

**ВОПРОСЫ  
МЕТОДИКИ СОСТАВЛЕНИЯ  
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ  
И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
КИЕВ — 1980**

ВОПРОСЫ  
МЕТОДИКИ СОСТАВЛЕНИЯ  
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ  
И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ

(Доклады II Всесоюзной объединенной сессии  
по закономерностям размещения  
полезных ископаемых и прогнозным картам)

Часть III

В сборник вошли доклады, представленные II Всесоюзной объединенной сессии по закономерностям размещения полезных ископаемых и прогнозным картам и посвященные вопросам методики составления металлогенических и прогнозных карт, главным образом среднего и крупного масштаба, для различных рудных полезных ископаемых: осадочных, осадочно-метаморфических, магматических и россыпных. Рассматриваются также принципы классификации металлогенических зон и рудных районов при металлогенических исследованиях на докембрийских платформах, в складчатых областях и в платформенных чехлах.

Ответственный редактор

*Г. В. Жуков*

*Печатается по постановлению Оргкомитета II Всесоюзной объединенной сессии по закономерностям размещения полезных ископаемых и прогнозным картам*

Редактор издательства *Овчарова З. Г.*

Технический редактор *А. М. Лисовец.*

Корректор *Л. А. Гешель.*

БФ 00042. Зак. № 159. Изд. № 9. Тираж 2000. Формат бумаги 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Печ. листов 8. Учетно-издат. листов 7,7. Подписано к печати 13.V 1960 г. Цена 5 руб. 50 коп.

Типография Издательства АН УССР, Львов, Стефаника, 11.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В мае 1960 г. в г. Киеве намечается проведение очередной (II) Всесоюзной объединенной сессии по закономерностям размещения полезных ископаемых и прогнозным картам. Сессия созывается Академией наук СССР, Академией наук Украинской ССР, Министерством геологии и охраны недр СССР и Главным геологическим управлением УССР.

Задача предстоящей сессии ограничивается рассмотрением трех проблем:

1. Металлогения докембрийских щитов и древних подвижных зон.
2. Закономерности размещения месторождений полезных ископаемых в платформенных чехлах.
3. Вопросы методики составления металлогенических и прогнозных карт.

В работе объединенной сессии примут участие ведущие ученые и представители производственных и научных геологических организаций страны, а также преподаватели ряда высших учебных заведений.

С целью наиболее полного ознакомления геологической общественности с докладами, представленными на сессию, Организационный комитет принял решение опубликовать их до начала работы сессии. Доклады печатаются в трех сборниках, отдельно по каждой проблеме.

В настоящей сборник включены доклады, посвященные вопросам методики составления металлогенических и прогнозных карт.

Доклады печатаются в основном без сокращений.

**ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ ПРОГНОЗА  
РОССЫПЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНСКОЙ ССР**

*М. Г. Дядченко, А. Я. Хатунцева*

(ИГН АН УССР)

Открытие за годы после Великой Отечественной войны ряда россыпных месторождений титановых, циркониевых, редкоземельных и других минералов опровергает существовавшее прежде мнение о бедности Украинского кристаллического щита цветными и редкими металлами. Выявление россыпных месторождений стало возможным благодаря целеустремленным усилиям коллективов геологов, осуществлявших геологосъемочные, поисково-разведочные и научно-исследовательские работы. Для рационального ведения поисково-разведочных работ на россыпи большое значение имеет правильный подход к составлению карт прогноза россыпей титана и редких металлов. Однако методических руководств по этим вопросам в геологической литературе пока нет. Разработанная коллективом ВСЕГЕИ методика составления мелкомасштабных металлогенических карт и карт прогноза для подвижных поясов не затрагивает металлогении платформенных областей и тем более интересующих нас частных вопросов, хотя некоторые из рассмотренных [5] положений должны быть учтены, так как имеют несомненно более общее значение.

Авторы настоящего сообщения надеются, что краткое изложение основных исходных положений, которыми они руководствовались при составлении прогнозных карт титана и редких металлов на территории Украинского кристаллического щита, окажется весьма полезным и будет в какой-то мере содействовать плодотворной разработке общих принципов составления прогнозных карт россыпей.

Приступая к составлению карт прогноза россыпей титана и редких металлов для Украинского кристаллического щита, мы тщательно проанализировали установленные к тому времени закономерности образования и размещения россыпей.

Несмотря на крайне неравномерную изученность осадочных толщ, покрывающих Украинский кристаллический щит, основные черты формирования этих толщ и закономерности концентрации в них тяжелых минералов определились уже достаточно четко. Так, для континентальных отложений явно улавливалась общая тенденция к рассеиванию тяжелых минералов в четвертичное время и особенно в современных условиях, тогда как в мезозойское, а также третичное время существовала более благоприятная обстановка для накопления тяжелых минералов в осадках.

Третичные отложения Украинского кристаллического щита и его склонов представлены морскими и континентальными фациями, соотношение которых в разрезе третичной толщи изменчиво. Морские фации преобладают в пределах впадин (Причерноморской и Днепровско-Донецкой), а континентальные — на территории Украинского кристаллического щита.

Значительный интерес представляют осадки прибрежных образований, к которым приурочены крупные месторождения марганца, циркониевых, титановых и других руд.

На протяжении третичного периода неоднократно изменялась береговая линия моря в пределах кристаллического щита, что приводило к изменению соотношения суши и моря на этой территории.

Выходы на поверхность отдельных участков суши в пределах щита на протяжении третичного времени являлись доминирующими областями сноса.

В первую половину палеогенового периода значительная площадь кристаллического щита представляла собой сушу, а осадконакопление происходило в основном в древних депрессиях. В зависимости от петрографического состава близлежащих коренных пород осадки палеогена обогащались теми или иными акцессорными минералами.

Вторая половина палеогенового времени характеризуется преобладанием морских условий, в связи с чем изменяется и литолого-фациальный состав отложений. Морские осадки характеризуются большим разнообразием акцессорных минералов при небольшом количественном содержании каждого из них. Только на отдельных участках прибрежной части обнаружены несколько повышенные содержания циркона, ильменита и других минералов.

В неогене бассейн занимал только южную и западную части Украинского кристаллического щита (тортон, сармат). В это время значительно расширилась и область денудации.

Вдоль прибрежной полосы неогеновых морских бассейнов концентрировались различные тяжелые минералы и образовывались на отдельных участках россыпные месторождения.

Наибольший интерес на территории Украинского кристаллического щита представляют западная (Шепетовка — Жме-

ринка — Первомайск — верховье бассейна р. Рось и др.) и южная части прибрежных осадков (Кривой Рог — Днепродзержинск, Конкско-Ялынская впадина и северный склон Приазовского кристаллического массива).

Весьма характерно, что образование россыпей четвертичного возраста происходило в основном вследствие размыва и перетолжения древних дочетвертичных, как правило, более богатых россыпей, а местами и каолиновой коры выветривания кристаллических пород.

Основные данные о типах россыпей Украинской ССР и некоторых главнейших их особенностях нами сведены в таблицу с тем, чтобы дать общее представление о возможной их классификации. В основу составления таблицы положена предложенная И. С. Рожковым [6] схема с некоторыми изменениями, учитывающими вполне справедливые замечания по поводу его классификации [7]. В дополнение к приведенной таблице следует подчеркнуть значительное распространение промежуточных (смешанных) генетических типов, особенно среди древних россыпей, в частности делювиально-аллювиальных, делювиально-пролювиальных\* и элювиально-делювиальных.

Чрезвычайно характерной особенностью континентальных украинских россыпей является широкое развитие среди них россыпей элювиального типа, представленных преимущественно первичными каолинами и каолинизированной дресвой кристаллических пород. Этот генетический тип россыпей займет значительное место в общем балансе россыпей Украинской ССР.

Наличие и промышленная ценность россыпей в пределах Украинского кристаллического щита обусловлены сочетанием геолого-геоморфологических и палеогеографических условий, выяснение которых имеет первостепенное значение для правильного направления поисково-разведочных работ [3]. Среди этих условий основное значение имели следующие:

1. Особенности минералого-петрографического состава пород и тектоники кристаллического фундамента, в зависимости от которых те или иные комплексы в разные эпохи геологической истории этих районов являлись источниками сноса тяжелых минералов в осадочных отложениях в условиях как континентального, так и морского режимов.

2. Наличие относительно спокойной тектонической обстановки на протяжении значительных по времени промежутков в геологической истории развития этого участка земной коры и преобладание положительного характера колебательных движений, которые обуславливали развитие эрозионно-аккумулятивной деятельности водных потоков.

\* Широкое развитие пролювиальных отложений и приуроченных к ним россыпей на территории Украинского кристаллического щита в мезозое и более позднее время признается еще не всеми исследователями.

3. Соответствующие климатические условия, которые способствовали бы, в первую очередь, интенсивному развитию процессов химического выветривания. Особое значение в связи с этим приобретали те периоды геологической истории, на протяжении которых происходило региональное образование каолиновой коры выветривания. Наиболее благоприятные условия для широкого развития процессов каолинизации на древней неплензированной поверхности суши существовали в мезозое, особенно в доверхнеюрское время. В гораздо меньших масштабах эти процессы проявлялись в нижнетретичное время, видимо, с частичным наложением и преобразованием мезозойской коры выветривания. Специфика формирования мощной каолиновой коры выветривания способствовала обогащению ее тяжелыми устойчивыми минералами, высвобождающимися при разрушении пород в результате их физического и химического выветривания. В свою очередь, вязкое ложе каолиновой коры выветривания являлось чрезвычайно благоприятной средой для аккумуляции на ее поверхности тяжелых минералов в последующие периоды осадконакопления с образованием россыпей.

При составлении прогнозной карты россыпей возникает ряд трудностей в связи с невозможностью технически изобразить на ней одновременно все факторы, обусловившие образование россыпей и контролирующие их размещение, как-то: особенности состава и строения кристаллического фундамента, развития каолиновой коры выветривания и покрывающих их осадочных толщ различного возраста и генезиса. Поэтому, приступая к составлению мелкомасштабной прогнозной карты, необходимо было еще раз строжайшим образом подойти к оценке установленных закономерностей с тем, чтобы отразить на ней лишь наиболее важные критерии, предопределившие образование промышленных россыпей.

Принимая во внимание подчиненное значение четвертичных россыпей, образование которых происходило в основном вследствие перемыва древних дочетвертичных россыпей, мы сочли возможным снять полностью четвертичный покров, показав лишь более древние осадочные отложения. Первостепенное значение для формирования россыпей (особенно континентальных) имеют коренные источники сноса. Установлено, например, что накопление в промышленных концентрациях тяжелых минералов в континентальных осадочных толщах, покрывающих кристаллический щит, происходит непосредственно вблизи или в очень небольшом удалении от коренных источников сноса (обычно не свыше 5—7 км). Отсюда совершенно очевидна необходимость наиболее детального отображения на карте состава и строения докембрийского фундамента, ибо разновозрастным, магматическим и метаморфическим комплексам свойственна определенная металлогения и, в первую очередь, свои специфические особенности акцессорной минерализации. Например: 1) древ-

Классификация россыпей Украинской ССР

Возраст	Генетические типы	Морфологические типы	Форма залегаия	Характер продуктивных отложений	Характерные акцессорные минералы
Мезозойский (позднеюрский — раннемеловой, позднемеловой и др.)	<b>Континентальные:</b> элювиальные, делювиальные, аллювиальные, пролювиальные, дельтовые, озерные	Кора выветривания, долинные, русловые, террасовые, конусовидные, береговые	Площадные (на равнинах и склонах), пластовые, линзовидные, ложковые	Элювий (каолинизированные дресва кристаллических пород и первичные каолины), песчано-галечные рыхлые отложения (пески крупно-, средне-, мелкозернистые, часто каолинистые, с гравием и галькой кристаллических пород), вторичные каолины, пески мелко- и тонкозернистые, реже глинистые и другие породы.	Ильменит, титаногнетит, колумбит, танталит, касситерит, ксенотим, циркон, рутил, вольфрамит, лейкоксен и др.
Третичный (раннепалеогеновый, полтавский, сарматский, позднемиоценовый)	<b>Морские:</b> прибрежно-морские	Долинные, русловые, террасовые, косовые, конусовидные, береговые	Пластовые, линзовидные, ложковые	Морские хорошо сортированные мелкозернистые пески и стяжения кремней с песком	Ильменит, лейкоксен, рутил, касситерит.
Ранне- и среднетретичный					
Средне- и позднечетвертичный, также современный	<b>Континентальные:</b> делювиальные, аллювиальные, иллювиальные, пролювиальные, дельтовые, водно-ледниковые, эоловые, лиманье				
	<b>Морские:</b> прибрежно-морские				

Потребенные россыпи

нейшие архейские граниты и мигматиты чудново-бердичевского типа, а также, частично, розовые аплито-пегматоидные граниты характеризуются содержанием аксессуарных редкоземельных минералов; 2) нефелиновые сиениты (фойяиты, мариуполиты), входящие в состав Октябрьского щелочного массива, отличаются наличием аксессуарного циркона. Циркон также весьма характерный аксессуар магмы коростенских гранитов; 3) основные породы молодых разломных интрузий сложного коростенского комплекса, а также Октябрьского массива (приазовский комплекс) титаноносны; 4) с магмой гранитов коростенского комплекса связывается оловянно-ниобиево-вольфрамовое оруденение, проявляющееся лишь в связи с определенной тектонической обстановкой.

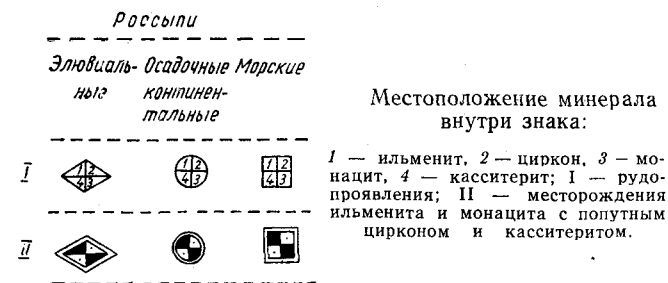
Источником питания россыпей являлись в основном породы, отличающиеся вкрапленным и аксессуарным характером оруденения. В связи с интенсивным химическим выветриванием этих пород и значительным выносом из них ряда компонентов, происходящим в процессе формирования древней каолиновой коры выветривания, последняя обогащалась устойчивыми рудными минералами вплоть до образования элювиальных россыпей.

Каолиновая кора выветривания не только была основным источником питания древних россыпей, но по своим физическим свойствам первичные каолины явились наиболее удачным плотиком для образования на их вязком ложе россыпей в последующие эпохи осадконакопления. Однако каолиновая кора выветривания может быть названа плотиком лишь условно, а не в общепринятом значении термина, так как очень часто она сама представляет собой богатую элювиальную россыпь. Весьма характерно то обстоятельство, что в процессе формирования россыпей наибольшая концентрация тяжелых минералов происходила как в осадочной толще непосредственно у подстилающего каолинового ложа, так и в верхней части самих первичных каолинов. Столь резкое обогащение тяжелыми ценными минералами верхних частей каолиновых толщ связано, по всей вероятности, с интенсивным вымывом тяжелых минералов и, возможно, наряду с этим некоторым частичным выщелачиванием, а также механическим выносом легких частиц. По мере образования плаща более молодых осадочных отложений, покрывающих древнюю каолиновую кору выветривания, удельный вес последней как коренного источника сноса постепенно снижался, и большее значение приобретали также древние продуктивные осадочные отложения. В связи с тем, что образование россыпей более молодого возраста почти постоянно территориально и генетически связано с древними россыпями, а следовательно, в своем размещении в конечном итоге также зависит от наличия и характера коренного оруденения в кристаллических породах, при выделении прогнозных площа-

дей, особенно на мелкомасштабных картах, этот признак был принят руководящим.

В наиболее обнаженных частях кристаллического щита на карте обозначались по возможности (нередко вне рамок масштаба) известные островки дочетвертичных отложений, в частности, континентальных мезозойских, так как именно к ним часто приурочены наиболее богатые россыпи. Следует отметить, что о распространении россыпей мезозойского, а также третичного и другого возраста в пределах Украинского кристаллического щита в настоящее время имеется еще недостаточно данных из-за слабой изученности обширных пространств междуречий, где металлоносные отложения могут быть захоронены в понижениях древнего рельефа под сплошным плащом четвертичных отложений.

На картах мелкого масштаба целесообразно оконтуривать в целом широкие перспективные площади, в пределах которых (естественно, не повсеместно) при благоприятном сочетании всех необходимых геолого-геоморфологических условий возможно образование россыпей. При выделении перспективных площадей учитывалось наличие всех главнейших месторождений и рудопроявлений титана и редких металлов, генетически связанных с корой выветривания кристаллических пород и покрывающими их осадочными отложениями. На карте генетический тип месторождений и рудопроявлений обозначается определенным знаком: ромбом — элювиальные, кружком — осадочные континентальные, квадратом — морские россыпи. Более мелким знаком показывают рудопроявления, более крупным знаком, получающимся в результате дополнительной обводки контура соответствующего генетического типа, — месторождения. Заштрихованные участки знака обозначают главнейшие минералы россыпей. Точкой в секторе обозначается соответствующий минерал, находящийся в данном месторождении в качестве попутного компонента. Используемая легенда выглядит так:



В зависимости от масштаба карты и степени изученности основных закономерностей формирования россыпей при составлении карт прогноза в каждом конкретном случае следует акцентировать внимание на главнейших закономерностях образова-

ния и размещения россыпей и вытекающих из них основных поисковых критериях. Так, на более крупномасштабных картах прогноза необходимо учитывать с наибольшей полнотой данные о погребенном рельефе, характере и распространении коры выветривания, литологии, возрасте и т. д. В некоторых случаях существенную помощь может оказать использование сведений о механическом составе (в сочетании с данными о возрасте и генезисе этих отложений), как это было при составлении карты прогноза ильменитовых россыпей на территории массива габбро-лабрадоритовых пород. В то время, когда составлялась карта, согласно данным многочисленных исследований и крупномасштабной съемки, наиболее древними отложениями района считались имеющие весьма ограниченное распространение верхнемеловые (турон-сеноманские) отложения. Более древние мезозойские континентальные осадки ( $J_3$ — $C_{T1}$ ) с приуроченными к ним богатыми россыпями ильменита тогда еще не были известны. Утверждалось преимущественное распространение в районе водно-ледниковых (днепровских) отложений среднечетвертичного и более молодого возраста. Анализ материалов поисково-разведочного бурения, которое тогда велось исключительно в современных речных долинах, а также детальное изучение литологии и минералогического состава осадочных отложений позволили нам высказать предположение о вероятной принадлежности наиболее богатого продуктивного пласта к более древним и несколько иным по генезису отложениям, чем днепроовские водно-ледниковые пески. Последующими исследованиями был установлен более древний мезозойский возраст продуктивных отложений.

Было обращено внимание также на своеобразии механического состава продуктивных отложений, характеризующихся отсутствием сортировки и значительным количеством неокатанного грубообломочного материала наряду с тончайшим каолинистым и глинистым материалом. При составлении карты прогноза ильменитовых россыпей (совместно с П. К. Заморием и М. Ф. Векличем) в среднем масштабе учитывалась возможность формирования промышленных россыпей только на небольшом удалении от коренных источников сноса, которые определялись контурами массива основных пород. Уточнение прогнозных площадей на обширных территориях мало изученных в то время междуречных пространств, прикрытых плащом четвертичных отложений, проводилось с ориентировкой на развитие в этом районе подморенных разнозернистых песков с теми же особенностями механического состава, что и продуктивные отложения. Правильность такого подхода подтвердилась в ходе дальнейших поисково-разведочных работ.

Ни одно из выявленных позднее рассыпных месторождений в этом районе не вышло за пределы обозначенных на карте контуров прогнозных площадей. Наиболее богатые россыпи

ильменита здесь находятся в погребенном состоянии и приурочены к осадочным континентальным отложениям верхнеюрского нижнемелового возраста, которые залегают в понижениях древнего рельефа и на их пологих склонах, покрывая непосредственно ильменитоносную каолиновую кору выветривания основных габбро-лабрадоритовых пород.

В связи с тем, что погребенные россыпи представляют наибольший практический интерес, особенно при прогнозировании континентальных россыпей, важнейшее значение приобретает составление как можно более детальных палеогеоморфологических карт рельефа поверхности кристаллических пород и их коры выветривания [3]. Эти данные должны обязательно учитываться в первую очередь при составлении крупномасштабных карт прогноза.

В основу карт прогноза морских россыпей должны быть положены палеогеографические карты.

Из всего сказанного вытекает, что при составлении карт прогноза россыпей необходимо использовать все имеющиеся данные по геологии, петрографии, литологии, минералогии, геоморфологии и палеогеографии района. При их анализе в каждом конкретном случае выделяются те главнейшие факторы, которые определяют условия образования и основные закономерности размещения россыпей. Исходя из них и заданного масштаба вырабатывается нагрузка карт.

Выделенные на картах в результате всестороннего геологического анализа прогнозные площади для постановки поисково-разведочных работ на россыпи следует подразделять по степени их перспективности в отношении выявления промышленных месторождений, пользуясь предложенной для этого разбивкой К. И. Дворцовой и Е. Н. Горецкой [5].

Составление карт прогноза россыпей несомненно сопряжено с рядом трудностей как вследствие значительной сложности для исследователя геологической интерпретации обычно чрезвычайно разнородного комплекса вопросов, связанных с изучением россыпей, так и в связи с еще недостаточной изученностью всего разнообразия особенностей этих образований применительно к различным условиям и регионам. К сожалению, вопросам геологии россыпей, основы которой были заложены Ю. А. Билибиным [1], впоследствии совершенно неоправданно не уделялось должного внимания. Развитием учения о россыпных месторождениях необходимо заниматься специально и систематически, так как от этого зависит решение многих задач, имеющих большое прикладное и теоретическое значение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Билибин Ю. А., Основы геологии россыпей, Изд-во АН СССР, 1955.
2. Бондарчук В. Г., Генетичні типи та стратиграфія четвертинних відкладів Української РСР, Геол. журн. АН УРСР, т. XVIII, в. 1, 1958.



3. Веклич М. Ф., Дядченко М. Г., Загорій П. К., Ромоданова А. П., Хатунцева А. Я., Основні риси геології розсиписі України, Геол. журн. АН УРСР, т. XVIII, в. 3, 1957.

4. Громов В. И., Краснов И. И., Никифорова К. В., Основные принципы стратиграфического подразделения четвертичной системы и ее нижняя граница, Изд-во АН СССР, сер. геол., № 5, 1958.

5. Общие принципы регионального металлогенического анализа и методика составления металлогенических карт для складчатых областей, Всесоюз. научн.-исслед. геол. институт (ВСЕГЕИ), Госгеолиздат, 1957.

6. Рожков И. С., Основные факторы образования россыпей и характеристика их типов, «Разведка и охрана недр», № 4, 1955.

7. Трифонов В. П., О статье И. С. Рожкова «Основные факторы образования россыпей и характеристика их типов», «Разведка и охрана недр», № 1, 1956.

## ПРИНЦИПЫ КРУПНОМАСШТАБНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ЗОЛОТО НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО- ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

*Н. А. Фогельман*

(цнигри)

Формирование золоторудных месторождений Восточного Забайкалья, связанных с позднемезозойскими металлогеническими циклами, происходило в послегеосинклинальную стадию развития герцинской складчатой области в условиях, близких к платформенному режиму.

Эти условия, характеризующиеся высокой степенью консолидации складчатого основания и развитием глыбовых дислокаций, определили главнейшие структурные закономерности локализации оруденения, которые должны быть положены в основу прогнозирования, а также, по-видимому, и формы связей различных золоторудных формаций района с определенными типами магматических источников.

Весьма важное значение при детальном прогнозировании на золото имеет также выделение ведущих, наиболее перспективных типов золотого оруденения для данного района.

Предлагаемый доклад посвящен рассмотрению указанных геолого-структурных и минералого-генетических факторов, определяющих принципы прогнозирования на золото применительно к центральной части Восточно-Забайкальской золоторудной провинции.

### I. Главнейшие типы золотого оруденения района

В пределах рассматриваемой территории, охватывающей значительную часть выделенного С. С. Смирновым золото-молибденового пояса, все известные золоторудные промышленные месторождения и рудопроявления могут быть достаточно четко подразделены на две группы.

К первой из них относятся типичные месторождения средних глубин с сопутствующими золоту (иногда в промышленных количествах) полиметаллами, мышьяком и висмутом, относимые по возрасту к юнокиммерийскому металлогеническому циклу. Большинство месторождений этой группы, изученных М. Б. Бородаевской, Н. В. Петровской, Д. А. Тимофеевским и др., пространственно ассоциирует с близкими к ним по возрасту гипабиссальными телами и дайковыми полями послеверхнеюрского комплекса малых интрузий, с которыми оруденение данного типа, по установившемуся мнению, имеет парагенетическую связь.

Одной из характерных минералогических особенностей месторождений описываемой группы, позволяющей отнести их к кварцево-турмалиновой формации, является более или менее постоянное присутствие в них турмалина, участвующего, как правило, в составе ранних минеральных ассоциаций.

Собственно золотая минерализация, связанная с более поздними стадиями минералообразования, выделяется Д. А. Тимофеевским и Н. В. Петровской в качестве продуктивной ассоциации.

Вторая группа золоторудных месторождений Восточного Забайкалья представлена относительно низкотемпературными месторождениями, формировавшимися в близповерхностных условиях. Единственные промышленные представители месторождения этой группы — рудные зоны богатейшего по своим запасам Балејско-Тасеевского рудного поля.

Этот наиболее перспективный тип оруденения представлен своеобразной формацией халцедоновидных кварцев с карбонатом и адуляром, относимой группой исследователей, изучавших Балејский район (П. С. Бернштейн, Н. В. Петровская, С. Г. Мирчинк), на основании установленного посленижнемелового возраста Балејского месторождения к ларамийскому металлогеническому циклу.

#### Золотое оруденение, связанное с кварцево-турмалиновой формацией (юнокиммерийский цикл)

Имеющиеся данные показывают значительное постоянство последовательности процессов минералообразования для месторождений юнокиммерийского цикла, выдерживающееся на весьма обширной территории. Значительные вариации наблюдаются лишь в количественном соотношении главных минеральных ассоциаций на различных месторождениях, что позволяет выделить руды Дарасунского месторождения в тип относительно многосульфидных золото-полиметаллических жил в отличие от умеренноссульфидных кварцевых и кварцево-турма-

линовых жил, часто с видимым золотом, характерных для многих старых золотодобывающих районов. Этим руды Дарасунского месторождения отличаются также от малосульфидной существенно турмалиновой штокверковой минерализации Ключевского месторождения.

Для наиболее крупных месторождений рассматриваемой группы характерна пространственная ассоциация оруденения со своеобразными экструзивными аппаратами в телах «рудноносных» малых интрузий. Типичная трубка взрыва, представленная характерными брекчиями с кварцево-турмалиновым цементом, изучена Д. А. Тимофеевским в пределах гипабиссального штока плагиогранит-порфиров в центральной части Дарасунского рудного поля, где, по данным этого исследователя, намечается концентрическая зональность в распределении минеральных ассоциаций вокруг взрывного аппарата. Аналогичные образования изучены М. Б. Бородаевской и Н. В. Петровской на Ключевском месторождении.

Указанные месторождения характеризуются большей концентрированностью оруденения в пределах относительно крупных жил или массивов штокверкового оруденения по сравнению с теми жильными месторождениями данной формации, которые не обнаруживают связи с описанными экструзивными аппаратами.

Поэтому мы считаем данный геологический признак одним из основных при выделении главнейших типов золотого оруденения юнокиммерийского цикла, а соответственно, и для оценки перспектив того или иного рудопроявления при прогнозировании.

На основе анализа всех имеющихся материалов для рассматриваемых золоторудных месторождений кварцево-турмалиновой формации намечаются следующие основные типы рудных полей:

1. Рудные поля, ассоциирующие с трубками взрыва с кварцево-турмалиновым цементом. Этот тип охватывает главнейшие промышленные месторождения юнокиммерийского цикла. В зависимости от преобладающего развития тех или иных минеральных ассоциаций, а также по морфологическим особенностям рудных тел он подразделяется на подтипы:

а) многосульфидные протяженные жильные тела с полиметаллами, мышьяком, а также сопутствующими золоту висмутовыми минералами и блеклыми рудами (месторождение Дарасун);

б) рудные поля, характеризующиеся штокверковой минерализацией с преобладанием кварцево-турмалиновой и раннесульфидной, кварцево-пиритовой (золотоносной) ассоциацией (месторождение Ключи);

в) рудные поля промежуточного типа. Примером подобных рудных полей является законсервированное месторождение

Дельмачик, представленное штокверково-вкрапленным оруденением в теле малой интрузии с многосульфидной минерализацией, по типу близкой к Дарасунской (с участием висмутовых минералов). По своей геологической позиции, наличию кварцево-турмалиновых брекчий взрыва и минералогическим особенностям этот тип перспективен и заслуживает промышленной оценки.

2. Рудные поля, представленные умеренносульфидными кварцево-турмалиновыми и кварцевыми жилами без видимой ассоциации с взрывными брекчиями (месторождения Казаковка и некоторые другие).

Характерные особенности рудных полей этого типа — малая мощность и короткометражность жил и их рассредоточенность на значительных площадях. В силу этих особенностей, несмотря на относительно высокие содержания золота (при крайне неравномерном его распределении), месторождения этого типа при современных требованиях в большинстве случаев непромышленны, что должно учитываться при прогнозировании и проектировании ревизионных разведочных работ на законсервированных объектах.

3. Новым морфологическим типом золотого оруденения юнокиммерийского цикла, еще не получившим в Забайкалье своей промышленной оценки, являются зоны развития рассеянной вкрапленной минерализации, приуроченные к более или менее протяженным зонам смятия и дробления, оперяющим региональные разломы. Эти зоны, выявленные партией Читинского геологического управления (гл. геолог Е. И. Тищенко) находятся в стадии предварительной разведки. По аналогии с другими золоторудными районами с подобной геолого-структурной обстановкой этот тип месторождений может иметь промышленное значение.

#### Золотое оруденение формации халцедоновидных кварцев (ларамийский цикл)

Как уже упоминалось, промышленными представителями золотого оруденения формации халцедоновидных кварцев являются месторождения Балейско-Тасеевского рудного поля, где рудные тела залегают в нижнемеловом грабене и в его прибортовой части.

Для этих месторождений характерно развитие кварцево-адулярной и собственно продуктивной золото-пираргиритовой минеральной ассоциации и фстончато-полосчатых и пластинчатых текстур руд.

Эти особенности состава и строения жильного вещества высокопродуктивных руд Балейского и Тасеевского месторождений положены Н. В. Петровской в основу выделения их в особый балейский тип золотого оруденения, пока еще не имеющий

аналогов среди массы изученных рудопоявлений данной формации.

В целом для эпитермальной минерализации, связанной с формацией халцедоновидных кварцев и представленной, кроме золота, месторождениями и рудопоявлениями сурьмы, ртути, флюорита и вольфрама, намечается значительно меньшее постоянство последовательности выделения различных минеральных ассоциаций, чем для месторождений юнокиммерийского цикла.

Не исключено, что впоследствии окажется возможным некоторые из указанных типов выделить в самостоятельные подциклы. В предлагаемой схеме выделения главнейших типов ларамийской минерализации мы стремимся сохранить преемственность от схемы, разработанной Н. В. Петровской для Балейского района, дополняя ее некоторыми новыми данными.

1. Балейский тип Н. В. Петровской, характеризующийся развитием золото-пираргиритовой, собственно продуктивной минеральной ассоциации и одновременно наличием в жильном веществе благоприятной среды для осаждения золота в виде адуляра и каолиновых минералов.

2. Золоторудные проявления, в которых продуктивной ассоциацией является гребенчатый кварц с пиритом, несущий до 10—30 г/т золота (на южном берегу Арбагарской депрессии).

3. Золото-сурьмяная минерализация, обусловленная наличием «продуктивного» гребенчатого кварца на более ранний халцедоновидный кварц с антимонитом (участок пади Телембинской).

Среди непродуктивных на золото типов ларамийской минерализации известны:

1. Халцедоновидные кварцы с флюоритом (иногда с адуляром) и баритом.

2. Халцедоновидные кварцы с большим количеством тонкой вкрапленности пирита и марказита, с характерными брекчиевидными текстурами (участок Жидка, жила № 17, на южном борту Балейского грабена).

