Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 2, 1974 г.

ТИПИЗАЦИЯ РУДОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЙ И ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ

Чл.-корр. АН СССР Е. А. РАДКЕВИЧ

(Дальневосточный геологич. ин-т ДВ научного центра АН СССР)

Металлогения как наука особенно успешно развивалась в течени последних 25 лет в Советском Союзе после выхода в свет основопола гающих работ Ю. А. Билибина [1, 2]. Попытка связать развитие оруде нения с закономерным развитием подвижных зон — формирование осадочно-вулканогенных толщ, интрузивных и эффузивных пород — является крупным вкладом в науку. Предложенные Ю. А. Билибины принципы разделения магматических комплексов и рудных месторож дений на три или пять этапов (ранний—средний—поздний или начальный—ранний—средний—поздний—конечный) были положены в основ составления металлогенических карт. Сходные принципы металлогени ческого анализа одновременно и параллельно с Ю. А. Билибиным раз вивал Г. Шнейдерхен [13], который, впрочем, впоследствии отказался от них, отмечая многие противоречащие им факты.

Вслед за этим получило развитие и другое направление рабо Ю. А. Билибина — разделение рудоносных провинций не столько п этапам их развития, сколько по типу, структурным условиям залегани и специфическому магматическому металлогеническому профилю. Та он выделял геосинклинальные зоны различных типов. Типизацию руд носных провинций изучали также Д. С. Харкевич [11], Е. А. Радкевич [6 и другие исследователи [4, 5, 8, 9, 10, 12]. Они предполагали, что н столько этапность развития, сколько сам тип территории определяе специфические особенности магматизма и металлогении. Наметилос разделение территорий на типы: фемический и сиалический [6].

Третье направление в металлогении представляли идеи о значи тельной роли процессов активизации [3, 7, 14, 15]. С позиций сторонни ков этих идей, характер металлогении в малой степени зависит от про явления того или другого этапа геосинклинального развития, поскольк и в геосинклинально-складчатых областях, и в активизированных древ них платформенных сооружениях часто встречаются сходные тип месторождений.

Настоящая статья представляет попытку использовать все три ли нии металлогенических идей и принципов.

Приведенные в таблице типы металлогенических областей охваты вают все известные рудные провинции и рудоносные зоны. Естественно что границы между классификационными подразделениями не вполн точные, и в некоторых случаях определение принадлежности той ил

Типы главных рудоносных зон

Этапы	Ультрафемический (эвгеосинклинали, глубинные разломы) *UF*	Фемический (эвгеосинклинали сокращенного развития) *F*	Фемическо-сиалический (эвгеосинклинали полного развития) *FS*	Сиалический (необращенные миогеосинклинали с сокращенной мощностью земной коры) *S*	Ультрасиалический (обращенные миогеосинклинали, активизированные древние сиалические массивы с большой мощностью земной коры) *US*
g — геосинклинального развития I — ранний *gI*	*ub* (*gb*) — Cr, Ni, Pt	Ранние вулканиты: *b* — Cu, Zn (*k*); *gb* — Cu, Ni	—	—	—
II — средний *gII*	—	*gb*, *d* — Fe, Cu (*sk*); *plgr* — Au	*d*, *gd* — Au; *gr*, *t* — W (*q*); *c* — W (*sk*), Pb—Zn	*gd*, *gr*, *t* — Sn, W (*q*); *c* — W (*sk*), Sn (*s*); Pb, Zn	*gr*, *lgr*, *t* — W, Sn (*q*); *c* — W (*sk*), Sn (*s*), Pb, Zn
III — поздний *gIII*	—	Малые интрузии: *gd* — Cu; Mo (*p*); Au	Малые интрузии: *sd*, *m* — Cu, Mo (*p*), Au	Малые интрузии: *gd*, *t* — Sn (*s*); *c* — Pb, Zn	*gr*, *lgr*, *t* — W, Sn (*q*); *c* — W (*sk*), Sn (*sk*, *s*), Pb, Zn
A — активизации IV — тектономагматической (плутонической) *Ag*	*alk ub* — Nb, Ti, Zr	Основные, средние дайки, вулканиты: *an*, *b* — Au, Cu; *b* (траппы, платобазальты) — Cu, Ni, Fe	Малые интрузии: *gd*, *m* — Cu, Mo (*p*), Au	*gr*, *t* — Sn, W (*q*), Sn (*s*), Pb, Zn	*gr*, *lgr*, *t* — Sn, W (*q*); *c* — W (*sk*), Sn (*sk*, *s*), Pb, Zn
V — вулканической *Av*	—	—	*an*, *dc*, *lp* — Cu, Au, W, Pb, Zn, Hg	*an*, *dc*, *lp* — Au, Sn, Hg	—
VI — амагматической *A*	Hg	Sb, Hg, *t* — Cu	Hg	*c* — Pb, Zn	Sb, Hg

