенные месторождения

21. Железа
22. Марганца
23. Золотоносных и ураноносных конгломератов

Ж. Месторождения выветривания

24. Железистые латериты
25. Глиноземистые латериты
26. Силикатные руды никеля

3. 27. Месторождения алмаза (коренные и россыпи).



донской, герцинской, киммерийской и альпийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения. Наложение на древние структуры относительно более молодых показано соответствующей накладкой штрихов (или цвета). Главнейшие месторождения металлических полезных ископаемых обозначены по формациям, под которыми понимаются минеральные ассоциации, возникшие в определенных геологических условиях. Из неметаллического сырья на нашем макете даются лишь месторождения алмаза и слюды, но на более детальных картах желательно отразить все виды неметаллического сырья эндогенного происхождения (асбест, барит, флюрит и др.).

Месторождения сгруппированы в общепринятые генетические типы: магматический, пегматитовый, скарновый, гидротермальный, осадочный, метаморфогенный, выветривания, которые обозначаются знаками различной формы.

Внутри генетических типов выделены главнейшие рудные формации (обозначаются цветом или небольшим усложнением формы знака), в которых, для мелкомасштабного макета, допущено объединение, укрупнение близких или сходных по составу или ведущим металлам формаций.

На карте показаны две категории месторождений—крупнейшие мирового значения и другие, промышленные. Районы с регионально вытянутым вдоль складчатых структур или разломов однотипным оруденением показаны соответственно как четко очерченные рудные пояса: Sn—W—Mo пояса Забайкалья, северо-востока СССР, юго-востока Азии и Боливии, колчеданные пояса Урала, Балкан, медно-молибденовые пояса западных штатов США и Чили, золото-серебряные пояса Мексики, Ю. Америки и др. В результате, даже на мелкомасштабной карте, хорошо выявляется взаимосвязь типов структур и металлогении и специфика металлогении крупных структур земной коры. В то же время карта и проработанный в связи с ее составлением материал позволяют обобщить основные черты металлогении щитов (платформ) и складчатых зон, уточнить роль отдельных факторов, контролирующих характер металлогении региона и поставить ряд новых вопросов, над разрешением которых надлежит еще много поработать.

Основные черты металлогении щитов (платформ) и складчатых зон. В развитии металлогении щитов следует выделить металлогению докембрийского периода формирования щита (металлогения докембрийских подвижных зон) и металлогению более позднего периода (каледонского до альпийского) в связи с разломами и внедрением магмы в пределах платформ.

Схема развития металлогении щитов (платформ) приведена ниже (табл. 1).

Следует подчеркнуть специфичность для щитов таких рудных формаций, как метаморфогенные месторождения Fe, Mn, Au, U и сульфидные Cu—Ni месторождения, а также резко преобладающее по сравнению со складчатыми зонами развитие редкометальных

пегматитов, месторождений урана, золота, алмазов, лопарита и карбонатитов (последние содержат ниобий и редкие земли). В связи с этим щиты (и платформы) дают более 60% мировой добычи железа, примерно 75% добычи золота и платины, 90% добычи урана, никеля, кобальта, почти всю мировую добычу тория, тантала и ниобия, бериллия, лития, титана, слюды, апатита, алмазов.