3. Халцедоновидные кварцы с антимонитом, широко развитые в прибортовых частях Балейской и Шилкинско-Арбагарской депрессий.

4. Проявления киноварной минерализации, не всегда ассоциирующиеся с халцедоновидными кварцами и нигде не совмещающиеся с золотом.

5. Ртутно-сурьмяно-вольфрамовые месторождения и рудопоявления.

Непостоянство в последовательности проявления различных минеральных ассоциаций выражается, в частности, в положении антимонита, который в рудных телах Балейского месторождения, по данным Н. В. Петровской, связывается с наибо-

лее поздними (послезолотыми) стадиями минерализации. В изученной нами совместно с Н. Н. Бидеманом полосе рудопроявлений южного борта Шилкинско-Арбагарской депрессии, напротив, отмечено наложение золота на более ранние халцедоновидные кварцы с антимонитом, с образованием золото-сурьмяного оруденения участка пади Телембинской.

Особенно интересно, что сходные по минералогическому составу и по текстуре полосчатые халцедоновидные кварцы, встречающиеся на участках с флюоритовой минерализацией и залегающие в борту нижнемеловой депрессии, имеют более древний, донижнемеловой возраст. В то же время флюоритовые жилы, выявленные в борту Урулюнгуевской депрессии, прослеживаются и в выполняющих ее нижнемеловых отложениях.

Приведенные данные показывают, что общепринятое выделение описываемой формации халцедоновидных кварцев в особый самый поздний ламарийский (посленижнемеловой) металлогенический цикл в значительной степени условно и что процессы минерализации, связанной с данной формацией, охватывали более значительный возрастной интервал и частично могли совпадать во времени с формированием послеверхнеюрских месторождений юнокиммерийского цикла.

Рассматривая с этой точки зрения соотношения между двумя описанными золоторудными формациями Восточного Забайкалья, можно сделать пока еще весьма предварительный вывод о том, что главное, принципиальное отличие между ними заключено не в возрасте оруденения, а в самом облике месторождений, определяющемся глубиной их формирования. Последнее в свою очередь, по-видимому, связывается с характером магматических источников и различными формами генетической связи оруденения с этими источниками. Рассмотрим некоторые новые данные, могущие иметь большое значение для прогнозирования.

## **II. Данные о связи золотого оруденения различных типов с магматическими источниками**

В основу уже установившегося представления о парагенетической связи месторождений кварцево-турмалиновой формации с послеверхнеюрскими малыми интрузиями гранитоидного состава положена установленная на многих месторождениях Восточного Забайкалья пространственная, структурная и возрастная связь этих образований с оруденением.

О связи гидротермальной минерализации ламарийского цикла с какими-либо магматическими породами до последнего времени имелись лишь отрицательные данные. В работах П. С. Бернштейна неоднократно подчеркивалось отсутствие магматических критериев для поисков золотого оруденения

балеяского типа. В результате наших исследований в районе Шилкинско-Арбагарской депрессии, а в самое последнее время и в прибортовых частях Балеяского грабена выявлены ультракислые субвулканические образования типа кварцолитовых фельзитов и фельзит-порфиров.

В других депрессиях (районы Оли, Шивии, Ново-Березовки) аналогичные образования выявлены в эффузивной фации, представленной липаритовыми стеклами, кварцевыми порфирами и их туфами. Эти субвулканические и эффузивные образования имеют частью нижнемеловой, частью посленижнемеловой возраст, что сближает их во времени с оруденением ламарийского цикла. Кроме того, на многих участках выявлена тесная пространственная и временная связь субвулканических фельзитовых инъекций и связанных с ними взрывных брекчий с халцедоновидными кварцами, позволяющая говорить о наличии генетической связи между этими образованиями.

Выявленные проявления ламарийского вулканизма в исследованном районе обнаруживают близкое сходство с рудоносными кварцолитовыми лавами куранахских месторождений Алдана, которые, по данным А. И. Казаринова, представляют пример непосредственной «ортогенетической» связи эпитептермального золотого оруденения с молодыми (вероятнее всего меловыми) вулканическими очагами.

Можно предполагать, что в Восточном Забайкалье проявления эпитептермального оруденения формации халцедоновидных кварцев также имели не удаленные связи с какими-то общими глубинными очагами, а гораздо более непосредственную связь с отдельными частными вулканическими аппаратами. Этим можно, в частности, объяснить отмечавшееся выше непостоянство последовательности образования различных минеральных ассоциаций в данной формации, а также «перекрывание» ее во времени юнокиммерийскими месторождениями, связанными с единичными последовательно развивавшимися глубинными очагами гранитоидной магмы.

Описанные ультракислые субвулканические образования в нижнемеловых депрессиях и их прибортовых частях служат указанием на вулканическую (и тектоническую) активность того или иного участка в период, близкий к формированию месторождений балеяского типа, и с этой точки зрения должны учитываться при прогнозировании.

## **III. Структурное обоснование детальных прогнозов**

Простирающиеся палеозойские складчатые структуры в пределах большей части Восточно-Забайкальской золоторудной провинции отвечает общему для герцинской складчатости Монголо-Охотского пояса северо-восточному направлению.

Этому доминирующему простиранью подчинена общая вытянутость главных структурно-фациальных зон, являющихся выражением глубинных структур рассматриваемого участка земной коры, и разделяющих их длительно развивавшихся глубинных разломов.

В послегеосинклинальную стадию развития области то же направление наследуется при формировании наложенных прогибов и тектонических депрессий верхнемезозойского возраста.

Наряду с указанным господствующим простиранием геологических структур, нашедшим свое отчетливое выражение на геологических картах различных масштабов, на данной стадии изучения рассматриваемой металлогенической провинции выявляется весьма важная роль поперечных дизъюнктивных структур северо-западного и субмеридионального простиранья. Значение последних в металлогении полиметаллической провинции Восточного Забайкалья было отмечено в работе Е. А. Радкевич, И. Н. Томсона и Н. В. Горлова, выделивших для территории, прилегающей к описываемому району с юго-востока (Шахтама, Газимурозаводской, Нерчинскозаводской и Александровскозаводской районы), четыре направления зон повышенной тектонической активности, имеющих важнейшее рудоконтролирующее значение.

При проведении детальных структурно-металлогенических исследований на территории изученного нами золотоносного региона выявление и прослеживание серий многочисленных мелких дизъюнктивов, слагающих подобные зоны повышенной трещиноватости, выполнялось с применением дешифрования аэрофотоснимков (В. С. Зорина и А. А. Негребецкий) и постановкой специальных геофизических исследований (А. А. Солодов). Сопоставление данных дешифрования с имеющимися геологическими картами, а также систематическое картирование в крупном масштабе зон, наметившихся при дешифровании аэрофотоснимков, по наличию геофизических аномалий или по другим данным позволяет выявить ряд дополнительных геолого-структурных и минералогических признаков, указывающих на повышенную тектоническую активность этих зон в тот или иной период тектонического развития района и на проницаемость для циркуляции гидротермальных растворов.

Анализ всей совокупности указанных признаков дает возможность сделать вывод о древнем возрасте заложения преобладающего большинства дизъюнктивных структур района. Они проявились уже в период герцинского тектогенеза, осложняя морфологию складчатых структур палеозойских толщ и контролируя ориентировку длинных осей интрузивных массивов.

В дальнейшем те же разломы при их повторном подновлении в период мезозойского тектогенеза контролировали излияния

верхнеюрских эффузивов и размещение дайковых полей и малых интрузий юнокимерийского цикла.

В нижнемеловой этап мезозойских движений многие из этих древних зон вновь испытывали повторные подновления, определяя или оказывая осложняющее влияние на конфигурацию бортов верхнемезозойских тектонических депрессий. Наконец, многие частные разрывные структуры посленижнемелового возраста, с которыми связаны проявления вулканизма и гидротермальной минерализации ларамийского цикла, также обнаруживают признаки унаследования древних разломов палеозойского фундамента и составляют вместе с ними единые зоны повышенной трещиноватости, по которым иногда выявляются признаки еще более молодых — кайнозойских — подвижек.

Указанные признаки длительного развития устанавливаются в равной степени для дизъюнктивных структур всех главных направлений и позволяют рассматривать их как выражение глубоких расколов земной коры, определяющих глыбовую тектонику глубинного фундамента.

Позднемезозойские этапы тектонических движений, с которыми связаны юнокимерийский и ларамийский металлогенические циклы, несущие промышленное золотое оруденение, проявились в виде повторных блоковых подвижек по системам древних разломов.

Глыбовый характер тектоники района находит свое выражение в структурах самых различных масштабов, начиная от поперечного расчленения главных структурно-фациальных зон, кончая мелкими подвижками по серии сближенных поперечных разломов, создающих блоковую тектонику балейского рудного поля и определяющих особенности размещения золотого оруденения.

Специфика блоковой тектоники района выражена не только в наличии сети различно ориентированных тектонических зон, «выкалывающих» при пересечении друг с другом отдельные блоки в консолидированной толще нижнепалеозойского фундамента, но, что самое главное, в повсеместно отмечающемся фрагментарном характере повторного подновления этих зон в пределах отдельных блоков. При этом подвижки, происходившие по отдельным фрагментам одного и того же регионального тектонического шва, могут характеризоваться не только различной амплитудой, но в отдельных случаях и различным знаком.

При возобновлении повторных тектонических движений каждый отдельный блок и оконтуривающие его локальные отрезки региональных тектонических зон живут самостоятельной, присущей данному блоку, тектонической жизнью, которая характеризуется отличной от соседнего блока интенсивностью подвижек, совпадением или несовпадением их с различными этапами магматизма и гидротермальной деятельности и т. п.

Наряду с этим имеются случаи почти полного «залечивания» отдельных фрагментов какой-либо крупной тектонической зоны в пределах того или иного блока, внутри которого не обнаруживаются никаких признаков ее подновления, в то время как по обе стороны от этого блока она выражена вполне четко и в целом имеет значительную протяженность.

Сопоставление данных о возрастных и пространственных соотношениях между различными элементами тектонического строения той или иной территории с материалами по размещению и характерным особенностям рудной и россыпной золотоносности позволяет произвести оценку значения различных геолого-структурных факторов в размещении золотого оруденения и служит основой для детального металлогенического районирования, необходимого при составлении карты прогнозов.

Наиболее общим выводом из проведенного анализа является установление связи узлового характера размещения золотоносности с блоковым характером тектоники района. Эта связь обусловлена, с одной стороны, степенью тектонической подготовленности того или иного блока в дорудный период и, с другой стороны, совпадением повторных подвижек по оконтуривающим или пересекающим данный блок разломам фундамента с позднемезозойскими этапами магматизма и гидротермальной деятельности, несущими золотое оруденение юнокиммерийского или ларамийского циклов.

Наряду с этим наблюдается некоторая общая закономерность локализации золотого оруденения, выражающаяся в том, что в пределах описываемого района основными структурами, контролирующими размещение рудной и россыпной золотоносности, являются зоны разломов северо-западного направления. В Балейско-Дарасунском золотоносном районе почти все известные проявления рудной и россыпной золотоносности совершенно четко локализируются в пределах такой «поперечной» зоны, диагонально пересекающей весь район и объединяющей Балейское рудное поле, расположенное на юго-востоке, с Дарасуно-Восходским золотоносным районом, расположенным на северо-западе.

Таким образом, в пределах этой сложной рудной зоны совмещаются рудопоявления различных металлогенических циклов и промысленные месторождения связанных с этими циклами различных полезных ископаемых.

При этом все рудопоявления юнокиммерийского цикла пространственно ассоциируют с дайковыми полями или участками развития золотоносных малых интрузий плагиогранит-порфиров и диорит-порфиров послевосходского комплекса, размещение которых в большинстве случаев отчетливо контролируется разломами северо-западного простирания (иногда в сочетании с влиянием структур других направлений).

Кроме описанной главной золотоносной полосы, юноким-

мерийское оруденение и связанные с ним золотоносные россыпи развиты в пределах еще двух параллельных рудных зон северо-западного простирания — Дельмачикско-Эдакуйской и Гиремнакско-Байцетуйской. Эти зоны также отмечены развитием подчиненных этому простиранию дайковых полей, и оруденение в них приурочено к узлам их пересечения с зонами других направлений.

Для рассмотрения положения золотого оруденения ларамийского цикла в тектонической структуре района имеются сравнительно менее полные материалы, поскольку золотоносные проявления минерализации, связанные с этим циклом, известны, помимо Балейского рудного поля, только в двух пунктах, расположенных в прибортовой части Шилкинско-Арбагарской депрессии (Назаровский и Телембинский участки). Кроме того, в этом случае возможность привлечения для анализа материалов по распределению россыпной золотоносности значительно более ограничена, поскольку преобладающее большинство золотоносных россыпей района связано с коренными месторождениями юнокиммерийского цикла.

Геологическая позиция Балейско-Тасеевского рудного поля, по данным исследований П. С. Бернштейна, С. Г. Мирчинк и Н. В. Петровской, характеризуется, как уже указывалось выше, размещением оруденения в пределах небольшого нижнемелового грабена (и в его прибортовых частях), расположенного в полосе верхнемезозойских депрессий вблизи регионального длительно развивавшегося Борщовочного разлома северо-восточного простирания. Отмечается важная роль в локализации золотого оруденения блоковой тектоники, связанной с подвижками по поперечным разломам, происходившим в процессе формирования грабена и подновлявшимися в посленижнемеловую фазу тектогенеза. С последней связывается по возрасту оруденение ларамийского цикла.

В свете выявленных особенностей тектонической структуры районов, прилегающих с севера к Балейскому району, положение Балейского рудного поля в региональной структуре и относительное рудоконтролирующее значение различных элементов этой структуры представляется в следующем виде. «Пучок» поперечных разломов, пересекающих Балейский грабен и играющий важную рудоконтролирующую роль, является частью вышеописанной региональной рудоконтролирующей зоны северо-западного простирания. Тот факт, что непосредственно к северо-западу от Балейского — за Борщовочным разломом — эти нарушения, по-видимому, не прослеживаются и внутри Борщовочного интрузива никаких проявлений золотоносности не установлено, свидетельствует о полном залечивании этой структуры в пределах данного блока. Этому залечиванию, очевидно, способствовало внедрение Борщовочного интрузива, происходившее, по имеющимся данным, в начале мезозоя, после

чего этот блок, по-видимому, оставался стабильным, и повторного подновления движений по зоне северо-западного простирания в его пределах не происходило.

В следующем к северу блоке, ограниченном с юга разломом, проходящим вдоль р. Урульги, уже снова имеет место интенсивное подновление северо-западной зоны трещиноватости с внедрением по ней послеверхнеюрских даек диорит-порфиритов Апрельковского участка, отмеченного, соответственно, проявлением золотого оруденения юнокиммерийского цикла.

В период ларамийского тектогенеза Апрельковский блок, по-видимому, уже стабилизировался, так как никаких проявлений ларамийской минерализации в его пределах не обнаружено. Они фиксируются и имеют наиболее интенсивное развитие в пределах Назаровского блока, отделенного от Апрельковского разломом северо-западного простирания, которому подчинена долина р. Шилки ниже Холбона.

Проявления золотого оруденения, а также ртутной и сурьмяной минерализации ларамийского цикла, расположенные в южном борту Шилкинско-Арбагарской депрессии, связаны с зоной трещиноватости северо-восточного простирания. Внутри этой зоны, в связи с пересечением ее разломами северо-западного и меридионального направления, намечается поперечное расчленение на участки с различным характером оруденения, а именно: с собственно золотым, ртутным и золото-сурьмяным. Это расчленение — типичное локальное выражение блоковой тектоники, проявившейся в ходе дифференциации гидротермальных растворов ларамийского металлогенического цикла.

Особенно интересен вопрос о возможности выявления оруденения балейского типа в нижнемеловых отложениях Шилкинско-Арбагарской депрессии, покрытых мощными рыхлыми толщами третично-четвертичного возраста. Несмотря на ее более крупные размеры строение этой депрессии во многом сходно со структурой Балейского грабена. Это выражается, в частности, в осложнении ее бортов серией поперечных нарушений, которые, по данным проведенных здесь геофизических (гравиметрических) исследований, расчленяют депрессию на ряд приподнятых и опущенных блоков.

Некоторые из указанных поперечных разломов отмечены проявлениями посленижнемелового вулканизма, представленного телами кварцевых порфиров и инъекциями кварцолитовых фельзитов, что свидетельствует о подновлении этих структур в период ларамийской минерализации.

Таким образом, для данного участка депрессии выявлено развитие блоковой тектоники, связанной с поперечными разломами, по которым происходили посленижнемеловые подновления и которые увязываются с главной рудоконтролирующей зоной трещиноватости района. Эти данные, наряду с наличием в бортах депрессии проявлений ларамийского золотого оруденения,

развитием золотоносных россыпей, связанных с ларамийскими коренными источниками (падь Назарово) и золотоносностью древнего третичного аллювия, развитого в пределах депрессии, позволяют считать Шилкинско-Арбагарскую депрессию перспективной в отношении возможности выявления в ней промышленного золотого оруденения балейского типа.

На основании проведенных детальных геолого-геофизических исследований в совместном отчете автора с начальником геофизической партии А. А. Солодовым выделяются наиболее перспективные зоны для проведения структурно-поискового бурения по выявлению в пределах Шилкинско-Арбагарской депрессии золотого оруденения балейского типа.

Необходимо отметить, что в локализации ларамийского золотого оруденения балейского типа первостепенное значение может иметь столь важный для многих низкотемпературных месторождений фактор экранирования. Проявление его констатировано на Балейском и Тасеевском месторождениях, но еще недостаточно изучено. В связи с дальнейшей разработкой принципов прогнозирования, а также в свете назревшей проблемы оценки глубоких горизонтов Балейского и Тасеевского месторождений тщательное изучение влияния явлений экранирования на концентрацию оруденения и условия локализации месторождений — одна из первоочередных задач дальнейших исследований.

Важная роль верхнемеловых нижнемеловых депрессионных структур в локализации ларамийского золотого оруденения, отмечаемая предыдущими исследователями, связывается ими в основном с мобильностью оконтуривающих эти депрессии разломов в период, непосредственно предшествовавший оруденению, а также с благоприятными условиями для сохранности месторождений от эрозии. Эти структуры приобретают особое значение в связи с возможным экранирующим влиянием отдельных литологических горизонтов, выполняющих депрессии нижнемеловых отложений. В частности, в пределах Арбагарской депрессии такую роль могли играть существенно глинистые отложения верхней угленосной толщи, в породах которой не констатировано никаких проявлений гидротермальной минерализации ларамийского цикла, интенсивно развитых в бортах депрессии, а также, пока в слабой степени, зафиксированных в гравелистых породах подугольных слоев.

### Заключение

На основании проведенного структурно-металлогенического анализа на современной стадии изученности можно наметить следующие главные принципы крупномасштабного прогнозирования на золото в пределах рассматриваемой части Восточно-Забайкальской золоторудной провинции.

1. Выявление и картирование рудоконтролирующих зон трещиноватости, определяющих в пересечении со структурами других направлений геологическую позицию промышленных рудных полей и перспективных рудопроявлений.

2. Детальный анализ блоковой тектоники с учетом особенностей проявления различных типов минерализации в пределах отдельных блоков и прослеживанием оконтуривающих эти блоки тектонических разломов, могущих быть границами рудоносных площадей и рудных полей.

3. Ориентация на ведущие и перспективные типы золотого оруденения (дарасунско-ключевский, дельмачинский и, в первую очередь, бaleyский) с учетом необходимости оценки новых типов, не имеющих разведанных представителей (зоны вкрапленной минерализации).

4. При прогнозах на выявление скрытых (и слепых) месторождений бaleyского типа в пределах верхнемезозойских депрессий в качестве благоприятных признаков следует ориентироваться:

а) на наличие проявлений субвулканических образований и гидротермальной минерализации ларамийского цикла в прибортовых частях депрессии;

б) на установление (с применением геофизических исследований) блоковых подвижек фундамента;

в) на возможное экранирующее влияние тех или иных структурных элементов (например, пологих тектонических зон) или литологических горизонтов.

5. При учете перечисленных факторов во всех случаях необходимо рекомендовать обязательное опробование и вскрытие буровыми скважинами всех проявлений гидротермальной минерализации, зафиксированных в нижнемеловых отложениях, а также разбуривание выявленных в депрессиях геофизических аномалий.

6. В дополнение к перечисленным критериям, определяющимся спецификой данного золотоносного района при прогнозировании, естественно, должны использоваться такие общепринятые методы, как изучение россыпного золота и выявление его коренных источников, использование данных спектрометрометрических и аурометрических работ, картирование зон гидротермально измененных пород и т. п. Для этого необходимо предусматривать специальные полевые исследования, входящие в комплекс работ по составлению детальных карт прогноза на золото и проводимые с применением новых методов (золотоспектрометрометрия, биохимия и др.), а также значительных объемов поисково-разведочных работ для предварительной проверки прогнозов.

1. Бернштейн П. С., Петровская Н. В., Мирчинк С. Г., Геолого-структурные, литологические и минералогические предпосылки и признаки при поисках золоторудных месторождений бaleyского типа в Восточном Забайкалье, Тр. Нигризолото, вып. 20, изд. Мин-ва цвет. мет. СССР, 1955.

2. Бородаевская М. Б., Некоторые вопросы геологии, петрогенеза и металлогении малых интрузий поздних этапов развития тектоно-магматического цикла, Тр. Нигризолото, вып. 20, изд. Мин-ва цвет. мет. СССР, 1955.

3. Воларович Г. П., О геологическом строении Дарасунского золотоносного района Восточного Забайкалья, Тр. Нигризолото, вып. 16, изд. Мин-ва цвет. мет. СССР, 1947.

4. Казаринов А. И., О происхождении золотоносных метасоматических кварцитов Куранахских золоторудных месторождений на Алдане. Печатается в сборнике трудов ЦНИГРИ.

5. Нагибина М. С., Новые данные по тектонике Монголо-Охотского пояса, БМОИП, отдел геологии, т. XXXIII, № 3, 1958.

6. Радкевич Е. А., Томсон И. Н., Горлов Н. В., О региональных поясах повышенной трещиноватости, «Сов. геол.», № 53, 1956.

7. Смирнов С. С., К металлогении Восточного Забайкалья, Тр. I Вост.-Сиб. краев. научно-исслед. съезда, геол. серия, в. 1, 1932.

8. Тимофеевский Д. А., Геолого-структурная и минералогическая характеристика Дарасунского рудного поля и его периферических частей, Тр. Нигризолото, вып. 25, изд. Мин-ва цвет. мет. СССР, 1957.

9. Фогельман Н. А., Некоторые особенности геологии и металлогении Бaleyско-Дарасунского золотоносного района (Восточное Забайкалье). Печатается в трудах ЦНИГРИ.

10. Щеглов А. Д., О некоторых особенностях формирования ртутно-сурьмяно-вольфрамовых месторождений Забайкалья, Зап. Всесоюз. мин. об-ва, вып. 1, 1959.



## О РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ

*Е. А. Радкевич*  
(ИГЕМ АН СССР)

Среди разнообразных разрывных нарушений следует выделять различные типы, отличающиеся между собой по масштабу, генезису и морфологии, а также по их значению в металлогении. Вопросу классификации различных типов разрывных нарушений следует посвятить специальное детальное исследование. Здесь же мы остановимся только на краткой характеристике некоторых типов разрывов.

Прежде всего разрывные нарушения по масштабу и их значению следует разделить на несколько групп.

1. Зоны разрывов планетарного масштаба, пересекающие и ограничивающие целые континенты.

2. Региональные крупные разрывы, определяющие положение геосинклинальных областей и отдельных зон внутри них.

3. Зоны повышенной проницаемости, секущие складчатые области и являющиеся отражением движений по разрывам в фундаменте.

4. Единичные разрывы различных масштабов и типов.

В пределах каждой из этих групп в свою очередь могут быть выделены разные типы разрывных нарушений, отличающиеся между собой как по ориентировке, так и по генезису и по-разному влияющие на характер магматизма и металлогении.

1. Зоны разрывных нарушений планетарного характера влияют на особенности геологического строения, магматизма и металлогении крупных участков земной коры. К такому типу относится, в частности, Тихоокеанский вулканический рудный пояс, протягивающийся вдоль восточной окраины Азии и западной окраины Америки. Этот широкий пояс, проявляющийся в поздних и современных геосинклинальных прогибах,

зонах вулкаников, приуроченных к крупным расколам, сообщавшихся с поверхностью, а также в зонах проявления минерализации, сложен по строению и состоит из разнородных структурных элементов. Его ветви ориентированы в субмеридиальном направлении и на Азиатском континенте как бы скрещиваются с направлением пересекаемых древних структур.

Характерно, что в древних складчатых областях, попадающих в сферу зоны Тихоокеанского пояса, происходит омоложение структур, возобновление движений по разрывам, а местами возникают и молодые наложенные прогибы, сопровождающиеся затем зонами молодой складчатости.

Молодые тектонические движения и связанные с ними явления молодого магматизма и рудной минерализации распространяются вплоть до Забайкалья и до хребта Цинлин на запад от основной зоны Тихоокеанского кольца. Они проявляют себя на различных участках по-разному.

К первому типу молодых тектонических явлений принадлежат прогибы, возникающие на платформах. В них наблюдается накопление мощных теригенных толщ, проявление складчатости и гранитных интрузивов, сопровождающихся оловянной, вольфрамовой и редкометальной минерализацией.

Эти зоны по типу металлогении сходны с рудными зонами, возникшими на месте настоящей геосинклинали (миогеосинклинали типа). Специфическую же особенность их составляет яркое проявление разрывных нарушений, отражающих движения по расколам фундамента и образующих обычно правильную сеть. Именно вдоль разрывов и локализуются в большинстве случаев гранитоидные интрузии и приуроченные к ним рудные месторождения (Верхояно-Колымская зона).

Второй тип структур, возникающих вдоль разломов в сфере молодых движений Тихоокеанского рудного пояса, представляют зоны эвгеосинклинали типа с вулканиками в основании разреза, которые характеризуются проявлением гранитоидов повышенной основности и связанных с ними месторождений меди, молибдена, иногда месторождений свинца и цинка (Дальний Восток).

Третий тип представляют крупные расколы, в которых локализуются узкие зоны прогибов с карбонатными породами, а позднее в них проявляются скарны с железным и медным орудением (зона парагеосинклинали Янцзы, по Чжань-Вэнь-Ю).

Наконец, к четвертому типу в пределах Тихоокеанского рудного пояса относятся зоны молодых кислых вулкаников, приуроченные к сложным системам региональных разломов, образующих в совокупности ослабленные зоны. Такие полосы вулкаников составляют целые пояса, протягивающиеся на многие сотни, а иногда тысячи километров. Они характеризуются своими структурными чертами, в частности, представляют собой

своеобразные наложенные прогибы, образующиеся в результате накопления пирокластических и вулканических толщ и выброса большого количества материала из глубины. Для зоны суб-аэральных прогибов свойственны молодая складчатость и молодые интрузивы, сопровождающиеся рудной минерализацией. Характерно, что магматизм здесь во времени тесно переплетается с многофазными эффузивными проявлениями, причем и интрузии, и вулканы рудоносны, что, вероятно, свидетельствует о связи их с общим глубинным магматическим резервуаром.

Эти зоны обладают и своими металлогеническими чертами. В их пределах развиты оловянные месторождения, связанные иногда с самими эффузивами (деревянистое олово в риолитах Мексики), иногда с жерловыми фациями вулканических покровов (некоторые месторождения Приморья), иногда с гранитами. Весьма часто такие месторождения связаны с далекими очагами рудоносных растворов и ассоциируют лишь пространственно с вулканиками и разнообразными дайками, следуя по одним и тем же путям с этими магматическими телами (каситерито-сульфидные месторождения Боливии, Приморья и др.).

Металлогенической особенностью рудоносных зон этого типа является приповерхностное образование руды, которое нужно понимать в том смысле, что рудная минерализация достигала верхними своими частями горизонтов, близких к поверхности, корнями же она опускалась на значительную глубину, так что сами рудные тела прослеживаются на многие сотни метров по падению.

Мы не будем останавливаться на других особенностях металлогении этих наложенных вулканических зон — телескопированном характере оруденения, проявлении явных признаков коллоидного происхождения руд, иногда резкого изменения минерализации в верхних частях рудных тел, обусловленного изменениями кислородного режима и других особенностей этих месторождений. Хочется подчеркнуть лишь одно, что самый характер металлогении в данном случае определяется тектоническими особенностями рудоносных зон, особенностями тектонического режима развития магматических очагов, и, таким образом, магматизм и минерализация в конечном счете зависят от особенностей развития самих тектонических зон.

Характерно, что в этих крупных поясах вулкаников мы не находим следов существования каких-то единых гигантских трещин. В целом эти пояса представляют ослабленные зоны, слагающиеся из серии разрывов, достигших поверхности, ориентированных чаще относительно закономерно и отражающих своим положением, очевидно, расколы кристаллического основания.

2. Переходя к другой группе разрывных нарушений — региональных структурных швов, определяющих заложение геосинклинальных прогибов, а затем и развитие разновременного

магматизма по их окраинам, мы должны подчеркнуть, что эта группа разнообразна и включает различные типы структур.

Прежде всего следует выделять глубинные разломы, предопределяющие расположение зон эвгеосинклинального типа с характерными для них основными и ультраосновными породами и вулканиками начальных этапов. Повторное образование основных и ультраосновных пород свидетельствует о многократном сообщении этих разломов с глубинными оболочками земной коры. И именно поэтому разрывные нарушения этого типа относятся к группе глубинных разломов, выделенной в свое время А. В. Пейве. Поскольку подобные разломы уже хорошо охарактеризованы в литературе, здесь мы на них останавливаться не будем.

Другой тип представляют структурные швы так называемых сиалических областей, для которых уже не характерно появление основного и ультраосновного магматизма. Крупные разрывы и в этих областях иногда ограничивают геосинклинальные трюги или интрагеосинклинали второго и третьего порядков. Они закладываются на ранних этапах развития геосинклинали или сложной геосинклинальной системы и протягиваются так же, как и глубинные разломы, на многие сотни, а иногда и тысячи километров, предопределяя положение самих геосинклинальных прогибов и возникших на их месте разновозрастных складчатых зон.

Особенностью этих структурных швов является отсутствие вдоль них проявления ультраосновного и основного магматизма или слабое развитие его. Вдоль них протягиваются цепочки гранитных интрузивов и их кислых производных, а иногда и пояса даек различного состава, а в некоторых случаях также малые интрузии щелочного состава. Для этих зон, развивающихся также длительно, характерны пояса золотой минерализации, иногда олова, вольфрама и редких элементов. Примером разломов подобного типа является Центральный структурный шов Сихотэ-Алиня.

Судя по отсутствию основных и ультраосновных пород, можно предположить, что структурные швы такого типа не распространялись своими корнями в глубинные основные оболочки земной коры и питались преимущественно магматизмом более верхних очагов сиалической оболочки.

Структурные швы, как и зоны разрывов планетарного порядка, также предопределяют особенности металлогении рудоносных территорий и представляют собой, таким образом, структурно-металлогенические элементы первого порядка, даже более важные, чем складчатые зоны, возникающие на месте ограниченных ими прогибов.

С обновлением движений вдоль структурных швов связано образование сопряженных разрывов в соседних прогибах и поднятиях, причем иногда само направление складчатости в этих

зонах в какой-то мере предопределяется влиянием разрывных нарушений, как это будет показано далее.

Кроме того, структурные швы непосредственно контролируют на поздних этапах расположение интрузивных массивов и именно к ним приурочены наложенные металлогенические подзоны. Причем рудопроявления по разрывам распространяются и в стороны от структурных швов как в области прогибов, так и в области поднятия вдоль наложенной сетки сопряженных разломов. Поэтому контуры подобных металлогенических зон, приуроченных к структурным швам, обычно очень сложны и неопределенны.

3. Третью группу разрывных нарушений составляют ослабленные зоны повышенной трещиноватости, контролирующие распределение магматизма и оруденения. Эти зоны ранее не отражались ни на геологических, ни на тектонических картах.

Представление о существовании зон повышенной трещиноватости оформилось в результате изучения линейных зон расположения месторождений, иногда не согласующихся по направлению с простираемостью других структурных элементов. Естественно, что подобное линейное расположение месторождений уже на первых этапах развития рудоносных территорий исследователи связывали с проявлением тектонических разрывов. Однако детальное изучение рудоносных площадей в большинстве случаев опровергало первоначальные идеи о крупных разломах: оказывалось, что рудные поля приурочены к мелким, частным разломам, которые иногда представляют деталь на фоне более крупных пликтивных структур и являются отражением пликтивной складчатости.