Обозначения. Осадочные породы: *c* — карбонатные, *t* — терригенные; вулканические породы: *b* — базальты, *an* — андезиты, *dc* — дациты, *lp* — липариты; интрузивные породы: *ub* — ультрабазиты, *gb* — габброиды, *d* — диориты, *gd* — гранодиориты, *m* — монцониты, *plgr* — плагиограниты, *gr* — граниты, *lgr* — лейкограниты; щелочные породы — *alk*; рудные формации: *k* — колчеданная, *sk* — скарновая, *s* — сульфидная (включая силикатно-сульфидную); *p* — порфировая, *q* — кварцевая.

другой области к определенному типу может быть проведено лишь условно. В основу классификации положено разделение областей на типы, различные по химизму рудоносных пород: ультрафемические, фемические, фемическо-сиалические, сиалические и ультрасиалические. Провинции этих типов отличаются по условиям заложения (на океанической коре или континентальных сиалических структурах), степени связи магматических пород с мантией (породы мантийного, смешанного или корового происхождения), мощности земной коры, химизму вулканических и терригенных осадочных пород и, наконец, химизму рудоносных интрузивов, а также вулканитов. Этапы выделены в соответствии с первыми классификациями Ю. А. Билибина: ранний этап — заложение геосинклинали и развитие ее вулканических и ранних осадочных комплексов (доскладчатый); средний — продолжение геосинклинального развития с формированием мощных терригенных комплексов, завершающихся складчатостью и батолитовыми интрузиями; поздний — послескладчатый (орогенный) с проявлением малых интрузий. Этапы активизации разделяются на три типа: плутонической, вулканической и амагматической активизации (при отсутствии видимой связи рудных месторождений с интрузивами).

Ультрафемические рудные провинции, или узкие рудоносные зоны, представлены поясами ультрабазитов, которые проявляются на раннем этапе развития эвгеосинклиналей, формирующихся часто на океанической коре. Зоны ультрабазитов могут развиваться на стыке континента и океанической плиты (Внутренняя зона Тихоокеанского пояса) или в межконтинентальных эвгеосинклинальных трогах. Иногда они проявляются повторно в длительно развивавшихся эвгеосинклиналях и возникают даже в процессе активизации. По представлению некоторых исследователей ультрабазитовые массивы могут являться выжатыми пластинами мантии. Наряду с этим имеются и отчетливо интрузивные дайкообразные тела. С ультрабазитами связан определенный комплекс магматических месторождений — хром, никель, платиноиды, а с ассоциирующими габброидами — медь, никель, титан, ванадий. Характерным примером таких рудоносных зон является полоса ультрабазитов, ограничивающая зеленокаменный прогиб Восточного Урала.

Иногда пояса ультрабазитов формируются значительно позднее, чем вмещающие их эвгеосинклинальные складчатые зоны. Примером является неогеновый ультрабазитовый пояс Северной Америки, протянувшийся по глубинному разлому, ограничивающему зону невадийской складчатости.

На этапе активизации ультрафемические провинции характеризуются проявлением щелочных ультрабазитов, сопровождающихся ниобиевой, титановой, циркониевой минерализацией (Миасская, Хибинская зоны).

На этапе амагматической активизации и в пределах тех же глубинных разломов формируются месторождения киновари (Береговая зона Северной Америки).