Таблица 1

Осадочные и тектоно-магматические комплексы	Типы месторождений	Примеры рудных районов и месторождений
Эффузивно-осадочные метаморфизованные толщи архея и протерозоя Метаморфизованные конгломераты архея и протерозоя Вулканогенные толщи протерозоя Гранитоиды, внедрявшиеся в период консолидации щита, в несколько фаз (возраст архей-верхний протерозой) Основные и ультраосновные интрузии, частью вдоль разломов на платформах Щелочные (до ультраосновных разностей) и гранитоидные породы, частью вдоль разломов на платформах	Метаморфогенные м-ния Fe и Mn Метаморфогенные м-ния Au и U Колчеданные м-ния Cu, Pb—Zn и As а) Пегматиты редкометальные, слюдоносные б) Скарновые м-ния Fe, Cu, W, Sn и др. в) Кварцевые золотоносные жилы г) Кварцевые жилы с Sn, W, Mo оруденением д) Урановые м-ния е) Телетермальные (?) Cu—Co м-ния а) Хромитовый б) Титаномагнетитовый в) Медно-никелевый (с Pt и Pd), г) Co—Ni—Ag жилы д) Cu—цеолитовый а) Магнетит-apatитовый и апатитовый б) Лопаритовый в) Карбонатитовый г) М-ния Pb и Zn, Au, Hg, U д) М-ния алмаза	Кривой Рог, КМА, Сингбум, В. Озеро, Итабира (Fe); Постмасбург, Нагпур, Нсута, Морро-да-Минас, (Mn). Витватерсранд, Блайнд-Ривер, Гана Парандово, Оутокумпо, Болиден, Флин-Флон, Шеррит—Гордон Фенно-Скандинавия, Алдан, Нигерия, СВ Бразилия, Канада, Индия, Зап. Австралия Арендаль (Fe), Франклин-Фёрнас (Zn), Джером (Cu), Иссно (W), Питкьяранта (Sn) Советский рудник, Колар, Хомстейк, Поркьюпайн, Морро-Вельо Кнабен, Матасваара (Mo), м-ния Нигерии, Бельг. Конго (Sn), Канады (W). Б. Медвежье озеро, Гуинар, Эйс, Катанга, Рам-Джангл, Маунт—Айза Катанга, Сев. Родезия Бушвельд, Селукве Велимэки, Таберг, Лиганга, Адирондейк, Лак-Тио Мончегорск, Норильск, Сёдбери, Рустенбург Кобальт, Саус-Лоррэн Мичиган Кируна, Гелливара, Хибинны Ловозеро М-ния Фенно—Скандинавии, Африки, Сибирской платформы Мпанда, Тсумеб, Тристейт, ЮВ Миссури (Pb и Zn), Алдан, Аравия, Мадагаскар (Au), Никитовка (Hg), Юта и Колорадо (U). М-ния Якутской АССР, Африки, Индии.

Таким образом, для металлогении щитов и платформ типичны: Fe, Au, Pt и Pd, U, Ni, Co, Th, Ta, Nb, Be, Li, Ti, слюда, апатит, алмазы. Меньшее значение имеют Mn, Cr, Cu, Sn, W, Mo, Pb и Zn.

Существенно отличается от металлогении щитов минерализация складчатых зон, которая развивается в несколько последовательных стадий, характеризующихся своей спецификой металлогении и обособляющихся в пространстве.

Обычно в развитии металлогении складчатых зон выделяют четыре стадии.

1-я ранняя (и начальная) с широким развитием эффузивов и интрузий основных и ультраосновных пород частью доскладчатых, частью связанных с первыми складчатыми движениями. Характерные полезные ископаемые—колчеданные месторождения Cu, Pb и Zn, барита, магматические месторождения платины, хромита, титаномагнетита.

2-я средняя с внедрением умеренно-кислых гранитоидных пород, с которыми связаны скарновые месторождения Fe, Cu, Pb и Zn, Mo, W и обширная серия гидротермальных месторождений Au, Cu и Mo, Pb и Zn, Sb и Hg, отдельные месторождения Co и Ni, U.

3-я поздняя с внедрением кислых гранитов, с которыми связаны пегматитовые месторождения редких металлов и обширная серия гидротермальных месторождений Sn, W, Mo, Au, U, Pb и Zn, Sb, Hg.

4-я конечная, постскладчатая, с малыми интрузиями гранитоидов, внедрявшимися вдоль разломов; здесь характерна серия низкотемпературных месторождений Au и Ag, Sb и Hg, As (реальгара и аурипигмента), Sb и W, U.