При попытке примирить эти две крайние точки зрения, возникшие, в частности, при изучении Приморья, было высказано предположение, что рудные месторождения, как и различные типы интрузивных и эффузивных пород, следует искать вдоль тектонических зон регионального характера, которые не проявляются в крупных разломах, а представляют собой ослабленные зоны мелкой трещиноватости. Развитие вдоль таких зон разновозрастных и различных генетических образований — многофазных интрузивов, разновозрастных вулканитов и рудных месторождений на значительном протяжении — привело к выводу о том, что зоны эти являются крупными региональными структурами — отражением расколов фундамента, проявляющихся в верхних структурных этажах в ослабленном виде.

Такого типа региональные зоны разрывов, иногда секущие по отношению к складкам, были отмечены и на северо-востоке СССР В. Т. Матвеевко и Е. Т. Шаталовым. Именно секущие зоны разрывов и определяют в Верхоянском районе распределение оловянных и олово-полиметаллических месторождений, причем разрывы эти протягиваются на 200—300 км и больше.

пересекая различные структурно-фациальные зоны — зоны Верхоянского прогиба и Верхоянского поднятия, характеризующиеся различными чертами.

Такого же типа региональные зоны были установлены и в Приморье, а еще ранее и в Забайкалье, причем и в той и в другой области наблюдается несколько ориентированных систем зон повышенной трещиноватости: северо-восточного направления, совпадающего в обеих областях со складчатостью, северо-западного направления, поперечного по отношению к складкам, а также широтного и меридионального направлений. Зоны этих систем, как было показано в работах, имеют различный генезис и различное морфологическое выражение.

Так, продольные зоны чаще всего совпадают с антиклинальными складками и проявляют себя в сериях параллельных разрывов (надвигов) на контактах разнородных толщ.

В Приморье зоны северо-восточного направления, совпадающие с осевыми частями антиклиналей, ориентированы под углом к границам самих металлогенических зон и разграничивающих их структурных швов и как бы распространяются из одной структурно-фациальной зоны в другую.

Подобное косое расположение складок по отношению к крупным структурным формам первого порядка объясняется, может быть, приуроченностью самих антиклинальных зон к сколовым трещинам, оперяющим региональные структурные швы. В данном случае узкие, сжатые антиклиналей, возможно, являются элементом второго порядка по отношению к разломам, их определяющим.

Повторная активизация движений осевых частей антиклиналей вызывает образование в верхних структурных ярусах частных расколов — межформационных надвигов на контактах разнородных толщ, которые представляют собой уже элементы второго, третьего и более мелких порядков. И именно вдоль этих зон повышенной проницаемости и локализовались преимущественно интрузивные тела, а также разнообразные рудные месторождения, которые образуют цепочки, протягивающиеся на десятки, а иногда и на сотни километров.

Другой тип представляют поперечные зоны, ориентированные вкрест складчатости. И в Приморье, и в Забайкалье эти зоны имеют северо-западное направление. Они также проявляются в выходах магматических пород и месторождений. Пересекая складчатые структуры, они в то же время оказывают влияние и на морфологию складчатости, определяя проявление прогибов целой серии складок и согласное погружение шарниров.

Изучение подобных зон в Приморье позволило И. Н. Томсону установить, что вдоль них отмечается и изменение характера фаций — иногда наблюдается смена морских фаций прибрежными и континентальными. Таким образом, сами эти зоны имели древнее заложение и в свое время представляли уступы

рельефа, ограничивающие берег моря. Вдоль некоторых зон такого типа локализуются полосы вулканитов, приуроченные, с одной стороны, к зонам разрывов и, с другой, — к полосам депрессии, которые не выполнялись вулканическими толщами.

Наконец, вдоль поперечных зон такого типа протягиваются цепочки гранитных массивов и локализуются рудные поля. Характерно, что сами рудные тела обычно следуют вдоль мелких трещин. Крупные же разломы в зонах подобного типа вообще не установлены, и морфологически в верхних структурных этажах эти зоны проявляются чаще всего в виде системы частных разломов без заметной амплитуды смещения. Сами трещины, к которым приурочены и магматические тела, и рудные жилы, генетически отвечают по своему положению трещинам отрыва, обычно омоложенным с проявлением вдоль них следов сколовых подвижек в виде глин трения, зеркал и штрихов скольжения. Именно такие омоложенные трещины отрыва, превращенные в процессе более поздних многократных деформаций в трещины скола, с незначительной, иногда практически не установимой амплитудой смещения, и вмещают чаще всего рудные жилы в поперечных зонах повышенной трещиноватости.

Рудные поля встречаются в пределах этих зон спорадически на скрещении их с разрывными системами других направлений.

4. В описываемых рудных провинциях имеются зоны меридионального и широтного направления. Зоны этого типа также оказывают влияние на складчатые структуры, определяя появление флексуобразных изгибов вдоль них. Примеры такого влияния показаны в работах И. Н. Томсона по Приморью и изложены в докладе, представленном на металлогеническую конференцию. Эти изгибы обусловлены влиянием глубинных разрывов, но в то же время они сами предопределяют появление частных разрывных нарушений, которые обычно вмещают рудные жилы. В большинстве случаев здесь возникают продольные разрывы типа надвигов и взбросо-сдвигов, почти параллельных к простираанию осадочных толщ или секущих эти толщи под острым углом.

Такого типа флексуры отмечаются и вдоль широтных, и вдоль меридиональных зон, ориентированных диагонально по отношению к направлению складок. Эта пара систем разрывных нарушений отвечает как бы диагональным сколам, но проявленным в данном случае в масштабе целых рудных провинций.

В Забайкалье и в Приморье зоны широтного направления представляют собой крупные региональные тектонические разломы, секущие всю рудоносную область и не зависящие от частных складчатых структур. Такие зоны разломов в Приморье прослеживаются на сотни километров и продолжают на территорию Китая, отражая, очевидно, какие-то крупные широтные дислокации.

Эти зоны в Приморье развивались также длительно. Возможно, вдоль них располагались древние гряды поднятий (в частности, Южно-Приморское поднятие, характеризующееся развитием континентальных фаций разных периодов). Позднее вдоль широтных дислокаций проявлялся наиболее интенсивно вулканизм в различные геологические периоды, начиная с мела (а в некоторых участках и с триаса) и кончая четвертичным периодом.

Широкий пояс вулканитов, протягивающийся севернее Сучана, выделен был И. И. Берсеновым в качестве особо крупной тектонической единицы.

Некоторые из широтных тектонических зон характеризуются сравнительной прямолинейностью и небольшой их шириной. К ним приурочены разновозрастные интрузивы — граниты (цепочка гранитов, протягивающаяся от бухты Евстафия), породы повышенной щелочности и другие магматические проявления.

К прямолинейным разрывам подобного же типа приурочены и проявления ртути (Южное Приморье).

Существование закономерно ориентированных систем ослабленных зон повышенной трещиноватости обусловлено сеткой расколов в фундаменте.

Образование расколов чаще всего происходило повторно по ранее заложенным швам, причем нарушения распространялись и в верхние структурные этажи. При этом трещины в толщах верхних структурных этажей приспособивались к существующей системе трещиноватости, которая не оставалась безразличной к движению по глубинным расколам. Над расколами «оживали» системы мелких трещин, возникших в процессе складчатости в виде системы закономерно ориентированных трещин отдельности, которые первоначально в своем возникновении были связаны с ориентированным давлением в период формирования складок.

Оживая над глубинными разломами, мелкие трещины отдельности разрастались в более крупные трещины, причем генетический характер их со временем иногда менялся, как это уже было показано на примере трещин отрыва, позднее часто переходящих в трещины скола, с незначительными сдвиговыми амплитудами.

Характерно, что на поздних этапах деформации по этим же системам трещин происходят сбросовые подвижки с вертикальным перемещением блоков.

В различных структурных этажах и в различных типах пород зоны повышенной трещиноватости проявляются по-разному. В осадочных толщах, как это показано было выше, они выражаются во флексуобразных изгибах — поперечных перегибах складок, а также в появлении систем параллельных трещин. В крупных массивах гранитоидов они проявляются в полосах ксенолитов вмещающих пород, приуроченных к про-

весам кровли, иногда и к полосам, возникшим на месте этих ксенолитов, а чаще в обособлении габброидных пород. О наличии этих зон в осадочных и эффузивных породах свидетельствуют серии даек, гидротермальные изменения, выходы рудных жил. В слабо нарушенных молодых вулканитах подобные же зоны проявляются в четких единичных разрывах, вдоль которых протягиваются измененные породы и пояса даек, иногда многократных.

Прослеживая изменение и характер этих региональных зон повышенной трещиноватости вверх по разрезу, мы, таким образом, можем наблюдать изменение их морфологических особенностей.

Отмеченные зоны повышенной трещиноватости имеют очень важное значение в локализации оруденения.

Если структурные швы представляли собой единицы, определяющие особенности металлогении, то отмеченные зоны повышенной трещиноватости уже далеко не в такой мере определяют металлогенические особенности оруденения. Они скорее являются рудоконтролирующими. Нередко одна такая зона, пересекая различные металлогенические пояса, проявляется в минерализации разного типа, который зависит от особенностей геологического строения и истории развития того или иного рудного пояса. Например, там, где зона повышенной трещиноватости пересекает полосу, сложенную известняками, в ней появляются свинцово-цинковые месторождения. Далее на продолжении той же зоны, там, где она вступает в полосу развития песчаников и сланцев, появляются месторождения оловянные. Еще далее на протяжении той же зоны, в скрещении с крупным структурным швом, могут быть встречены и иные типы минерализации, например проявления золота и т. д.

Таким образом, многие из этих зон являются не металлогеническими в собственном смысле этого слова, а рудоконтролирующими и представляют интерес главным образом как структурно ослабленные каналы, по которым проходят растворы. Но вместе с тем иногда существуют и некоторые металлогенические отличия зон повышенной трещиноватости, обусловленные различным режимом развития этих зон, как показала на примере Кавалеровского района Приморья И. Н. Томсон. Зоны эти документируются по различным, большей частью косвенным геологическим элементам: по поясам и свитам даек, иногда сходного, а иногда и различного состава, по выходам разнообразных магматических интрузивных массивов, по распределению жерловых фаций и покровов вулканитов, наконец, и непосредственно по распространению рудных проявлений и гидротермальных изменений вмещающих пород.

Закономерную приуроченность к ним поясов даек отчетливо можно проследить на примере карты Ольго-Тетюхинского рудного района.

Эти рудоконтролирующие зоны прослеживаются не непрерывно, а отдельными вспышками и пятнами. Месторождения приурочены чаще всего к скрещению различно направленных ослабленных зон, причем характерно, что сами рудные тела залегают не в крупных разрывах, а чаще в мелких незначительных трещинах, которые собственно и фиксируются лишь по рудным жилам или дайкам. Иногда месторождения находятся не в пределах главной зоны повышенной трещиноватости, а в какой-либо боковой ее ветви или в споряженном разрыве. На участках, где зоны повышенной трещиноватости широко развиты, иногда трудно выделить среди них главные, рудоконтролирующие. Обширные площади в целом характеризуются развитием в пределах так называемых кулис закономерно ориентированных систем трещин, что отмечено И. Н. Томсоном в Южном Приморье.

Мы не останавливаемся здесь на характеристике отдельных разрывов, уже собственно вмещающих рудные тела, поскольку этот элемент детально изучен геологами, исследующими структуры рудных полей.

На приведенных материалах мы пытались показать, что частные разрывы органически связаны с разрывами региональными или скрытыми разломами различных типов, представляя их выражение в верхних структурных этажах. Крупные региональные разрывы, таким образом, проявляются в мелких разломах.

Таким образом, существует неразрывная связь частных и региональных тектонических форм как пликативного, так и дизъюнктивного характера. Вместе с тем было показано, что крупные разрывные нарушения имеют не только рудоконтролирующее значение, но иногда определяют и металлогенические особенности рудоносных территорий.

## СПОСОБЫ ДОКУМЕНТАЦИИ СКРЫТЫХ РАЗЛОМОВ ФУНДАМЕНТА В СКЛАДЧАТОЙ ТОЛЩЕ НА ПРИМЕРЕ КАВАЛЕРОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПРИМОРЬЯ

*И. Н. Томсон*

(ИГЕМ АН СССР)

Кавалеровский рудный район Приморья выделяется как площадь с повышенной концентрацией оловорудной минерализации. Здесь на территории около 600 км<sup>2</sup> известны три крупных рудных поля, пять более мелких месторождений и множество рудопроявлений. В региональном плане район приурочен к области Сихотэ-Алинского синклинория, которая слагается интенсивно дислоцированными терригенными толщами мезозоя. В районе вскрываются и палеозойские отложения, что связано с выступом фундамента. Складки простираются в северо-восточном направлении и нередко опрокинуты к северо-западу.

В площадном распределении оруденения отчетливо выступает следующая закономерность. Известные к настоящему времени месторождения и рудопроявления четко группируются в пределах двух узких и протяженных зон (меридиональной и широтной), секущих по отношению к северо-восточному простиранию складок. Эти зоны концентрации оруденения прослеживаются и за пределами района, имея, таким образом, региональный характер.

Однако каких-либо региональных разломов в связи с ними обнаружено не было. Меридиональная зона намечается по серии месторождений и рудопроявлений касситеритово-сульфидной формации, и в пределах ее рудные жилы часто имеют меридиональное простирание (месторождения Хрустальное и др.).

Широтная зона отмечается по рудопроявлениям **касситерито-силикатной** формации, и рудные жилы в ее пределах имеют преимущественно субширотную ориентировку.

Таким образом, зоны концентрации оруденения имеют, кроме несомненного структурного, еще и генетическое значение. Приуроченность к ним оруденения разных формаций указывает

на то, что в их пределах процессы рудообразования имели неодинаковый характер и привели к образованию разных рудных формаций. Исходя из этого, мы ставили перед собой задачу выяснить, с какими особенностями геологического строения связаны металлогенические особенности этих зон с тем, чтобы использовать полученный опыт для выяснения других подобных зон в нашем и других районах.

Методом решения этой задачи послужил детальный анализ составленной нами геологической карты крупного масштаба северо-восточной части рудного района, дополненный специальными наблюдениями над характером площадного развития мелкой трещиноватости и рассеянной минерализации.

Анализ данных геологической карты проводился с целью выяснения закономерностей пространственного размещения различных геологических элементов: 1) фаций в пределах складчатой толщи; 2) поперечных перегибов складок; 3) зон флексуобразного изгиба толщ по простиранию; 4) полей даек и малых интрузивов; 5) зон мелкой трещиноватости.

Для различных элементов были составлены самостоятельные схемы; в заключение площадные ореолы, выделенные по каждому из этих частных признаков, сопоставлялись между собой в пространстве и затем с площадями развития минерализации, что позволило выяснить особенности развития ослабленных зон и выделить те из них, которые предопределили локализацию оруденения. Такой подход позволил отчетливо уловить закономерности, затушеванные на геологической карте.

### 1. Особенности распределения вулканогенных фаций верхнего триаса

Для фациального анализа нами была выбрана группа вулканогенных прослоев в верхнетриасовой толще, которые встречаются совместно и обнаруживают заметную фациальную изменчивость. Эти прослои отчетливо выступают в качестве маркирующих горизонтов среди монотонных терригенных толщ района. Следует отметить, что вулканогенные отложения — спилиты, кремнистые туффиты, яшмы и др. — наиболее широко проявились в верхнетриасовых отложениях и слагают среди них два стратиграфических горизонта — в основании и в верхней части разреза норийского яруса.

Составленная схема, на которой особо выделены горизонты вулканогенных пород и построены колонки, показывающие характер изменчивости вулканогенных пород по составу и мощности, свидетельствует о существовании в районе двух фациальных зон образования вулканогенных отложений.

Рассмотренный пример показывает, что фациальные изменения толщ могут совершаться в пределах локальных участков. Появление вулканогенных фаций в нашем случае указывает

на то, что еще в триасе в пределах этих участков имело место усиление вулканической активности, что связано, вероятно, с повышенной проницаемостью самой зоны.

## **2. Условия локализации участков поперечных перегибов осей складок**

При изучении геологического строения района мы обратили внимание на особенности строения участков переклиналильных и центроклинальных окончаний складок. Некоторые крупные складки (например, Эрдагусская антиклиналь) обнаруживают внезапное и резкое погружение оси, причем маркирующий горизонт здесь простирается на значительном участке в поперечном северо-западном направлении, резко меняя направление на нормальное северо-восточное в крыльях складки. Такие резкие очертания участка окончания складки наводят на мысль о существовании скрытых дизъюнктивных нарушений, обуславливающих погружение оси складки. В некоторых других случаях такие нарушения были действительно встречены.

В основном в участках окончания складок отмечались необычно крутые углы падения, а иногда наклон пластов и текстурные особенности осадков свидетельствовали об опрокинутом залегании толщ в этих участках. Таким образом, эти особенности строения участков окончания складок свидетельствуют не о плавных продольных изгибах осей складок, а скорее о резких коленообразных их перегибах. Такие резкие изгибы можно понять, предполагая, что в глубине происходит смещение толщ по сбросам, переходящим во флексуру, или перегиб вверх по разрезу. Характерна и еще одна интересная закономерность, которая обнаруживается при рассмотрении особенностей локализации самих участков поперечных перегибов. На составленной схеме, где вынесены лишь участки окончаний складок, отчетливо видно, что последние группируются в пределах двух зон субширотного направления и одной зоны северо-западного направления.

Учитывая отмеченную выше вероятную связь резких поперечных перегибов осей складок с глубинными смещениями по трещинам, мы сможем заключить, что и сами зоны поперечных перегибов осей складок могут быть связаны уже не с отдельными разрывами, а с зонами скрытых дизъюнктивных нарушений. На это указывает также сама линейная вытянутость участков поперечных перегибов осей складок.

## **3. Зоны флексуорообразного перегиба толщ в плане**

При общем северо-восточном направлении простираения складчатых толщ района имеются местные отклонения от этого направления.

Составив схему, на которой нанесены лишь линии простираения складчатой толщи, мы имеем возможность наблюдать условия локализации участков флексуорообразного изгиба толщ в плане. В пределах изученной части Кавалеровского рудного района отмечают: 1) крупная флексура меридионального простираения, ось которой проходит через устье ключа Левого Силинского; 2) меридиональная флексура, ось которой проходит через устье ключа Балаганного; 3) небольшая меридиональная флексура, отмечающаяся в бассейне ключа Сашина.

В участках, прилегающих к закартированной нами площади, известны также и широтные флексуры, например, близ слияния рек Кинцухи и Тадуши.

Рассматривая строение этих «аномалий» в складчатой толще, мы можем отметить, что они выражаются преимущественно в изменении простираения толщ от северо-восточного к широтному и меридиональному в пределах узких зон.

При общей линейной вытянутости зон флексуорообразного изгиба толщ они постепенно как бы затухают на фланге и прослеживаются одни на большее, другие на меньшее расстояние. Однако при рассмотрении некоторых зон оказывается, что это затухание скорее кажущееся, так как зоны аномалий можно проследить и дальше, причем тут они приобретают несколько иное выражение. Так, зона прямой флексуры может смениться дальше серией кулисных складок, которые хотя и имеют, каждая в отдельности, простираение, близкое к нормальному, но составляют вместе зону меридионального или широтного направления. Серии таких кулисных складок мы относим к «ослабленной форме» проявления флексуры. С другой стороны, имеются случаи, когда зона флексуорообразного изгиба толщ в плане сменяется далее по простираению зоной поперечных перегибов осей складок.

Следовательно, некоторые зоны структурных аномалий в складчатой толще имеют линейный характер при региональном протяжении. К подобным зонам мы можем отнести флексуру, которая прослеживается через весь район, но не является единой, а слагается из отдельных кулисных зон. Такое же значение имеет зона структурных аномалий в складчатой толще.

Учитывая региональный характер некоторых зон структурных аномалий, можно предполагать, что они связаны с какими-то крупными нарушениями в фундаменте складчатой толщи.

## **4. Условия локализации даек изверженных пород и малых интрузивов**

В Кавалеровском рудном районе нет сколько-нибудь крупных интрузивов гранитоидов. Напротив, весьма широко распространены мелкие дайки и субвулканические штоки.

Бросается в глаза неравномерность площадного распределения этих пород. Для выяснения особенностей пространственного распределения даек и штоков нами составлена схема, показывающая их площадное распространение.

Из схемы видно, что дайки обычно располагаются тесными группами и насыщенность ими отдельных участков района велика. Оконтуривая площади повышенной концентрации дайковых тел, мы тем самым выделяем поля даек, которые представлены или узкими и протяженными поясами, или же образуют овалы слабовытянутые поля. Такие поля — «овалы» — располагаются цепочкой, продолжая на юг меридиональный пояс даек, проходящий через гору Темную. Таким образом, единый меридиональный пояс даек в своем южном продолжении как бы распадается на серию отдельных кулисных дайковых полей, продолжающих его направление.

Другой, менее отчетливый, дайковый пояс также меридионального направления намечается в восточной части района. Интересна особенность строения отдельных дайковых полей. В одних отмечается многократное проявление даек кислого состава; другие поля отличаются тем, что в их пределах есть только основные породы, так же внедрившиеся неоднократно, и, наконец, имеются участки, в пределах которых встречаются как кислые, так и основные дайки.

Особенности группировки даек отражают характер дизъюнктивных нарушений в соответствующих участках района. Действительно, будучи преимущественно трещинными телами и производными глубинных очагов, дайки — малые интрузивы — указывают своим появлением на присутствие ослабленной зоны глубокого заложения, а региональный и линейный характер поясов концентрации даек свидетельствует о региональном значении этих скрытых нарушений фундамента. Важной особенностью строения дайковых полей является то, что они указывают на кулисное строение этих ослабленных зон, отражающих разломы фундамента.

### **5. Особенности локализации мелкой трещиноватости в районе**

Рассмотренные выше примеры наводят на мысль о существовании в районе крупных зон дизъюнктивных нарушений, которые, однако, не вскрываются на современном уровне среза. Действительно, наиболее крупные из зафиксированных разломов имеют протяжение в несколько километров, но и их сравнительно немного. Основное значение имеют здесь многочисленные мелкие трещины.

Проведенное площадное картирование мелких трещин позволило выяснить, что они иногда группируются в зоны шириной

50—200 м. Зоны эти кулисно сменяют друг друга по простиранию.

Наиболее отчетливо проявляются зоны мелких трещин широтного и запад-северо-западного направления. В совокупности они образуют широкий пояс повышенной трещиноватости, который и является выражением одного из намеченных выше по другим признакам нарушений фундамента.

### **6. Особенности проявления глубинных нарушений фундамента**

В каждом из рассмотренных примеров удалось наметить линейные зоны пространственной локализации тех или иных геологических элементов, контролируемых, вероятно, разрывными нарушениями фундамента.

Следующей нашей задачей будет пространственное сопоставление выделенных ранее зон. Во всех рассмотренных случаях зоны, выделенные по тем или иным признакам, обнаруживают меридиональное или широтное простирание, т. е. они оказываются ориентированными в том же направлении, что и зоны оруденения. Интересно проследить, насколько они совпадают в пространстве. Прежде рассмотрим Хрустальненскую зону меридионального простирания, которая четко намечается по флекуре в осадочной толще.

Узкая полоса развития вулканогенных фаций триаса проходит параллельно флекуре, непосредственно примыкая к ней с запада. Серия дайковых полей, образующих цепочку меридионального простирания, в общем перекрывает зону вулканогенных фаций, будучи несколько смещенной снова к западу.

Рудная минерализация, значительно проявившаяся на этих участках, охватывает широкую полосу также меридионального простирания. Характерно, что и многие рудные жилы здесь имеют меридиональное простирание. Эта полоса охватывает и западный край флексуры, и целиком зоны вулканогенных фаций, и пояс даек. Таким образом, имеет место частичное или полное совпадение в пространстве различных зон. Все это свидетельствует о том, что рудоконтролирующая зона имела длительную историю развития — проявившись в начале как зона локализации вулканогенных фаций (в верхнем триасе), она развивалась и во время складчатости, обуславливая флексурообразный изгиб толщ; затем она выделяется как зона проницаемости для магматических проявлений. В этот период уже отчетливо выступает ее кулисное строение.

Наиболее близко с зоной развития минерализации в пространстве совпадает пояс концентрации даек, один из поздних по времени заложения среди прочих зон. С отдельными дайковыми полями совпадают и вспышки рудной минерализации.



Таким образом, эта крупнейшая рудоконтролирующая зона отличается многократным проявлением, причем она была активна и на поздних этапах геологического развития Приморья. Видимо, эти ее особенности обусловили благонадежность зоны в части касситерито-сульфидного оруденения.

Вторая крупная рудоконтролирующая зона имеет широтное направление. В месте ее пересечения с зоной меридионального направления локализуется крупнейшее Хрустальное месторождение.

Широтная зона проявляет себя в форме поперечных перегибов осей складок; с этой же зоной точно совпадает пояс развития мелкой трещиноватости и, наконец, зоны проявлений касситерито-силикатной и хлоритово-полиметаллической минерализации, причем жилы здесь обычно ориентированы в субширотном направлении. Кроме двух охарактеризованных зон, охватывающих уже известные месторождения, наметились и две другие зоны — широтная, проходящая через верховья ключа Балаганного, и меридиональная в правом борту долины р. Л. Эрдагоу. С этими зонами и их пересечениями связаны во многом перспективы успешных поисков в этой части Кавалеровского района.

## ГЕОЛОГО-ПРОГНОЗНАЯ КАРТА ЮГО-ЗАПАДНОГО КАРАМАЗАРА

(тезисы)

*Ю. С. Шихин, Ж. Н. Кузнецов, Е. Н. Ищенко, В. А. Тарасов*

(Управление геологии и охраны недр при Совете Министров Таджикской ССР)

### I. Введение

1. Исследования, послужившие основой для настоящего доклада, проводились в крайней юго-западной части Карамазарского рудного района (Ленинабадская область Таджикской ССР). Работы выполнялись большим коллективом геологов Карамазарской тематической и Кураминской геологоразведочной экспедиций под руководством авторов доклада в 1952—1959 гг. По ряду организационных причин были значительные перерывы в исследованиях. Суммарное время работы над составлением карты достигает трех лет.

2. Район юго-западного Карамазара относится к южному крылу варисского Кураминского антиклинория, сложенного комплексом осадочных и вулканогенных пород, в котором выделяются карбонатная толща среднего и эффузивно-осадочная толща верхнего палеозоя. Осадочные и эффузивные толщи смяты в складки, разбиты на ряд взаимно перемещенных блоков серией крупных разрывных нарушений, прорезаны многочисленными интрузивными телами и глубоко метаморфизованы. Имеет место неоднократное взаимное наложение многообразных вулканических, интрузивных и тектонических проявлений, сформированных, главным образом, в конце верхнего палеозоя, в течение длительного и многоэтапного тектоно-магматического цикла. Вследствие этого район характеризуется наличием чрезвычайно сложных стратиграфических, магматических и структурных соотношений.

3. В районе наблюдаются проявления различных типов рудной минерализации: скарново-магнетитовой, полиметаллической в скарнах, полиметаллической со среднетемпературным ком-

плексом минералов, молибденовой и вольфрамовой в зонах грейзенизации и окварцевания, пиритовой, арсенопиритовой, кварц-гематитовой, полиметаллической с низкотемпературным комплексом минералов. Ведущим типом рудных концентраций, имеющих промышленное значение, являются полиметаллы в скарнах. Подчиненное значение имеют полиметаллы со средне-температурными минеральными комплексами.

Условия размещения и морфология послемагматических минеральных тел разнообразны и изменчивы, что отражает сложность и непостоянство общих геологических условий.

4. Задача проводимой работы состояла в изучении геологических закономерностей размещения рудной минерализации различных типов, обосновании перспектив полиметаллической рудоносности района и выявлении новых полиметаллических месторождений. Основным методом работы были детальные структурно-геологические съемки в крупных масштабах, сопровождавшиеся комплексом специальных тематических наблюдений. Исследования велись в следующих направлениях: а) составление структурно-геологической и геолого-исторической основы прогнозной карты района, б) изучение геологических условий размещения оруденения, в) совместный анализ полученных данных и выделение перспективных площадей поверхностного и глубинного оруденения и г) проверка прогнозов горными и буровыми работами.

## II. Составление геологической основы прогнозной карты

5. Геологическое обоснование прогнозов предусматривало получение комплекса данных по стратиграфии и литологии осадочных и вулканогенных толщ, геологии и петрографии интрузивных образований, по характеристике тектонических нарушений, структуре, истории геологического развития района, а также выявление ряда поисковых предпосылок и признаков рудоносности.

Исследования выполнялись на основе геологических съемок крупного масштаба. Последние сопровождались детальным морфолого-генетическим и возрастным расчленением всех геологических образований района с применением специально разработанной методики. Главными особенностями этой методики, отличающими ее от приемов обычных наблюдений при геологической съемке, были обязательная трехмерность наблюдений, преобладание графических методов документации и анализа, систематизация всех получаемых данных по основным направлениям исследования непосредственно в процессе полевых работ, обязательная количественная оценка наблюдаемых геологических явлений, массовый учет и анализ частных возрастных

соотношений. Одновременно с геологической съемкой проводились некоторые специальные виды наблюдений — систематическое изучение мелкой трещиноватости, картирование зон послемагматических изменений пород, изучение ореолов первичного рудного рассеяния, шлиховая съемка и др.

6. В результате проведенных исследований выполнено детальное генетическое, морфологическое и возрастное расчленение всех развитых в районе типов геологических образований. В пределах среднепалеозойской карбонатной толщи выделены и дробно расчленены по литологическому составу живетский, франский и фаменский ярусы девона, визейский и турнейский ярусы карбона. Верхнепалеозойская эффузивно-осадочная толща расчленена на свиты — среднекарбовую (минбулакскую), верхнекарбовую (акчинскую) и нижнепермскую (равашскую). Изучены генетические особенности и стратиграфическая последовательность образования разрывных и складчатых нарушений. Среди интрузивных проявлений выявлено до 40 самостоятельных петрографических типов, подразделяющихся на шесть последовательных фаз, связанных с фазами тектонической и эффузивной деятельности. Изучены закономерности распределения по площади и интенсивность зон послемагматических изменений пород (скарнирование, хлоритизация, серицитизация и др.), ореолов первичного и вторичного рассеяния рудных компонентов.

## III. Анализ геологических условий рудозамещения

7. Работа предусматривала выявление факторов размещения послемагматической рудной минерализации, разработку предпосылок полиметаллической рудоносности и поисковых признаков для прогнозной оценки отдельных участков. Она проводилась в следующих основных направлениях: а) изучение условий распределения месторождений в пределах рудных полей, б) изучение условий локализации рудных тел в пределах отдельных месторождений и в) минералогические исследования.

8. Изучение общих условий распределения оруденения проводилось на основе геологических съемок крупного масштаба с использованием материалов более детального картирования и разведки месторождений. В процессе съемок выяснялись геологическая позиция и условия размещения минерализации, тип контролирующих структур и литолого-петрографические особенности вмещающих пород. Учету подвергались как месторождения, так и заведомо непромышленные рудопроявления различных генетических типов. Полученные материалы использовались для сопоставления и анализа данных по рудному полю и району в целом.

9. Анализ условий локализации рудных тел осуществлялся

на основе составления карт, планов и разрезов месторождений в крупных масштабах в процессе разведки и эксплуатации отдельных месторождений. Исходным материалом для анализа служили данные геометризации рудо локализирующих структур, изучение морфологии рудных тел, их опробования, а также детальных литолого-петрографических разрезов рудовмещающих пород, массовых замеров мелкой трещиноватости и др.

10. Задача минералогических исследований состояла в изучении минерального состава месторождений, составлении схемы последовательности постмагматического процесса и выявлении минералого-геохимических поисковых предпосылок.

По данным работ М. И. Моисеевой и С. И. Лебедевой, выделяются следующие этапы рудообразования: скарново-магнетитовый, кварц-вольфрамит-молибденитовый, первый сульфидный с полиметаллами, второй сульфидный с полиметаллами, кварц-гематитовый и кварц-барит-флюоритовый с галенитом. Первые четыре высоко- и среднетемпературных этапа отличаются широким развитием метасоматических процессов, для двух последних, низкотемпературных, характерно образование простых трещинных жил. В пределах отдельных месторождений имеет место взаимное наложение минеральных образований различных этапов с образованием сложных их сочетаний. Среди околорудных изменений наиболее близка к полиметаллам по времени образования и условиям пространственного размещения хлоритизация.