Фемические рудные провинции пространственно часто совмещены с ультрафемическими и представляют эвгеосинклинали, развивающиеся чаще на симатической коре. Они также могут быть как краевыми, околоокеаническими, так и внутриконтинентальными, приуроченными к зонам раздвигов или трогов, ограниченных глубинными разломами. Это типичные вулканогенные геосинклинали с мощными толщами основных вулканитов начального этапа развития, относящимися к спилито-кератофировой или спилито-диабазовой формации. На раннем этапе развития древние эвгеосинклинали этого типа характеризуются концентра-

ниями железа и марганца в толщах железистых кварцитов (Криворожская и другие провинции). С вулканитами спилито-кератофировой формации закономерно связаны доскладчатые пиритовые и медно-цинковые колчеданные месторождения (уральский тип, южнояпонский тип). Особую фацию этих зон представляют осадочно-вулканогенные месторождения марганца.

Зоны фемического профиля в некоторых случаях имеют сокращенное развитие, и в них проявлены лишь формации раннего этапа (Южная Япония, юг острова Лусон на Филиппинах). В других случаях геосинклинальное развитие завершается накоплением мощных терригенных толщ, среди которых большое распространение имеют граувакки, образованные за счет разрушения основных вулканитов и характеризующиеся повышенным содержанием натрия и повышенной общей основностью. Средний этап завершается проявлением складчатости и интрузивного магматизма с развитием габбро-диорит-монцонитовых интрузий, а также сиенитов и плагиогранитов. Габброидные интрузии сопровождаются месторождениями медно-никелевыми, титано-ванадиевыми и другими. В то же время с плагиогранитами (трондьемитами) ассоциирует золото, а на контактах плагиогранитов или сиенитов с карбонатными толщами развиваются скарны с магнетитовым или медно-сульфидным оруденением (зеленокаменный пояс Урала).

Поздний этап в областях этого типа характеризуется проявлением малых интрузий повышенной основности и щелочности, сопровождающихся месторождениями золота (Монголо-Охотский пояс), медно-молибденовых руд порфировой формации. Тот же тип минерализации характеризует и площади проявления тектоно-магматической активизации.

В некоторых районах в процессе активизации развиваются наземные платобазальты, с жерловыми фациями которых связаны медные и медно-никелевые месторождения (обрамление Кам-Юньнаньской «оси» в Южном Китае).

Как отмечалось, некоторые провинции фемического профиля, особенно расположенные на окраине океана, имеют сокращенный тип развития с проявлением лишь раннего этапа. С другой стороны, в длительно развивавшихся эвгеосинклинальных провинциях прослеживается весь ряд этапов: от ранних до позднеактивизационных. Примером может служить Прибрежный рудоносный пояс Южной Америки. В зоне мезозойской эвгеосинклинали здесь устанавливаются меденосные основные вулканиты начального этапа развития, железорудные и медно-рудные скарны, связанные с гранодиоритами верхнемелового возраста, отвечающими главному этапу складчатости, и послескладчатые медно-порфировые руды, локалирующиеся в пределах протяженного пояса третичных вулканитов в области Высоких Анд.

Фемическо-сиалические рудные провинции — это тип промежуточных рудных провинций, представляет также эвгеосинклинали, но характеризующиеся значительной ролью терригенных осадочных пород и развитием калиевых гранитоидов. Геосинклинальные зоны могут представлять эвгеосинклинали длительного развития. Некоторые из них были заложены не на океанической, а на континентальной коре, что нашло отражение в химизме вулканических и интрузивных пород, которые представлены в основном средними и частью кислыми калиевыми разностями.

Ранний этап развития характеризуется и здесь проявлением вулканитов, но по преимуществу андезитового или дацит-липаритового соста-

ва. Проявляющиеся в связи с вулканитами колчеданные месторождения уже более богаты свинцом (алтайский тип, тип Куроко в Японии).