Схема развития металлогении складчатых зон приведена ниже* (табл. 2).

Примечательно, однако, что приведенное полное развитие складчатой зоны и ее металлогении практически выражено слабо. Начиная с герцинских зон, отчетливо выделяется два различных типа металлогенических провинций:

1) С резким преобладанием ранней и средней (местами также конечной) стадий развития и 2) с резким преобладанием поздней (редко также конечной) стадий развития.

К провинциям первого типа относятся:

палеозойские (герцинские, частью каледонские) провинции—Урал, Салаир, Алтай, часть Центр. и СВ Казахстана и Средней Азии, Кузнецкий Алатау, Тува, ЮЗ Китай, ЮВ Австралия, Норвегия.

киммерийские провинции—С. Кавказ и Закавказье, Балканы, частью Япония, Аляска, Брит. Колумбия, Зап. штаты США.

альпийские провинции—целиком альпийская Средиземноморская складчатая зона и почти целиком (без Чукотки, Сихотэ-Алиня,

* Не помещены в таблице месторождения железных (сидеритовых), медных (борнит-халькопиритовых) и свинцово-цинковых руд, залегающие среди осадочных пород и имеющие, по мнению одних исследователей—телетермальный, по мнению других—осадочный генезис. Место таких месторождений типа Бакала (Fe), Джезказгана (Cu), Каратау (Pb и Zn) в общей схеме развития металлогении не ясно.

Таблица 2

Тектоно-магматические комплексы	Типы месторождений	Примеры рудных районов и месторождений
1	2	3
1. Ранняя стадия Вулканогенные толщи, субвулканические интрузии порфиров и альбитофиров Габбро-перидотиты (доскладчатый комплекс) Дуниты и перидотиты Габбро, пироксениты, анортозиты	Колчеданные м-ния меди и полиметаллических руд (часто с баритом) М-ния платины (с Os, Ir, Cr) М-ния хромита М-ния титаномагнетита и рутила	В. склон Урала, Алтай, Гуэльява, Бесси, Боудвин, Алаверди, Бор, Козака Н. Тагил Сарана, Кемпирсай, Даг-Арди, м-ния Балкан, Японии Кусинское, Качканар, Оахака
2. Средняя стадия Умеренно-кислые гранитонды	а) Скарновые м-ния Fe, Cu, W (шеелита), Mo, Pb, и Zn б) Медные и медномolibденовые месторождения в) Полиметаллические месторождения г) Золото-сульфидные месторождения д) Сурьмяные и ртутные м-ния е) Урановые (Cu—U, Pb—Zn—U, Au—U и др.) м-ния ж) Co—Ni м-ния	г. г. Магнитная, Высокая, Благодать, Кустанайская гр. (Fe), Турьинские рудники (Cu), Зап. штаты США (W), Тырныауз (Mo), Кармазар (Pb и Zn). Коунрад, Каджаран, Бингём, Кляймакс Карагайлы, Аксоран, Сулливан, м-ния Мексики, Зап. штатов США, Балкан Степняк, Кузнецкий Алатау, Кочкарь, Березовское, Материнская жила, Бендиго. М-ния Испании, Италии, Балкан, Алжира, Зап. штатов США, Мексики Джилпин, Чиуауа Ховахсы, Скуттеруд и Снарум
3. Поздняя стадия Кислые, частью умеренно-кислые гранитонды	а) Пегматиты редкометалльные б) Кварцевые жилы и грейзены с Sn, W, Mo ору- дением в) Сульфидно-касситеритовые м-ния г) Золото-сульфидные м-ния д) Полиметаллические м-ния е) Сурьмяные и ртутные м-ния ж) Урановые м-ния	Калба, Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азия Центр. Казахстан, Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азии СВ СССР, Боливия Дарасун, СВ СССР В. Забайкалье, Средняя Азия, ЮВ Азия Кадамжай, Хайдаркан, м-ния ЮВ Китая, Боливия Корнуолл, Гуарда, Рудные горы, Центр. массив Франции