11. Общие закономерности рудоразмещения, как и условия локализации рудных тел в пределах отдельных месторождений, определяются наличием двух групп факторов — структурных и литологических. Наиболее богатые концентрации возникают при благоприятном сочетании факторов обеих групп.

12. Структурными факторами определяется, в первую очередь, характер распределения оруденения на площади района. Все рудные образования пространственно тесно связаны с разрывными нарушениями. Размещение высокотемпературной минерализации контролируется сложнопостроенными зонами сколовых нарушений, низкотемпературная минерализация выполняет простые трещины отрыва.

Степень рудоносности сколовых нарушений определяется характером структурного плана их развития и наличием повторных обновлений в период рудоотложения. Характер последних обнаруживает четкую унаследованность плана деформаций отдельных предшествовавших тектонических фаз, вследствие чего рудная минерализация размещается в тесной пространственной связи с определенными типами ранее внедрившихся по зонам сколов малых интрузий. Среди разновозрастных сколовых нарушений наиболее благоприятны для рудоразмещения

предшурабсайские (преднижнепермские) и предравашские (предверхнепермские).

13. Литологические факторы контролируют распределение оруденения в разрезе района. Состав пород оказывает влияние на характер и интенсивность постмагматического рудообразования. Обнаруживается тесная связь скарново-магнетитовых и большинства полиметаллических проявлений с карбонатными породами (известняки, доломиты). Пиритовая и арсенипиритовая минерализация тяготеет к силикатным породам, главным образом изверженным, кислого и среднего состава (андезиты, дациты, диориты, гранодиориты). Для вольфрамовой минерализации четко выражено сродство с наиболее кислыми породами (липаритовые, кварцевые порфиры, гранит-порфиры). Распределение низкотемпературной минерализации жильного типа не обнаруживает четкой связи с составом вмещающих пород и контролируется, в первую очередь, структурными факторами.

14. Ведущие структурные факторы локализации полиметаллических рудных тел в пределах отдельных месторождений: морфология и характер повторных приоткрываний главной рудоконтролирующей структуры (поверхности скалывания, отрыва, отслоения, магматического контакта и пр.), наличие и характер секущих, оперяющих и сопряженных разрывов, развитие и характер распределения мелкой трещиноватости.

Роль литологических факторов определяется химическими и физико-механическими свойствами пород и находит свое отражение в резко избирательном характере рудоразмещения. Наиболее благоприятны для осаждения полиметаллов породы смешанного карбонатно-силикатного состава — нечистые разновидности известняков (песчанистые, глинистые), песчаники с карбонатным цементом, известняково-аркозовые конгломераты и др. Избирательность рудоразмещения существенно регулируется также характером и интенсивностью дорудных постмагматических изменений (скарнирование, мраморизация, серицитизация, окварцевание), влияющих на свойства среды рудоотложения — состав пород, их пористость, проницаемость, хрупкость и др.

15. Наиболее интересны, с точки зрения перспектив глубинной полиметаллической рудоносности, те участки, где рудовмещающая карбонатная толща среднего палеозоя перекрыта верхнепалеозойскими эффузивными образованиями. Для прогнозной оценки таких участков большое значение имеет разработка критериев наличия и глубин залегания карбонатных пород. С этой целью, наряду с анализом стратиграфических и структурных соотношений, было проведено специальное изучение частных тектонических, магматических и геохимических признаков. В качестве геохимических критериев наиболее достоверными оказались проявления специфических видов после-

магматических изменений в эффузивах (эпидотизация, развитие кальцитовых прожилок), связанные с выносом кальция из подстилающих карбонатных пород.

#### IV. Обоснование перспективных площадей поверхностного и глубинного оруденения

16. Выделение перспективных площадей полиметаллического оруденения проводилось на основе обработки материалов, полученных по охарактеризованным выше направлениям исследования. Основные исходные данные для анализа были представлены в виде серии карт, составленных в масштабе прогнозирования: геологической, литолого-петрографической и структурно-тектонической, карт метаморфизма, рудопроявлений, четвертичных отложений и шлиховой съемки. Кроме того, были использованы некоторые графические документы более крупного масштаба — структурные планы месторождений, структурно-петрографические разрезы с данными изучения ореолов первичного рудного рассеяния и др. Геолого-прогнозная карта района представляла собой результат обобщения и совместного анализа поисковых предпосылок и признаков рудоносности, выявленных в процессе исследования и содержащихся в перечисленных документах.

17. Построение геолого-прогнозной карты проводилось на основе принципов суммирования количественных показателей рудоносности, разработанных А. В. Королевым и П. А. Шехтманом и успешно использованных ранее при геолого-прогнозной оценке ряда рудных полей других районов Средней Азии. Составлению карты предшествовала характеристика сравнительной роли отдельных предпосылок и признаков рудоносности с дифференцированной оценкой каждого показателя в баллах. Начальным элементом построения карты было выделение перспективных зон, отличающихся благоприятным сочетанием ведущих поисковых предпосылок (наличие разрывных нарушений определенного генетического типа и возраста, развитие карбонатных пород и др.). В пределах перспективных зон были выделены геологически однородные участки, характеризующиеся единством структурной позиции и внутренних особенностей геологического строения.

Оценка перспектив рудоносности производилась отдельно по каждому геологически однородному участку путем суммирования частных оценок благоприятности поисковых предпосылок. Геолого-прогнозная оценка рудоносности поверхностного и глубинного типов выполнялась раздельно. В последнем случае вводился дополнительный геолого-экономический показатель, учитывающий глубину залегания предполагаемых рудных тел. Результаты анализа были оформлены в виде двух геолого-прогнозных карт рудоносности поверхностного и глубинного типов,

отличающихся своим целевым назначением, содержанием и характером нагрузки.

18. Геолого-прогнозная карта поверхности предназначена для обоснования поисково-разведочных работ. На ней нанесены обобщенные литологические типы осадочных и эффузивных пород, главные элементы разрывной тектоники и интрузивные тела с подразделением по составу и возрасту; выделены площади, закрытые четвертичными отложениями, с указанием их генетических типов и мощностей; оконтурены ореолы вторичного рудного рассеяния; показаны все месторождения и рудные проявления, имеющие выходы на поверхность, с подразделением по генетическим типам. На этой основе штриховкой выделены участки различной перспективности и очередности поисково-разведочных и ревизионных работ.

19. Назначение геолого-прогнозной карты глубинной рудоносности состоит в обосновании структурно-поискового бурения. Карта содержит контурные обозначения основных элементов геологического строения поверхности, характеристику распределения минералогических индикаторов — показателей глубинной рудоносности и признаков наличия карбонатных пород под эффузивами. Основу собственно-прогнозной части построения составляет структурная карта с изолиниями основных рудоконтролирующих поверхностей (кровля среднепалеозойской карбонатной толщи, поверхности тектонических и магматических контактов). На ней нанесены прогнозные контуры перспективных зон с выделением участков различной глубины и очередности постановки структурно-поискового бурения.

#### V. Проверка прогнозов поисковыми и разведочными работами

20. Исследования проводились в районе, где развитие крупной горнодобывающей промышленности требует непрерывного расширения фронта геологоразведочных работ. В связи с невозможностью завершения работ по составлению геолого-прогнозной карты всего района в короткие сроки, перспективно-прогнозная оценка некоторых площадей выполнялась на промежуточных стадиях исследования. Такая оценка давалась систематически в виде объяснительных записок с приложением прогнозных карт, структурных планов и разрезов отдельных участков, а также отражалась в обосновании проектов геологоразведочных работ. Большинство сделанных прогнозов в течение короткого времени проверялось буровыми и горными работами.

21. Проверкой частных прогнозов было выявлено несколько рудных объектов, наиболее крупные из них оказались полиметаллическими месторождениями промышленного значения. Характерно, что для них были сначала подтверждены бурением

прогнозы о наличии и условиях залегания глубинного оруденения и лишь позже найдены выходы на поверхность, скрытые наносами. Ряд полиметаллических рудопроявлений, найденных авторами непосредственно в процессе геолого-съёмочных работ, или не изучавшихся ранее, получил обоснованную прогнозную оценку, впоследствии подтвердившуюся поставленными на них геологоразведочными работами.

### **ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОН И РУДНЫХ РАЙОНОВ В СВЯЗИ С МЕТОДИКОЙ СОСТАВЛЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ**

*Г. А. Твалчрелидзе*

(КИМС)

На первой сессии, посвященной металлогеническим и прогнозным картам, состоявшейся в 1958 г. в Алма-Ате, не была достигнута договоренность об общих для всех регионов принципах и методах составления металлогенических карт мелкого и среднего масштабов, предназначенных главным образом для выделения металлогенических зон и планирования поисковых работ. Тем сложнее представляется разработка методики крупномасштабного металлогенического картирования рудных районов. Между тем, эта проблема сейчас весьма актуальна, поскольку с ней связано решение задач прогнозирования в пределах конкретных рудоносных площадей и направления детальных поисков и разведок в целях выявления новых месторождений полезных ископаемых, требуемых для дальнейшего развития народного хозяйства.

Если задачи мелко- и крупномасштабных прогнозно-металлогенических карт и различны, то принципы их составления должны быть общими. Однако эти два направления металлогенических исследований длительное время проводились изолированно друг от друга и базировались на различных принципах: общих закономерностях геологического развития крупных элементов земной коры в первом случае и деталях геологического строения конкретных рудных районов — во втором.

#### **Об основах классификации рудных районов**

До последнего времени нет четкого определения основных терминов, которыми пользуется исследователь при металлогеническом анализе. Так, Ю. А. Билибин [2] понятие «металлогеническая эпоха» полностью заимствует у В. Линдгрена ([5],

стр. 375), определяя ее как «промежуток геологического времени, благоприятный для отложения определенного полезного ископаемого», что противоречит общегеологической позиции, на которой базируются металлогенические схемы как самого Ю. А. Билибина, так и всех более поздних исследователей. В понимании автора металлогеническая эпоха соответствует геотектоническим и магматическим циклам. Такое определение было принято при рассмотрении металлогенических эпох Кавказа [11], аналогичное содержание вкладывают в это понятие В. И. Смирнов [10], производя металлогенический анализ всей территории СССР, и И. Г. Магакьян [6] при построении металлогенической карты мира.

Термин «металлогеническая провинция» также пока применяется в различных смыслах. В. М. Крейтер [4] считает, что это «участки земной коры, насыщенные однотипными (и часто разновозрастными) рудопоявлениями». М. А. Кашкай [3] при характеристике металлогении Азербайджана в качестве металлогенических провинций выделяет отдельные тектонические зоны Малого Кавказа. Сохранение геотектонического принципа требует более широкого использования этого общего термина и позволяет отнести к металлогеническим провинциям отдельные регионы (например, Урал) или их крупные части (например, Большой Кавказ и Малый Кавказ), отличающиеся особенностями геологического строения, магматизма и металлогении.

В качестве более мелких подразделений понятия «металлогеническая эпоха» предлагаются три ее главные стадии — доскладчатая, складчатая, постскладчатая (ранняя, средняя, поздняя), а металлогенические провинции (пояса) целесообразно, как примерно делают А. В. Орлова и Е. Т. Шаталов [8], подразделять на металлогенические зоны (области), рудные районы (узлы) и рудные поля.

Металлогенические зоны, представляющие самостоятельные тектонические структуры, состоят из ряда рудных районов, объединяющих сближенные в пространстве однотипные (иногда разновозрастные) рудные поля и отдельные месторождения. Границы между рудными районами, принадлежащими к одной металлогенической зоне, не всегда выражены четкими геологическими линиями, и в этих случаях они разделяются безрудными пространствами. Индивидуализация рудных районов обычно определяется магматическими, структурными или литологическими факторами.

Классификация рудных районов представляет большие затруднения, поскольку требует анализа весьма обширного и не всегда доступного материала. Как справедливо отмечают Е. А. Радкевич и И. Н. Томсон [9], «эта классификация ...должна начинаться с классификации самих рудных провинций».

Х. М. Абдуллаев [1] в своей последней статье предложил классификацию рудно-петрографических провинций, в качестве

которых он выделяет основные структурные элементы земной коры.

Попытка схематической геотектонической классификации собственно металлогенических зон выполнена автором сначала на примере Кавказа [12], а затем на примере более обширной Причерноморской альпийской геосинклинальной области [13]. В качестве основы для подобных классификаций могут быть использованы следующие металлогенические особенности складчатых областей.

Месторождения, образованные в различные стадии металлогенических эпох и обладающие в силу этого специфическими особенностями вещественного состава, структуры и генетического типа, подразделены на три главных металлогенических типа, условно названные доскладчатым, складчатым и постскладчатым. Каждый из них объединяет ряд рудных формаций.

Устанавливается связь месторождений отдельных металлогенических типов с определенными геотектоническими зонами, что обусловлено преимущественным проявлением в их пределах одной, реже двух, стадий различных металлогенических эпох. Это обстоятельство отмечалось автором [11] для Кавказа, а В. И. Смирновым [10] подмечено в отношении крупных металлогенических провинций СССР. Так, классическими примерами провинций с преимущественным проявлением оруденения доскладчатого металлогенического типа могут быть Урал и Анатолия, складчатого — Средняя Азия и Центральный Казахстан, подскладчатого — Кара-Тау.

Е. А. Радкевич и И. Н. Томсон [9] также уделяют внимание разнотипности металлогенических провинций, которые они подразделяют на две группы: фемические, соответствующие эвгеосинклиналям, и сиалические — миогеосинклиналям. Если первая из них может быть сопоставлена с провинциями доскладчатого типа, а вторая — с провинциями складчатого типа, то для постскладчатого типа, объединяющего провинции двухэтажного строения (передовые и межгорные прогибы), аналога в этой классификации нет.

Образование месторождений того или иного металлогенического типа происходит в определенной геологической обстановке и если учесть преимущественное развитие отдельных типов месторождений в различных геотектонических зонах, то следует предполагать наличие унаследованности при осадконакоплении, магматизме и рудообразовании, сопровождавшем полициклический процесс формирования этих зон. Расшифровка истории геологического развития геосинклинальных областей устанавливает одновременное проявление в соседних геотектонических зонах различных стадий металлогенических эпох. Иначе говоря, часто в непосредственной близости друг от друга одновременно образуются месторождения совершенно различных типов. Поэтому образование месторождения нельзя

Основные группы металлогенических зон	Главнейшие типы рудных районов	Ведущие рудные формации	Связь оруденения с магматизмом	Генетический тип	Рудоконтролирующие структуры	
Зоны с преимущественным развитием месторождений доскладчатого металлогенического типа (эвгеосинклинали)	Глубинные разломы, фиксируемые поясами офиолитов	Площади развития ультраосновных пород Площади развития основных пород То же с наложенными интрузиями плагиигранитов	Хромо-никелевая Титан-магнетитовая с платиной Золоторудная	Генетическая с ультраосновными породами Генетическая с основными породами Парагенетическая с гранитоидами	Магматический То же	Нет "
	Синклинии, сложенные вулканогенными породами андезитового состава	Площади развития габбро-диоритов и сиенит-диоритов Площади развития известняков, прорываемых габбро-диоритами	Полиметаллическая	Генетическая с изверженными породами То же	Гидротермальный, низкотемпературный Гидротермальный, среднетемпературный Контактово-метасоматический	Крупные тектонические разломы Трещинная тектоника Зоны разлома, зоны экзоконтакта Брахискладчатость, трещиноватость
Зоны с преимущественным развитием месторождений складчатого металлогенического типа (миогеосинклинали)	Антиклинории, возникшие при консолидации вторичных геосинклиналей	Площади развития кислых вулканогенно-осадочных толщ и субвулканических пород	Железорудная	Парагенетическая с субвулканическими дацитами и альбитофирами	Гидротермальный, низкотемпературный	Трещинная тектоника
	Антиклинории, образованные слиянием ряда геантиклинелей, и срединные массивы	Площади развития плагиигранитоидов Площади развития разновозрастных гранитоидов Площади развития карбонатных пород, прорванных гранитоидами	Колчеданная, баритополиметаллическая, гематит-марганцевая Полиметаллическая, баритовая Редкометалльно-мышьяковая Шеелит-молибденитовая	Генетическая с гранитоидами То же " "	Гидротермальный, средне-, низкотемпературный Пегматитовый и гидротермальный высокотемпературный Контактово-метасоматический	То же Разломы, зоны экзоконтакта
Зоны с преимущественным развитием месторождений посткладчатого металлогенического типа	Антиклинории, образованные при расчленении геантиклинелей, испытавшие вторичное погружение	Площади развития молодых многофазных гранитоидов То же на периферии массивов	Медно-молибденовая	Парагенетическая с малыми интрузиями порфиров	Гидротермальный, высокотемпературный Гидротермальный, среднетемпературный	Зоны разлома, трещинная тектоника Трещинная тектоника
	Передовые и межгорные прогибы, периферические части складчатых сооружений, отличающиеся двухэтажным строением	Площади, сложенные дислоцированными отложениями нижнего структурного этажа Площади, сложенные карбонатными породами верхнего структурного этажа	Полиметаллическая и баритовая Полиметаллическая	Не наблюдается	Телетермальный	Предположительно крупные разломы
	Пояса разломов, пересекающие различные тектонические элементы	Площади, сложенные породами фундамента Площади развития разломов, контролирующих проявления молодого магматизма Узкие пояса вдоль разломов, пересекающих песчаники и известняки	То же Редкометалльная и полиметаллическая Ртутная	Парагенетическая с малыми интрузиями порфиров Парагенетическая с малыми интрузиями гранитоидов	Гидротермальный, среднетемпературный Гидротермальный, средне-, низкотемпературный	Зоны разлома и смятия, трещинная тектоника Региональные разломы, зоны экзоконтакта, трещиноватость
				Не наблюдается	Телетермальный	Региональные разломы

представить в виде одного непрерывного процесса, как это предусматривается, например, генетической классификацией Г. Шнейдерхена ([15], стр. 89—90), в которой главные магматогенные группы месторождений — магматическая, пегматит-пневматолитовая, гидротермальная и эксгальационная — связываются между собой в непрерывный ряд промежуточными группами. В природе все эти группы никогда не проявляются в одном районе или одной металлогенической зоне. Напротив, для каждой из геотектонических зон характерны месторождения одной генетической группы, причем часто разновозрастные. Данное обстоятельство требует дополнения генетических классификаций месторождений элементами геотектоники.

### Опыт классификации металлогенических зон и рудных районов

На прилагаемой таблице в самом схематичном виде иллюстрированы принципы классификации металлогенических зон и рудных районов, разработанные на примере Причерноморской альпийской геосинклинальной области. Предлагаемая для обсуждения попытка классификации в какой-то мере перекликается с опытом, предпринятым в этом направлении Х. М. Абдуллаевым [1] в планетарном масштабе, но охватывает лишь определенные группы молодых геосинклинальных областей, оставляя одновременно широкие возможности для всяческих дополнений и исправлений.

Металлогенические зоны подразделены на три главные группы, определяющие в основных чертах развитые в их пределах осадочные и магматические породы, структуры и месторождения. Эти группы подразделяются более подробно по геотектоническим элементам, каждый из которых отличается специфической металлогенией. При выделении типов рудных районов в пределах каждого геотектонического элемента руководствуются конкретными магматическими, структурными либо литологическими факторами, определяющими локализацию месторождений в пространстве. Для характеристики типов районов приведены лишь некоторые критерии: рудные формации, связь оруденения с магматизмом, генетический тип и рудоконтролирующие структуры. Их число можно пополнить околорудными изменениями, морфологией рудных тел и другими характерными признаками.

#### К методике составления прогнозно-металлогенических карт рудных районов

Карты прогноза в настоящее время составляются по многим рудным районам, однако все они разнятся друг от друга в методическом отношении в еще большей степени, чем мелкомасштабные металлогенические карты. Данное обстоятельство в известной мере обусловлено и отсутствием четкого определе-

ния термина «рудный район». Так, согласно Е. Т. Шаталову [14], «под рудным районом... понимается рудоносная площадь, представляющая часть металлогенического пояса структурнометаллогенической зоны..., характеризующаяся общностью геологических условий и развитием... определенных рудных формаций... Эти месторождения обычно генетически связаны между собой и близки по возрасту...». Е. А. Радкевич и И. Н. Томсон [9] предлагают иное определение: «Рудный район — единица, меньшая по сравнению с металлогенической зоной, составляет часть какой-либо зоны или двух соседних зон. Рудный район обнимает группу сближенных рудных полей, обычно сходных, а иногда и отличных по характеру минерализации». В практике выделения рудных районов обычно производится на основе географо-экономических принципов, что нельзя считать правильным, но с чем при металлогеническом картировании часто приходится считаться. К этому следует добавить отсутствие общепринятых пространственных ограничений этого понятия. Например, при характеристике месторождений Зангезура (Южная Армения) эта территория различными исследователями называется металлогенической провинцией, структурно-металлогенической зоной, рудной областью или рудным районом. При таком разном в определениях основных понятий затруднительно разработать единую методику картирования. Вместе с тем, опираясь на изложенные выше соображения, возможны некоторые общие рекомендации.

Рудные районы должны выделяться в отдельных металлогенических зонах по сближенным месторождениям и рудопроявлениям. В общем случае они относятся к сходным рудообразованиям, однако далеко не исключаются случаи наложения разнотипного (в генетическом и металлогеническом смысле) оруденения. Обычно контуры районов определяются достаточно уверенно, и тогда картирование их не представляет особых затруднений. В других случаях имеет место сближенность в пространстве рудных районов соседних металлогенических зон или развитие на небольшой площади оруденений разных возрастов генетического типа (магматогенных и осадочных) и вещественного состава. Тогда одна прогнозная карта должна охватывать ряд районов, и особенности каждого из них следует четко отразить.

Основой карты прогноза рудного района (масштаб 1 : 200000 — 1 : 25000) должна быть кондиционная геологическая карта, в лучшем случае более крупного масштаба (соответственно 1 : 100000 и 1 : 10000). Желательна специализированная переработка основы, заключающаяся в обобщении нагрузки, не отражающей факторы рудообразования (стратиграфии) и пополнение ее дополнительным материалом (структуры, литофации, осадочные формации, магматические проявления с максимальной детализацией, ореолы рассеяния элементов, данные



геофизических съемок и др.). На карту должны быть нанесены границы металлогенических зон, рудных районов разных типов и отдельных рудных полей. Рудные месторождения рекомендуются расчленить по металлогеническим типам (форма знака), генетическим типам (усложнение формы), возрасту (цвет каймы), вещественному составу (цвет), минералогическим типам (цифры), масштабу (размер), состоянию разведанности и эксплуатации (дополнительные изображения, например, флажки). Элементы прогноза могут быть показаны наложением штриховки разной формы и цвета.

### Некоторые выводы

1. Металлогенический анализ большинства геосинклинальных областей свидетельствует о преимущественном развитии месторождений отдельных металлогенических типов в пределах определенных геотектонических зон. Так, доскладчатый металлогенический тип обычно обнаруживается в зонах, преобразованных из эвгеосинклиналей, где оруденения генетически связаны с основной магмой либо продуктами ее глубинной контаминации; для месторождений складчатого металлогенического типа, связанных с гранитоидами, характерно расположение вдоль зон, возникших на месте миогеосинклиналей; месторождения постскладчатого металлогенического типа преимущественно распространены вдоль передовых и межгорных прогибов, отличающихся двухэтажным строением.

2. Между рудными формациями, развитыми в пределах трех отмеченных главных групп металлогенических зон, как правило, не наблюдается непосредственных переходов. Напротив, каждая из этих групп зон характеризуется повторным (разновозрастным) проявлением тех же (или близких) типов месторождений. Данное обстоятельство служит свидетельством унаследованности полициклического геологического развития.

3. В рудных районах зон доскладчатой и складчатой групп обычно наблюдается четкая генетическая связь эндогенных месторождений с конкретными интрузивами или магматическими комплексами; для месторождений, развитых в пределах рудных районов постскладчатой группы, лишь предположительно устанавливается парагенетическая связь с малыми интрузивами, в некоторых случаях связь с магматизмом вообще не наблюдается.

4. В природе, по-видимому, нет непрерывного генетического ряда месторождений Ниггли—Шнейдерхена, а в рудных районах различных структурных типов проявляются отдельные сегменты этого ряда, не имеющие между собой непосредственной связи. Так, можно выделить районы развития магматических месторождений, связанных с ультраосновными породами; пегматовых и гидротермальных месторождений, связанных с батолитами гранитоидов; низкотемпературных гидротермальных близ-

поверхностных месторождений, связанных с малыми интрузивами; колчеданных месторождений, связанных с эффузивным вулканизмом и т. д.

5. Рудовмещающие структуры в рудных районах трех главных групп отчетливо различны, что находится в прямой зависимости от геологических условий рудообразования. В районах доскладчатой и складчатой групп структурный фактор обычно не определяет локализацию оруденения — здесь ведущая роль принадлежит форме металлоносного интрузива, характеру его контакта и литологии вмещающих пород. В рудных районах постскладчатой группы, напротив, структурный фактор приобретает руководящее значение и предопределяет возможность образования месторождений на значительных расстояниях от магматического очага.

6. Все сказанное свидетельствует о том, что анализ истории геологического развития отдельных рудных районов, дающий возможность определения условий, времени и места рудообразования, должен быть положен в основу крупномасштабного металлогенического картирования и прогнозирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев Х. М., Опыт классификации рудно-петрографических провинций, Узбекск. геол. журн., № 4, 1959.
2. Билибин Ю. А., Металлогенические провинции и металлогенические эпохи, Госгеолтехиздат, 1955.
3. Кашкай М. А., Основные черты металлогении и металлогеническая карта Азербайджана, Матер. научн. сесс. по метал. и прогн. картам, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
4. Крейтер В. М., Структуры рудных полей и месторождений, Госгеолтехиздат, 1956.
5. Линдгрэн В., Минеральные месторождения, т. III, ОНТИ, 1935.
6. Магакьян И. Г., Основы металлогении материков, Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1959.
7. Металлогенические и прогнозные карты, Труды объедин. научн. сесс. по метал. и прогн. картам, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1959.
8. Орлова А. В. и Шаталов Е. Т., О методических основах составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов, Матер. научн. сесс. по металл. и прогн. картам, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
9. Радкевич Е. А. и Томсон И. Н., О крупномасштабном металлогеническом картировании, Матер. научн. сесс. по метал. и прогн. картам, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
10. Смирнов В. И., Опыт металлогенического районирования территории СССР, Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1959.
11. Твалчрелидзе Г. А., Металлогенические эпохи Кавказа, «Советская геология», № 59, 1957.
12. Твалчрелидзе Г. А., Особенности металлогении тектонических зон разного типа (на примере Кавказа), Автоаннотации докладов на научной сессии КИМС, Изд-во АН ГрузССР, Тбилиси, 1959.
13. Твалчрелидзе Г. А., Опыт геотектонической классификации металлогенических зон и рудных районов, Узбекск. геол. журн., № 1, 1960.
14. Шаталов Е. Т., О металлогении рудных районов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 9, 1958.
15. Шнейдерхен Г., Рудные месторождения, Изд-во ИЛ, М., 1958.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ГЛУБИННЫХ ПОИСКОВ ПОСЛЕМАГМАТИЧЕСКИХ СКРЫТЫХ РУДНЫХ ТЕЛ

*А. В. Королев*

(ГИН АН УзССР)

В докладе рассматриваются геологические принципы, применяемые для обоснования глубинных поисков послемагматических рудных тел, скрытых в более ранних вмещающих их горных породах и не имеющих выходов на земную поверхность. Рудные тела, у которых выходы на поверхность перекрыты более поздними по отношению к ним горными породами или четвертичными наносами, не рассматриваются.

Для обоснования глубинных поисков скрытых послемагматических рудных тел принимаются следующие главные принципы: 1) непрерывность минерализующей и рудообразующей струи; 2) взаимодействие восходящих гипогенных растворов с горными породами на пути к земной поверхности; 3) закономерности изменения состава гипогенных растворов и минеральных новообразований, возникающих при их участии; 4) зависимость развития послемагматического процесса от тектонических движений и деформаций.

Краткая характеристика этих принципов и направлений их использования излагается в докладе.

### 1. Непрерывность минерализующей и рудообразующей струи

Послемагматические (пневматолитовые и гидротермальные) месторождения руд железа, золота, цветных и редких металлов, а также барита, флюорита и других полезных ископаемых образуются при взаимодействии горячих растворов с горными породами. Эти газовые и водные растворы, находящиеся под большим давлением, поднимаются из глубин земной коры к ее поверхности как к области низких давлений. Они продвигаются

через горные породы локализованными струями вдоль разрывных нарушений и вообще вдоль участков повышенной проницаемости: интрузивных контактов, даек, трещиноватых пород, пористых пластов и т. п.

Непрерывность минерализующей струи в пространстве горных пород проявляется на всем пути ее движения от глубинного источника, порождающего растворы, до самой земной поверхности, с выходом на эту поверхность. Об этом могут свидетельствовать следующие факты:

1) восходящее движение мощных струй растворов. Это явление может быть обусловлено только той значительной разницей давлений, которая существует между глубинным источником растворов (магматогенным или иным) и атмосферой, пределом этого движения является земная поверхность. Эту восходящую тенденцию нельзя объяснить возникновением местных вакуумов при деформациях земной коры [1], которые могут иметь лишь ограниченное местное значение для создания разницы давлений;

2) достаточное количество путей движения растворов в горных породах, периодически подвергающихся тектоническим «встряскам» в течение послемагматического процесса, о чем ниже будет сказано особо;

3) выходы глубинных горячих вод и газов в областях юного вулканизма [15], образующие гейзеры и горячие источники, которые изменяют горные породы и дают свои отложения, иногда рудоносные (ртуть, сурьма, золото и серебро). Эти отложения легко удаляются эрозией и в ископаемом состоянии, как правило, отсутствуют;

4) огромные объемы пород, подвергающихся послемагматическому метаморфизму и оруденению при участии гипогенных растворов. Для формирования этих объемов растворы не только должны принести с собой значительные массы веществ, участвующих в построении минеральных новообразований, но и вынести вверх соответственные массы веществ, слагавших исходные горные породы, подвергавшиеся замещению. Малые струи могут при движении вверх рассеиваться в горных породах, но и в такой незаметной рассеянной форме они достигают земной поверхности. Мощные же струи достигают ее локализованными путями, и чем больше масса приносимых и выносимых ими минеральных веществ, тем более обязателен их выход на земную поверхность.

Признаки движения минерализующих струй в горных породах могут выражаться по-разному: то в виде рудных тел, то в виде измененных пород, но они обязательно существуют на всем многокилометровом их пути. Значение стратиграфо-литологического разреза и тектонических деформаций пород дает возможность предусматривать указанные изменения в проявлениях действия струи и предсказывать поведение созданного ею

оруденения на глубине. Но сама идея непрерывности минерализующей и рудообразующей струи и положение о том, что она не может пройти в горных породах бесследно, помогают геологу-разведчику находить новые рудные тела все глубже по ходу струи в более благоприятных участках для локализации руд, несмотря на отсутствие оруденения на отдельных интервалах.

Из положения о непрерывности струи следует, что признаки ее действия обязательны в любом доступном нам сечении, в том числе и в любом эрозионном срезе. При изучении этих признаков на земной поверхности приходится учитывать супергенные изменения созданных данной струей руд и гидротермально метаморфизованных пород и реставрировать по ним состав и распределение первичных минеральных комплексов.

В докладах В. А. Королева, В. А. Терентьева и Э. П. Рыжова приведены примеры оценки и использования результатов деятельности минерализующих и рудообразующих струй.

Непрерывность минерализующей и рудообразующей струи представляет один из главных рабочих принципов для обоснования глубинных поисков рудных тел.

## 2. Взаимодействие восходящих гипогенных растворов с горными породами

Взаимодействие восходящих гипогенных растворов с горными породами в значительной мере зависит от состава и свойств горных пород по отношению к тектоническим напряжениям. Поэтому точное знание стратиграфо-литологического разреза вмещающих пород составляет основу всякого прогноза о поведении оруденения на глубине. Автор предложил [7] метод геологического анализа таких разрезов для рудных полей, позволяющих выделить в них пласты более или менее благоприятные и совсем неблагоприятные для локализации руд.

Некоторые горные породы сами по себе обладают достаточной проницаемостью для проникновения растворов и образования в них руд. Другие приобретают эту проницаемость в результате тектонических деформаций, в особенности типа массового дробления; третьи породы остаются слишком слабопроницаемыми для растворов и могут играть экранирующую роль при размещении оруденения в прилегающих к ним более проницаемых породах, успешно взаимодействующих с поступающими растворами.