Некоторые колчеданные месторождения имеют сложную природу, будучи связанными как с эксгаляционно-осадочными процессами накопления руд, так и с более поздним поступлением рудоносных растворов из глубинных источников. Средний этап в этих зонах характеризуется накоплением терригенных толщ и завершается складчатостью и внедрением интрузий диоритового, монцонитового и гранодиоритового состава. На позднем этапе проявляются граниты. Для этих зон также типичны золото, медь, однако здесь появляются и вольфрамовые месторождения в кварцевых жилах среди гранитоидов, особенно в скарнах — на контакте гранитоидов с карбонатными толщами. В удалении от контактов в этом же типе провинций среди известняков встречаются крупные месторождения свинца и цинка (Невадийская зона Северной Америки). На позднем орогенном этапе, особенно на этапе активизации, широко проявляются медно-молибденовые месторождения порфирового типа; с субвулканическими фациями связаны золото-серебряные месторождения; среди карбонатных пород проявлены месторождения свинца и цинка. Характерный пример фемическо-сиалической области представляет Невадийская зона Северной Америки, зона Сихотэ-Алиньского антиклинория, Чукотская зона Северо-Востока СССР. В некоторых областях этого типа намечается дифференциация с обособлением подзон сиалического и фемического или промежуточного профиля.

Сиалические рудные провинции принадлежат в основном к терригенным геосинклиналям. Это или миогеосинклинали, лишенные вулканитов начального типа развития, или эвгеосинклинали с редуцированными отложениями раннего этапа, не оказывающими существенного влияния на общий химизм терригенных толщ и характер магматических пород. Чаще это необращенные геосинклинали с сокращенной мощностью земной коры и проявлением контрастных магматических серий, заключающих основные породы мантийного происхождения и кислые — типичные коровые, калиевые.

Месторождения раннего этапа здесь не проявлены. Средний этап характеризуется развитием соскладчатых и позднескладчатых многофазовых гранитоидов. Ранние фазы представлены габброидами, обычно незначительно развитыми, диоритами, преобладающими гранодиоритами и гранитами. В кислых разностях этих пород встречаются оловянно-вольфрамовые месторождения кварцевой формации, а с более основными и относительно ранними членами интрузивной серии иногда связано золото.

Тот же комплекс пород характеризует поздние этапы проявления малых интрузий диоритового, гранодиоритового и гранитного состава, которые сопровождаются снова золотом, а на поздних стадиях — оловом в ассоциации с медью, свинцом и цинком в касситерито-сульфидных и касситерито-силикатных месторождениях. Этап тектономагматической активизации характеризуется проявлением того же набора пород, дополняющегося иногда щелочными гранитами, кислыми вулканитами, ассоциирующими с месторождениями олова касситерито-сульфидной формации в терригенных породах (Боливия), свинца и цинка в карбонатных породах (Мексика, Приаргунье в Забайкалье). На флангах рудных провинций этого типа и на поздних этапах появляются месторождения сурьмы и ртути.

Ультрасиалические рудные провинции характеризуются проявлением кислых магматических пород корового происхождения. Связь с мантией здесь не проявлена. Провинции этого типа представляют

либо обращенные миогеосинклинали, характеризующиеся значительной мощностью сиалической коры, либо активизированные древние массивы и складчатые сооружения с кислым составом слагающих их пород. Как и для предыдущего типа, ранние этапы здесь не проявлены; средние — представлены гранитами и лейкогранитами, сопровождающимися оловянно-вольфрамовыми месторождениями кварцевой формации, грейзенами, кварцевыми жилами. Сходство типов минерализации этих различных по строению и тектонической природе регионов показывает конвергентность рудных месторождений. Тот же комплекс пород — граниты, лейкограниты — характерен и для поздних этапов, а также для этапов плутонической активизации этих же регионов, причем в гранитах и терригенных породах проявлены оловянные (и вольфрамовые) месторождения кварцевой формации, а среди карбонатных пород — скарны на контакте с интрузиями и касситерито-сульфидные тела в удалении от них (Южно-Китайская, Бирмо-Индонезийская провинции).

К типу вулканической активизации относятся протяженные наложенные вулканические пояса, приуроченные к планетарным разломам (Охотско-Катазнатский) с сопровождающими месторождениями (Au—Ag, Hg, Sn, Pb—Zn, Cu—Mo).