1	2	3
4. Конечная стадия		
Малые постскладчатые интрузии гранитоидов	а) Au—Ag и Ag м-ния б) Sb—Hg м-ния в) Sb—W и As (реальгар-аурипигментовые) м-ния г) U м-ния	Балей, Белая гора, Карпаты, Зап. штаты США, Мексика, Индонезия, Чили, Перу Тоскана, Кавказ, частью м-ния Зап. штатов США Кавказ, Зап. штаты США, Перу. Мэрисвейл, Ургерика, Крузиль

Боливии и С. Аргентины) Тихоокеанская альпийская складчатая зона.

К провинциям второго типа относятся:

палеозойские (герцинские) провинции—часть Центр. Казахстана, Калба—Нарым, Зап. Европа, Монгольская Народная республика, СЗ Китай, Квинсленд, Аргентина.

киммерийские провинции—Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азии, частью Корея, слабо в Мексике и на Аляске.

альпийские провинции—Чукотка, Сихотэ-Алинь, Боливия, С. Аргентина.

Следует подчеркнуть, что между разновозрастными, но однотипными провинциями имеются элементы большего сходства, а между разновозрастными однотипными провинциями почти полная аналогия независимо от разделяющего их расстояния. В то же время между разновозрастными, но разнотипными, даже соседними провинциями, имеют место существенные различия в истории геологического развития и в характере металлогении. Так, например, как это не парадоксально, альпийская металлогения Камчатки и Корякского хребта резко отлична от металлогении соседней Чукотки (разнотипные провинции) и почти аналогична металлогении Армении, расположенной в противоположном конце Советского Союза.

Необходимо отметить еще один существенный момент.

В пределах альпийской Средиземноморской складчатой зоны полностью отсутствует металлогения „поздней“ стадии развития при интенсивном развитии всех остальных стадий, включая „конечную“. В пределах альпийской Тихоокеанской складчатой зоны также повсеместно интенсивно развиты все стадии развития, исключая „поздней“, которая проявилась локально лишь на небольших отрезках зоны (Чукотка, Сихотэ-Алинь, Боливия).

С другой стороны, в азиатской части киммерийской складчатой зоны Тихоокеанского пояса интенсивно проявилась только „поздняя“ стадия, в то время как в американском секторе этой же зоны „поздняя“ стадия практически отсутствует.

Из приведенных, может быть недостаточных пока, данных, вытекает ряд важных выводов:

во-первых очевидно, что развитие подвижной зоны может не пройти „поздней“ стадии и в этих случаях так называемая „средняя“

стадия (после которой следует „конечная“) будет в действительности поздней замыкающей геосинклиналь;

во-вторых, также очевидно, что ряд регионов, не проходя предварительно ранней и средней стадий развития, непосредственно фор-