При смене геологических формаций, пересекаемых восходящей струей растворов, характер минерализации и формы, а также состав создаваемых ею месторождений могут резко изменяться. Свинцово-цинковые руды в известняках глубже могут сменяться колчеданными медными рудами в подстилающих эффузивах или песчаниках, приводя к проявлению одного

из типов первичной зональности, обусловленной литологическим составом пород [10].

В иных геологических формациях оруденение вовсе прекращается, и следы прохождения по ним восходящей струи могут быть прослежены только по безрудной сопровождающей минерализации пород. Нередко в одной и той же геологической формации структурные условия рудоотложения изменяются и оруденение на глубину то исчезает, то вновь появляется. Вследствие описанных соотношений и избирательного характера размещения руд на пути струи образуется серия разобщенных рудных тел одинакового или различного состава. Примеры различных результатов взаимодействия гипогенных растворов с горными породами приведены в докладах В. А. Королева, В. А. Терентьева, Э. П. Рыжова, П. А. Шехтмана и др.

Необходимо иметь в виду, что в общем геологическом процессе и, в частности, при взаимодействии с гипогенными растворами свойства горных пород подвергаются существенным изменениям. Поэтому, например, сульфидное оруденение легче локализуется в предварительно серицитизированных, чем в свежих гранодиоритах.

## 3. Закономерности изменения состава гипогенных растворов

Изменения во времени состава гипогенных растворов и минеральных новообразований, возникающих при их участии, находят в соответствии с регрессивным характером процесса, протекающего с уменьшением температуры, и имеют определенные закономерности. Выделяются следующие главные этапы возникновения этих новообразований: 1) безводные силикаты, 2) гидроксильные и водные силикаты, 3) окислы и вольфраматы, 4) сложные карбонаты, содержащие Са, Mg, Mn, Fe, 5) главная масса кварца, 6) ранние сульфиды (пирит, молибденит, арсенопирит и др.), 7) барит и флюорит, 8) поздние сульфиды и сульфосоли (халькопирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит, стибнит, киноварь и др.), 9) безрудный кремнезем, кальцит, цеолиты. Минералы первых трех из этих стадий в главной своей массе, вероятно, относятся к пневматолитовому этапу, а остальных стадий — к гидротермальному этапу процесса.

Этот порядок образования минеральных групп во времени определяет и тесные пространственные связи минеральных новообразований, созданных на одной и той же или на различных стадиях процесса, и их поисковое значение друг для друга. Отсюда следует, что руководящим признаком для поисков одного минерала или элемента могут быть другие минералы и элементы, образовавшиеся в течение одного и того же гипогенного процесса.

Таким образом, мы приходим к понятию об ореолах рассеивания и об индикаторах скрытого оруденения [4], широко

используемых при глубинных поисках. Эти индикаторы могут быть минералогическими и геохимическими; те и другие имеют различную относительную ценность. Наиболее ценные минералогические индикаторы сами представляют собой искомые рудообразующие минералы, далее следуют сопутствующие им другие рудные минералы той же стадии, затем различные жильные минералы и, наконец, минералы гипогенных изменений пород. Геохимические индикаторы представляют собой те или другие химические элементы, накопления и проявления которых свойственны данному гипогенному процессу. Наличие их устанавливается прежде всего по тем минералам, в которые они входят как обязательная составная часть. Но они могут также присутствовать в качестве элементов-примесей в отдельных минералах и минеральных комплексах, где обычно устанавливаются методами спектрального анализа. В числе геохимических индикаторов наибольшей ценностью обладают сами искомые рудообразующие элементы, затем другие элементы, парагенные им в данной стадии, и, наконец, элементы, распространенные в других стадиях.

Оценка интенсивности проявления тех или иных индикаторов (Королев, 1949) в их абсолютном (содержание в процентах, площадь оруденения в квадратных метрах) или относительном выражении (баллы и различные условные оценочные индексы) дает возможность широко использовать метод индикаторов при составлении прогнозных карт и обосновании глубинных поисков.

Закономерные изменения состава гипогенных растворов происходят не только во времени по стадиям, но и в пространстве внутри отдельных стадий процесса. Первой причиной этих изменений является взаимодействие растворов с пересекаемыми ими породами, оно приводит к первичной зональности распределения рудных компонентов, зависящей от состава вмещающих пород [13]. Следует подчеркнуть, что при этом большое значение имеют не только вмещающие, но и подстилающие породы, через которые фильтруются гипогенные растворы. Так, в известняковых породах редко встречаются кварцевые жилы, но они развиваются при наличии мощной песчано-сланцевой толщи, подстилающей известняки, отдающей растворам свой кремнезем (хр. Нура-Тау). Выше мощной карбонатной толщи в покрывающих ее песчаниках распространены не кварцевые, а карбонатные жилы (Чал-Куйрук в Алтайском хребте). Во всех этих случаях основной причиной изменений состава растворов является заимствование ими компонентов боковых пород и отдача своих минеральных компонентов.

Вторая причина состоит в изменении состава восходящих растворов в связи с фильтрацией их через полупроницаемые породы, а также в связи с изменениями давления и температуры в самих растворах, приводящих к «зональности отложе-

ния» и фильтрационной зональности распределения минеральных новообразований [13].

Третьей немаловажной причиной автор считает приближение гипогенных растворов к земной поверхности и смещение их с водами поверхностного происхождения с более высоким потенциалом окисления. Следствием этого смещения может быть усиленное накопление вместо сульфидных образований сульфатов (алунит, барит, ангидрит) в зонах, близких к земной поверхности.

Во всех этих случаях возникающие закономерности распределения минеральных новообразований и оруденения в виде вертикальной первичной зональности успешно используются [10] при обосновании глубинных поисков скрытых рудных тел.

#### 4. Зависимость развития послемагматического процесса от тектонических движений и деформаций

Послемагматическая минерализация и рудообразование занимают в тектоно-магматическом процессе завершающее положение и протекают при участии периодических мелких тектонических движений, которые обуславливают деформации, устанавливаемые в любом из послемагматических месторождений. Эти деформации создают и обновляют связанные цепи проницаемых участков, по которым струи растворов поднимаются из глубин к земной поверхности.

Таким образом, тектонические движения и деформации создают и поддерживают в действии всю систему питания растворами формирующихся месторождений: глубокие рудовыводящие разломы, более мелкие распределяющие каналы и, наконец, локализирующие тектонические и литологические «ловушки», в которых происходит усиленное взаимодействие растворов с горными породами и размещение оруденения. В совокупности возникает тектонический контроль оруденения, представляющий один из важнейших принципов для обоснования глубинных поисков. Тектонический контроль определяет главные закономерности размещения руд: в определенных формах и частях складок, в крупных трещинах и мелкотрещиноватых породах, в контактовых зонах интрузивов и вдоль даек, в определенных отношениях к глубоким рудовыводящим разломам [11] и поверхностям несогласного залегания пород [2].

Существенное значение в развитии рудовмещающих структур имеет взаимодействие литологического и тектонического контроля, которое создает все основные морфогенетические типы рудных тел [6].

Не менее важно взаимодействие тектонического фактора с закономерным изменением состава гипогенных растворов и минеральных новообразований, создаваемых при их участии. Имен-

но это взаимодействие определяет детали размещения в пространстве минералов и минеральных комплексов, образующихся на отдельных стадиях процессов. Так происходит разобщение отдельных комплексов или совмещение их путем наложения. Данное взаимодействие представляет один из важнейших факторов первичной зональности размещения в пространстве минеральных новообразований и оруденения [12, 5]. Этот фактор проявляется в формировании рудных образований различного масштаба — от рудных полей и до отдельных рудных тел.

Примеры результатов взаимодействия тектонических подвижек и изменения состава рудообразующих растворов и отлагаемых ими минеральных новообразований приведены в докладе З. А. Образцовой, Н. Н. Королевой и В. А. Королева в виде схем этапов и стадий развития гипогенного процесса.

Принцип влияния тектонических движений и деформаций на развитие послемагматического процесса и размещение оруденения широко используется для составления прогнозных планов и обоснования глубинных поисков на конкретных участках. Правильное понимание условий тектонического и литологического контроля оруденения на глубину, вместе с оценкой имеющихся здесь же индикаторов, является основой для таких поисков и составления для них прогнозных карт, пример которых приведен в докладе Ю. С. Шихина, Ж. Н. Кузнецова и Е. Н. Ищенко.

Описанные главные четыре принципа вытекают из геологической природы послемагматических месторождений и используются при составлении детальных прогнозных карт и поисков оруденения, не имеющего выходов на земную поверхность. Все эти четыре принципа действуют совместно при развитии послемагматического процесса, взаимодействуют между собой, и в каждом конкретном случае важно выяснить степень влияния и значение каждого из них.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г., Некоторые соображения о причинах движения гидротермальных растворов, Зап. Всесоюз. минер. об-ва, ч. 81, № 1, 1952.
2. Давыденко Ю. А., Угловые стратиграфические несогласия как фактор локализации эндогенного оруденения. Тр. Иркутского горно-металлургического института, серия геол., вып. 10, Иркутск, 1956.
3. Коржинский Д. С., Фильтрационный эффект в растворах и его значение для геологии, Изв. АН СССР, серия геол., № 2, 1947.
4. Королев А. В. и Полярков В. Э., Проявления гипогенной минерализации — индикаторы скрытого оруденения, «Советская геология», № 34, 1948.
5. Королев А. В., Зависимость зональности оруденения от последовательности развития структур рудных месторождений, Изв. АН СССР, серия геол., № 1, 1949.
6. Королев А. В., Классификация морфогенетических типов послемагматических рудных тел, Зап. Узб. отделения Всесоюз. минер. об-ва, вып. 6, Ташкент, 1954.

7. Королев А. В. и Шехтман П. А., Послемагматические рудные тела и методы их геологического анализа, Госгеолтехиздат, 1954.

8. Королев А. В. и Шехтман П. А., О методах обоснования прогнозов и поисков слепых рудных тел, Материалы к Всесоюз. совещанию по разработке научных основ поисков слепых рудных тел, Госгеолтехиздат, 1958.

9. Королев А. В., Об интенсивности минерализующей и рудообразующей струи, Узбекский геол. журн., № 4, Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1959.

10. Левицкий О. Д. и Смирнов В. Н., Значение первичной зональности для поисков рудных тел гидротермального происхождения, не выходящих на поверхность, «Советская геология», № 2, 1959.

11. Полярков В. Э. и Королев А. В., Некоторые особенности трещинных рудных жил и вопросы их глубинных поисков, Зап. Узб. отделения Всесоюз. минерал. об-ва, вып. IV, Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1953.

12. Смирнов С. С., К вопросу о зональности рудных месторождений, Изв. АН СССР, серия геол., № 6, 1937.

13. Смирнов В. И., Шесть типов первичной зональности гидротермальных рудных месторождений, Изв. АН СССР, серия геол., № 3, 1957.

14. Maskau R., The control of impounding structures on ore deposits, Econ. Geol., 41, N 1, 1946.

15. White D. E., Thermal springs and epithermal ore deposits, Econ. Geol. 50-th Annivers. Volume, 1955.

**МЕТАЛЛОГЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ КАРТЫ ХРЕБТА  
ПОЛУСНОГО НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СССР**

*И. Я. Некрасов, Е. Т. Шаталов*

(Якутский филиал АН СССР, ИГЕМ АН СССР)

Хребет Полоусный с его южными отрогами, именуемыми Селенняхским кряжем, является одним из крупных рудоносных регионов Северо-Востока СССР. Этот регион входит в Верхояно-Чукотскую мезозойскую складчатую область и в тектоническом отношении состоит из двух крупных единиц — Полоусного окраинного горст-антиклинория Колымского срединного массива и Полоусного синклинория [3, 1].

Полоусный окраинный горст-антиклинорий сложен протерозойскими кристаллическими сланцами, амфиболитами и гнейсами; синийскими филлитизированными сланцами, мраморами и доломитами и, наконец, мощной (около 10 км) толщей карбонатных отложений нижнего и среднего палеозоя (от нижнего ордовика до нерасчлененного пермо-карбона).

Полоусный синклинорий, вытянутый в широтном направлении от р. Яны на западе до р. Алазем на востоке, сложен мощной (6000—6500 м) литологически однообразной сланцево-песчаниковой толщей верхнего триаса, нижней, средней и верхней юры. Терригенные отложения во многих участках хребта Полоусного несогласно перекрыты эффузивными образованиями нижнемелового и верхнемелового возрастов.

В данном регионе нами выделяется три структурных яруса: 1) древний протерозойско-синийский, включающий центральную часть Полоусного окраинного горст-антиклинория в Селенняхском кряже; 2) палеозойский, территориально совпадающий с северной и северо-западной частью Полоусного окраинного горст-антиклинория и 3) мезозойский, охватывающий Полоусный синклинорий (западная и центральная части хребта Полоусного).

Каждому структурному ярусу свойственны свои магматические комплексы, поэтому соответственно выделяется три главнейших цикла магматизма: доордовичский, палеозойский и мезозойский. Магматизм доордовичского и палеозойского циклов проявлен весьма слабо. В целом для всего рудного района специфику металлогении определяет магматизм мезозойского цикла, выразившийся в формировании многочисленных полей эффузивов, добатолитовых малых интрузий, батолитовых массивов гранитоидов и небольших послебатолитовых интрузивов, сложенных гранитоидами повышенной основности, возникших в условиях уже значительно консолидированной складчатой области.

Для доордовичского магматического цикла свойственны небольшие тела интрузивов основного и ультраосновного состава и пластовые образования основных эффузивов. Крайне ограниченное развитие имеют интрузивы гнейсо-гранитов. Эффузивы, образующие sillы и маломощные горизонты среди амфиболитов и гнейсов, представлены интенсивно метаморфизованными (амфиболитизированными) диабазовыми порфиритами и спилитами. Многочисленные дайки и некки — питающие каналы покровных тел — сложены диабазами и габбро-диабазами. Основные и ультраосновные интрузивы линзовидной и неккоподобной формы, размером до 2—3 км<sup>2</sup>, сложены дунитами и габбро. Дуниты обычно интенсивно серпентинизированы, а габбро — амфиболитизированы. Интрузивы дунитов и габбро локализованы в пределах узкой полосы вдоль сводовой части Селеннях-Уяндинского горст-антиклинория. Интрузивы микроклиновых гнейсо-гранитов, локализованные в сводовых частях поперечных брахиантиклиналей этого же горст-антиклинория, имеют этмолитобразную форму. Их небольшие выходы (площадью до 15 км<sup>2</sup>) известны только в пределах протерозойско-синийской кристаллической толщи.

Палеозойский цикл магматизма

Наиболее ранняя стадия палеозойского магматизма, проявившаяся в среднедевонское время, характеризуется накоплением туфов, туффигов, спилитов и порфиритов, горизонты которых мощностью от 0,1 до 3 м переслаиваются с глинистыми и известковыми сланцами.

В позднюю стадию этого магматического цикла был сформирован комплекс щелочных — основных — пород (габброидов, монзонитов и щелочных гранитов). Эффузивные образования, возникшие в эту стадию, представлены диабазами, диабазовыми порфиритами, базальтами и редко туфами. Все эти магматиче-

ские образования прорывают и метаморфизуют породы кристаллической толщи протерозоя, синия и карбонатной толщи палеозоя вплоть до нижней перми и нигде не встречены в мезозойских отложениях Полоусного синклинория. Их нижняя возрастная граница принята как нижний карбон, а верхняя — как пермь. Основанием для этого является наличие даек диабазов в соседнем хребте Тас-Хаяхтахе, которые прорывают отложения нижнего карбона, но сами перекрыты отложениями нижней перми. Абсолютный возраст щелочных гранитов, входящих в палеозойский магматический комплекс, исчисляется в среднем 200—215 млн. лет по данным лабораторий ВСЕГЕИ, ИГЕМ и ЯФАН.

Габброидные интрузивы с площадью выходов 0,8—12 км<sup>2</sup> представляют собой кольцевые тела с крутыми контактными поверхностями, падающими к центру. Их распределение контролируется зоной регионального глубинного разлома на стыке двух структурных ярусов: докембрийского кристаллического (протерозой и синий) и палеозойского, сложенного карбонатной толщей; этот разлом прослежен на протяжении 80 км при ширине 10—25 км. В строении массивов участвуют пироксениты, горнблендиты, диопсид-роговообманковые и биотит-роговообманковые габбро. В тех интрузивах, где габброиды контактируют со щелочными гранитами, развиты метасоматические породы диорит-монцитонитового ряда вплоть до меланократовых сиенитов. Эти метасоматические породы (монцитониты, диориты и меланократовые сиениты) образуют участки неправильной формы, линзы и полосы в краевых частях габброидных массивов. В некоторых телах (Томмотский массив) распределение различных пород отчетливо концентрически-зональное: ядро сложено горнблендитами, среди которых встречаются линзы пироксенитов, а краевые части — габбро и диоритами.

Эгириновые граниты и сиениты локализованы также в пределах указанного регионального глубинного разлома (Селеняхский кряж) в зоне фенитизированных кристаллических сланцев, залегающих в виде мощных (до 200 м) даек и межпластовых тел. Часто они образуют внешнее кольцо или дугу вокруг ядра габброидных интрузивов, т. е. четко контролируются кольцевыми разломами второго порядка. Жильные аналоги этого интрузивного комплекса представлены альбититами, пегматитами гранитной линии, сиенит-порфирами и щелочными лампрофирами.

Покровы, силлы и дайки диабазов, базальтов и порфиритов мощностью до 20 м известны лишь в восточной части хребта Полоусного. Они переслаиваются с туфами, туффитами, известняками, сланцами и песчаниками пермо-карбона. Распределение эффузивных и пирокластических образований пермо-карбонного возраста контролируется разломами, возникшими на границе окраинного антиклинория с мезозойской геосинклинальной областью.

Наиболее широко развиты мезозойские магматические комплексы. Распределение их контролируется глубинными разломами, проходящими в нижнем (палеозойском?) структурном ярусе, в зоне максимального прогибания мезозойской геосинклинали, а также глубинными разломами, отделяющими Полоусный окраинный горст-антиклинорий от Полоусного синклинория. Вследствие этого отчетливо прослеживаются две ветви единого пояса («Северный пояс», по В. Т. Матвеевко и Е. Т. Шаталову, 1958) мезозойских магматических образований — северная и юго-западная; разделение их начинается западнее Восточно-Полоусненского гранитоидного массива.

Северная ветвь этого пояса магматических образований, совпадающая с центральной частью хребта Полоусного и имеющая протяженность около 250 км при ширине 15—50 км, характеризуется обилием батолитоподобных интрузивов при крайне незначительном развитии комплекса малых предбатолитовых тел и умеренном значении полей эффузивных образований. В ее состав входят Бакинский, Кураннахский и Эликчанский гранитоидные массивы.

Юго-западная ветвь магматического пояса, образующая в плане дугообразный изгиб согласно очертаниям Колымского срединного массива, прослеживается на протяжении 250—300 км с запада на восток от хребта Тас-Хаяхтаха до р. Индигирки при ширине от 20 до 70 км. В пределах этой ветви локализовано значительное количество предбатолитовых малых интрузив, крупные (от 100 до 1000 км<sup>2</sup>) батолитоподобные массивы гранитоидов (Куобахский, Эгекинский, Сыачанский, Иолтахский и т. д.) и многочисленные поля эффузивных образований.

Между северной и юго-западной ветвями единого магматического пояса и Хадарыньинским батолитом расположен обширный участок Полоусного синклинория, характеризующийся широким развитием разрывных зон (часто секущих), в пределах которых локализованы гранитоидные интрузивы (Омчикандинский, Нонгдандинский, Арга-Эмнекенский и Илин-Эмнекенский) без линейной ориентировки. Этот участок, имеющий трапециевидное очертание, представляет собой приподнятый блок фундамента, залегающего очень неглубоко под мезозойской сланцево-песчаниковой толщей.

Формирование магматических комплексов в обеих ветвях и в зажатом между ними блоке протекало в верхнеюрское-нижнемеловое время, т. е. совпадало с наиболее интенсивной фазой киммерийского складкообразования. На основании взаимопересечений различных магматических образований намечается следующая схема развития верхнеюрского-нижнемелового магматизма:

1. Излияние лав основного состава в условиях мелководного морского бассейна (конец верхней юры). Вследствие этого дациты, пироксеновые андезиты и базальты переслаиваются с туфами, туфобрекчиями, туффитами, песчаниками и глинистыми сланцами. Эти излияния лав сопровождались формированием субвулканических интрузивов габбро-диоритов, диоритов, гранодиорит-порфиров и диоритовых порфиритов, образующих штоки и силлы.

2. Излияние лав кислого и основного состава в наземных условиях (нижнемеловая эпоха). Отчетливо устанавливаются две вулканогенные толщи. Первая сложена липаритами и дацитами с весьма подчиненным количеством туфов. Формирование этой эффузивной толщи сопровождается внедрением небольших штокообразных и дайковых тел кварцевых порфиров и гранит-порфиров.

Вторая вулканогенная толща представлена продуктами излияний лав основного и среднего состава иногда повышенной щелочности — андезиты с подчиненным количеством базальтов и толеитов. Поля эффузивов андезитового состава локализованы вдоль зоны глубинного разлома между мезозойской складчатой областью и палеозойскими отложениями Колымского срединного массива. Эффузивная деятельность сопровождалась образованием субвулканических интрузивов монцититового и диоритового состава.

3. Внедрение гранитоидов колымского комплекса. Эти гранитоиды образуют крупные батолитоподобные интрузивы вдоль границы мезозойской складчатой области с Колымским срединным массивом (юго-западная ветвь) и вдоль зоны максимального погружения фундамента мезозойской геосинклинали (северная ветвь). По наличию активных контактов между различными гранитоидами установлено три фазы формирования данного комплекса [2]:

а) фаза внедрения гранитной магмы повышенной основности (роговообманково-биотитовые гранодиориты, кварцевые диориты и диориты);

б) фаза образования биотитовых порфировидных гранитов;

в) фаза внедрения магмы повышенной щелочности, обогащенной летучими компонентами (аляскиты и аляскитовые граниты).

Гранитоиды батолитоподобных массивов прорывают и метаморфизуют осадочные и осадочно-вулканогенные отложения верхней юры. Абсолютный возраст гранитов этого комплекса исчисляется 115—155 млн. лет (по данным аргонового метода).

4. Завершающим этапом магматической деятельности в Полоусненском рудном районе является внедрение малых гранитоидных интрузивов, локализованных в пределах так называемых секущих разрывных зон. Эти линейно вытянутые тектоно-

магматические зоны, секущие мезозойские складчатые структуры, отчетливо прослеживаются по выходам гранитоидов, образующих штоки и дайки, полям контактово-метаморфизованных вмещающих пород и многочисленным рудопроявлениям и месторождениям олова, полиметаллов, кобальта и сурьмы. Интенсивное развитие этот комплекс малых гранитоидных интрузивов повышенной основности (тоналиты, гранодиориты, кварцевые диориты, редко андезитовые граниты) имеет в западной и центральной частях хребта Полоусного. Протяженность тектономагматических зон варьирует в пределах 50—250 км при ширине 5—20 км. Возраст данного интрузивного комплекса определяется условно как верхнемеловой (90—115 млн. лет).

## II. Генетические типы эндогенных месторождений и их связь с магматическими комплексами

Наиболее характерной особенностью металлогении Западно-Полоусненского рудного района [2] является тесная пространственная и генетическая связь эндогенного, главным образом редкометального и золотого, оруденения с определенными магматическими комплексами и наличие вследствие этого линейно вытянутых рудных зон или обособленных рудных узлов и месторождений с различной по составу и возрасту эндогенной минерализацией (см. таблицу).

В пределах Полоусного окраинного антиклинория Колымского срединного массива (первый и второй структурные ярусы) отчетливо выделяются следующие рудные зоны:

1. Уяндино-Селенняхская рудная зона с титаново-хромитовым оруденением, территориально совпадающая с площадью развития ультраосновных и основных интрузивов доордовичского магматического цикла, не выходящая за пределы нижнего структурного яруса (протерозой и синий).

2. Калгынская рудная зона с редкоземельным оруденением, приуроченная к стыку нижнего и среднего структурных ярусов вдоль глубинного разлома. Пространственно и генетически эндогенное редкоземельное оруденение ассоциирует со щелочными габброидами и эгириновыми гранитами пермо-карбонového магматического комплекса.

3. Хатыннах-Салинская, Нинкатская и Саканджинская рудные зоны золотого и ртутного оруденения локализованы во втором структурном ярусе. Золотое и ртутное оруденение ассоциируют с мезозойскими малыми интрузивами кварцевых диоритов, тоналитов, гранодиоритов, диоритовых порфиритов, диабазов, альбитофиров и кварцевых порфиров. Связь оруденения с интрузиями парагенетическая. Распределение месторождений и малых интрузивных тел контролируется разломами меньших размеров.



Полуосный окраинный горст-антиклинорий Колымского срединного массива		Полуосный синклиний (мезозойская складчатая область)	
Генетический тип или формация эндогенных месторождений	Связь с магматическими комплексами	Генетический тип или формация эндогенных месторождений	Связь с магматическими комплексами
Скарновые месторождения олова, вольфрама, железа; грейзеновые — олова, вольфрама; редко месторождения кобальта хлоритово-турмалиновой формации	—  Нижнемеловые батолитоподобные массивы гранитоидов вдоль периферической части окраинного горст-антиклинория. Граниты, гранодиориты	Месторождения олова касситеритово-сульфидной формации, подчиненное значение — месторождения свинца, цинка, сурьмы и кобальта. Обычно много Zn, Cd, As, Ag  Месторождения олова и вольфрама касситеритово-кварцевой формации, кобальта хлоритово-турмалиновой формации. Редко пегматиты (оловоносные) и месторождения свинца и цинка полиметаллической формации	Верхнемеловые интрузивы гранитоидов повышенной основности (граниты, гранодиориты, кварцевые диориты) секущих рядов  Нижнемеловые батолитоподобные интрузивы гранитов, гранодиоритов
Золото-кварцевая и редко золото-сульфидная формация (Au, редко Zn, Pb, Fe)	Верхнеюрские — нижнемеловые предбатолитовые интрузивы диоритовых порфиритов, альбитофиров и т. д.	Золото-сульфидная и редко золото-кварцевая формация (Au, редко Zn, Rb, Te, As, Co)	Верхнеюрские — нижнемеловые предбатолитовые интрузивы диоритовых порфиритов, альбитофиров и т. д.
Пегматитовый тип. Редкоземельное оруденение (TR, Ta, Nb, V, Be, редко Zr, Sc)	Палеозойские щелочные габброиды, сиениты, эгириновые граниты	—	—
Магматогенный тип титано-хромитового оруденения (Ti, Cr, редко Co, Ni, V)	Доордовичские основные и ультраосновные интрузивы	—	—

В Полоусном синклинии (третий структурный ярус) расположены все главнейшие редкометальные, главным образом олово-вольфрамовые, месторождения Западно-Полоусненского рудного района. В юго-западной и северной ветвях магматического пояса располагаются рудные узлы и обособленные месторождения, а в блоке между ними Омчикандинский редкометальный узел. В пределах северной ветви расположены Алтинское свинцово-цинковое месторождение и Абытандинское, Кадарское, Кельтегейское и Истакское оловорудные и вольфрам-оловорудные месторождения, ассоциирующие с комплексом верхнеюрских-нижнемеловых батолитоподобных гранитоидных интрузивов.

В юго-западной ветви имеются месторождения как более раннего верхнеюрского возраста (золотое оруденение), так и более молодого — нижнемелового (оловянное, редко вольфрамовое) оруденения. Золотое оруденение (Эгекинское месторождение) парагенетически ассоциирует с предбатолитовыми малыми интрузивами гранодиоритов, кварцевых диоритовых порфиритов, альбитофиров, кварцевых порфиритов и т. д. Редкометальное (оловянное, молибденовое, вольфрамовое и редко кобальтовое) оруденение локализовано в гранитоидах батолитоподобных массивов и в их экзоконтакте. Очень редко оловянное и вольфрамовое оруденения связаны с субвулканическими интрузивами гранит-порфиров и кварцевых порфиров (месторождение Тирехтяхское). Наиболее широко здесь развиты месторождения олова и вольфрама скарнового (Аранасское, Нальчанское, Ожогинское) и грейзеново-пневматолитового типов (Куобахское, Тирехтяхское).

В приподнятом блоке, зажатом между двумя ветвями магматического пояса, расположены месторождения Омчикандинского рудного узла с редкометальной и кобальтовой минерализацией. Широко развиты здесь месторождения олова и вольфрама касситеритово-кварцевой формации (оловоносные грейзены и кварцевые жилы) при подчиненном значении месторождений пегматитового типа. Они ассоциируют с биотитовыми гранитами и аляскитами верхнеюрских-нижнемеловых интрузивов. Наряду с оловом и вольфрамом развиты месторождения кобальта хлоритово-турмалиновой формации, ассоциирующие с гранодиоритами первой фазы этого же комплекса гранитоидов батолитоподобных массивов. Подчиненное значение в металлогении этого рудного узла имеют свинец, цинк, висмут, литий и ряд других редких и рассеянных элементов.

3. В западной части хребта Полоусного развиты месторождения олова касситеритово-сульфидной формации при подчиненном значении месторождений свинцово-цинковой формации. Эти месторождения тесно ассоциируют с верхнемеловыми интрузивами повышенной основности, локализованными в пределах

зон, секущих мезозойскую складчатость. Поэтому здесь имеются линейно вытянутые рудные зоны: Куйгинская, Ава-Курбанская, Гирибдичанская, Мирнинская, Депутатская и Куранахская.

### III. Основные принципы составления металлогенической карты

Металлогеническая карта Западно-Полоусненского рудного района составляется на структурно-литологической основе среднего масштаба. Для отдельных рудных зон и рудных узлов составляются карты в более крупном масштабе. На структурно-литологическую основу наносятся все разновозрастные осадочные и вулканогенные образования трех структурных ярусов с окраской каждого яруса определенным цветом: протерозойско-синийского — малиновым, палеозойского — коричневым и мезозойского — голубым. Оттенками этих же цветов и штриховкой отражается литология осадочных и вулканогенных пород, благодаря чему отпадает надобность в изображении складчатых структур первого порядка. Более мелкие складки (линейные и брахискладки), не вырисовывающиеся при нанесении литологии пород, изображаются в виде осевых линий. Цвет осевой линии складок соответствует цвету структурного яруса.

Среди разрывных нарушений выделяются глубинные, долгоживущие разломы или разрывные зоны и локальные разломы. Примером глубинных долгоживущих разломов или разрывных зон в характеризуемом районе являются нарушения, приуроченные к границе сочленения двух разновозрастных и разнофациальных зон, например, к стыку палеозойской карбонатной толщи с протерозойско-синийской кристаллической толщей или к границе палеозойских карбонатных отложений и сланцево-песчанниковой толщи мезозоя (юры и триаса). Локальные разломы разобщены нами на две разновозрастных группы: доинтрузивные (верхнеюрские-нижнемеловые) и постинтрузивные (верхнемеловые—третичные). К доинтрузивным нарушениям мы относим постскладчатые разломы, возникшие главным образом в нижнем (по отношению к мезозойскому) структурном ярусе и контролирующие размещение магматических образований и эндогенных месторождений в верхнем структурном ярусе. Многие из этих разломов выделены нами по косвенным данным: поясам вытянутых крупных интрузивных тел (например, Северный пояс гранитоидов), сериям даек, полям эффузивных образований, ореолам контактово-метаморфизованных рассланцованных и раздробленных пород. Ширина таких ослабленных зон (зон повышенной трещиноватости) изменяется в пределах 5—10 км, поэтому на карте иногда показываются одно или несколько главных нарушений.

Постинтрузивные локальные разломы, существенно влияющие на моделировку современного рельефа (образование крупных депрессий и горстообразных поднятий), большей частью

перекрыты четвертичными отложениями и схематически наносятся в виде одной линии. Особым значком, где это установлено, показывается принадлежность разломов к надвигу или сбросо-сдвигу.