Пример амагматических территорий активизации представляют сурьмяно-ртутные рудные провинции, расположенные на флангах и в краевых частях олововольфрамоносных территорий (зона Цзянани на юге Китая). К этому же типу районов амагматической активизации относятся районы стратиформных месторождений Pb—Zn в известняках и Cu в медистых песчаниках.

Предложенная система классифицирует не только типы рудоносных территорий, но может являться основой и формационного разделения рудных месторождений. Представляется, что множественность формационных делений является излишней. Все многообразие рудных гидротермальных месторождений может быть сведено к нескольким главнейшим группам рудных формаций: колчеданной (с разными типами), кварцевой (грейзены и кварцевые жилы), скарновой, железосиликатной (турмалиновые и хлоритовые зоны), жильной кварцево-сульфидной, жильной сульфидной и порфировой штокверковой. Особую группу формаций представляют формации, связанные с вулканитами и их жерловыми фациями.

Сочетание отмеченных формационных классов и состава металлов дает более или менее определенную характеристику формационной принадлежности, а приведенные классификации рудоносных территорий оставляют для всех этих формаций место в общей схеме пространственных и временных закономерностей размещения и развития. Отмеченные типы рудоносных территорий и характерных для них формаций магматических пород и рудных месторождений могут соответственно быть обозначены и индексированы на магматических картах с обозначением цветом формационного типа зон (ультрафемические, фемические и т. д.), оттенком или интенсивностью цвета — этапа развития и соответствующим индексом, уточняющим общее положение зоны в общей схеме. Например, индекс *F* II отвечает среднему этапу развития фемических зон, *USAg* — этапу плутонической активизации ультрасиалических зон. Наряду с химизмом самих зон целесообразно отмечать на карте и в таблицах тип интрузивных, вулканических, а также осадочных вмещающих пород: терригенный — *t* или карбонатный — *c*. Это определяет проявление сложных полиформационных комплексов пестрого состава в пределах одних и тех же рудных узлов месторождений

кварцевые жилы и грейзены в гранитах, скарны на контакте гранитов с известняками, сульфидные тела в удалении от контакта среди известняков).

Приведенная схема отражает лишь общие закономерности; применительно к отдельным территориям она может быть усложнена и детализирована.

ЛИТЕРАТУРА

1. Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. М., Госгеолтехиздат, 1955.
2. Билибин Ю. А. Вопросы металлогенической эволюции геосинклинальных зон. Изв. АН, сер. геол., 1948, № 4.
3. Карпова Е. Д. Сводово-глыбовые области и их металлогения. Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер., 1968.
4. Магакьян И. Г. Основы металлогении материков. Ереван, изд-во АН АрмССР, 1959.
5. Николаев В. А. О геолого-структурной основе металлогенических карт. — В сб.: Металлогенические и прогнозные карты. Алма-Ата, изд-во АН КазССР, 1959.
6. Радкевич Е. А. К вопросу о типах металлогенических провинций и рудных районов. — В сб.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 2. М., изд-во АН СССР, 1959
7. Радкевич Е. А. О различных типах разрывных нарушений и их металлогеническом значении. — В сб.: Вопросы методики составления металлогенических и прогнозных карт. Киев, изд-во АН УССР, 1960.
8. Семенов А. И., Серпухов В. И. Общие принципы регионального металлогенического анализа. Материалы ВСЕГЕИ, новая серия, 1957, вып. 22.
9. Смирнов В. И. Металлогения геосинклиналей. — В сб.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 5. М., изд-во АН СССР, 1962.
10. Смирнов В. И. Очерки металлогении. М., Госгеолтехиздат, 1963.
11. Харкевич Д. С. Обзор представлений о металлогенической классификации складчатых областей и платформ. Узбекск. геол. журн., 1960, № 4.
12. Шаталов Е. Т. О металлогеническом районировании. Геол. рудн. м-ний, 1959, № 3.
13. Шнейдерхен Г. Генетическая классификация на геотектонической основе. — В кн.: Рудные регенерированные месторождения. М., изд. иностр. лит., 1958.
14. Щеглов А. Д. Основные черты зон автономной активизации. — В сб.: Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 8. М., изд-во АН СССР, 1967.
15. Щеглов А. Д. Металлогения областей автономной активизации. М., «Недра», 1968.