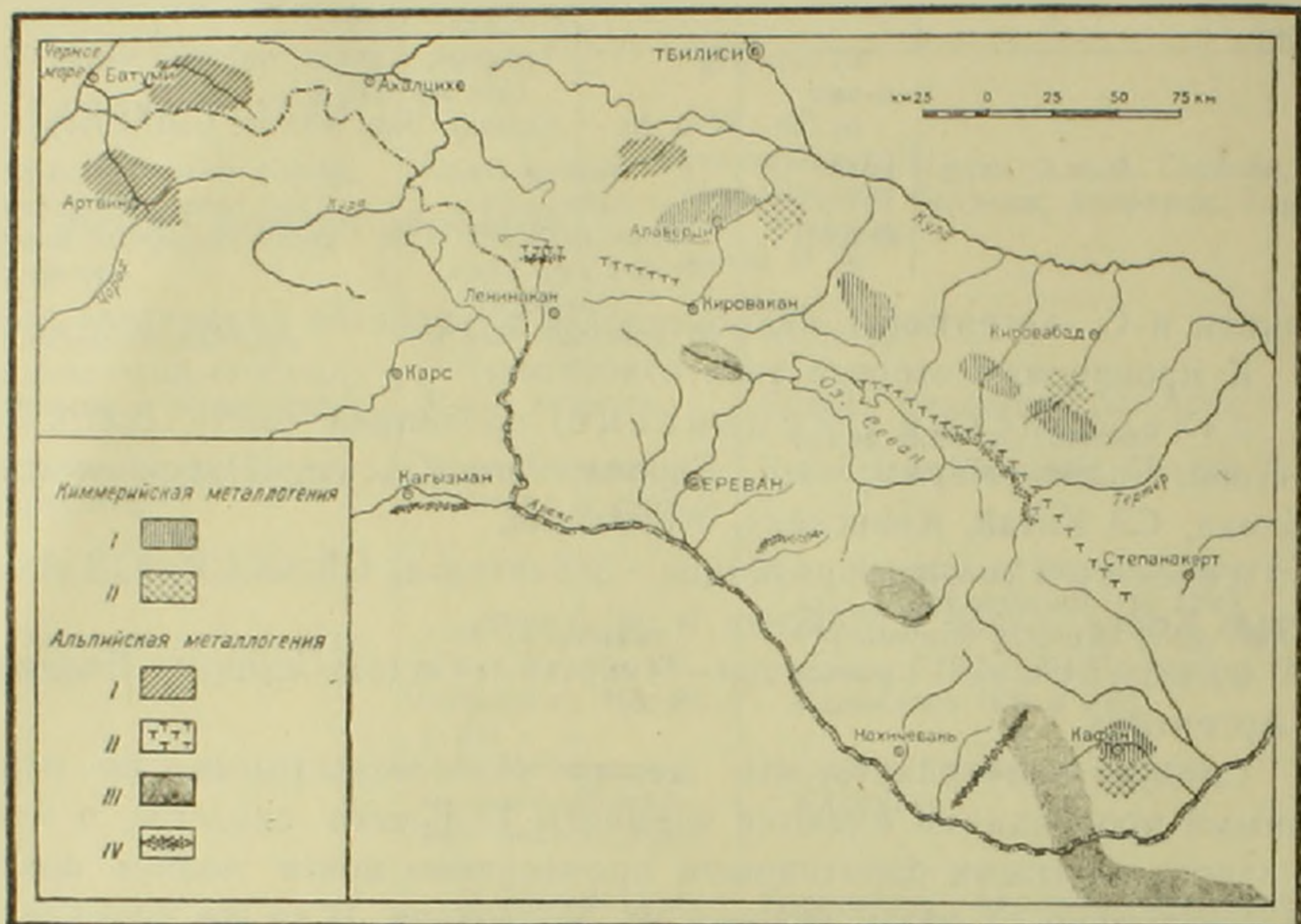


Рис. 2. Направление металлогенического развития—Малого Кавказа (схема).

Киммерийская металлогения

- I. Ранняя стадия (I_2). Колчеданное медное и полиметаллическое оруденение, барит (Алавердский, Шамшадинский, Кедабекский, Чирагидзорский, Кафанский рудные районы).
- II. Средняя стадия (Cr_1). Скарновое и гидротермальное оруденение Fe, Cu, Co, Pb и Zn (Кохбский, Дашкесанский, Шишкертский рудные районы).

Альпийская металлогения

- I. Ранняя стадия (Cr_2 —Еос). Колчеданное медное и полиметаллическое оруденение, барит (Болнисский, Аджарский, Артвинский рудные районы).
- II. Ранняя стадия (Cr_2 —Еос). Хромитовое оруденение Севано-Амасийского пояса.
- III. Средняя или поздняя? стадия (Olg—Mios). Медно-молибденовое оруденение Зангезура, Карадага, Дарзлагяза, Памбака—медно-молибденовый пояс.
- IV. Конечная стадия (Mios—Plios). Золото-ртутно-сурьмяно-мышьяковое оруденение Севано-Амасийского пояса, Дарридага, Веди, Кагызмана.