Интрузивные образования наносятся на металлогеническую карту мелкого масштаба с выделением комплексов по возрасту и составу, а на металлогенических картах рудных узлов и рудных зон среднего масштаба отображаются их геохимические особенности, позволяющие дать оценку потенциальной металлоносности конкретного магматического образования. Возраст интрузивов определяется по совокупности геологоструктурных данных и лабораторных определений пород калий-аргоновым и свинцовым методами, выполненных в ЯФАН, ИГЕМ, ВНИИ—I и ВСЕГЕИ. Состав различных интрузивных тел показывается цветом: ультраосновные и основные — фиолетовым, породы среднего состава — зеленым, щелочного состава — оранжевым и кислого состава — различными оттенками красного цвета. Попытка отображения на карте геохимических особенностей различных интрузивных образований, выявленных в результате детальных минералого-геохимических исследований отдельных массивов, на наш взгляд вполне оправдана, так как в Западно-Полуосненском рудном районе отчетливо выявились специализированные интрузивы: а) обогащенные группой редкоземельных элементов-примесей и титана, б) обогащенные редкометалльными элементами-примесями (Sn, W, Mo, Be и др.) и в) обогащенные элементами-примесями группы железа (Co, Ni, Cr, V, Mn). Учитываются только те элементы, среднее содержание которых в породе превышает в пять раз их кларки. Геохимическая специализация интрузивных пород отображается цветной штриховкой.

Кроме состава, возраста и геохимических особенностей на карте отражаются крутизна и направление падения контактовой поверхности интрузивов, а также зоны контактово-метаморфизованных вмещающих пород.

На врезках более крупного масштаба, кроме интрузивных тел значительных размеров, нанесены дайки, разобщенные на три генетические группы: корни эффузивных образований, дериваты гранитоидов верхнеюрского-нижнемелового возраста и дериваты гранитоидов верхнемелового возраста.

Рудная нагрузка наносится на карту в условных знаках, отражающих генетический тип и формацию месторождения, и особым контуром — характер связи с магматическим комплексом. Геохимические особенности месторождения, помогающие сопоставлять между собой отдельные рудные узлы или рудные зоны и выделять на прогнозной карте площади, перспективные для дальнейших геолого-поисковых работ, отображаются в результате нанесения на карту наряду с главными (ведущими) элементами второстепенных, часто рассеянных элементов-при-

месей. Так, около знака, изображающего месторождение касситерит-сульфидной формации, дополнительно наносятся In, Zn, Cd и т. д.; около знака месторождения касситерит-кварцевой формации индексы Sc, Nb, Ta и т. д. Дополнительно наносятся только те элементы-примеси, содержания которых в руде превышает в пять раз кларковые.

При оконтуривании рудных зон и рудных узлов, а также перспективных площадей на карте прогнозов мелкого масштаба учитываются данные металлометрических съемок и шлихового опробования гидросети. Учитывая, что данный рудный район исследован еще крайне слабо (значительная часть закартирована только в масштабе 1:1 000 000), перспективы дальнейшего расширения минерально-сырьевой базы цветных и редких металлов здесь поистине огромны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев В. Т., Шаталов Е. Т., Разрывные нарушения, магматизм и оруденение Северо-Востока СССР, Сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», № 1, Изд-во АН СССР, 1958.
2. Некрасов И. Я., Генетические типы оловорудных месторождений хребта Полоусного и Селенныхского кряжа, Геология рудных месторождений, № 1, Изд-во АН СССР, 1959.
3. Пущаровский Ю. М., О тектонике Северо-Востока СССР, Бюлл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. геол., XXXI, вып. 5, 1956.
4. Шаталов Е. Т., О металлогеническом районировании, Геология рудных месторождений, № 3, Изд-во АН СССР, 1959.

## ТИПЫ ДЕТАЛЬНЫХ ГЕОЛОГО-ПРОГНОЗНЫХ КАРТ РТУТНО-СУРЬМЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ФЕРГАНЫ

*Н. А. Никифоров, Г. А. Ярушевский*

(Трест «Хайдарканразведка»)

### Введение

Детальная геолого-прогнозная карта отражает определенный этап изучения месторождения или рудного поля. Она показывает размещение полезного ископаемого, определяемое геологическими факторами.

Региональные прогнозные карты выявляют размещение рудных поясов, узлов, полей и т. д., а детальные — рудных участков и рудных тел.

Детальные прогнозные планы отражают закономерное размещение небольших рудных тел или определенные детали распределения руд внутри тела.

Прогнозные карты рудных полей и месторождений на ртутно-сурьмяных месторождениях Южной Ферганы составляются преимущественно на этапе предварительной разведки. Нередко такие карты составлялись и на очень позднем этапе изучения и эксплуатации месторождения.

Ртутно-сурьмяные месторождения Южной Ферганы обладают рядом генетических особенностей, главными из которых являются большая роль геологоструктурных и литологических факторов в локализации руд. Геологическим анализом устанавливается значительное число факторов, контролирующих размещение рудных тел и месторождений, причем относительное значение факторов меняется в зависимости от вмещающих пород, структурно-геологической позиции и т. д. Однако все они могут быть учтены при комплексном подходе к их исследованию.

Разработка представлений о факторах и закономерностях размещения оруденения — основа для составления детальных прогнозных карт. Методика подобных исследований предложена

на А. В. Королевым и П. А. Шехтманом [2] и сводится к следующему:

- 1) учет всех известных рудных тел по определенной программе;
- 2) разработка морфогенетической классификации рудных тел, количественная оценка каждого класса этих тел;
- 3) систематика основных факторов, контролирующих размещение оруденения, и количественная оценка значения каждого из них. Кроме того, для каждого фактора устанавливается степень его благоприятности в той или иной геологической позиции.

Каждый из факторов получает количественную оценку (обычно в баллах). Отметим также, что наряду с широко распространенными факторами необходимо учитывать значение второстепенных факторов и тщательно их изучать.

Первым мероприятием в работах по составлению детальных прогнозных карт являлось оформление геологической карты высокого качества, иногда проводилось повторное геологическое картирование. Чем выше качество геологической карты, тем достовернее будет прогнозная карта.

Основой для прогнозной карты служит структурная карта в изогипсах (для пологих рудоконтролирующих поверхностей) или в изолонгах (для крутых рудоконтролирующих поверхностей). Для некоторых месторождений целесообразно составление обеих карт, причем одна из них обычно дополняет другую.

Структурные карты составляются для тех геологических поверхностей, которые лучше всех контролируют оруденение. В нашем случае такими являются контактовые поверхности между мощными толщами известняков и перекрывающих их сланцев, благоприятные литологические горизонты в карбонатных или эффузивно-осадочных толщах, плоскости рудоконтролирующих разрывных нарушений и т. д. На структурную основу накладываются все те геологические линии и контуры, которые нужны для выяснения факторов, контролирующих размещение оруденения. Далее на карте выделяются геологически однородные участки, в пределах которых каждый из учтенных геологических факторов остается постоянным и оценивается одним и тем же баллом (или числом). Благоприятность такого участка может быть определена суммированием баллов действующих факторов. При оценке учитывается также роль и влияние рудоводящих структур, индикаторы скрытого оруденения и другие наблюдения и факты, указывающие на перспективность участка.

Таким образом, на прогнозной карте намечаются площади с различной благоприятностью оруденения. Сравнивая их с аналогичными по геологической позиции разведанными участками, можно определить их рудоносность и прогнозные запасы.

Количественная оценка перспектив при составлении прогнозных карт — методика прогрессивная; ее разработка и внедрение связаны с именами советских геологов В. А. Обручева, Д. И. Щербакова, К. И. Сотпаева, А. В. Королева, П. А. Шехтмана, П. П. Бурова.

Для района ртутно-сурьмяного оруденения Южной Ферганы детальные прогнозные карты составлены на месторождениях Хайдаркан, Кадамджай, Сымап и некоторых других. Эта работа проводится с 1947 г. под руководством А. В. Королева и П. А. Шехтмана. В ней приняли участие Н. А. Никифоров, В. П. Федорчук, Е. А. Павлюкович, В. А. Королев, В. И. Колесников, Г. А. Ярушевский и др. Площадь месторождения Хайдаркан к настоящему времени в значительной части уже разбурена. Проведенное сопоставление прогнозов с результатами разведки показывает в общем удовлетворительные результаты.

### 1. Геологические особенности района и месторождений

В геологическом строении района участвуют главным образом породы среднего и верхнего палеозоя. На площадях молодых депрессий палеозой перекрыт мезо-кайнозойскими отложениями.

В последнее время Г. С. Поршняков (1958—1959) в районе выделяет две группы типов разрезов, отражающие особенности истории геологического развития отдельных структур в среднем палеозое.

Южноферганская группа разрезов сложена преимущественно терригенными осадочными и осадочно-вулканогенными толщами силура, девона и карбона. Карбонатные породы имеют подчиненное значение.

Алайская группа разрезов представлена мощной толщей известняков и доломитов живетского, франского и фаменского ярусов девона, визейского и намюрского ярусов нижнего карбона. Разрез венчается среднекарбонными (нижнемосковскими) известняками и сланцами среднего карбона.

В тектонической структуре района выделяется крупное (первого порядка) Сох-Исфайрамское верхнепалеозойское поднятие, ограниченное с севера Карачатырским, а с юга Сурмешским прогибами. На фоне этого поднятия располагаются структуры второго порядка, отличающиеся по типу разреза слагающих их толщ среднего палеозоя. Для одних характерен более полный разрез карбонатных отложений девона и карбона, для вторых — сокращенный.

В районе весьма развита надвиговая тектоника. Надвинутыми являются породы терригенных фаций (ферганский тип разреза). Наблюдения показывают, что по времени своего образования надвиги позднекарбонные, притом дорудные.

В пределах месторождений устанавливаются редкие дорудные дайки диабазового порфирита и единичные штокообразные тела монцитов и сиенито-диоритов.

Ртутно-сурьмяные месторождения группируются в почти широтные цепочки — «рудные кулисы» [7], подчиняясь разрывам первого и чаще второго порядка, осложняющим складчатую структуру района. Отдельные месторождения тяготеют к складчатым и разрывным структурам, преимущественно третьего порядка. Оруденение в большей своей части приурочено к осевым частям антиклинальных складок и породам лежащего бока надвига (Хайдаркан, Чаувай, Кадамджай). Взаимодействие рудоконтролирующих тектонических структур с благоприятными для рудоотложения литологическими горизонтами, особенно в зоне контакта карбонатных толщ с покрывающим их песчано-сланцевым экраном, обеспечило образование крупных рудных концентраций [4, 5, 7].

Наряду с общими чертами охарактеризованные выше ртутно-сурьмяные месторождения Южной Ферганы имеют и отличия, особенно по условиям размещения руд. Так, у большинства наиболее крупных месторождений (Хайдаркан, Чаувай и др.) решающее значение в размещении оруденения имеет экран сланцев, перекрывающих известняки. Для ряда других месторождений роль экрана выражена очень слабо, и ведущее значение в размещении руд приобретают разломы в карбонатных породах (Сымап и др.). Кроме того, в районе встречаются месторождения, приуроченные к эффузивно-сланцевым толщам или конгломератам. В размещении оруденения здесь большую роль играли как литологические, так и структурные факторы месторождения (Чонкой, Сары-Таш, Шунк).

Такова в общих чертах схема особенностей геологического строения и условий размещений интересующих нас месторождений рассматриваемого района.

### 2. Типы геолого-прогнозных карт

Типы детальных геолого-прогнозных карт зависят от геологических особенностей месторождения, его структуры, состава рудовмещающих формаций и преобладающего структурного типа рудных тел. Поэтому возникает необходимость наметить классификацию геологических типов ртутно-сурьмяных месторождений рассматриваемого района.

Предлагавшиеся ранее классификации ртутных и сурьмяных месторождений Южной Ферганы (В. И. Смирнов, А. В. Королев, В. П. Федорчук и др.) не всегда учитывали главные элементы их геологической позиции. Правда, некоторые из них, особенно намеченные по геолого-структурным признакам, не теряют своего значения и сейчас могут быть использованы при

Типы месторождений	Положение месторождения в разрезе	Под-типы месторождений	Особенности размещения главной массы оруденения в разрезе	Преобладающие морфогенетические типы рудных тел	В каком типе разреза встречаются
I	Месторождения, приуроченные к зоне контакта карбонатного разреза с перекрывающими их терригенными породами (Хайдаркан, Чаувай, Кадамджай, Абшир, Кульджама, Мурдаши)	1	Месторождения, главная масса руд которых приурочена к зоне контакта известняков карбона с перекрывающими их терригенными породами среднего карбона. Среднекарбонный экран в них усилен надвинутой песчано-сланцевой толщей силура и девона (Хайдаркан, Чаувай)	Пластообразные согласные тела, тяготеющие к контакту; секущие рудные тела имеют подчиненное значение	Алайская группа разрезов
		2	Месторождения, главная масса руд которых приурочена к окварцованным тектоническим брекчиям, залегающим непосредственно под плоскостью надвига терригенных толщ силур-девона на карбонатные отложения карбона. Плоскость надвига и терригенный аллохтон являются экраном (Кадамджай, Абшир)	Преобладают пластообразные рудные тела	Там же
		3	Месторождения, приуроченные к зоне нормального стратиграфического контакта карбонатных пород с перекрывающими их сланцами; надвинутые более древние терригенные породы силур-девона отсутствуют (Кульджама, Мурдаши)	Пластообразные рудные тела; секущие тела имеют подчиненное значение	Там же
II	Месторождения, приуроченные к карбонатным породам без видимого экранирования терригенными толщами	4	Месторождения, приуроченные к массивным и грубослоистым известнякам; руды не обнаруживают отчетливой связи с определенными литологически благоприятными горизонтами известняков (Сымап, Бирксу)	Преобладают секущие рудные тела в зоне разрывных нарушений	Алайская группа разрезов В Южноферганском — редки
		5	Месторождения, приуроченные к слоистым известнякам, главная масса руд тяготеет к определенному литологически благоприятному горизонту (Адыракоу, Сары-Бель)	Преобладают секущие рудные тела. Редко встречаются пластообразные рудные тела	
III	Месторождения, приуроченные к сложным терригенным или эффузивно-сланцевым толщам. Роль экрана несущественна	6	Месторождения, залегающие в конгломератах без отчетливо выраженного экранирования песчано-сланцевых толщ (Шунк, Птоу).	Секущие рудные тела	Южноферганская группа разрезов
		7	Месторождения, главная масса руд которых приурочена к эффузивам и продуктам их гидротермального метаморфизма — джаспероидам (лиственитам и др.) — без отчетливо выраженного экранирования сланцами (Чонкой, Сары-Таш)	Преобладают секущие рудные тела, пластообразные — редки	

составлении геологической классификации для выделения дробных подразделений — подтипов.

В предлагаемой схеме (см. таблицу) геологической классификации ртутных и сурьмяных месторождений Южной Ферганы основным классификационным признаком является положение оруденения в стратиграфическом разрезе, состав рудовмещающих пород, наличие или отсутствие сланцевого экрана, который прежде всего определяет главные морфогенетические типы рудных залежей. При выделении подтипов учитывались некоторые детали литологии рудовмещающих и надрудных толщ, а также структурные особенности месторождений. Вместе с тем учитываются тип разреза и возраст рудовмещающих толщ, характерных для того или иного типа месторождения.

Такая группировка месторождений, с нашей точки зрения, лучше отражает геологическую позицию оруденения, являющуюся основным фактором при выборе методик составления детальных геолого-прогнозных карт (таблица).

Следует отметить, что основные идеи формационного подхода к выделению типов и подтипов месторождений нами заимствованы из работы В. Э. Пояркова (1958 г.).

Выделение трех главных типов ртутных и сурьмяных месторождений согласуется с уже сложившимся опытом составления детальных геолого-прогнозных карт района. Соответственно имеется три основных типа таких карт, которые названы по ведущим месторождениям, где они были составлены.

Ниже приводится описание особенностей геологического строения и размещения руд месторождений перечисленных типов и применяемая методика составления прогнозных карт.

**Хайдарканский тип детальных геолого-прогнозных карт.** Карты такого типа составляются на тех месторождениях, главная масса руд которых тяготеет к контакту известняков с перекрывающими их сланцами (тип I, таблица).

Большая часть месторождений с достаточно крупными запасами ртути и сурьмы в Южной Фергане относится к этому типу и залегает в алайской группе разрезов.

В рассматриваемом типе месторождений намечается три подтипа, отличающихся по геолого-структурным и другим особенностям. Признаки для выделения подтипов таковы (таблица): наличие или отсутствие надвинутых силур-девонских терригенных толщ и удаленность их от рудоносного контакта. Ряд месторождений первых двух подтипов разведан и обрабатывается. Они являются ведущими по количеству подсчитанного и добытого в них металла; третий подтип разведан и изучен еще слабо. Для всех трех подтипов, с точки зрения методики составления геолого-прогнозных карт, очень важное значение имеют признаки сходства, а именно: руды залегают в зоне кон-

такта, тяготеют либо к подстилающим известнякам, либо к покрывающей терригенной толще (Кара-Арча).

Преобладающий морфогенетический тип рудных тел на месторождениях первого типа — пластообразные залежи. Секущие рудные тела хотя и распространены здесь достаточно широко, однако большинство также тяготеет к контактовой поверхности, которая оказывает решающее влияние на их размещение.

Главными ведущими структурными факторами размещения руд в случае месторождений первого типа являются складчатые формы поверхности контакта известняков с перекрывающими сланцами и их сочетание с рудоподводящими и рудораспределяющими разрывными структурами.

Указанные основные общие черты в размещении руд позволяют проводить геологический анализ едиными (или сходными) методами, а геолого-прогнозные карты относить к одному типу.

Из изложенного видно, что ведущими факторами размещения руд являются литологические и структурные. Они и были положены в основу при выборе методики.

Переходя к вопросу о методике составления рассматриваемого типа геолого-разведочных карт, следует особо подчеркнуть, что ее основой является структурная карта в изогипсах кровли известняков рудоносного горизонта или подошвы перекрывающих их сланцев. Методика составления таких карт в общих чертах описана в литературе [2, 5].

При составлении детальных геолого-прогнозных карт рассматриваемого типа широко применяется геофизика (метод ВЭЗ), данные которой используются при изучении морфологии рудоносного контакта.

На первом этапе работ необходимо провести геологический анализ и систематизировать все данные по морфогенетическим типам рудных тел и факторам структурного и литологического контроля их размещения. На структурной карте можно выделить также структурные элементы, участки, в которых при прочих равных условиях интенсивность оруденения может быть приблизительно одинаковой. Подобные участки, обладающие примерно одинаковой благоприятностью, называются геологически однородными блоками [2, 5]. Структурами, характеризующими однородные блоки, являются элементы основных складок (осевые части антиклинальных и синклинальных складок и их крылья), элементы поперечных перегибов и рудоподводящие разрывные нарушения.

Для оценки благоприятности однородных блоков может быть применена система баллов. Значение отдельных баллов обосновывается на достаточно разведанных и изученных участках. После этого оценку можно распространять и на другие неизученные участки рудного поля.

Типы индикаторов скрытого оруденения, изучаемые при составлении прогнозных карт, учитываются в первую очередь при оценке роли и значения разрывных структур и выделении среди них рудоподводящих. Они учитываются также при суждении о масштабах рудного процесса и тем самым подкрепляют оценку перспективности отдельных благоприятных геологически однородных блоков и более крупных площадей.

Таким образом, каждый выделенный на структурно-прогнозной карте однородный блок получает оценку перспективности. В целом же геолого-прогнозная карта, составленная по рассмотренной методике, является достаточно обоснованной при оценке общих перспектив рудного поля или месторождения. Для определения перспективных запасов необходимо просуммировать площади с однородными блоками, распространив на них средние показатели рудоносности, какими обладают изученные участки месторождения. При этом необходимо учитывать очередность освоения объектов, как-то: а) горизонты штольневых работ, б) шахтные поля первой очереди, в) глубокие шахтные горизонты.

**Сымапский тип детальных геолого-прогнозных карт.** Карты этого типа составляются на тех месторождениях, главная масса руд которых залегает в карбонатных породах без видимого экранирования (тип II, таблица). Месторождения этого типа залегают преимущественно в породах Алайского разреза, однако они известны и в карбонатных породах Южноферганского разреза.

В рассматриваемом типе месторождений намечается два подтипа, которые отличаются друг от друга по некоторым геологическим особенностям размещения руд (таблица).

Главный признак для выделения подтипов — это наличие или отсутствие четко выраженной приуроченности оруденения к определенным благоприятным литологическим горизонтам внутри общей рудовмещающей известняковой толщи.

Месторождения этого типа изучены еще недостаточно. Проведенные геолого-разведочные работы на некоторых месторождениях (Сымап, Бирксу) показывают, что по масштабу эти месторождения обычно небольшие.

Для обоих подтипов второго типа месторождений подход к составлению детальной геолого-прогнозной карты имеет очень важные общие черты. Это обусловлено тем, что главная масса руд залегает в зоне рудоконтролирующего разрывного нарушения. Наблюдаемые изменения мощности и содержания металла в рудах зависят обычно от элементов залегания разрывного нарушения, а часто и от наличия или отсутствия сопряженных с ним более мелких разрывов.

Большие мощности богатых руд приурочены к пологим участкам плоскости разлома, падающей в восточном и северо-восточном направлениях; вместе с тем рудоносность зависит

и от наличия или отсутствия в пределах зоны разлома горизонта доломитизированных известняков, благоприятного для размещения руд.

Преобладающий морфогенетический тип рассматриваемых месторождений — секущие рудные тела, тяготеющие к рудоконтролирующему разрывному нарушению; их размещение контролируется элементами залегания этого разлома.

В тех месторождениях, где оруденение приурочено к литологически благоприятным горизонтам известняков, отмеченные выше главные структурные факторы не теряют своего первоначального значения.

Литологический контроль здесь как бы детализирует размещение руд и без особых трудностей может быть учтен при прогнозировании.

Рассмотренные основные черты размещения руд обоих подтипов второго типа показывают, что методика геолого-структурного анализа размещения руд и составления прогнозных карт в данных случаях должна быть одинакова, а поэтому геолого-прогнозные карты отнесены к одному типу.

Краткое описание закономерностей размещения оруденения в рудных полях и месторождениях этого типа показывает, что ведущими являются структурные факторы, а литологические имеют подчиненное значение. Это и было учтено при выборе методики составления прогнозной карты.

Основой для прогнозной карты является структурная карта плоскости рудоконтролирующего разлома в изолонгах. Методика составления таких карт, как и предыдущих, в общих чертах описана в литературе [3, 6].

На первом этапе работы с картой проводится анализ геологических закономерностей размещения руд и систематизация материалов по морфогенетическим типам рудных тел и факторам структурного и литологического контроля их размещения. Выполнив эту работу и поняв значение каждого из факторов, мы выделяем на структурной карте участки, обладающие примерно одинаковой благоприятностью, — геологически однородные блоки.

Структурными факторами, определяющими однородность блоков, в данном случае являются элементы поверхности плоскости рудоконтролирующего разлома — ее грани, наличие сопряжений и пересечений, определяющих разрывов, параллельных сближенных разрывов и т. п.

Значение оценочных баллов, как и в предыдущем типе карт, должно быть обосновано на разведанных и изученных участках.

Минералогические и другие виды индикаторов изучаются главным образом для выделения разрывных рудоконтролирующих структур и оценки их возможной рудоносности как в целом, так и на отдельных участках.



Геофизические методы применяются в данном случае для прослеживания рудоконтролирующих разломов (метод ВЭЗ и эманационная съемка).

Заканчивая рассмотрение детальной геолого-прогнозной карты Сымапского типа, укажем на ее отличия от рассмотренного выше хайдарканского типа:

а) различная структурная основа, в первом случае — структурные карты в изогипсах, во втором — в изолонгах;

б) структурные элементы; главные факторы, контролируемые размещение руд, во многом отличаются;

в) определяющими структурами геологически однородных блоков в хайдарканском типе являются главным образом элементы складок, а в сымапском — различные элементы залегания поверхности разлома;

г) разное значение оценочных баллов для оценки однородных блоков и различное их обоснование.

**Детальные прогнозные карты рудного поля (и месторождения) со сложным размещением оруденения.** Карты этого типа составляются для тех месторождений, в размещении руд которых не проявляется отчетливого преобладания структурных или литологических факторов; оба фактора играли существенную роль. Учет только одного из факторов как основы для прогнозирования и применения для этого одной из указанных выше структурных карт (в изогипсах или изолонгах) оказывается недостаточным.

Геологический анализ закономерностей размещения руд на месторождениях рассматриваемого типа проводится в двух направлениях:

1) Сначала на геологической карте при обычном картировании или с помощью геофизических методов выделяются благоприятные литологические горизонты: конгломераты внутри сланцев, прослой известняков, эффузивы основного состава. Для определенного влияния, которое оказывала на размещение руд поверхность их контакта с покрывающими или подстилающими породами, составляется карта в изогипсах кровли или почвы горизонта.

Следует отметить, что почти на всех известных месторождениях рассматриваемого типа роль разрывных структур в размещении руд очень велика. Поэтому геолого-структурный анализ находит здесь широкое применение. При изучении закономерностей размещения рудных жил обычно устанавливаются оптимальные элементы их залегания, особенно те, которым соответствуют промышленные концентрации ртути. Так, на месторождении Шунк наиболее перспективные жилы северо-западного простирания, а на месторождении Сары-Таш, наоборот, — северо-восточного.

2) На месторождениях, где устанавливается достаточно отчетливое рудоконтролирующее значение отдельных крупных

разрывных нарушений (Чанкой), проводится геолого-структурный анализ каждого из рудоконтролирующих нарушений; выявляется закономерное размещение рудных столбов в пределах рудоносной зоны разлома.

Выделения геологически однородных блоков при составлении карт рассматриваемого типа является достаточно сложным делом. Однородные блоки выделяются с учетом литологического контроля и структурных элементов. Таким блоком может быть, например, участок разрывного нарушения с благоприятными для концентрации руд элементами залегания или же участок литологически благоприятного горизонта, пересекаемого разрывным нарушением.

Количественная оценка благоприятности геологически однородных блоков также может быть проведена в баллах, значение которых должно быть обосновано на разведанных и изученных рудных участках.

Изучение индикаторов скрытого оруденения при составлении прогнозных карт рассматриваемого типа месторождений со сложным распределением имеет огромное значение. Оно способствует выявлению рудоконтролирующих нарушений, возможных площадей распространения оруденения и гидротермальной минерализации. Из геофизических методов при составлении прогнозных карт рассматриваемого типа широко применяется магниторазведка, с помощью которой под покровом молодых отложений выясняется распространение эффузивов основного состава.

**Об использовании индикаторов скрытого на глубине оруденения.** Общая идея использования индикаторов скрытого оруденения освещена в геологической литературе с достаточной полнотой [1, 2]. Имеется ряд работ, посвященных методике изучения и использования индикаторов [2, 8].

Здесь мы остановимся на рассмотрении более характерных индикаторах, выявленных на ртутно-сурьмяных месторождениях Южной Ферганы, и их достоверности.

Среди минералогических индикаторов наибольший интерес представляют проявления рассеянной в надрудной толще киновари и антимонита, реальгара и аурипигмента. Далее выделяются главные сопровождающие минералы: кварц, флюорит, кальцит, анкерит, реже барит. Пирит из надрудной толщи имеет особое значение, так как он содержит в себе характерные элементы-примеси — мышьяк, цинк, серебро и др. Эти индикаторы документируются и систематически отмечаются на геологических картах.

Большое значение при изучении индикаторов ртутно-сурьмяных месторождений придается документации первичных ореолов рассеяния элементов, выносимых гидротермальными растворами в породы надрудной толщи. Кроме основных рудных элементов — ртути и сурьмы, как возможные рассеянные индикаторы

ртутно-сурьмяного оруденения учитываются цинк, мышьяк, барий, серебро и др.

Первостепенное значение имеют главные рудные минералы — антимонит и киноварь или рассеянные в продуктах ртути и сурьма.

Достаточно достоверными возможными индикаторами ртутных руд являются реалгар и аурипигмент. Все остальные растворенные минералы и компоненты имеют вспомогательное значение.

### Заключение

Из приведенного описания видно, что каждому типу сурьмяных и ртутных месторождений Южной Ферганы соответствует свой тип геолого-прогнозных карт.

В заключение еще раз отметим, что общим условием для всех трех рассмотренных типов прогнозных карт является наличие высококачественной геологической карты с предельно полной геолого-структурной нагрузкой.

Для каждого рассмотренного типа месторождений намечаются соответствующие методы геофизических исследований, подчиненных геолого-структурному анализу. Так, при изучении морфологии рудоносного контакта между известняками и перекрывающими их сланцами (месторождения первого типа) очень широкое применение получил метод ВЭЗ.

При изучении месторождений сложного геологического строения, где рудовмещающим горизонтом являются преимущественно эффузивы основного состава, широко применяется магнито-разведка. Этим методом можно успешно прослеживать и оконтуривать рудовмещающие породы на глубине.

Для прослеживания и изучения рудоконтролирующих разломов на месторождениях второго типа применялись эманационная съемка и метод ВЭЗ, с помощью которых определялось положение рудоконтролирующего разлома под молодыми отложениями, простирание разлома и положение опущенного блока.

Намечается также существенное отличие и в проведении геохимических методов исследования. Особенно это заметно при изучении минералогических индикаторов и первичных ореолов рассеяния. Так, на месторождениях первого типа, где надрудная толща представлена терригенными породами, изучение первичных ореолов целесообразно применять на широкой площади в большом масштабе. Другое дело на месторождениях второго типа, где роль экрана не существенна, здесь первичные ореолы изучаются главным образом для выявления рудоконтролирующих разломов.

Таким образом, для каждого типа детальной геолого-прогнозной карты характерны свои особенности. Они отражают специфику методов исследования, выбранных с учетом геологических особенностей месторождения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Королев А. В. и Поярко В. Э., Проявление гипогенной минерализации — индикаторы скрытого оруденения, «Советская геология», № 34, 1948.
2. Королев А. В., Шехтман П. А., Условия размещения послемагматических согласных рудных тел и методы их геологического анализа, Госгеолиздат, 1954.
3. Королев А. В., Шехтман П. А., Определение склонения и ныряния рудных столбов в трещинных жилах, «Цветные металлы», № 6, 1951.
4. Никифоров Н. А., О значении порядков складчатых и разрывных нарушений, ДАН УзССР, № 10, 1953.
5. Никифоров Н. А., Королев В. А., К методике составления детальной геологической прогнозной карты. Зап. Узбекстанского отделения Всесоюз. минерал. об-ва, вып. 6, Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1954.
6. Ростковский Б. А., Новый метод изображения в проекции на вертикальные плоскости, Исследования по вопросам маркшейдерского дела, вып. XXI, ВНИМИ, Узгеоллиздат, 1950.
7. Смирнов В. И., Геология ртутных месторождений Средней Азии, Госгеоллиздат, 1947.
8. Федорчук В. П., Никифоров Н. А., Об использовании надрудного пирита в качестве индикатора при поисках низкотемпературных месторождений закрытого типа, «Разведка и охрана недр», № 5, 1958.

## МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ГОРНОГО АЛТАЯ (к методике составления прогнозно-металлогенических карт)

*В. А. Кузнецов*

(Сибирское отделение АН СССР)

**1. Методика исследования.** Основой металлогенического районирования является геотектонический анализ и районирование с расчленением территории на участки, отличающиеся особенностями геологического строения и истории развития, временем относительной консолидации, а также особенностями явлений магматизма и оруденения. Геотектоническое районирование опирается на исторический анализ и на выявление специфических особенностей истории развития отдельных участков территории. В результате Горный Алтай расчленяется на ряд крупных тектонических структур первого порядка, структурно-фациальных зон, сопоставимых по масштабу со структурно-фациальной зоной Рудного Алтая. Некоторые из структурно-фациальных зон расчленяются на структуры второго порядка: прогибы, поднятия и др. В качестве важнейших элементов структуры Горного Алтая выделяются зоны длительно существующих глубинных разломов, в ряде случаев определяющих размещение магматических и рудных комплексов.

Одним из элементов геотектонического анализа является анализ особенностей и развития магматизма с выделением тектономагматических циклов, эпох магматизма и магматических комплексов и установлением закономерностей в их размещении.

В итоге обосновывается выделение металлогенических эпох, рудных комплексов и рудных формаций, генетически связанных с соответствующими магматическими комплексами. Анализ размещения этих комплексов в тектонических структурах позволяет осуществить металлогеническое районирование территории Горного Алтая с выделением структурно-металлогенических зон, а внутри последних — рудных районов. Наряду с ни-

ми выделяются связанные с глубинными разломами линейные рудные зоны или пояса.

Детальный анализ структур некоторых рудных районов позволяет выявить условия локализации концентрированного оруденения и основные закономерности размещения рудных полей и месторождений.

**2. Результаты исследования.** Геотектонический анализ показывает, что история геологического развития, магматизма и эндогенной металлогении Горного Алтая является длительным многоактным процессом, не укладывающимся в известную схему Ю. А. Билибина. В послепротерозойской истории развития этой территории выделяется три крупных этапа: салаирский, собственно каледонский и герцинский, причем в некоторых из них имели место ранние, доскладчатые, совпадающие с основной складчатостью, и послескладчатые, т. е. поздние, проявления магматизма и оруденения. Следовательно, Горный Алтай, подобно ряду других складчатых областей, является областью полициклического развития. Представления тех исследователей, которые относят все проявления магматизма в Горном Алтае к одному каледонскому этапу, следует считать ошибочными.

Первый, салаирский, этап (поздний протерозой, или синий, — средний кембрий) был этапом развития первичной геосинклинальной системы с активным вулканизмом, с общим фемическим профилем. В доскладчатую стадию этого этапа формировались спилито-кератофировые комплексы и субвулканические основные интрузии. В раннескладчатую стадию проявились интрузии перидотитовой магмы, образовавшие вдоль зон глубинных разломов линейные гипербазитовые пояса. С основной складчатостью проявились сложные многозначные интрузии гранитоидов повышенной основности, вероятные производные базальтоидных магм.

Как видно, для салаирского этапа в целом характерна активная деятельность основных и ультраосновных магм. В салаирском этапе формируется нижний структурный ярус Горного Алтая. Тогда же испытали консолидацию некоторые положительные структуры на востоке Горного Алтая, выделяемые в Бийско-Катунскую структурно-фациальную зону.

Второй, собственно каледонский, этап (конец кембрия — нижний девон) явился этапом развития флишевых геосинклиналей, формирования прогибов, заполнявшихся главным образом песчано-сланцевыми терригенными толщами ордовика и силура. Вулканизм в этом этапе в пределах Горного Алтая практически не проявлялся. Основная складчатость песчано-сланцевых толщ, выполняющих прогибы, сопровождалась метаморфизмом и гранитными интрузиями, частью, по-видимому, являвшихся производными палингенной гранитной магмы, очаги которой могли возникать в глубинных зонах флишевых геосинклиналей, а так-

же в зонах смятия и метаморфизма вдоль швов глубинных разломов. Развитие геосинклинальных прогибов второго этапа отличалось сиалическим (по Е. А. Радкевич) профилем. В этом этапе формируется средний структурный ярус Горного Алтая и испытывает относительную консолидацию ряд структурных зон, в том числе Чарышско-Теректинская структурно-фациальная зона.

Наконец, в герцинском этапе (девон — поздний палеозой) большая часть территории Горного Алтая представляла собой уже относительно жесткую каледонскую складчатую систему, в которой лишь некоторые структуры сохранили подвижность и черты геосинклинального режима в виде остаточных геосинклинальных прогибов.

Начало герцинского этапа, девонский период, ознаменовалось в Горном Алтае, как и в других районах Алтай-Саянской области, мощным вулканизмом, который по масштабу проявления не уступал кембрийскому вулканизму, отличаясь от него составом лав. В отличие от салаирского этапа девонский вулканизм в Горном Алтае характеризовался излиянием лав кислого состава, формированием порфировых (кератофировых) комплексов при резко подчиненной роли вулканогенных пород среднего и основного составов. Доскладчатый вулканизм герцинского этапа сопровождался гипабиссальными интрузиями гранитного и граносиенитового состава. В отличие от салаирского этапа в герцинском этапе слабо проявилась деятельность основных магм и полностью отсутствовали интрузии ультраосновной магмы. Эти особенности — качественное отличие начальных стадий герцинского магматизма в Горном Алтае от магматизма предыдущего салаирского этапа, — очевидно, закономерны и обусловлены прогрессирующей консолидацией складчатых структур, увеличением мощности и прочности сиалической оболочки и относительным погружением глубинного симитического субстрата.

Во второй половине герцинского этапа проявляется складчатость существенно глыбового типа и внедряются гранитные интрузии, в которых устанавливаются аналоги известных змеиногорского и калбинского интрузивных комплексов Рудного Алтая и Калбы. Наконец, в конце этапа появляются постскладчатые малые интрузии основного и кислого состава.

В герцинском этапе формируется верхний структурный ярус Горного Алтая, причем последний в целом приобретает характер складчато-глыбовой системы сложного строения.

В связи с полициклическостью развития в Горном Алтае четко проявилась периодичность магмообразования, причем имели место однотипные, но разновозрастные магматические комплексы. Так, весьма близкие по составу и, вероятно, по генезису гранитные интрузивные комплексы, считающиеся особенно характерными для средних этапов развития подвижных

зон, проявились в Горном Алтае не менее чем дважды — в каледонском и в герцинском этапах.

Соответственно с этими особенностями геотектонического развития и магматизма выделяются следующие важнейшие для Горного Алтая *металлогенические эпохи*.

В древнейшей *салаирской* металлогенической эпохе, в условиях первичной геосинклинальной системы, при активной деятельности основных магм существовали условия, благоприятные для образования осадочно-вулканогенных месторождений железа и марганца, самородной меди и колчеданных руд, а также руд магния, фосфора, ванадия.

В связи с интрузиями глубинной ультраосновной магмы возникли рудопроявления хромовых и никелевых руд, асбеста, талька. С последующими интрузиями габбро связываются проявления титано-магнетитового оруденения. Наконец, с гранитоидами повышенной основности садринского (лебедского) комплекса связаны контактово-метасоматические месторождения магнетитовых руд, месторождения золота скарнового типа, а также проявления вольфрамово-молибденового оруденения различных типов.

Как видно, салаирская металлогеническая эпоха, отвечающая раннему геосинклинальному этапу развития, имела существенное значение для металлогенической характеристики, особенно северо-восточных районов Горного Алтая — Бийско-Катунской структурно-фациальной зоны.

Собственно *каледонская* металлогеническая эпоха, отвечающая формированию флишевых геосинклинальных прогибов, а затем складчатости, сопровождающейся метаморфизмом кембро-силурийских толщ и гранитными интрузиями, ознаменовалась связанными с этими интрузиями проявлениями пневматолитово-гидротермального вольфрамово-молибденового и редкометального оруденения. По-видимому, именно с этой эпохой связано образование широких гнейсовых и пегматитовых полей с редкометальным оруденением в пределах Телецко-Саянской и Чарышско-Теректинской зон Горного Алтая. Значение каледонской металлогенической эпохи для металлогении Горного Алтая оказывается более существенным, нежели считалось ранее.

Особенное значение имела *герцинская* металлогеническая эпоха, включающая и раннюю, девонскую, стадию.

В связи с девонским вулканизмом проявилось весьма характерное для Горного Алтая гематитовое железооруденение вулканогенно-осадочного типа, принадлежащее к гематитово-яшмовой рудной формации. Некоторые субвулканические интрузии девонского времени сопровождалась гидротермальными гематитовыми рудами и проявлениями полиметаллического оруденения метасоматического и жильного типов. В позднегерцинскую эпоху в связи с глыбовыми движениями, складчатостью

и глубинным магматизмом проявляется ряд рудных комплексов и формаций. С малыми доботолитовыми интрузиями габбро-диабазов связываются месторождения мышьяково-кобальтовых руд; с гранитоидами змеиногорского типа — проявления свинцово-цинкового оруденения скарнового и жильного типов. К гранитам калбинского типа приурочены особо характерные для Горного Алтая пневматолито-гидротермальные месторождения вольфрам-молибденовых и бериллиевых руд. В пространственной связи с теми же гранитоидами находятся контактово-метасоматические месторождения магнетитовых руд, которые в других районах Алтай-Саянской области обычно связываются с интрузиями повышенной основности, производными интрузий габбро-сиенитового ряда. Наконец, с посторогенными малыми интрузиями конца герцинского этапа связываются проявления полиметаллического оруденения.

Особое место занимает наиболее поздняя, не обнаруживающая связи ни с одним магматическим комплексом, низкотемпературная сурьмяно-ртутная рудная формация, связанная с посторогенными движениями вдоль зон глубинных разломов. Она относится к заключительной стадии герцинской металлогенической эпохи или является послегерцинской.

Горный Алтай — металлогеническая область полициклического типа. В нем появились разновозрастные рудные комплексы и формации, в числе которых имели место различные по возрасту, но однотипные формации. Так, известны контактово-метасоматические железорудные месторождения, связанные и с древними салаирскими, и с позднегерцинскими интрузиями. Кроме широко известных проявлений вольфрам-молибденового и бериллиевого оруденения, связанного с герцинскими интрузиями калбинского типа, намечаются проявления близкого по типу редкометального оруденения в связи с каледонскими гранитными интрузиями. Также разновозрастным и разнотипным оказывается и полиметаллическое оруденение, причем выделяется не меньше трех полиметаллических рудных формаций, связанных с различными производными герцинского магматизма.

Анализ пространственного размещения различных по типу и возрасту производных магматизма и оруденения в тектонических структурах Горного Алтая позволяет наметить некоторые закономерности.

Производные того или иного магматического этапа и металлогенической эпохи наиболее полно развиваются в пределах соответствующего структурного яруса. При этом закономерны явления наложения производных более позднего магматизма и оруденения на структуры более ранних этапов консолидации. Наиболее благоприятствуют явлениям наложения разновозрастных рудных комплексов длительно существующие структуры типа зон глубинных разломов.

Магматические и рудные комплексы древнейшего, салаирского, этапа, естественно, развиты лишь в толщах нижнего структурного яруса, главным образом в пределах Бийско-Катунской структурно-тектонической зоны. Гипербазитовый комплекс и связанные с ним рудопоявления локализуются в зонах глубинных разломов, образуя линейные гипербазитовые пояса: Курайский, Теректинский и Телецкий.

Собственно каледонские гранитоидные интрузии и связанные с ними рудопоявления размещаются в толщах среднего структурного яруса, причем главным образом в восточной части Горного Алтая, в пределах Телецко-Саянской структурной зоны. Отмечается локализация этих интрузий и связанных с ними рудопоявлений в линейных зонах смятия и метаморфизма (Прителецкая зона, Курайский хребет, по-видимому, Южно-Чуйские Альпы), вероятно, в осевых частях глубоких каледонских прогибов.

Девонские (раннегерцинские) магматические комплексы и связанные с ними рудопоявления наиболее полно развиты в герцинских прогибах (остаточных геосинклинальных структурах), главным образом в Ануйско-Чуйском и Уйменско-Лебедском. В меньшей мере они развиты в пределах наложенных герцинских прогибов на положительных геоантиклинальных структурах каледонского этапа — Коргонском, Улаганском и др.

Размещение позднегерцинских гранитных интрузий, а также редкометальных и полиметаллических рудных комплексов явно не укладывается в схему Д. И. Горжевского, разработанную для других районов и механически переносившуюся на Горный Алтай. В действительности в Горном Алтае редкометальные и вольфрам-молибденовые месторождения чаще локализуются в горст-антиклинальных поднятиях герцинского этапа, а полиметаллические месторождения — в герцинских прогибах. Имеется, однако, ряд исключений, осложняющих эту закономерность. Очевидно, размещение магнетических и рудных комплексов в Горном Алтае определяется не только планом размещения герцинских складчато-глыбовых структур, сколько историей геотектонического развития структурно-фациальных зон. Поскольку намечаются закономерные связи между характером развития этих зон и особенностями их магматизма и оруденения, структурно-фациальные зоны приобретают значение *структурно-металлогенических зон*.

В пределах Горного Алтая выделяются (с запада на восток) следующие крупные структурно-металлогенические зоны первого порядка, сопоставимые по масштабу с зоной Рудного Алтая: Чарышско-Теректинская, Ануйско-Чуйская, Бийско-Катунская; Уйменско-Лебедская и Телецко-Саянская.

Каждая из них отличается своей металлогенической характеристикой.

Некоторые из зон расчленяются на структуры второго порядка, которые имеют характер рудных районов, отличающихся развитием тех или иных рудных комплексов.

Намечается возможность типизации структурно-металлогенических зон Горного Алтая. Выделяются зоны трех основных типов. К первому относятся металлогенические зоны фемического профиля, формирование которых связано с ранними этапами развития. Представителем этого типа является Бийско-Катунская зона, которая может быть разделена на ряд подзон, отвечающих поднятиям (характеризующихся преобладанием карбонатных толщ) и прогибам (преобладание спилитово-кератофириновых комплексов). Эти зоны перспективны на железные руды, золото, медные руды, ванадий, хром, никель, титан, марганец, магний.

Ко второму типу относятся структурно-металлогенические зоны сиалического профиля, производные второго, собственно каледонского, этапа развития геосинклинальной системы Горного Алтая. Они характеризуются редкометальным и вольфрам-молибденовым оруденением каледонского и герцинского этапов. Представителями их являются Чарышско-Теректинская и Телцеко-Саянская зоны. Зоны расчленяются на рудные районы, некоторые из них, отвечающие структурам наложенных прогибов, характеризуются развитием железорудных и полиметаллических рудных комплексов, связанных с девонским магматизмом (Коргонский рудный район).

К третьему типу относятся зоны, отвечающие остаточным геосинклинальным прогибам герцинского этапа (Ануйско-Чуйская и Уйменско-Лебедская зоны). Они характеризуются вольфрам-молибденовым оруденением, приуроченным к структурам поднятий (Талицкий, Белокурихинский и другие рудные районы), и полиметаллическим оруденением, чаще приуроченным к прогибам (Ширгайтинский, Урскульский и другие районы).

Кроме указанных металлогенических зон и рудных районов, в Горном Алтае имеют место линейные рудные зоны, связанные со швами глубинных разломов. В ряде случаев это зоны сложного профиля, вмещающие железорудные, кобальтовые и полиметаллические месторождения (Чарышская зона). Наиболее четкими линейными рудными зонами этого типа являются ртутнорудные зоны (например, Курайская ртутная зона).

Таким образом, предлагаемое металлогеническое районирование, подтверждая существовавшие представления о поясовом размещении оруденения на территории Горного Алтая, вносит в эти представления новое содержание и дополняет намеченную В. П. Нехоршевым схему рудных поясов Алтая.

## ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДОКЕМБРИЙСКИХ ЩИТОВ

*Я. Н. Белевцев*

(ИГН АН УССР)

Успехи металлогенических исследований в СССР относятся главным образом к изучению складчатых областей, в то время как для платформы и щитов еще не разработаны принципы и методы металлогенических исследований, не считая отдельных работ, затрагивающих эти вопросы [15, 8, 6]. С таким положением нельзя согласиться не только потому, что щиты и древние платформы занимают более половины территории поверхности земли, но и потому, что они обычно являются носителями крупнейших, мирового значения, месторождений железа, марганца, золота, кобальта, алмазов, никеля, меди, хрома и многих других металлов.

Поэтому мы взяли на себя труд в какой-то мере восполнить существующий пробел в разработке методов металлогенических исследований щитов. Нами были использованы материалы, полученные при многолетнем изучении Украинского кристаллического щита, Курско-Воронежского массива и частично Балтийского щита.

### Особенности геологического развития щитов

В современной геологии выделяют самостоятельные крупные структурные единицы — складчатые области и платформы. Подавляющее большинство геологов рассматривает образование платформ как историческое явление, возникающее на определенном этапе развития того или иного участка земной коры вследствие превращения геосинклинальной зоны в стабильную складчатую область, перекрытую осадочным покровом. Преимущественное распространение получили древние платформы,

состоящие из докембрийского фундамента, перекрытого чехлом осадочных и вулканических пород.

Породы фундамента наиболее удобны для изучения на щитах и кристаллических массивах, где они выступают непосредственно на поверхность или перекрыты маломощным осадочным чехлом.

Применив метод «снятия» метаморфизма и гранитизации к кристаллическим породам, т. е. представив себе их первично-осадочный облик, мы получили возможность раскрыть историю геологического развития докембрийских складчатых зон. Это позволило выделить в пределах Украинского щита два крупных тектоно-магматических цикла, отвечающих двум геосинклинальным периодам развития.

К наиболее древнему, *архейскому циклу* отнесены гранитизированные в различной степени гнейсы тетерево-бугской серии, содержащие глиноземистые породы с подчиненным количеством магнетитовых сланцев и кварцитов.

Породы этого цикла составляют самый нижний структурный этаж в кристаллическом щите с господствующим северо-западным простиранием складчатых структур. С этими породами сопоставимы кольская и беломорская серии гнейсов, развитые в пределах восточной части Балтийского щита.

Абсолютный возраст пород цикла — от 2650 до 2000—1900 млн. лет. Геосинклинали этого периода были обширными и охватывали почти всю территорию Украинского щита и значительную часть всей Русской платформы.

К *нижнепротерозойскому циклу* относятся породы, залегающие несогласно на архейских образованиях и деформированные преимущественно в субмеридиональном плане. Для них характерны эффузивные и осадочно-метаморфические породы — амфиболиты, сланцы, кварциты, железистые роговики и джеспилиты.

В пределах Украинского щита в нижнепротерозойское время происходило развитие подвижных зон, с которыми связано образование верховцевской железисто-метабазитовой и криворожской железисто-сланцевой серий пород. Абсолютный возраст их 1750—1900 млн. лет. С этими породами сопоставима тундровая и кейвская серии на Кольском полуострове, ладожская и парандовская серии Карелии, а также железисто-сланцевая серия КМА. Геосинклинальные зоны этого периода отличаются от архейских ограниченными размерами и линейными (вытянутыми) очертаниями. Большая часть фундамента в нижнем протерозое была разбита на жесткие блоки—срединные массы.

Докембрийские складчатые зоны — это преимущественно нижние структурные этажи, вследствие чего они потеряли свое орографическое выражение. Среди древних складчатых зон, развитых на щитах или фундаментах, более или менее отчетливо выделяются:

*складчатые зоны, сложенные осадочно-метаморфическими породами*, среди которых гранитизация не получила сколько-нибудь существенного развития. Граниты интрузивного характера распространены весьма ограниченно. Осадочно-метаморфические породы в различной мере сохранили первичную слоистость, состав, чередование и имеют все признаки геосинклинального образования. Примером таких складчатых зон являются Криворожско-Кременчугская, Конкско-Белозерская, Верховцево-Чертомлыкская, а в других районах складчатая зона КМА, Оленегорская зоны и многие другие;

*складчатые зоны, сложенные преимущественно мигматитами*, среди которых осадочно-метаморфические породы распространены подчиненно в виде останцев различной величины. Мигматиты обычно сохраняют полосчатость и складчатость, развитую в метаморфических породах, и по всем признакам они образовались вследствие метасоматической гранитизации осадочных пород. Местами мигматиты теряют полосчатость, состав их выравнивается и приближается к гранитному. Интрузивные граниты развиты относительно редко и подчинены крупным разломным структурам. Примером таких зон мигматитов могут быть: участок, расположенный вдоль реки Ингулец к западу от Криворожско-Кременчугской полосы, Орехово-Павлоградская полоса, а также обширная область между Кривым Рогом и Запорожьем.

Устойчивый платформенный режим наступил с верхнего протерозоя и характеризовался относительно медленными колебательными движениями, которые вызвали заложение и развитие глубинных разломов, расчленивших фундамент на ряд крупных блоков; образование верхнепротерозойских и рифейских платформенных осадков в виде древнего чехла (овручская, иотнийская и другие серии); внедрение вдоль разломов интрузий основного, ультраосновного и гранитоидного состава; образование глубинных зон окисления и коры выветривания; образование платформенного чехла, составленного палеозойскими и мезокайнозойскими осадками.

Таким образом, геологическое развитие щитов имеет очень сложную историю, включающую периоды геосинклиналей и платформ.

#### Главнейшие черты и некоторые особенности металлогении щитов и древних платформ

Необычайно богатые месторождения железа, никеля, кобальта, циркония, вольфрама, золота, олова, ванадия, тантало-ниобатов, титана, молибдена, хрома и меди, развитые на щитах и древних платформах, непосредственно связаны с длительной геологической историей геосинклинальных и платформенных периодов развития.

**Схе**  
**геологического развития и металлогении докембрийских щитов (по**

Периоды развития и металлогенические эпохи	Этапы развития	Структурное состояние	Характер тектонических движений	Осадочные и вулканогенные формации
	<p>Платформенные, верхний протерозой, рифей</p>	<p>Молодая платформа</p>	<p>Медленные колебательные движения и разрывные структуры</p>	<p>Рифейские песчано-глинистые формации Овручская серия Иотний-хогландий Эффузивы</p>
<p><i>Средний период</i> Нижнепротерозойская эпоха (возраст 1700—1900 млн. лет)</p>	<p>Поздние и конечные</p>	<p>Слабо мобильный складчатый пояс</p>	<p>Зарождение глубинных разрывов и образование блоковых структур</p>	<p>Нет</p>
	<p>Средние</p>	<p>Мобильный складчатый пояс</p>	<p>Колебательные движения с преобладанием поднятий. Интенсивная складчатость, надвиги и разрывы</p>	<p>Конгломерато-песчанистые Углисто-карбонатные Основные эффузивы</p>
	<p>Начальные и ранние</p>	<p>Подвижный пояс, собственно геосинклиналь</p>	<p>Вертикальные движения с преобладанием опусканий</p>	<p>Железисто-кремнисто-глинистые, железисто-кремнисто-эффузивные, эффузивы, туфы и диабазы</p>
<p><i>Нижний период</i> Архейская эпоха (возраст 2650 — 2000 млн. лет)</p>	<p>Нерасчленены</p>	<p>Складчатые зоны, срединные массивы, платформы</p>	<p>Вероятно весь цикл тектонических движений геосинклинального и платформенного периодов развития</p>	<p>Железисто-кремнисто-эффузивные Песчано-глинистые Спилитовые и спилито-кератофировые</p>

**ма**  
**материалам УКЩ, Воронежского массива и Балтийского щита)**

Метаморфизм и гранитизация	Магматические комплексы	Месторождения и рудопроявления
<p>Нет</p>	<p>Нет</p>	<p>Герцинские комплексы щелочных интрузий</p> <p><i>Осадочные и россыпные:</i> а) железорудные; б) марганцевые; в) титановые и циркониевые</p> <p><i>Остаточные:</i> а) бокситовые; б) никелевые; в) железорудные</p> <p><i>Гидротермальные:</i> а) флюоритовые; б) редкоземельные; в) циркониевые и асбестовые</p>
<p>Песчаники, кварциты, туфы, кристаллические сланцы (пиррофиллитовые сланцы)</p>	<p>Нет</p>	<p>Коростенский, уманский и приазовский щелочные комплексы</p> <p><i>Гидротермальные:</i> а) оловянно-колумбитовые, пиррохлоровые; б) вольфрамовые; в) молибденовые; г) кварцево-сульфидные</p> <p><i>Магматогенные:</i> а) ильменит в габбровых массивах; б) титано-магнетитовые и др.</p>
<p>Продукты гидротермального изменения — окварцевание, карбонизация, сульфидизация и др.</p>	<p>Нет</p>	<p>Токовский и осницкий комплексы</p> <p><i>Гидротермальные:</i> а) кварцево-сульфидные с Cu, Pb, Co, Ni и др.; б) карбонато-сульфидные с Cu и редкими металлами</p>
<p>Метаконгломераты, метапесчаники, кварциты, мраморы и кристаллические сланцы</p>	<p>Графитовые гнейсы, мигматиты и граниты</p>	<p>Житомирский складчатый комплекс</p> <p><i>Метаморфические:</i> а) богатые железные руды; б) ильменито-магнетитовые руды; в) сульфидные — Cu, Ni, Co; г) асбестовые; д) редкие и рассеянные элементы</p>
<p>Железистые роговики и джеспилиты, кристаллические сланцы, кварциты, метаконгломераты и амфиболиты</p>	<p>Магнетитопироксено-амфиболовые кварциты, мигматиты и гранитоиды</p>	<p>Возможны ультраосновные и основные интрузии</p> <p><i>Осадочно-метаморфические:</i> а) железорудные; бедные и богатые; б) титано-циркониевые; в) медно-никелевые; г) тальковы; д) доломиты</p>
<p>Кварциты, железистые кварциты, сланцы, мраморы Породы тетерево-бугской серии на Украине, кольской и беломорской серии Балтийского щита</p>	<p>Гнейсы, мигматиты и граниты</p>	<p>Возможны складчатые аплитовые граниты и подольский складчатый чарнокитовый комплекс</p> <p><i>Магматогенные:</i> а) графитовые; б) железорудные (железистые кварциты)</p> <p><i>Магматические:</i> а) хромиты; б) медно-никелевые руды и рудопроявления</p> <p><i>Полиметаллическая минерализация</i></p>



Многочисленные месторождения образовались не одновременно, а в несколько металлогенических эпох. В пределах каждой эпохи в древних подвижных зонах наблюдается последовательное образование различных минеральных комплексов, тесно связанных с историей геологического развития зоны (см. таблицу).

### Металлогенические эпохи

По материалам Украинского и Балтийского щитов, Курско-Воронежского массива можно наметить следующие главнейшие металлогенические эпохи:

*архейскую эпоху*, для которой свойственны самые древние глубоко метаморфизованные породы (гнейсы, мигматиты, граниты), относящиеся к первому периоду геосинклинального развития кристаллического фундамента. Металлогения этой древней эпохи характеризуется развитием месторождений хромита, медно-никелевых, железорудных и графитовых;

*протерозойскую эпоху*, характеризующуюся обычно относительно слабо метаморфизованными осадочными породами, входящими в состав базавлукской и криворожской серий на Украине и ладожской на Балтийском щите. Металлогения этой эпохи отмечается необычайно богатыми метаморфогенными месторождениями железа: Кривой Рог, М. Белозерка на Украине, КМА, Оленегорское на Кольском полуострове; Зюдварангер в Норвегии, Тараташское на Урале и многие другие.

Медные, никелевые, золотые, титановые и циркониевые месторождения и рудопроявления генетически связаны с эффузивами и песчано-конгломератовой фацией. Рудопроявления редких и редкоземельных элементов генетически связаны с метаморфическими и гидротермальными процессами.

Кроме того, можно выделить несколько металлогенических эпох, связанных с платформенным периодом развития, а именно:

*первую платформенную эпоху*, к которой относятся овручская осадочно-вулканогенная серия (песчаники, кварциты и туфы) с касситерито-колумбито-вольфрамовым оруденением на Украине и иотний-хогландий (кварциты, песчаники, граниты «рапакиви») в Норвегии;

*вторую платформенную эпоху*, связанную с многочисленными интрузиями, внедрившимися по системе разломов в докембрийские породы. На Украине (по Н. П. Семененко) к этой эпохе относят формирование Коростенского (гранитов, габбро), Токовского и Корсунь-Новомиргородского плутонов.

Металлогения этих плутонов характеризуется накоплением ильменита в габбровых массивах, наличием медно-никелевых сульфидных, полиметаллических, кварцево-сульфидных, молибденовых и касситеритовых, асбестовых рудопроявлений, а так-

же появлением топаза, мориона и слюд, связанных с пегматитами. С некоторым допущением к этой эпохе можно отнести подобные интрузивные образования гранитов, сиенитов и габбро на Балтийском щите, с которыми генетически связаны апатито-магнетитовые, титано-магнетитовые, скарновые — железорудные, вольфрамовые, оловянные, кварцево-молибденовые месторождения Карелии, Швеции, Норвегии и Финляндии;

*третью платформенную эпоху*, связанную с образованием щелочных массивов в Приазовском районе на Украине и в Хибинах на Кольском полуострове в верхнепротерозойское и палеозойское время. С этими массивами щелочных пород генетически связаны цирконо-пироклоровая, галенито-паризитовая, флюоритовая и сульфидная (с кобальтом и медью) минерализация и алюминиевое сырье на Украине, а также месторождения апатита, редких земель и карбонатов, содержащих пироклор, карбонаты редких земель на Кольском полуострове и в Норвегии;

*мезо-кайнозойскую эпоху*, характеризующуюся образованием коры выветривания и глубинных зон окисления в кристаллических породах докембрия, а также накоплением платформенного чехла осадочных пород.

С корой выветривания и зонами окисления связаны месторождения никеля и бокситов в ультраосновных и основных породах, богатых железных руд и изменение руд метаморфогенного происхождения.

Среди третичных пород образуются россыпные цирконо-титановые и касситеритовые месторождения, а также крупнейшие осадочные месторождения железа и марганца.

### Последовательность образования рудных комплексов в истории развития подвижных зон докембрия

Последовательность образования минеральных комплексов в подвижных зонах, как известно, разработана Ю. А. Билибиным [4] и развита К. И. Сатпаевым [11], П. М. Татариновым [17], Е. А. Радкевич [10], Н. П. Семененко [12], Ю. Т. Старицким [15], И. Г. Магакьяном [6] и многими другими.

Относительно докембрийских подвижных зон эта последовательность нуждается в ряде дополнений и изменений, порою имеющих принципиальное значение.

Рассмотрим на примере геологического развития хорошо изученной Криворожско-Кременчугской подвижной зоны последовательность образования минеральных комплексов. Фациальный анализ осадков этой зоны позволил проследить в разрезах размещение толщ эффузивных пирокластических, грубообломочных, тонкообломочных и хемогенных образований. Это,

в свою очередь, дало возможность восстановить картину формирования подвижной области, выделить три этапа развития в геосинклинальном периоде и определить связанные с ними процессы минерализации.

*Начальным и ранним этапам* свойственно образование мощных вулканогенных и вулканогенно-осадочных толщ, приведших к накоплению больших масс железисто-кремнистых осадков. Вначале вулканические продукты характеризовались ультраосновным и основным (спилитовым) составом, который затем сменился кислым (кератофировым). Дальнейшее развитие характеризуется зарождением центрального поднятия и глубоких грабенообразных прогибов.

В зонах, удаленных от основных центров вулканизма, развитие геосинклинали выразилось в образовании более или менее изолированных узких субгеосинклиналей, в пределах которых происходило накопление терригенных и хемогенных осадков железисто-кремнистой формации. Они положили начало нижней и средней свитам криворожской серии суммарной мощностью около 1500—1800 м.

С этим этапом развития связано накопление больших масс железа, а также накопление никеля, меди, хрома, титана и других металлов.

*Средние этапы* характеризуются развитием поднятий, что привело к созданию мобильной складчатой зоны. В начале инверсии произошло изменение фаций осадков с накоплением осадков верхней терригенной свиты пород мощностью свыше 3000 м.

Развитие тектонических процессов обусловило образование сложных продольных и поперечных складчатых структур, сопровождающихся интенсивным послыйным течением материала и динамотермальным метаморфизмом пород, сыгравшим важную роль в формировании крупных метаморфогенных месторождений железорудной провинции.

К метаморфогенным месторождениям этого типа относятся бедные железные руды (железистые кварциты), богатые железные руды железорудной формации, рудопроявления меди, кобальта и других металлов, железорудные и медные скарны, а также большая группа нерудных ископаемых, мраморов, доломитов, кварцитов, асбеста, графита и талька.

*Поздние и конечные этапы* сказались на дальнейшем развитии разрывных структур, с которыми связано внедрение гранитных интрузий диабазовых даек и жил кислого состава. С гидротермальными процессами в стадии постгранитизации и интрузивными гранитами связаны рудопроявления сульфидов цинка, свинца и меди в карбонатных и кварцевых жилах; амфиболового асбеста, апатито-циркониевых руд и редкометальной минерализации.

Платформенные этапы характеризовались широким разви-

тием разнообразных россыпных месторождений, крупных осадочных месторождений (железа и марганца) и коры выветривания (бокситовые месторождения).

Эта схема последовательности образования рудных комплексов в истории развития древней подвижной зоны может быть применена и для других районов щита, однако с учетом специфики их геологического строения и металлогении. К таким наиболее важным факторам, определяющим специфику металлогении отдельных районов щитов, относятся:

1) глубина эрозийного среза кристаллического фундамента, определяющая интенсивность метаморфизма, ультраметаморфизма и сохранение различных фаций геосинклинальных осадков;

2) преимущественное развитие определенных этапов подвижных зон. Этим объясняется наличие или отсутствие эффузивных, кластогенных или хемогенных осадков, тектоно-магматических комплексов или структурно-фациальных зон;

3) наличие платформенного чехла, его состав и палеогеографические условия образований. При этом важное значение имеет длительность континентального существования кристаллического щита, интенсивность развития коры выветривания, обнаженность пород, несущих различные минералы и элементы, явившиеся источником образования месторождений в чехле;

4) возраст структур и магматизма со своей специфической металлогенией. Имеются в виду прежде всего глубинные разломы и интрузии гранитов, с ними связанные, которые дают часто свою специфическую металлогению.

### Некоторые особенности металлогении

Рассмотренные металлогенические эпохи и последовательность образования минеральных комплексов в истории геологического развития докембрийского кристаллического фундамента и осадочного чехла позволяют определить главные черты металлогении щитов и древних платформ.

Металлогения щитов и древних платформ характеризуется тремя резко разграниченными периодами развития, непосредственно связанными с геологической историей. Различают металлогению подвижных зон докембрийского фундамента, металлогению платформенного периода развития фундамента и металлогению осадочного чехла (см. таблицу).

*Металлогения подвижных зон докембрийского фундамента* характеризуется прежде всего тем, что подавляющее большинство металлов (Fe, Cu, Zr, Ni и др.) было накоплено в осадках или эффузивах еще в начальные этапы развития подвижных зон. В средние этапы благодаря метаморфизму многие

металлы оказались достаточно подвижными и при определенных тектоно-физических условиях образовали метаморфические или метаморфизованные месторождения. В конечные этапы металлогения развивалась по пути гидротермальной деятельности, связанной с интрузиями и разрывной тектоникой. В пространственном размещении метаморфогенных месторождений главную роль играли трещинно-складчатые структуры, гидротермальных — разрывные структуры и зоны смятия. В металлогении докембрийских подвижных зон выделяются два главных периода — нижний, относящийся к архейской эпохе, и верхний, относящийся к нижнепротерозойской эпохе.

*Металлогения платформенного периода развития фундамента* характеризуется магматическими, пегматитовыми, скарновыми и гидротермальными месторождениями железа, меди, вольфрама, кобальта, никеля, тантало-ниобатов, хрома и молибдена, реже свинца и цинка. Эти месторождения пространственно и генетически тесно связаны с интрузивными комплексами, приуроченными к разрывным структурам.

*Металлогения платформенного чехла* непосредственно связана с образованием осадочных пород чехла. Встречаются платформенные породы верхнепротерозойского, рифейского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Для них обычно характерны россыпные, осадочные и инфильтрационные месторождения железа, марганца, титана, олова, цинка, кобальта и других металлов. Размещение этих месторождений тесно связано с источниками сноса и фациальными особенностями пород чехла.

Рассмотрим главные особенности металлогении щитов и фундамента древних платформ.

Ведущая роль в эндогенной минерализации принадлежит не магматической деятельности, а метаморфизму и гранитизации. В связи с этим не наблюдается связь подавляющей части рудной минерализации с интрузивными комплексами. Продуктов типичной магматической деятельности нет либо их проявления имеют весьма подчиненное распространение. Только в конечные стадии гранитизации и метаморфизма проявились процессы, имитирующие гидротермальное рудообразование.

Характер и размещение металлических месторождений находятся в прямой зависимости от состава вмещающих пород, метаморфизма и тектонической структуры. Объясняется это не только первичным составом пород, но и подвижностью различных элементов, вызванной метаморфизмом и гранитизацией. Так, гранитизация и образование мигматитов из пород железисто-кремнистой формации сопровождаются выносом железа, магния, кальция и привносом кремния, алюминия и щелочей. В связи с этим в расслоенных породах среди складчато-трещинных структур развивается магнезиально-железистый метасоматоз и образуются железорудные и другие месторождения.

Наиболее высокометаллогенны сложноскладчатые метаморфические породы. По мере развития в них гранитизации до возникновения полей мигматитов металлоносность пород снижается. Такая закономерность объясняется миграцией рудных элементов при гранитизации в толщу расслоенных пород вследствие высокой их проницаемости и химической активности.

В платформенные этапы происходило формирование осадочных и гипергенных месторождений алюминия, железа, марганца, никеля, титана и циркония.

В целом металлогения щитов и древних платформ закономерно связана с вулканизмом, осадконакоплением, динамометаморфизмом и магматизмом платформенного периода.

### Методы составления металлогенических и прогнозных карт

Металлогенические карты кристаллических щитов или отдельных его регионов должны наглядно отражать закономерности геологического развития и размещения рудных комплексов. Металлогеническая карта создается в результате творческого совмещения карты полезных ископаемых со специальной структурной геологической картой. В связи с этим перед составителями металлогенических карт стоит задача наглядного изображения закономерностей пространственного размещения месторождений различных генетических типов и различных формаций на структурно-геологических картах.

Однако во многих случаях, особенно для щитов, нет готовых тектонических или структурно-геологических карт, которые можно было бы без существенных дополнений принять для составления металлогенических карт. Поэтому составлению металлогенической карты должно предшествовать обобщение геолого-структурных материалов и пополнение существующих карт.

Для кристаллических щитов, как и для складчатых областей, целесообразно составлять обзорную металлогеническую карту масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, среднего масштаба — 1 : 200 000 и детальные металлогенические и прогнозные карты масштаба 1 : 50 000 — 1 : 25 000 для рудных районов или рудных провинций.

*Обзорные металлогенические карты* составляются для отдельных крупных регионов платформ, металлогенических поясов или провинций и зон. Задачей обзорных мелкомасштабных металлогенических карт является установление структурно-геологических позиций рудных районов и общих закономерностей образования рудных комплексов, а в некоторых случаях и выделение площадей для постановки поисковых работ соответствующего масштаба.

Металлогенические карты масштаба 1 : 500 000 должны составляться для крупных регионов, скажем для Украинского щита, Курско-Воронежского массива, Кольского полуострова

или Карелии, в то время как карты масштаба 1 : 200 000 целесообразно составлять для отдельной рудной провинции, зоны или рудного района. Естественно, что к картам масштаба 1 : 200 000 предъявляются более высокие требования в изображении геологии, структуры, металлогенического районирования и определения прогнозных участков для постановки поисков.

Составлению металлогенической карты среднего масштаба должны предшествовать специальные металлогенические исследования, а именно:

а) обобщение материалов по истории осадконакопления и связанных с ней процессов минерализации. Имеется в виду установление эпох осадконакопления в стратиграфическом разрезе фундамента и изучение характера минерализации, связанной с процессами седиментации;

б) обобщение фактических материалов, касающихся структуры, с целью выяснения древних складчатых областей и срединных массивов. Это достигается при помощи фациального анализа и сопоставления осадочно-метаморфических пород, выделения горизонтов, свит и серий, свидетельствующих о циклах осадконакопления. Неоценимую услугу при этом оказывает размещение и изучение складчатых структур и господствующих планов деформаций;

в) выделение крупных опущенных и поднятых блоков в фундаменте. Установление глубинных разломов, интрузивных циклов и изучение общих металлогенических особенностей магматических циклов;

г) изучение метаморфизма и гранитизации, выделение крупных периодов или стадий метаморфизма и определение их металлогенической роли;

д) изучение осадочного покрова (чехла), особенно участков омоложенной платформы. Выделение общих закономерностей образования и размещения месторождений коры выветривания — россыпных и осадочных.

Для наглядного показа структурно-геологической позиции рудных районов в металлогенической провинции или зоне следует приготовить специальную структурно-геологическую или тектоническую основу. Затем на нее нанести необходимые данные о рудных месторождениях и рудопроявлениях, составляющих «рудную нагрузку» [8].

На обычной структурно-геологической или тектонической карте необходима следующая нагрузка:

1) выделение подвижных зон в кристаллическом фундаменте, исследование их поэтапного развития и связь минеральных комплексов с различными этапами. Желательно выделить и показать на картах эффузивные, кластогенные и хемогенные фации, образовавшиеся в начальные, ранние и средние этапы развития. Показать месторождения и рудопроявления с учетом их масштабов и ведущего металла и других особенностей, ге-

нетически связанных с начальными, ранними и средними этапами развития;

2) объединение осадочных и вулканогенных пород, не имеющих значения для рудообразования; следует более ярко показать на карте те из них, с которыми связано оруденение;

3) выделение участков, соответствующих породам с различной степенью метаморфизма, ультраметаморфизма и гранитизации. Необходимо изучить значение этих процессов в рудообразовании для каждого типа пород и показать на карте месторождения и рудопроявления метаморфогенного происхождения, связанные с различными стадиями метаморфизма;

4) выделение месторождений собственно магматических, пегматитовых и гидротермальных, связанных с различными магматическими комплексами платформенного периода развития;

5) выделение крупных блоков фундамента. В поднятых блоках, как правило, развиты продукты ультраметаморфизма, выраженные полями мигматитов с отдельными останцами осадочно-метаморфических пород, в то время как рядом расположенные опущенные блоки сложены относительно слабо метаморфизованными породами. Эти особенности геологического строения блоков определяют особенности или специфику металлогении;

6) выделение участков развития коры выветривания и глубинных зон окисления кристаллических пород и связанных с ними рудных комплексов. Следует показать на карте месторождения и рудопроявления, различные коры выветривания и зоны глубинного окисления;

7) выделение фаций осадочного чехла и связанных с ними россыпных и осадочных месторождений. Желательно показать на карте участки, районы и месторождения осадочных руд, размещенные в осадочном чехле. Если же эти последние очень перегружают карту, целесообразно составить отдельную металлогеническую карту для осадочного чехла.

Составление среднемасштабных металлогенических карт завершается металлогеническим районированием и выделением прогнозных участков для постановки поисковых работ. На таких картах могут быть выделены металлогенические зоны, области, рудные пояса и рудные районы. В некоторых случаях могут быть показаны рудные зоны и рудные поля. На металлогенических картах щитов, вероятно, целесообразно показать районы преимущественного развития рудных комплексов, связанных со складчатыми зонами фундамента, глубинными разломами и интрузиями, а также с породами осадочного чехла.

Все работы по составлению металлогенических карт во многих случаях дают возможность с достаточной объективностью определить участки и районы, перспективные для нахождения различных полезных ископаемых.

Детальные крупномасштабные металлогенические карты составляются с целью обобщения практических результатов геологоразведочных, геологосъемочных, геофизических и других работ, позволяющих установить закономерности размещения оруденения и определить научно обоснованные прогнозы и направление поисковых работ. Детальные карты составляются для рудных районов, металлогенических зон или рудных поясов и имеют особое теоретическое и практическое значение; они должны базироваться на следующих материалах:

структурно-геологической карте масштаба 1:50 000 или 1:25 000, дополненной по последним фактическим материалам. На этой карте должны быть показаны все структурные элементы, контролирующие оруденение: складчатые и разрывные структуры, поверхности несогласия, продуктивные свиты и горизонты, контакты интрузивов, а также зоны дробления и милонитизации;

химических анализах и специальных определениях пород и руд и продуктов наложенной минерализации;

картах литолого-фациальных, петрографических, палеогеографических, геохимических и геофизических (магнитных и гравиометрических);

карте полезных ископаемых.

Наличие этих материалов не исключает проведения специальных работ по изучению метаморфизма, рудогенеза и геохимии, предшествующих составлению металлогенической карты. В районах, расположенных на кристаллических щитах, необходимо провести следующие предварительные работы по изучению: метаморфизма пород, выделений продуктов динамотермального, термоконтактового и плутонометаморфизма, а также определению ступени метаморфизма с составлением карты метаморфических фаций;

взаимосвязи типов метаморфизма с тектоническими процессами и определению их роли в рудообразовании;

продуктов гранитизации и определению роли гранитизации в рудообразовании. Необходимо установить критерии связи оруденения с метаморфизмом и гранитизацией;

роли складчатых и разрывных структур в морфологии и размещении рудных тел и месторождений;

литологически благоприятных горизонтов и свит, экранирующих поверхностей, пород-осадителей и проведению выделения их на картах;

вещественного состава рудных тел, окolorудных изменений и зональности минерализации на месторождениях и рудных районах.

Процесс составления металлогенической и прогнозной карт целесообразно разделить на три этапа:

1) составление карты фактов и проведение металлогенического анализа;

2) составление собственно металлогенической карты;

3) составление прогнозной карты.

**Составление карты фактов состоит в следующем.** На геолого-структурной карте выбранного масштаба изображаются все известные в районе рудные и главнейшие нерудные месторождения. Точки месторождений наносятся на карту в условных знаках, отражающих генетический тип, минеральные ассоциации, ведущий металл и масштаб месторождений. Генетический тип, как это предлагают многие авторы, целесообразно выражать формой значка, ведущий металл — цветом, минеральные ассоциации (формации) — дополнительным усложнением основной формы значка, масштаб месторождений — размером значка, морфологию рудных тел — дополнительными обозначениями внутри основного значка. Для платформ и щитов целесообразно выделять месторождения и рудопроявления: *метаморфизованные* (доломиты, железистые роговики, графиты), *метаморфические* (гематито-магнетитовые, медно-колчеданные, апатито-циркониевые руды), *магматические*, *пегматитовые*, *гидротермальные* (свинцово-цинковые, кварцево-сульфидные жилы в метаморфических породах), месторождения *коры выветривания* и *осадочные*.

На карту наносятся также все известные рудопроявления, встреченные скважинами, горными выработками или известные в естественных обнажениях. К ним относятся жилы и прожилки полиметаллов, сульфидов меди и железа, другие вкрапленные сульфиды, циркон, рутил, магнетит, ильменит и т. д. Участки богатых железных руд, непромышленные по размерам, и рудопроявления многих других металлов наносятся принятыми обозначениями для соответствующих генетических типов месторождений.

Используются многочисленные полуколичественные и количественные спектральные определения и химические анализы. Из таблиц определений или анализов выделяются только те металлы, содержание которых превышало фоновые\*. При этом металлы, содержащиеся в количествах выше промышленных, относятся к разряду «рудной минерализации или металлонности», металлы, содержащиеся в количествах выше фоновых, но ниже промышленных, относятся к разряду «обогащенной минерализации или металлонности». Затем на карту в соответствующих условных знаках наносятся точки рудной и обогащенной минерализации по их генетической принадлежности и с учетом размещения в зонах сматия, жилах, коре выветривания или определенных пластах пород.

В условных обозначениях на карту наносятся: зоны вто-

\* Фоновые содержания редких и рассеянных элементов для породы или свиты пород определяются по большому числу данных как среднее арифметическое без учета ураганных содержаний.

ричного изменения пород вследствие щелочного, кальциево-углекислого и кремнистого метасоматоза; границы глубинных зон окисления, связанных с древней корой выветривания; распространение пород различных ступеней метаморфизма (имеются в виду породы ступени метаморфических сланцев, узловатых сланцев, роговиков и микрогнейсов, гнейсов, скарнов, пироксеновых гнейсов и пироксеновых кварцитов, мигматитов железисто-кремнистой формации и других пород шита).

Полученные после нанесения «рудной и метасоматической нагрузки» карта фактов и собранный материал подвергаются металлогеническому анализу с учетом всех знаний истории геологического развития подвижной зоны, генетических типов месторождений, рудопроявлений и закономерностей их размещения. Металлогенический анализ состоит в том, что устанавливаются временные и пространственные закономерности распределения месторождений и рудопроявлений в общем ходе истории геологического развития региона. При этом выявляется генетическая связь различных месторождений с фациями первичных осадков, тектоническими структурами, метаморфизмом, гранитизацией и интрузиями (гидротермальными процессами).

Для каждого типа месторождений выявляются решающие факторы, определившие условия образования и места размещения их, и второстепенные факторы, которые лишь в какой-то степени влияли на формирование минеральных ассоциаций или на условия их залегания. Так, например, в Криворожском бассейне железисто-кремнистые породы являются бедными рудами, которые образовались в осадочном процессе, однако вследствие динамо-термального метаморфизма они превращены в кварцево-магнетитовые роговики и джеспиллиты. Богатые гематито-магнетитовые руды образовались среди железистых роговиков во время метаморфизма, при этом некоторая часть их изменена и обогащена в древней коре выветривания. Так же определяются структурно-литологические закономерности размещения всех известных в районе минеральных ассоциаций и рубежи их возникновения на фоне общей истории геологического развития региона.

Проведенный металлогенический анализ даст возможность составить схему геологического развития и металлогении рассматриваемого района. В этой схеме желательно показать историю геологического развития складчатой области в виде геосинклинального и платформенного периодов. Геосинклинальный период, в свою очередь, может быть подразделен на начальный, средний и поздний этапы развития.

В начальные и ранние этапы (собственно геосинклиналь) следует показать вулканогенные и осадочные формации, содержащие различные металлические компоненты; в средние этапы (мобильный складчатый пояс) — развитие динамо-термального

метаморфизма и гранитизации, сопровождающиеся преобразованием осадков в метаморфические породы и возникновением метаморфогенных рудных комплексов; в поздние этапы развития (слабо мобильный складчатый пояс) — возникновение и развитие разломных структур, интрузий гранитоидов и рудных комплексов гидротермального генезиса в платформенном периоде развития — образование месторождений коры выветривания, россыпных и осадочных.

В схеме также должны быть показаны выделенные рудные пояса, рудные зоны и пояса и зоны с повышенной металлоносностью и минерализацией.

**Составление собственно металлогенической карты** осуществляется на основе фактов и в сущности сводится к изображению металлогенического районирования в виде выделения металлогенических зон, рудных поясов и зон, а также поясов и зон рудной минерализации.

Выделенные металлогенические подразделения наносятся на карту в условных обозначениях, отражающих генетический тип главнейших месторождений и историко-геологические этапы или стадии развития структур, с которыми они связаны.

Рудные пояса и зоны в тех местах, где нет промышленных месторождений, показаны так же, как пояса и зоны минерализации. Это имеет большое значение для составления прогнозных карт и определения направления поисковых и разведочных работ. Иначе говоря, на карте графически выражается металлогеническое районирование — главное содержание металлогенической карты.

**Прогнозные карты** составляются на основе металлогенической карты с учетом всего фактического материала и результатов специальных исследований, проведенных в связи с составлением металлогенической карты.

Воспользовавшись установленными закономерностями размещения тех или иных месторождений, а также фактическими данными о рудопроявлениях складчатых зон, разломов, зон специфического изменения пород, во многих случаях можно с различной степенью уверенности выделить прогнозные участки для постановки поисковых работ. Определение таких участков прогноза, особенно для скрытых (слепых) рудных тел и месторождений может быть успешным только при правильном понимании естественно исторических особенностей их формирования и условий залегания. Поэтому для уверенного выделения прогнозных участков необходимо иметь в виду установленные для этого типа рудных комплексов поисковые критерии и индикаторы слепых рудных залежей и месторождений. Главнейшие признаки и индикаторы (критерии) различных генетических типов месторождений, распространенных на щитах: литологические, минералогическо-петрографические, структурно-тектонические, геохимические, геофизические, литолого-фациальные и палеогеографические.

Каждый из этих критериев имеет неодинаковое значение для различных генетических типов месторождений.

Для метаморфогенных месторождений перво-степенное значение имеют литологические, минералого-петрографические, структурно-тектонические, геофизические и геохимические критерии, которые необходимо учитывать при выделении прогнозных участков на металлогенических картах.

*Литологические критерии* относятся к литологически благоприятным горизонтам. Такими горизонтами в Украинском щите, например, являются V железистый горизонт джеспилитов кривопрямой серии, обычно несущий необыкновенно богатые и мощные залежи железных руд, конгломераты и песчаники в той же серии, часто включающие месторождения меди, золота и некоторых редких металлов; эффузивы (основные и ультраосновные) с проявлениями меди, никеля, кобальта и многих других. Распространение этих горизонтов за пределами разведанных полей должно быть отнесено к прогнозным участкам, так как это дает большую уверенность встретить новые рудные месторождения.

*Минералого-петрографические критерии* объясняют развитие таких характерных минералов, как эгирин, рибекит, альбит, мартит, дисперсный гематит, а также таких пород, как эгириниты, амфиболовые сланцы и роговики, гетито-гематитовые сланцы и роговики, которые являются ореолами изменения пород вблизи железорудных месторождений.

К *структурно-тектоническим* критериям относятся замыкание крупных синклиналей и поперечные складчатые структуры в виде пологих перегибов или крупных флексур. Выявление таких структурных форм среди железистых расслоенных пород — важный критерий для нахождения крупных рудных месторождений метаморфогенного генезиса.

*Геофизическими* критериями являются необычайно высокие магнитные аномалии среди общего высокого магнитного поля, характерные для магнетитовых месторождений, и низкие отрицательные магнитные аномалии при высоких гравеоаномалиях среди железистых пород, характерные для глубоко окисленных мартито-гематитовых руд.

*Геохимические* критерии состоят в том, что в условиях глубоких зон окисления вокруг рудных залежей создается зона пород, из которых вынесены щелочные и щелочноземельные элементы, а также фосфор, сера, кобальт, серебро, и сохраняются с некоторым превышением против обычного никель, хром, медь, свинец.

Для гидротермальных месторождений, встречаемых в породах кристаллического фундамента, перво-степенное значение имеют структурно-тектонические критерии и меньшее — магматические.

*Структурно-тектонические* критерии состоят в том, что гидротермальная минерализация, встречаемая среди метаморфиче-

ских пород, мигматитов и гранитоидов, характеризуется четкой приуроченностью к зонам смятия, сбросам или расслоенным трещиноватым участкам. Кварцево-карбонатные, кварцевые, магнетито-кварцево-полевошпатовые образования всегда содержат большее или меньшее количество сульфидов меди, свинца, цинка и других металлов. Зоны таких жил обычно хорошо выдержаны и иногда протягиваются на несколько десятков километров.

Установлен широкий ореол меди, свинца, цинка, серебра, молибдена, достигающий 60—70 м в стороны даже от небольших сульфидных жил. Кроме того, рудные зоны часто сопровождаются и значительным изменением вмещающих пород в виде серицитизации, окварцевания, карбонатизации и эпидотизации. Встреченные единичными скважинами такие зоны смятия дают основание относить их к разряду прогнозных участков.

*Магматические критерии* выражены определенными комплексами минерализации, связанными с различными магматическими интрузивами. Так, для щелочных массивов характерны цирконовая, пирохлоровая и другие редкометалльные минерализации, тогда как с другими интрузивными комплексами связаны оловянно-вольфрамовая или полиметаллическая минерализации.

Для осадочных месторождений (чехла) наибольшее значение имеют литолого-фациальные и палеогеографические критерии.

*Палеогеографические критерии* дают возможность определить, с какими формами палеорельефа связано образование россыпных и осадочных месторождений — палеодолины, прибрежно-морские и другие. Это позволяет, в свою очередь, судить об источниках сноса, возможных масштабах месторождений и надежности прогнозных участков.

*Литолого-фациальные критерии* состоят в том, что россыпные месторождения (рутила, циркона, ильменита, ортита и др.) приурочены к песчано-глинистым и грубообломочным прибрежным и русловым отложениям, железорудные приурочены к прибрежно-морским песчано-глинистым отложениям и марганцевые — к песчано-глинистым отложениям.

Сумма указанных поисковых критериев, творчески использованная при анализе металлогенической карты, позволит наметить прогнозные участки.

По сочетанию благоприятных признаков, определяющих степень надежности нахождения нового месторождения с учетом предполагаемых его размеров, прогнозные участки можно разделить на несколько категорий. Например, если единичными скважинами вскрыта свита роговиков и джеспилитов, выявлена их сложноскладчатая структура, обладающая благоприятными минералого-петрографическими признаками и высокими показателями магнитного и гравитационного полей, то

здесь есть все основания предполагать наличие крупных железорудных месторождений. Если же железистые породы имеют большое протяжение, но маломощны (10—12 м) и к тому же залегают среди метабазитов, то такие участки не сулят сколько-нибудь значительных железорудных месторождений.

Таким образом, целесообразно, а для практических работ необходимо, выделять прогнозные участки первой, второй и третьей очереди.

К участкам *первой очереди* должны относиться чаще всего районы или участки, примыкающие к промышленным месторождениям, перспективные в отношении встречи новых крупных рудных тел или месторождений, что обосновывается многими теоретическими предпосылками, а наличие в них рудной и обогащенной минерализации подтверждено фактическими данными.

К участкам *второй очереди* следует относить такие участки, на которых по всей сумме характерных признаков и условиям геологического развития могут быть месторождения, однако нет непосредственного подтверждения наличия рудопроявлений или характерной сопутствующей минерализации.

К участкам *третьей очереди* рекомендуется относить такие, на которых по ряду признаков или по одному признаку можно ожидать наличие рудных месторождений определенного типа. Например, такие участки могут быть выделены только по наличию определенных интрузий, рудоносных в других районах, или по развитию литологически благоприятного горизонта, но при отсутствии данных — по всем другим важным признакам и критериям.

Соответственно на участках первой очереди могут быть поставлены поисково-разведочные работы, отвечающие масштабу карты без проведения каких-либо предварительных исследований. Участки второй очереди должны подвергаться контрольному бурению с целью установления предполагаемой рудной минерализации и перевода их в разряд участков первой очереди. На участках третьей очереди необходимо провести детальное геологическое картирование с целью их оценки и выделения полей первой и второй очереди.

Прогнозная карта составляется на кальке и совмещается с металлогенической картой. На прогнозной карте должны быть показаны только контуры прогнозных участков различной достоверности и возможные размеры месторождений, ожидаемые на этих участках. Прогнозная карта самостоятельного значения не имеет и является частью металлогенической карты.

Учитывая огромное значение металлогенических и прогнозных карт для направления поисковых работ, необходимо творчески подходить к их составлению, исходя из конкретных условий истории геологического развития и металлогении изучаемого района.

Приведенные выше некоторые методические рекомендации являются все же довольно общими и к ним нельзя относиться как к готовым рецептам для составления карт на любом участке платформ щита.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антропов П. Я., О задачах геологической науки в связи с семилетним планом развития народного хозяйства СССР, сб. «Металлогенические и прогнозные карты», Изд-во АН КазССР, 1959.
2. Белевцев Я. Н. и др., Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна, Госгеолтехиздат, 1957.
3. Белевцев Я. Н., Бура Г. Г. и др., Генезис железных руд Криворожского бассейна, Изд-во АН УССР, 1959.
4. Билибин Ю. А., Металлогенические провинции и металлогенические эпохи, Госгеолтехиздат, 1955.
5. Домарев В. С., О металлогенических зонах складчатых областей, Научн. докл. высшей школы № 1, Изд-во «Советская наука», 1959.
6. Магакьян И. Г., Основы металлогении материков, Изд-во АН Армянской ССР, 1959.
7. Орлова А. В., Шаталов Е. Г., Металлогенические и прогнозные карты рудных районов, сб. «Металлогенические и прогнозные карты», Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1959.
8. Орлова А. В., Шаталов Е. Г., Методические основы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов, сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. II, Изд-во АН КазССР, 1959.
9. Половинкина Ю. Ир., Стратиграфия, магматизм и тектоника докембрия Украинской ССР. Тр. лабор. докембр., вып. 2, Изд-во АН СССР, 1953.
10. Радкевич Е. А., О крупномасштабном металлогеническом картировании, Матер. научн. сессии, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
11. Сатпаев К. И., Комплексные металлогенические и прогнозные карты Центрального Казахстана. Матер. научн. сессии по металлогении, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
12. Семенов Н. П., Металлогенические эпохи и карта прогноза рудных месторождений УССР, Матер. научн. сессии по металлогении Алма-Ата, 1958.
13. Семенов Н. П., Половко Н. И., Жуков Г. В. и др., Геология железисто-кремнистых формаций Украины, Изд-во АН УССР, 1959.
14. Смирнов В. И., Опыт металлогенического районирования территории СССР, Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1959.
15. Старицкий Ю. Г. и др., О принципах составления металлогенических карт для платформ, Материалы научн. сессии по металлогении, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
16. Судовиков Н. Г., К вопросу о возможной связи гидротермального оруденения с гранитизацией, сб. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых», Изд-во АН СССР, 1955.
17. Татаринов П. М., Грушевой В. Г., Лабазин Г. С., Общие принципы регионального металлогенического анализа, Госгеолтехиздат, 1957.
18. Татаринов П. М., О принципах и методике составления металлогенических карт в СССР, Материалы научн. сессии по металлогенич. и прогнозн. картам, Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, 1958.
19. Усенко И. С., Про стратиграфію Українського кристалічного щита, Геол. журн. АН УРСР, № 4, 1955.
20. Шатский Н. С., Тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1:5 000 000 (с объяснительной запиской), Госгеолтехиздат, 1957.
21. Шаталов Е. Г., О металлогеническом районировании, Журн. «Геология рудных месторождений», № 3, 1959.



## О СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ «ГЛУБИННЫХ» ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТАХ

(тезисы)

*Х. М. Абдуллаев, В. Г. Гарьковец, М. Г. Калабина,  
Т. М. Мацокина*

1. Современные прогнозные и прогнозно-металлогенические карты, на наш взгляд, необходимо дополнить специфическими «глубинными» картами различных масштабов.

2. Такими картами могут быть:

- а) карты древних поверхностей,
- б) карты мощностей (мощностей рудоносных толщ, горизонтов, покровов и т. д.),
- в) карты глубин залегания тех или иных комплексов и рудоносных структур,
- г) карты эрозионных срезов, составленные для различных тектоно-магматических этапов.

3. В настоящее время коллектив геологов Узбекистана создает целый ряд подобных специализированных «глубинных» карт.

Для Чаткало-Кураминского района в числе карт, обосновывающих прогнозно-металлогеническую, составлены следующие:

карты поверхности палеозойских пород, погребенных под четвертичными отложениями. Карты поверхности известняков под эффузивами;

карты мощностей карбонатных отложений с показом положения главных рудоконтролирующих горизонтов;

карты глубин залегания известняков, под покровом верхнепалеозойских эффузивов, карты глубин палеозоя под четвертичными отложениями. Карты глубин (и морфологии) скрытых рудоконтролирующих интрузий;

карты глубин эрозионного среза с момента образования нижнетриасовых (флюоритово-полиметаллических) месторождений и для карбоновых месторождений батолитового этапа.

4. Все эти карты позволяют решать целый ряд общегеологических, тектонических вопросов, обосновывать широкие глубинные прогнозы, показывать положение скрытых и погребенных рудоносных толщ, структур, зон, участков. В дополнение к ним карты глубин залегания позволяют решать вопрос экономической целесообразности вскрытия тех или иных участков.

В частности, такие карты по Чаткало-Кураминскому району показали в погребенной части поворот рудоносных кураминских структур к северу, определили положение погребенных рудных структур и зон в западной части Ташбулака, позволили наметить положение скрытых, возможно перспективных, структур в Аурахмате, рудоносных участков под эффузивами в районе Мышик-Кола и на ряде других объектов.

5. Авторы подчеркивают особое значение карт эрозионных срезов. Помимо своей огромной ценности для прогнозов, такие карты дают большой фактический материал для расшифровки металлогенических и магматических процессов. Они позволяют ближе подойти к выяснению роли глубинных факторов (фациальности) в магматизме, постмагматической его продуктивности и фациальности собственно рудных образований.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Дядченко М. Г., Хатунцева А. Я., Об основных принципах составления карт прогноза россыпей на территории Украинской ССР.	5
Фогельман Н. А., Принципы крупномасштабного прогнозирования на золото на примере центральной части Восточно-Забайкальской золотоносной провинции. . . . .	15
Радкевич Е. А., О различных типах разрывных нарушений и их металлогеническом значении. . . . .	30
Томсон И. Н., Способы документации скрытых разломов фундамента в складчатой толще на примере Кавалеровского рудного района Приморья. . . . .	40
Шихин Ю. С., Кузнецов Ж. Н., Ищенко Е. Н., Гарасов В. А., Геолого-прогнозная карта юго-западного Карамазара (тезисы)	47
Твалчрелидзе Г. А., Принципы классификации металлогени- ческих зон и рудных районов в связи с методикой составления крупномасштабных прогнозно-металлогенических карт. . . . .	55
Королев А. В., Геологические принципы для обоснования глубинных поисков послемагматических скрытых рудных тел. . . . .	64
Некрасов И. Я., Шаталов Е. Т., Металлогения и металлогени- ческие карты хребта Полоусного на северо-востоке СССР. . . . .	72
Никифоров Н. А., Ярушевский Г. А., Типы детальных геолого- прогнозных карт ртутно-сурьмяных месторождений Южной Ферганы. . . . .	84
Кузнецов В. А., Металлогеническое районирование Горного Алтая (к методике составления прогнозно-металлогенических карт). . . . .	98
Белевцев Я. Н., Принципы и методы металлогенических исследо- ваний докембрийских щитов . . . . .	105
Абдуллаев Х. М., Гарьковец В. Г., Калабина М. Г., Ма- цокина Т. М., О специализированных «глубинных» прогнозно- металлогенических картах (тезисы). . . . .	126