мируется в тектоническом и металлогеническом отношении в „позднюю“ стадию;

в-третьих, исходя из локального развития поздней стадии, можно предположить, что проявление ее имеет место в особых тектонических условиях, вероятно в зонах максимальных напряжений и прогибания, возникающих далеко не во всех регионах. Эти вопросы поднимаются нами в порядке постановки; окончательное их решение впереди.

Факторы, контролирующие характер металлогении региона. Теперь уместно поставить вопрос о том, что же определяет тип металлогении крупных регионов—возраст и состав магматических пород? Глубина эрозионного среза рудоносных батолитов? Состав осадочных пород и ассимиляция магмой рассеянных в них металлов? Приведенный выше материал позволяет ответить на все эти вопросы однозначно отрицательно и выдвинуть ряд факторов, в действительности предопределяющих характер металлогении региона.

Эти факторы по степени важности делятся нами на факторы первого порядка (должны учитываться на мелкомасштабных картах) и факторы второго порядка (дополнительно учитываются на крупномасштабных картах).

Факторы первого порядка: 1) положение региона в пределах крупных структур земной коры;

2) проявление определенных стадий развития (тектоно-магматических комплексов);

3) направление металлогенического развития с обособлением в пространстве или наложением стадий (иллюстрируется схемой на примере Малого Кавказа, рис. 2).

Факторы второго порядка: 1) глубинность интрузивных рудоносных комплексов (соответственно глубинность месторождений);

2) глубина эрозионного среза (только внутри стадии или рудоносного комплекса, то есть серии месторождений);

3) литолого-стратиграфические особенности рудовмещающих пород (типы месторождений);

4) возраст структуры и магматизма (в основном количественные отличия).

Очевидно, только знание и учет этих факторов, отображение их на металлогенических картах может вскрыть действительный характер металлогении и дать надежное направление прогнозированию и поискам. Надо иметь в виду, что указанные факторы в совокупности определяют (предопределяют) не только „валовый“ состав металлогении, но также типы месторождений, интенсивность и закономерности размещения минерализации крупных регионов.

Սեփարի մետալոգենիկ քարտեզը

Սեփարի մետալոգենիկ քարտեզն առաջարկվում է կազմել տեկտոնական քարտեզի հիման վրա՝ հույս տալով հանքավայրերի կարևորագույն տիպերն ըստ ֆորմացիաների:

Հոգաժողովում բերվում է վահանների (սլաթաֆորմների) և ծալքավոր զոնաների մետալոգենիայի զարգացման սխեման, ընդ որում ծալքավոր զոնաների համար առանձնացվում են երկու տարբեր տիպի պրոֆիլներ՝

1) զարգացման վաղ և միջին ստադիաների ուժեղ արտահայտություններ.

2) զարգացման ուշ ստադիայի ուժեղ արտահայտություններ:

Առանձնացված են ուղիղի մետալոգենիայի բնույթը հսկող (կանխորոշող) գործոնները:

Առաջին կարգի գործոններն են՝ ուղիղի դիրքը խոշոր ստրուկտուրաների սահմաններում, զարգացման որոշակի ստադիաների հայտնաբերումը, ստադիաների զարգացման ուղղությունը տարածության մեջ նրանց մեկուսացումով կամ վերադրումով:

Երկրորդ կարգի գործոններն են՝ հանքաքեր ինտրուզիվ կոմպլեքսների խորքայնությունը, էրոզիոն կտրվածքի խորությունը, ներփակող ապսիսների լիթոլոգո-ստրատիգրաֆիական առանձնահատկությունները և ստրուկտուրաների հասակը:

Առաջարկվում է հաշվի առնել այդ գործոնները և արտացոլել մետալոգենիկ քարտեզների վրա: