

В. К. ЧАЙКОВСКИЙ,
В. П. РАХМАНОВ,
Ю. А. ХОДАК

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО- МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ МАРГАНЦЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ



553.32(084.3)

7-15

ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНО- МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ МАРГАНЦЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
Москва 1972



Принципы составления прогнозно-металлогенических карт марганцевых формаций. В. К. Чайковский, В. П. Рахманов, Ю. Л. Ходак. М., изд-во «Недра», 1971. Стр. 48.

Задача настоящей работы заключается в том, чтобы наметить наиболее рациональные методы составления прогнозно-металлогенических карт на марганцевые руды, пользуясь методами формационного и фациально-литологического анализа.

Прогнозно-металлогенические карты составляются на основе кондиционной геологической карты соответствующего масштаба и представляют совокупность графических материалов основного и дополнительного значения. В состав основных карт по району или месторождению, для которых ведется прогнозирование, входят обзорная, металлогеническая и прогнозная карты, дополняемые в случае необходимости некоторыми картами из числа дополнительных. К последним относятся литолого-фациальные, палеогеографические, геолитические, геофизические и другие карты, изготавливаемые раздельно или в различном сочетании друг с другом.

Обзорные карты составляются на тектонической основе, на которой осадочные и осадочно-вулканогенные отложения показаны объединенными в формации. На обзорные карты наносятся месторождения и проявления всех рудных полезных ископаемых независимо от генезиса.

Металлогенические карты рекомендуется составлять полностью в принятой международной разграфке. Они составляются с целью графического выражения закономерностей пространственного размещения и локализации марганцевых пород и концентраций.

Прогнозные карты составляются также полностью в принятой международной разграфке. Каждая из них представляет собой наиболее полное графическое выражение известных на данный момент сведений об условиях пространственного распространения марганцевых руд с оценкой их качества, степени достоверности и перспективности дальнейшего освоения. В некоторых менее сложных условиях допустимо совмещение нагрузок металлогенической и прогнозной карт на одной прогнозно-металлогенической карте.

Таблиц 2, иллюстраций 3 (и двухстороннее приложение-вкладка), список литературы 25 названий.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Авторы рассматривают настоящую работу как первую попытку публикации данных о металлоносности осадочных формаций и методах составления прогнозно-металлогенических карт, так как основная масса марганца добывается сейчас из месторождений осадочного и осадочно-метаморфического происхождения.

Авторы просят читателей сообщить свои замечания и пожелания относительно дальнейшего расширения и уточнения данных, излагаемых в настоящей работе.

Замечания и пожелания просьба направлять по адресу: Москва В-331, улица Марии Ульяновой, дом 17, корпус 1, Лаборатория осадочных полезных ископаемых Министерства геологии СССР.

СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ МАРГАНЦЕНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ

Задача настоящей работы заключается в том, чтобы наметить наиболее рациональные методы составления прогнозно-металлогенических карт на марганцевые руды. При составлении таких карт для разных районов следует учитывать, что в одних случаях главенствующими являются факторы экзогенной металлогении и экзогенного породо- и рудообразования, в других — первостепенным становится гипогенный, в частности вулканогенный фактор.

Как известно, подавляющее количество запасов марганцевых руд, известных на территории Советского Союза, относится к месторождениям осадочным морским, подразделяемым в зависимости от источника рудоносных растворов на собственно осадочные и вулканогенно-осадочные. С месторождениями этих генетических типов связаны все промышленные концентрации марганца в земной коре¹. Даже в тех случаях, когда источником марганца в морских бассейнах является вулканическая наземная или подводная деятельность, законы осадочной химической и механической дифференциации при формировании пирокластических толщ продолжают действовать, в результате чего возникают своеобразные марганцевые породы вулканогенно-осадочного типа.

Принадлежность промышленных месторождений марганцевых руд к осадочным и осадочно-вулканогенным образованиям определяет методы, которыми следует пользоваться при исследованиях для составления прогнозно-металлогенических карт на марганцевые руды. К ним в первую очередь относятся формационный и литолого-фациальный методы.

В недалеком прошлом использование в поисковом деле познания закономерностей распространения рудных месторождений сводилось главным образом к выявлению связей последних с магматическими телами. На этой базе создавались регистрационные кар-

¹ Марганцевые руды, накапливающиеся в коре выветривания, являются вторичными образованиями.

ты, основное содержание которых составляли по возможности упрощенное геологическое строение территории и детальное нанесение на них различных проявлений магматизма, месторождений и рудопроявлений.

По мере накопления материала и совершенствования знаний в области рудных месторождений и, главное, закономерностей их распространения во времени и пространстве регистрационные карты все более насыщались данными о генезисе рудных концентраций, т. е. преобразовывались в металлогенические.

В связи с прогрессом в области познания рудных месторождений наметился рост практического значения осадочных и вулканогенно-осадочных формаций, из которых извлекается с каждым годом все возрастающая доля главнейших полезных ископаемых, в том числе и марганца. Большую роль в этом деле сыграли несомненно и металлогенические карты, посредством которых полнее отражались и вскрывались связи между геологией и рудоносностью.

Металлогеническая карта, расшифровывая связи рудоносности с определенными геологическими условиями, позволяла строить научно обоснованные прогнозы относительно распространения осадочных полезных ископаемых в земной коре. С развитием этой функции у металлогенической карты усиливались черты, присущие прогнозно-металлогенической или прогнозной картам, назначение которых помимо прогнозов заключается также и в геологической ориентации поисков.

Параллельно и во взаимной связи с ростом практического значения осадочных месторождений развивалась и наука о происхождении и формировании осадочных образований, без которой было бы невозможно успешное изучение осадочных руд, особенно железа и марганца. Именно изучение железо- и марганцеворудных месторождений дало первый и наиболее ощутимый толчок приложению науки об осадочных породах к установлению закономерностей распространения в них рудных концентраций или, говоря точнее, закономерностей связи рудных накоплений железа и марганца с характерными фаціальными особенностями состава и строения вмещающих пород. Если вспомнить, что подавляющая часть промышленных марганцевых месторождений связана именно с осадочными породами, то нетрудно видеть, что правильное понимание упомянутых закономерностей представляет основу построения прогнозных карт на марганец.

Таким образом, развитие рудного картирования или картирования рудоносных пород исторически шло по сменявшим друг друга этапам: от составления регистрационных карт к металлогеническим и затем прогнозным или прогнозно-металлогеническим. Очевидно, приведенные этапы как бы воплощают фактическую последовательность накопления данных, наглядным завершением которых является прогнозная карта. Регистрационные карты или карты полезных ископаемых дают общее представление о геологической и металло-

генической обстановке, в которой возникло марганцевое оруденение, т. е. являются обзорными.

Необходимость унификации общих принципов составления карт рассматриваемого типа и использования принципиально единых условных обозначений очевидна. Применяя выражение «принципиально единых», мы хотели бы предупредить тенденции к некритической подгонке широкого разнообразия индивидуальных геологических особенностей района к рамкам рекомендуемых способов изображения.

Упомянутая выше графика — обзорная, металлогеническая и прогнозная карты — составляет в данном случае основную группу карт, выполненных на базе кондиционной геологической карты соответствующего масштаба. Для руд осадочного происхождения, в том числе и для марганца, дополнительной является группа литолого-фациальных, палеогеографических и других карт, изготавливаемых раздельно или в различном сочетании друг с другом.

Рассмотрим упомянутую основную группу карт, сосредоточивая главное внимание на прогнозно-металлогенических картах марганцевых руд в соответствии с поставленной перед нами задачей. Сразу же остановимся на вопросе о возможных масштабах карт, которые придется составлять для марганцевых руд и районов, сложенных марганценосными породами. Учитывая специфику распространения известных к настоящему времени марганценосных формаций, представляется вероятным, что наиболее интересные для целей прогнозов масштабы будут колебаться в пределах 1:25 000 до 1:500 000. Одна карта соответственного масштаба захватывает площадь примерно от одного месторождения до целого рудного района и лишь сравнительно редко — провинции или зоны, когда масштаб карты разукрупняется до 1:500 000. Вряд ли встретится необходимость в металлогенических и прогнозных картах на марганец других масштабов, кроме указанных. Иначе говоря, в данном случае приходится предусматривать методы составления главным образом крупно- и среднемасштабных карт, о необходимости которых говорится в известных правительственных постановлениях.

Решениями объединенной научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам в Алма-Ате (1969 г.), Киеве (1960 г.) и Баку (1962 г.) совещаниями было рекомендовано переходить от составляемых ныне регистрационных карт полезных ископаемых к металлогеническим и прогнозным картам. Тем не менее в настоящей работе для полноты охвата рассматриваются и регистрационные карты, выделяемые в самостоятельный объект описания. Они имеют также обзорное значение с целью уяснить и уточнить геологические позиции и металлогенические особенности районов, узлов, месторождений, для территории которых составляются металлогенические и прогнозные карты по марганцу. Кроме того регистрационные карты подобного типа позволяют значительно расширить комплекс фактических данных, служащих фоном для металлогенических карт, на которые не всегда целесообразно и даже практически

невозможно наносить точки больших и малых концентраций различных полезных ископаемых.

Соотношение между масштабами обзорно-регистрационных и металлогенических карт предопределяется задачей оптимального представления геологических, геофизических, геохимических и иных условий, синхронных с накоплением марганцевых руд в осадочных и эффузивно-осадочных отложениях. Ведущее значение в данном случае будет иметь масштаб металлогенической карты. Он должен соответствовать детальности исследований, зависящей в значительной мере от металлогенической категории запроектированной к изучению рудоносной площади — рудной провинции, зоны, района и т. д.

В число общепринятых входят наиболее мелкомасштабные металлогенические карты (1 : 500 000), характеризующие металлогению марганца на территории рудоносных зон, провинций, бассейнов. Для характеристики условий и закономерностей развития марганцевоносности меньших металлогенических подразделений составляются металлогенические карты масштабов 1 : 200 000 и 1 : 25 000. Масштаб карты 1 : 25 000 Комиссия по закономерностям размещения эндогенных месторождений (1959 г.) рекомендует считать предельно крупным для металлогенических карт. Хотя месторождения марганца относятся также и к экзогенным образованиям, указанный предел масштабности металлогенических и прогнозных карт может быть принят в основном и для металлогенических карт на марганцевые руды, большая часть месторождений которых не отличается сложностью.

Возвращаясь к вопросу о нормальных соотношениях между масштабами металлогенических и обзорно-регистрационных или, как мы их называем дальше, обзорных карт, можно, по нашему мнению, принять, что для металлогенических карт масштабов 1 : 100 000 и 1 : 200 000 достаточно подходящими будут обзорные карты масштаба 1 : 500 000—1 : 1 000 000, а для металлогенических карт масштабов 1 : 50 000 — 1 : 25 000 карты от 1 : 500 000 до 1 : 200 000. Увеличивать разницу между приведенными масштабами прогнозно-металлогенических и обзорных карт в общем комплексе вряд ли целесообразно, учитывая изложенные выше цели составления каждой из этих карт.

Следует особо оговорить, что при металлогенической карте масштаба 1 : 500 000, по-видимому, излишне представлять обзорную карту, так как дальнейшее уменьшение масштаба слишком ослабило бы наглядность связей между геологией и рудоносностью. В этом случае следует, видимо, предпочесть совмещение в единой металлогенической карте по возможности полного объема нагрузок, присущих обоим картам.

Обзорные карты составляются на тектонической основе, на которой осадочные и осадочно-вулканогенные отложения показаны объединенными в формации, о которых подробнее говорится в разделе о металлогенических картах. На обзорные карты наносятся

месторождения и проявления всех рудных полезных ископаемых независимо от генезиса. В данном случае рудоносность увязывается с геологическим строением только пространственно, без генетического осмысливания этой увязки¹.

Опубликованная Е. Т. Шаталовым и др. (1964) методика графического отображения различных видов полезных ископаемых, достаточная, по нашему мнению, в отношении магматогенных месторождений, требует некоторых дополнений для осадочных рудных месторождений. Например, для обозначения их генетических разновидностей необходимо отмечать фациальные условия образования: морские, прибрежно-морские, лагунные, континентальные, озерные, равнинные, аллювиальные и другие типы осадочных месторождений. Как и для магматогенных месторождений, обозначения данного вида могут представляться дополнительными штрихами внутри значка.

Среди марганцевых месторождений выделяются и показываются следующие их типы:

- | Первичные месторождения | Вторичные месторождения |
|--|------------------------------|
| А. Осадочные | В. Выветривания (остаточные) |
| 1. Морские | а) марганцевые шляпы |
| а) собственно осадочные | б) инфильтрационные |
| б) вулканогенно-осадочные | Г. Метаморфизованные |
| 2. Континентальные | а) слабометаморфизованные |
| а) озерно-болотные | б) сильнометаморфизованные |
| Б. Постмагматические (гидротермальные) | |
| а) контактово-метасоматические | |
| б) жильные | |

Марганцевые руды бывают представлены следующими разновидностями, которые необходимо показывать на картах:

- I. Первичные руды
 - а) окисные
 - б) окисно-карбонатные
 - в) карбонатные
 - г) гидросиликатные
 - д) карбонатно-гидросиликатные
- II. Вторичные руды
 1. Измененные гипергенными процессами
 - а) окисленные
 - б) полуокисленные
 2. Измененные в зоне метаморфизма
 - а) окисные
 - б) карбонатные
 - в) силикатные

Во избежание большой перегрузки обзорных карт, разности марганцевых руд и некоторые другие необходимые данные, напри-

¹ В понятие «руда» включаются также минеральные сообщества, содержащие и такие практически полезные минералы, как алмаз, графит, сера, фосфаты. Таким образом, понятие «металлогения» сменяется в данном случае рудогенией.

мер ореолы рассеяния, эндо- и экзогенные изменения пород и др., наносятся на специальные геохимические карты. Они составляются как для поверхности, в случае выхода на нее рудоносных толщ, так и для других стратиграфических уровней.

Различные типы вторичных ореолов рассеяния (гидро-, лито-био-геохимические и др.) показываются с помощью условных знаков. Кроме того на упомянутые карты в изолиниях наносятся содержания марганца в породах марганценосных отложений на одном или нескольких стратиграфических уровнях (первичные ореолы рассеяния). При этом нужно учесть следующее.

Все химические, и в том числе металлические, элементы в земной коре находятся в состоянии повсеместного (первичного) рассеяния, на фоне которого отдельные участки характеризуются повышенными содержаниями рассеянных элементов. Для марганцевых руд характерен высокий кларк концентрации марганца, обусловленный сравнительно высокой его подвижностью. Так, если в известной триаде рудных накоплений — $Al - Fe - Mn$ — кларк концентраций для алюминия приближается к 5 и для железа к 12, то для марганца он колеблется в пределах 300—600. Отсюда высокая концентрированность элемента в марганцеворудных горизонтах, могущая служить отличным поисковым признаком.

Исследованиями последних лет (Страхов и др., 1968) было показано, что марганцевые месторождения на платформах (олигоценый морской рудогенез) формируются среди осадков, имеющих низкие (кларковые) содержания марганца.

Напротив, вулканогенно-осадочное марганценакопление, связанное с подвижными участками земной коры (геосинклиналями), проявляется в породах (туфо-лавовые, кремнисто-яшмовые, известняковые, кремнисто-глинисто-сланцевые и другие образования), характеризующихся повышенными содержаниями марганца.

Кларковые содержания обычно не показываются. Иногда изолиниями на специальных геохимических картах целесообразно показывать не сами содержания марганца, а кларки его концентраций. Рациональность такого показа, видимо, возрастает по мере перехода к крупномасштабным картам, составляемым для рудных полей, узлов и отдельных месторождений.

Подвижность марганца ставит исследователя перед необходимостью изучать состав различного рода поверхностных водных потоков. Анализ состава взвешенного и растворенного материала в реках, протекающих среди марганценосных отложений (Риони, Кубань и др.), показывает резко повышенное содержание в них марганца. В этом отношении большой интерес представляет работа П. А. Удодова и др. (1962). По приведенным в ней данным, марганец с титаном и медью стоят на первом месте среди других элементов по частоте его обнаружения в природных водах. Следует заметить попутно, что указанные упомянутыми авторами дальности переноса несомненно сильно преуменьшены, скорее всего,

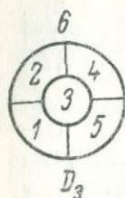


Рис. 1. Обозначение результатов гидрохимического опробования: 1 — преобладающий катион; 2 — преобладающий анион; 3 — литология вмещающих пород; 4 — минерализация вод в г/л; 5 — кислотно-щелочной показатель pH; 6 — номер водоисточника (надписывается сверху); снизу указывается возраст вмещающих пород (D₃).

из-за недоучета переноса элементов в коллоидном состоянии и во взвесах.

Данные гидрохимических анализов можно изображать так, как показано в работе И. И. Гинзбурга (1966), заимствовавшего способ изображения у Е. Е. Беляковой (рис. 1).

В тесной связи с изложенным находится и представление о необходимости наносить на карты с детальностью, соответствующей принятому масштабу коры выветривания, их зоны, строение, сохранность и время образования. Периоды образования кор выветривания возникали в истории развития Земли в промежутках между двумя тектоно-магматическими циклами, после пенепленизации горных сооружений предшествующего цикла. А так как эти промежутки в рудных районах не совпадают и обладают большой продолжительностью, то практически на таком обширном пространстве, как территория Советского Союза, коры выветривания известны почти во всех геологических системах. И. И. Гинзбург (1966) выделяет корообразование в конце протерозоя (конец байкальского цикла), в среднем и верхнем девоне, между верхним девоном и нижним карбоном, в нижнем карбоне (конец каледонского — начало герцинского циклов), в верхнем триасе и нижней юре (конец герцинского — начало тихоокеанского циклов), в нижнем, верхнем мелу и нижнем палеогене (конец тихоокеанского — начало альпийского циклов) и миоцене (конец альпийского цикла).

Кроме того в настоящее время все большую известность приобретают коры выветривания, обусловленные действием поверхностных и грунтовых вод, особенно вдоль контактов разнородных пород. С действием этих вод связано, в частности, образование площадных, межпластовых и трещино-линейных залежей окисленных марганцевых руд в коре выветривания Усинского месторождения (Рахманов, 1966).

Данными о проявлениях кор выветривания можно пользоваться также и для палеогеографических реконструкций, имеющих важное значение для выяснения условий рудообразования. Дело в том, что образованию кор выветривания благоприятствует физико-географическая обстановка, характеризующаяся определенными чертами и темпами развития рельефа, вялостью эрозионных процессов, влажным и теплым климатом и т. д.

Наиболее важными положительными факторами накопления марганценосных осадков в бассейнах стока следует считать доста-

точно крупные размеры суши, длительность существования континентального режима в условиях жаркого и влажного климата при наличии в областях сноса марганценосных пород¹. Факторами отрицательного значения служат перерывы в осадконакоплении, в течение которых могли размываться, уничтожаться или терять промышленные качества ранее сформировавшиеся залежи.

Ввиду важного значения кор выветривания в процессах концентрации на месте и перемещения марганца в ряде случаев возникает необходимость составления специальных карт поверхностей выравнивания и пенеппенизации с выделением площадей развития марганцеворудных кор выветривания. Контурные выделенных таким образом площадей могут переноситься со специальных на обзорные карты, способствуя лучшему выявлению металлогенических черт района и прогнозированию мест концентрации марганца.

На обзорную карту наносятся также геофизические данные. Из них наибольшую роль для познания условий распространения железомарганцевых месторождений играют данные магнитометрического изучения, обусловленные геохимической связью марганца и железа. Эта связь нередко проявляется также и между рудными накоплениями обоих элементов. На карте геофизические данные изображаются, как это рекомендуется для эндогенных месторождений, в виде штриховых изолиний разной окраски с индексом металла и знаком Φ , достаточно отличимых от изолиний, отражающих геохимические показатели.

Помимо магнитометрии полезным может оказаться и применение других геофизических методов: вызванных потенциалов, вертикального электрического зондирования, заряженного тела, естественного поля и др. Целью геофизических поисков, помимо собственно разведочных задач, могут быть разделение осадочных толщ на выветрелые и монолитные горизонты, выявление переходов от окисленных рыхлых руд к окисленным плотным, карбонатным и т. д.

При наличии признаков гидротермальных месторождений марганца могут быть использованы результаты и других геофизических исследований, применяемых в районах распространения магматогенных руд. Наносятся эти результаты с помощью тех же изобразительных приемов, что и результаты магнитометрических съемок.

К обзорным картам должны быть приложены списки не только марганцевых, но и других месторождений и рудопроявлений с их краткой характеристикой, указанием генетического типа и приведением литературного источника изложенных данных.

Следующую и наиболее важную ступень в разработке прогнозно-металлогенических карт представляет составление структурно-

¹ Однако обязательность наличия обширных областей сноса ставится под сомнение сторонниками притока марганценосных растворов из бассейновых глин (Сапожников, 1967).

металлогенической или, как мы будем ее дальше именовать, металлогенической карты. Ее особенностью в описываемом случае является направленность на выяснение условий и закономерностей распространения только марганцевых и генетически родственных с ними месторождений (железа, алюминия, фосфора). Таким образом карте придается характер не металлогенических карт вообще, а специализированных, в данном случае на марганцевые руды. Масштабы таких карт определились выше. Их наиболее крупный масштаб 1:25 000 используется при картировании одного марганцеворудного месторождения узла (возможно, бассейна), наиболее мелкий (1:500 000) — для одного или нескольких марганценосных районов или провинций.

Все описываемые ниже карты рекомендуется составлять полностью в принятой международной разграфке соответствующего масштаба.

В связи с изложенным возникает необходимость сделать несколько определений, уточняющих наши задачи. Прежде всего это касается объема понятия о марганцеворудных районах. Представляется, что ими следует считать более или менее непрерывные площади распространения марганценосных пород с повышенными кларками концентрации марганца и с соответственным сгущением на этих территориях марганцеворудных узлов, месторождений и рудопроявлений, нередко находящихся в тесной парагенетической связи с рудными накоплениями железа, алюминия, иногда фосфора. Очевидно, такого рода районы как части более обширных металлогенических подразделений (провинций, поясов, зон) должны характеризоваться общностью или близостью геологического развития, но могут, в связи с многоэтажностью оруденения, содержать разновозрастные и, следовательно, разнотипные узлы месторождений или месторождения марганцевых руд.

Большой интерес представляют вопросы о формациях, формационном и фациальном анализе. О них много писалось, тем не менее на многие стороны до сих пор нет определенной и общепринятой точки зрения. Поэтому в нижеследующем изложении постараемся опираться в основном на представления наиболее общепринятые и бесспорные.

Напомним, что в геохимическом отношении марганец может входить в состав соединений, достаточно подвижных в различных физико-географических и тектонических условиях. Благодаря подвижности он способен образовывать рудные концентрации разного возраста, в различных литофациях, структурах и в широком климатическом диапазоне. Эти особенности рудообразования значительно осложняют выбор критериев для оценки перспектив марганценосности определенных территорий и стратиграфических горизонтов, требуя от геолога большой осторожности в прогнозах и солидных знаний закономерностей рудонакопления в очень разнообразных условиях.

Основная закономерность распределения марганцеворудных месторождений во времени, сближающая их с железорудными месторождениями, заключается в заметном от докембрия к кайнозою сдвиге условий образования этих месторождений от геосинклинальных к платформенным при параллельном росте запасов марганцевых руд в последних.

Стратиграфическое распределение марганцеворудных месторождений и рудопроявлений различных генетических типов на территории СССР (рис. 2) отчетливо характеризуется следующими закономерностями:

1. Наибольшие накопления марганца в СССР связаны с палеогеновой, особенно олигоценовой, марганцеворудной эпохой. Достоверные и вероятные запасы марганцевых руд, образовавшиеся в палеогене, измеряются миллиардами тонн.

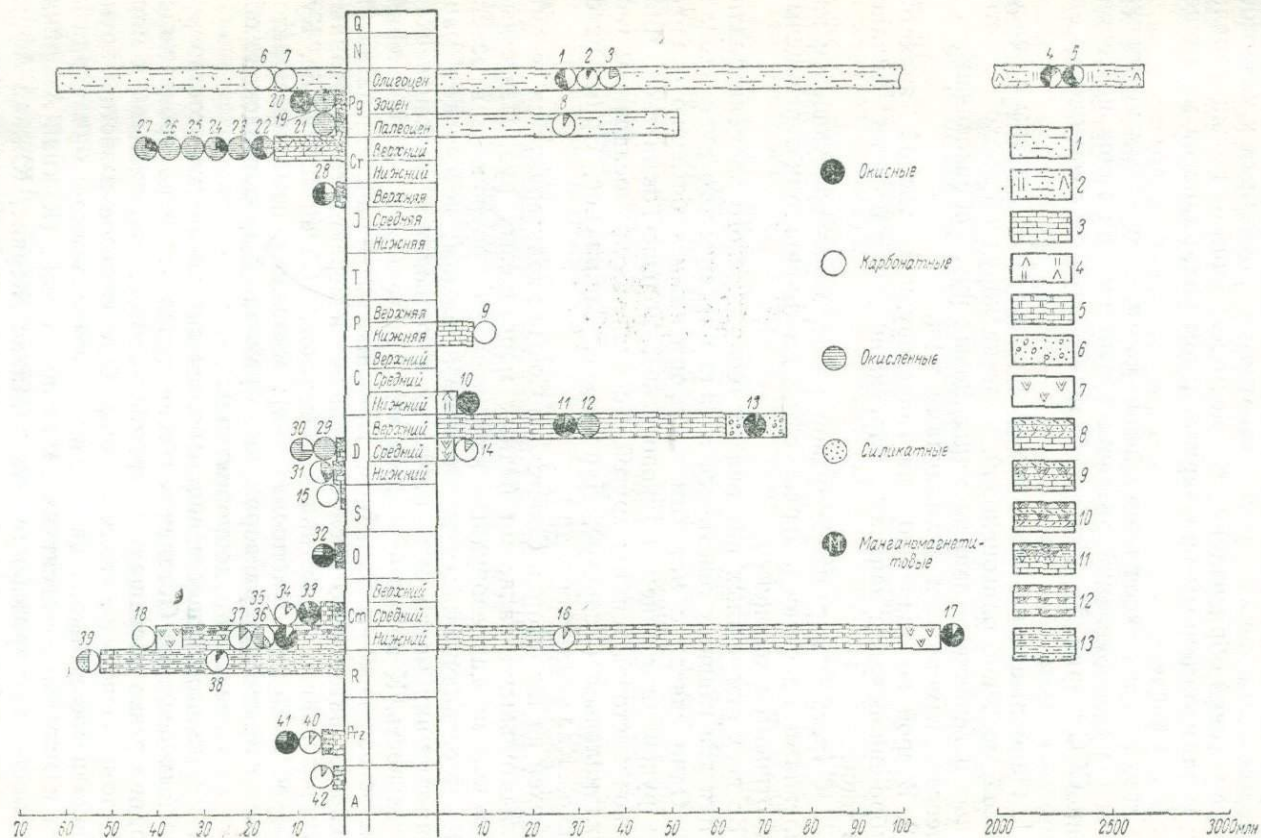
2. Второй по значению марганцеворудной эпохой является кембро-синийская с запасами марганцевых руд в сотни миллионов тонн.

3. К третьей марганцеворудной эпохе, характеризующейся накоплениями в десятки и первые сотни миллионов тонн марганцевых руд, относится девонская.

Во всех отмеченных интервалах геологического времени различаются два главных генетических типа марганцевого рудонакопления. Один связан с морским платформенным собственно осадочным рудообразованием (Никопольское, Больше-Токмакское, Чиа-турское месторождения), другой — с вулканогенно-осадочным геосинклинальным (Усинское, Дурновское, Сапальское, Примагнитогорское, Каражальское и др.).

Архей на территории Советского Союза характеризуется весьма незначительными запасами бедных марганцевых руд. Известные архейские марганцеворудные концентрации приурочены в основном к геосинклинальным карбонатным толщам; источником марганца для них могла быть наземная и подводная вулканическая деятельность. К архею относятся многочисленные рудопроявления, распространенные в Западном Прибайкалье — районе развития архейских, интенсивно дислоцированных и перекристаллизованных мраморизованных известняков (Озерское, Саган-Забинское, Кутульское и другие рудопроявления); марганценозные мраморизованные известняки Гриворонского района Кировоградской области (Хощеватское рудопроявление).

В протерозое существенно меняется литологический состав рудоносных осадков. Оставаясь геосинклинальными по происхождению, они резко обогащаются кремнекислотой, железистыми и марганцево-железистыми соединениями. В протерозое известны крупнейшие в мире накопления железа, исчисляемые миллиардами тонн, и марганца — десятками миллионов тонн (Южная Америка, Бразилия — месторождения штата Минас Жераис; Южная Африка — Постмасбург и др.). На территории нашей страны в протерозойских породах выявлены пока лишь отдельные мелкие точки



марганцевого оруденения (Икат-Гаргинское месторождение, марганцево-железистые кварциты Соснового Байца, андотской свиты и др.).

В рифее впервые намечается сингенетичность марганценоакпления с отложениями платформенного типа. Марганцевые руды локализуются в песчано-алевритоглинистых и карбонатных породах карагасской и оселочной серий верхнего протерозоя в юго-западной части Сибирской платформы.

Нижний палеозой характеризуется геосинклинальными накоплениями марганца в толщах, чрезвычайно пестрых по литологическому составу. С кремнистыми, кремнисто-карбонатными, иногда доломитовыми осадками нижнего кембрия ассоциируются карбонатные марганцевые руды Усинского месторождения в Кузнецком Алатау. Вулканогенно-осадочное кембрийское марганцевое рудообразование, происходившее в морской среде, обычно сопровождалось обильными кремнистыми и лаво-туфовыми образованиями с пластами и пропластками преимущественно гидроокислов марганца (Южно-Хинганское, Дурновское, Ир-Нимийское месторождения).

В среднем палеозое-девоне происходит образование многочисленных месторождений Урала и Казахстана. Руды парагенетически связаны то с андезитобазальтовым вулканизмом — туфами и лавами среднего и основного состава (Примагнитогорская группа марганцевых месторождений, Сапальское и др.), то с существенно кремнисто-карбонатными осадками (Каражальское месторождение, по Ю. А. Ходаку, 1966).

В перми в Предуральском краевом прогибе формируются марганценозные известняки (Улу-Телякское месторождение), связанные с платформенным терригенно-карбонатным мелководным комплексом морских осадков.

Рис. 2. Диаграмма стратиграфического распределения и рудопроявлений различных генетических типов в СССР. Составил В. П. Рахманов:

Месторождения и рудопоявления: 1 — Никопольское; 2 — Больше-Токмакское; 3 — Шкмерское; 4 — Чнатурское; 5 — Чхари-Аджаметское; 6 — Лабинское; 7 — Мангышлакское; 8 — Северо-Уральская группа (Юркинское и др.); 9 — Улу-Телякское; 10 — Аккермановское; 11 — Атасуйская группа (Каражальское и др.); 12 — Мурджинское; 13 — Джездинско-Улутауская группа (Джездинское и др.); 14 — Примагнитогорская группа (Иназгуловское-1 и др.); 15 — Дауташское; 16 — Усинское; 17 — Южно-Хинганское; 18 — Биджанское; 19 — Айондзорская группа (Мартинское, Кармрашенское и др.); 20 — Присеванская группа (Чайкендское и др.); 21 — Тетрицкарская группа (Самебское и др.); 22 — Сваранское; 23 — Илджеван-Ноемберянская группа (Севкарское и др.); 24 — Тетрицкарская группа (Тетрицкарское и др.); 25 — Гегечхорская группа (Нахуна и др.); 26 — Молла-Джалдинское; 27 — Кодманская группа (Кодманское и др.); 28 — Целидская группа (Целидское и др.); 29 — Западно-Алтайские (Зыряновское и др.); 30 — Клевакинское; 31 — Сапальское; 32 — Мугоджарская группа (Кос-Истекское и др.); 33 — Дурновское; 34 — Кыя-Шалтырь; 35 — Аргинская группа (Мазульское, Гарьское и др.) Ир-Нимийское; 37 — Горноуральские (Камзаское и др.); 38 — Нижнеурдинские (Николаевское, Кетское, Аршанское и др.); 39 — Сейбинское; 40 — Икат-Гаргинское; 41 — Сосновый Байц; 42 — Саганзабинское. Породы: 1 — песчано-алевритоглинистые; 2 — песчано-алевритоглинистые с прослоями спонголитов и опок; 3 — известняки марганцовистые; 4 — кремнистые сланцы, опок; 5 — кремнисто-карбонатные (известняки, кремнистые и глинисто-кремнистые сланцы); 6 — конгломераты и песчаники грубозернистые; 7 — яшмы, туфы, туффиты, кремнистые сланцы, яшмовидные кварциты; 8 — порфириды и их туфы, туффиты, туфопесчаники, известняки; 9 — порфириды (кварцевые порфиры), кварциты, кремнистые сланцы, известняки; 10 — яшмы, кремнистые туффиты, туфоалевриты, аргиллиты; 11 — лавы и туфы основного состава, яшмы, кремнистые и кремнисто-глинистые сланцы, известняки; 12 — кварциты марганцево-железистые; 13 — песчано-алевритоглинистые и карбонатные отложения.

В мезозое рудные накопления марганца чрезвычайно скудны. В Забайкалье они связаны с верхнемеловым вулканизмом, распространенным по южному обрамлению Аджаро-Триалетской складчатой зоны, в Цхалтубо-Цхакаевской полосе, в зоне сочленения Анказано-Зангезурской, Кафанской и других тектонических зон.

Палеоген-эпоха максимального образования марганцевых руд в платформенных условиях. К ней относятся: Никопольское, Чиа-турское, Больше-Токмакское и другие осадочные месторождения. Рудовмещающими породами этих месторождений являются песчано-алевритоглинистые, часто кремнистые (спонголитовые и опоквидные) отложения. Тектонически они приурочиваются к платформам или к устойчивым массивам внутри геосинклинальных областей.

Там же, где марганцеворудное накопление, связанное с вулканизмом, происходило в геосинклинальных зонах, образовавшиеся марганцевые руды переслаиваются и часто фациально замещаются порфиритами, туфами, туффитами, туфоконгломератами, туфопесчаниками, туфоалевритами, туфонзвестняками (Айонцзорская, Присеванская, Тетрицкаройская группы марганцевых проявлений Армении и Грузии).

Нетрудно видеть, что в районах, где марганцевые руды парагенетически связаны с лаво-туфовыми образованиями и источником марганценосных растворов служит подводно-экзсалиационная постмагматическая деятельность, как правило, образуются небольшие по размерам и запасам скопления марганцевых руд. Это особенно характерно для молодых (киммерийской и альпийской) вулканических областей (многочисленные мелкие месторождения и рудопроявления Грузии и Армении).

Отсюда напрашивается вывод о малой перспективности молодых складчатых областей, образовавшихся на месте зон геосинклинального развития. Однако этот вывод требует серьезных оговорок, по крайней мере, для районов широкого развития вулканических процессов, как раз очень характерных для юных подвижных зон. Вулканические процессы и создаваемые ими породы могут дать начало в дальнейшем богатым гипергенным марганцеворудным скоплениям как на платформах, так и в пределах юных складчатых областей. Имеются и довольно крупные месторождения геосинклинального типа с первичными марганцевыми рудами (например, Караджальское).

В итоге намечается как будто бы вывод о наличии некоторых закономерностей в распределении марганцеворудных концентраций во времени и пространстве. Первая закономерность характеризуется упомянутым сдвигом мест проявления рудоносности с областей развития геосинклинальных структур на платформы. Докембрий древних платформ представлен мощными геосинклинальными образованиями, характеризующимися в ряде случаев высокопро-

дуктивными марганценосными толщами (гондиты штата Мадхья-Прадеш в Индии, марганценосная графитовая система Мадагаскара, марганецсодержащие филлиты и гондиты месторождения Нсута-Дагвин в Гане, упомянутые выше месторождения штата Минас Жераис в Бразилии и др.).

Вторая закономерность заключается в том, что по мере роста значения платформенных месторождений марганцевых руд геосинклинали становятся областью развития главным образом и затем исключительно вулканогенно-осадочных или осадочно-вулканогенных руд, более или менее постепенно снижающегося промышленного значения.

В связи с изложенным интересно проследить изменения в составе и природе марганценосных формаций по мере перехода от более древних к более молодым образованиям, что требует выяснения условий образования осадочных и осадочно-вулканогенных толщ. Известные до сих пор гидротермальные и контактово-метаморфические месторождения марганца не имеют самостоятельного значения и в некоторых, очень редких, случаях разрабатываются лишь благодаря присутствию других, например свинцово-цинковых руд.

Остановимся прежде всего на рассмотрении некоторых классификационных схем марганценосных формаций, а также на выборе наименований для содержащих марганцевые руды осадочных комплексов. Объем понятия о формации принимается в соответствии с предложением Н. С. Шатского (1954). Образование отдельных формаций соответствует примерно развитию определенной тектонической структуры, поскольку они разделяются обычно более или менее значительными перерывами, свидетельствующими о тектонических перестройках. Формации и тектонические структуры представляют собой законченные образования с определенными стадиями начала, развития и завершения цикла. Именно изучение парагенетических ассоциаций или формационный анализ пород, возникших в разное время в различных тектонических и палеогеографических обстановках и содержащих в той или иной части марганценосные слои, следует считать основой, на которой возможны прогнозно-металлогенические построения. В формационном анализе соединяются и литологический, и стратиграфический, и тектонический подходы.

Группируя наши основные единицы изучения — формации или разделяя каждую из них на более мелкие элементы, можно получить ту или иную классификационную схему, которую можно использовать для выявления взаимосвязей между определенными типами осадочных отложений и приуроченными к ним осадочными и вулканогенно-осадочными месторождениями, что служит основной задачей составления металлогенической карты вообще и на марганец в частности. Эти взаимосвязи между марганценосностью и определенными структурно-формационными комплексами должны найти ясное отражение на металлогенической карте.

Наиболее подходящей для изложенных целей является, на наш взгляд, классификационная схема Л. Б. Рухина (1961), хотя она и подверглась некоторым возражениям со стороны Н. С. Шатского (1965). Согласно этой схеме, формации объединяются в три группы: платформенные, переходные и геосинклинальные, соответствующие наиболее крупным тектоническим элементам земной коры. По литологическим признакам в группах могут быть выделены подгруппы: терригенная, карбонатная, угленосная, соленосная, вулканогенная (вулканогенно-осадочная). Среди них для наших целей особенно важны формации, с которыми связаны месторождения марганцевых руд. В геосинклинальных (складчатых) и субплатформенных областях это будут терригенные, карбонатные и вулканогенные, в платформенных — терригенные, вулканогенные и отчасти карбонатные и угленосные подгруппы.

Наиболее богата марганцеворудными месторождениями терригенная подгруппа, особенно кварцево-песчано-глинистая формация платформенной группы, тесно смыкающаяся с такими образованиями, как формация битуминозных глин, темных глин и песков, красноцветов, карбонатного флиша. К ней принадлежат уникальные по богатству третичные месторождения Никопольского бассейна, Чиатурское, отнесенные И. М. Варенцовым (1962) к месторождениям марганцевых руд никопольской марганценосной формации. Не возражая против объединения этих месторождений в одну группу, все же нельзя согласиться с присвоением вмещающей их формации названия никопольской, если исходить из общепринятых представлений о формации.

В самом деле, названия формациям лучше давать по первичному (неметаморфизованному) петрографическому составу преобладающих пород, что должно характеризовать основные черты формации и в значительной мере ее происхождение. Наименование по территориальному признаку лишено этого качества, важное значение которого вытекает из самого термина — «формация». Разумеется, лучше второе название никопольской формации, присваиваемое ей также И. М. Варенцовым, — «ортокварцито-глауконито-глинистая».

В этом вопросе имеется еще несколько аспектов. Прежде всего следует отказаться от термина «рудная формация» в применении к осадочным породам, поскольку этот термин введен в употребление геологами для обозначения собственно рудных образований, исходя из совершенно отличных основ классификации. Другой термин «рудноносная формация», в котором в случае необходимости частица «рудо» в слове «рудноносная» легко заменяется названием любого металлического элемента, может быть использован только как дополнительное определение к упомянутым наименованиям формаций, например, «рудноносная (марганценосная) кварцево-песчаная формация», «рудноносная формация пелитоморфных известняков и мергелей» и т. д. Таким образом сохраняется общепотребительное название формации (Атлас карт, 1961), дополнитель-

ное же определение является в известном смысле и ограничительным, поскольку из общего числа формаций данного типа выделяются только содержащие рудные, в нашем случае марганцевые концентрации, всегда парагенетически связанные со вмещающими породами.

Для кварцево-песчано-глинистой марганценосной формации Никопольского месторождения, по И. М. Варенцову и Ю. А. Ходаку, характерно присутствие Fe, Ni, Co, Cr, V, Cu, Mo, в окисных и карбонатных рудах, отмечаются относительно повышенные количества Ba и Sr. Марганцеворудные тела этой формации залегают на размытых подстилающих породах и носят явные признаки формирования в условиях морского мелководья. Для них характерно зональное строение, в соответствии с которым окисные руды с удалением от береговой линии к морю сменяются смешанными, затем карбонатными. Напротив, в направлении к прибрежной зоне большая часть осадков приобретает характер наземных отложений, среди которых известны и угленосные. Средняя мощность рудных тел 1,5—2 м.

В формировании марганцевых руд большую роль играли процессы сингенеза и особенно диагенеза, в результате которых широкое развитие получили оолитовые, желваковые, пизолитовые, корковые конкреционные текстуры; массивные текстуры редки.

Кварцево-песчано-глинистые марганценосные формации образовались главным образом в условиях гумидного климата. Однако имеются и более или менее значительные отклонения от этого положения (Мангышлакское, Северо-Уральские и другие месторождения). Иногда в синхронных с отложениями данной формации и недалеке от них образуются медные концентрации.

Н. С. Шатский (1965) группу месторождений описанного типа отнес к глауконитовой формации. Мы не уверены, что глауконит во всех случаях является обязательным и характерным членом данной формации и поэтому предпочли бы оставить за ней принятое в Атласе (1961—1962) название кварцево-песчано-глинистой. По Н. С. Шатскому, марганцевые руды данного типа приурочены к перерыву в самом верху формации. От этого сохранность подобных месторождений очень плохая.

Источником никопольских руд послужили метабазиты и зелопокаменные породы, подстилающие криворожские джеспилиты. Чиатурские руды возникли в результате размыва мощных вулканогенных пород доггера, покрывающих Дзирульский массив, и гранитоидов самого массива. Впрочем, имеются и другие точки зрения, не лишенные серьезных оснований (Сапожников, 1967).

Кварцево-песчано-глинистые марганценосные формации платформенного типа характерны и для более ранних эпох марганцевого рудонакопления. Так, в составе верхнерифейского комплекса пород Присаянья (юго-западная часть Сибирской платформы), связанных с отложениями карагасской и оселочной серий, выделяется

марганценосная кварцево-песчано-глинистая формация. Высказывается мнение, что образование ее происходило в субплатформенных условиях после завершения саянского тектогенеза (Дибров, 1964). Породы карагасской и оселочной серий подразделяются на ряд свит. Марганцевое оруденение, как правило, приурочивается к тем свитам, в основании которых развиты горизонты кластических и грубозернистых отложений (конгломератов, гравелитов, песчаников, алевролитов).

Однако у геологов Иркутского геологического управления в настоящее время все более складывается убеждение, что марганцевые руды Присаянья связаны с вулканическими и поствулканическими процессами и приурочены к вулканогенно-осадочным породам.

К кварцево-песчано-глинистой марганценосной формации относится, по нашему мнению, и гондитовая формация. В нее входят все свойственные кварцево-песчано-глинистой формации породы, получившие «гондитовый» облик благодаря метаморфизму. Первоначальный состав гондитов характеризовался, по всей вероятности, песчано-глинистым составом осадков, в которых послойно располагались гидроокисные марганцевые соединения. Современная гондитовая формация Центральных провинций Индии представлена пластами пород, состоящих преимущественно из кварца и спессартина и переслаивающихся с пластами и пропластками браунитовых руд, кварцитов, кристаллических сланцев. Из рудных минералов, кроме перечисленных выше, в гондитах находят также гаусманит, родонит, марганцевые амфиболы, родохрозит.

Отсутствие в этих породах вулканогенных образований позволяет предположить, что формирование марганценосной гондитовой формации происходило во внешней тектонической зоне геосинклинальной области или же в краевых относительно подвижных участках платформы. Часть рудоносных толщ, относимых И. М. Варенцовым к гондитовой формации и отличающаяся широким развитием вулканических пород, типичных для Дарваской системы (штат Майсур), мы бы отнесли к подгруппе вулканогенно-осадочных формаций, связанных с миогеосинклинальными и отчасти эвгеосинклинальными зонами. Об этой подгруппе сказано ниже.

Таким образом, выражение «гондитовая формация» может быть принято, согласно нашему пониманию этого термина, лишь в значении «марганценосная метаморфическая или метаморфизованная формация» (см. классификацию месторождений) в качестве дополнительного определения к выражению «кварцево-песчано-глинистая». Отсюда следует говорить: «кварцево-песчано-глинистая гондитовая» или «спилито-кератофировая гондитовая субформация» и т. д. Слово «гондитовая» не определяет сущности формации в ее общепринятом значении, а лишь указывает на ее особое, отнюдь не общеобязательное для формации качество. Для кварцево-песчано-глинистой гондитовой субформации также ха-

рактально несогласное залегание рудных тел на подстилающих породах, главным образом гнейсах, метаморфических сланцах.

Запасы марганцевых руд в кварцево-песчано-глинистой формации в данном объеме суммарно должны быть выше запасов «никопольской» формации, составляющих около 80% общемировых запасов. Общее же количество металлического марганца в породах кварцево-песчано-глинистой гондитовой субформации, вероятно, больше известных в настоящее время 2% от общемировых запасов марганца.

Практическое значение имеет и марганценосность пород, относящихся к подгруппе карбонатных формаций. В ней по тектонической позиции, строению, составу и литолого-геохимическим особенностям вмещающих пород выделяются: 1) известняково-доломитовые формации марокканского типа, развитые на платформенном основании и 2) известняково-доломитовые формации геосинклинальных зон усинского типа (Варенцов, 1962). Они представлены главным образом морскими мелководными карбонатами, нередко карбонатно-терригенными отложениями, переходящими с удалением от прибрежного мелководья в относительно мощные карбонатно-глинистые и доломитовые толщи с кларковыми (или более низкими) содержаниями марганца.

Формации марокканского типа характеризуются заметным содержанием красноцветных терригенных осадков в почве и кровле формации. Залежи окисных марганцевых руд приурочиваются к толщам доломитов с прослойками гипсов и ангидритов. Известняково-доломитовые формации геосинклинальных зон не имеют столь отчетливых признаков аридности условий их образования. Например, формация усинского типа характеризуется связью довольно богатых карбонатных руд марганца с черными битуминозными известняками, пиритиносными углистыми сланцами и повышенным содержанием органического углерода в руде. По данным В. П. Рахманова (1966), содержание C_{org} в отдельных пробах кальциево-родохрозитовых руд Усинского месторождения достигало 1,12%, серы 5,85%. Относительно высокие содержания органического материала и низкие значения Eh в придонном слое воды сопутствовали осаждению марганца в форме карбонатных соединений. Экспериментально установлено, что кристаллизация $MnCO_3$ из бикарбонатных растворов при средней концентрации в них уголекислоты происходит при непрерывном увеличении кислотно-щелочного показателя и при колебании окислительно-восстановительного потенциала от +535 и до +452 мВ. При этом на завершающей стадии образования марганцеворудного карбонатного осадка pH испытываемого раствора выше 7 (Листова, 1961; Соколова, 1962).

Карбонатные марганценосные формации представляют сравнительно мелководные образования с непостоянной примесью песчано-глинистого и вулканического материала. Отличительной чертой их служит повторяемость аналогичного типа марганценосности на

различных стратиграфических уровнях, так сказать, «сквозной» характер карбонатных марганцеворудных концентраций (в Марокко от рифея до верхнего мела). Это позволяет предполагать неоднократное переотложение марганценосного материала первичных источников, подвергавшихся длительному механическому и химическому выветриванию.

Для карбонатных марганценосных формаций характерно часто повышенное содержание не только Ва ($>6\%$), но и свинца (до 6%), цинка, меди, а в геосинклинальных зонах — хрома и других сидерофильных элементов. По направлению к береговой линии карбонатные отложения сменяются карбонатно-терригенными, часто красноцветными отложениями, в которых выклинивается средний карбонатный член трансгрессивного цикла, где обычно локализуются рудные залежи. В направлении к открытому морю марганценосные формации замещаются мощными «пустыми» известняково-доломитовыми толщами.

Содержание полиметаллов, ассоциация с красноцветными отложениями и другие признаки свидетельствуют о том, что накопление карбонатных марганценосных формаций происходило в аридных условиях, приметы которых, естественно, ослабевают с переходом от прибрежно-морской обстановки к более глубоководной.

Карбонатные формации развивались, по-видимому, в разных тектонических условиях, о чем свидетельствует распространение их в пределах платформенных и геосинклинальных зон, с проявлениями вулканизма и без них. Неодинаковыми, вероятно, были и климатические условия. По Н. С. Шатскому (1965), руда здесь приурочена к перерывам в основании формаций.

Марганец широко распространен в качестве элемента-спутника в хорошо известных джеспилитовых формациях, являющихся крупнейшими на Земле докембрийскими железорудными толщами. Первичный состав джеспилитов спорен, хотя само слово «джеспилит» в петрографическом отношении получило вполне определенный смысл, отвечающий точному представлению о породе. Марганцеворудные залежи свойственны главным образом краевым частям собственно джеспилитовых формаций, где железорудные толщи с кларковыми содержаниями марганца переходят в известняково-доломитовые породы с повышенными концентрациями этого элемента. По тектоническим условиям образования и характеру оруденения среди марганценосных джеспилитовых формаций, развитых на земном шаре, выделяются эвгеосинклинальные, миогеосинклинальные и платформенные типы. Следует заметить, что на территории СССР мы пока еще не знаем практически перспективных докембрийских марганценосных джеспилитовых формаций. Однако известно, что отдельные марганцеворудные проявления генетически явно тяготеют к джеспилитовым железистым формациям (марганцево-железистые кварциты нижнего протерозоя свиты Соснового Байца и андотской свиты в Присаянье, марганцеворуд-

ные концентрации в кремнисто-железистой толще Малого Хингана и т. д.).

Большая литература по джеспилитовым породам позволяет не останавливаться здесь на описании их литологических и геохимических особенностей. Отметим лишь, что марганценовые джеспилитовые формации эвгеосинклинального типа близки по условиям образования к вулканогенно-осадочным формациям, к описанию которых мы и переходим.

В последние годы рядом исследователей (Херасков, 1951; Шатский, 1954; Варенцов, 1962 и др.) были выделены марганценовые вулканогенно-осадочные формации, подразделяемые по составу на формации зеленокаменного ряда, связанные со спилито-кератофировой эффузивной деятельностью, и формации порфирового ряда — с преобладающим развитием вулканизма трахито-липаритового состава.

По Н. С. Шатскому (1965), марганцевые руды описываемого типа располагаются внутри формации и не связаны с перерывами.

В спилито-кератофировой марганценовой формации, как правило, наиболее распространены бедные силикатные, иногда карбонатные марганцевые руды при малом содержании относительно богатых окисных руд, пользующихся значительным развитием в составе порфировой марганценовой формации.

Вулканогенно-осадочные марганценовые формации размещаются главным образом в геосинклинальных областях: зеленокаменные — в эвгеосинклинальных, порфировые — чаще в многоэосинклинальных зонах. Для зеленокаменных формаций характерны повышенная кремнистость отложений, содержание силикатных, иногда карбонатных руд. Из металлических элементов в повышенных количествах присутствуют медь и такие сидерофильные элементы, как никель, кобальт, ванадий, хром. Нередки повышенные кларки концентраций свинца, серебра, золота, мышьяка и других халькофилов.

Со спилито-кератофировым вулканизмом связана большая группа южноуральских марганцевых месторождений и рудопроявлений. Они располагаются в девонских яшмово-кремнистых породах Магнитогорского синклинория на восточном склоне Южного Урала.

Порфировые формации отличаются большой распространенностью в них окисных марганцевых руд — пиролюзитовых или браунито-гаусманитовых, нередко в связи с железистыми. Часто для них характерны довольно высокие кларки концентрации бария, свинца, цинка и других металлов. Примером вулканогенно-осадочного марганцевого месторождения порфирового ряда может служить Дурновское расположенное на Салаире.

Рудовмещающие породы Дурновского месторождения представлены нижнекембрийскими кварцевыми порфирами, кварцитами, туфами и туффитами. Переслаиваясь с кварцевыми порфирами, туфами, кварцево-серицитовыми сланцами и красными железистыми

яшмами, рудные тела образуют марганцеворудную пачку мощностью 45—50 м.

Анализ общегеологической позиции Дурновского месторождения, фациальные исследования и изучение вещественного состава пород позволили В. П. Рахманову (1967 г.) установить эффузивную природу кварцевых порфиров и кварцитов, вмещающих рудные тела и получивших современный облик в результате регионального и контактового метаморфизма. Марганцевые концентрации с такими сопутствующими элементами, как свинец, цинк, медь, барий и др., являются по своему происхождению вулканогенно-осадочными, образованными на дне ниже-среднекембрийского геосинклинального морского бассейна в связи с гидротермальной деятельностью.

Вулканогенно-осадочные формации, обогащенные марганцем и другими элементами, представляют благоприятный субстрат для развития в подходящих экзогенных условиях марганцевых и железисто-марганцевых руд остаточных, инфильтрационных и осадочных месторождений. Возможно, экзогенным процессам разрушения и переотложения продуктов выветривания вулканогенных пород обязаны своим происхождением уникальные месторождения Никопольского марганценосного бассейна и др.

В общем же формации и относящиеся к ним марганцевые руды отличаются крайним разнообразием и изучены еще недостаточно. До сих пор для ряда месторождений данного типа далеко не решен вопрос о принадлежности их к осадочным или к гидротермальным образованиям.

Хотя связь марганцевого оруденения в данного типа месторождениях с вулканизмом не вызывает сомнений, все же вопрос о путях и формах концентрации марганца в вулканогенных и вулканогенно-осадочных месторождениях остается очень неясным. Разногласия возникают при обсуждении возможных источников марганца, железа, кремнезема и агентов перемещения их из материнских пород в места концентрации, а также доли участия в привносе упомянутых элементов поверхностных водотоков или газогидротерм, подводных течений и т. д. И именно в этих разногласиях заключается причина трудности проведения границ между экзогенными и эндогенными месторождениями в вулканогенно-осадочных формациях. Вместе с тем рассматриваемые месторождения представляют как бы промежуточное звено в цепи осадочные-гидротермальные образования, где те и другие процессы теснейшим образом переплетаются и связываются между собой (Суслов, 1967).

Другая особенность рудных тел в осадочно-вулканогенных формациях заключается в весьма неравномерном распределении их в вертикальном разрезе, сложности морфологии, невыдержанности условий залегания и минерального состава.

Только что описанные вулканогенно-осадочные марганценозные формации как относящиеся в значительной мере к морским образованиям мало что дают для установления климатических условий

прошлого. И лишь относительно немногие прибрежно-морские и континентальные фации их свидетельствуют скорее об относительно теплом и влажном климате, способствовавшем широкому развитию процессов химического выветривания.

Помимо описанных, к марганценосным формациям вулканогенно-осадочной подгруппы, при наличии марганцевого оруденения, можно отнести формацию, названную нами по терминологии, принятой для Атласа литолого-палеогеографических карт (1961), смешанной вулканогенно-осадочной. Ее марганценосность приурочена к горизонталю чередования вулканогенных отложений. В качестве примера И. М. Варенцов приводит район стыка Аджаро-Триалетской складчатой системы с Артвино-Самхитской глыбой в Грузии. Оруденение, представленное окислами марганца и железа, приурочено здесь к кровле палеоценового флиша, перекрываемого лавами и туфами андезитового состава. Рудные концентрации распространяются главным образом в толщах туфопесчаников и туфоконгломератов.

В числе марганценосных формаций И. М. Варенцов выделяет также группу марганценосных наложенных формаций. К ней он относит гипергенно измененные породы, исходный состав которых может быть самым различным. Степень марганценосности их также непостоянна, варьирует от единиц до сотен кларков.

Исходя из приведенных выше положений, нам представляется, что выделение марганценосных «наложенных» формаций неправомерно. Такой группы формаций не существует. В действительности имеется большое разнообразие формаций с различным содержанием марганца, изменение которых в гипергенных условиях может привести к образованию рудных концентраций. В данном случае рудоносность связана не столько с первоначальным составом пород, дающим название формациям, сколько с активностью и продолжительностью действия гипергенных окисляющих и выщелачивающих факторов. Иначе говоря, марганценосной «наложенной» может быть любая содержащая марганец формация путем преобразования низкотемпературными процессами пород в поверхностной и близповерхностной зоне.

Изложенные обстоятельства лишний раз подтверждают, что наименование формации марганценосной указывает не на постоянные и основные первоначальные признаки формации как геологического тела, образованного в определенных условиях, а на спорадические и второстепенные, не всегда связанные с определенным составом и тектонической позицией изучаемых отложений. Более того, рудные залежи при благоприятных гипергенных условиях могут возникать сразу в нескольких примыкающих друг к другу различных формациях или даже подгруппах формаций (например, терригенных и карбонатных).

В условиях зоны окисления широкое развитие наложенных процессов проявляется иногда настолько резко, что рудная залежь становится как бы инородным телом, и связь ее с породами вме-

щающей формации теряет генетическое значение. Образуются всевозможные переходы в марганцеворудные тела экзогенного происхождения, иногда трудно отличимые от эндогенных образований.

Напрашивается вывод, что формации с такого рода рудными залежами, в отличие от ранее описанных марганценосных, следует называть формациями с наложенным марганцевым оруденением. Правда, нефтеносными мы называем, например, пески, в действительности не всегда являющиеся материнскими. Однако следует учесть, что термин «нефтеносный песок» устанавливался в то время, когда господствовало убеждение в первичном характере залегания нефти всюду, где бы она не проявилась.

Таким образом, марганценосность свойственна: 1) кварцево-песчано-глинистым формациям, которые можно разделить на кварцево-песчано-глинистые и кварцево-песчано-глинистые гондитовые субформации; 2) подгруппе карбонатных формаций в составе известняково-доломитовых, развитых на платформенном основании и известняково-доломитовых формаций в геосинклинальных зонах; 3) джеспилитовым формациям; 4) подгруппе вулканогенно-осадочных формаций в составе: а) зеленокаменных или спилито-кератофировых (в которую входит спилито-кератофировая гондитовая субформация), б) порфировых и в) смешанных вулканогенно-осадочных; 5) большой группе различных формаций с наложенным оруденением. Литолого-структурные соотношения между упомянутыми марганценосными формациями схематически показаны на следующей диаграмме (рис. 3).

Общую номенклатуру формаций и условные обозначения их на металлогенических картах можно принять такими, какими они представлены в Атласе литолого-палеогеографических карт (1961). Термин «толща», очевидно, менее определен, чем формация: его можно допустить лишь в качестве временной меры при недостаточности или ненадежности признаков для выделения формаций.

Объединяя формации, соответствующие основным осадочным циклам, в естественные сочетания, ряды и серии рядов в вертикальных разрезах изучаемых регионов, получаем структурные ярусы и этажи, соответствующие тектоно-магматическим циклам. Ярусное строение хорошо выделяется на структурно-тектонических картах масштаба 1 : 500 000—1 : 200 000 для складчатых (геосинклинальных) областей.

На картах платформенных областей ярусное деление осадочного чехла выделяется гораздо слабее. На картах масштаба 1 : 500 000 с помощью красок показывается возраст складчатого фундамента и глубина залегания данной формации от условного уровня, а посредством индексов — возраст структурных ярусов и характер формаций.

Прочая геологическая и металлогеническая нагрузка карт масштаба 1 : 500 000, характеризующая тектонический режим, металло- и рудопроявления, магматизм и другие особенности, так или иначе связанные с рудоносностью пород, показаны в приложении.

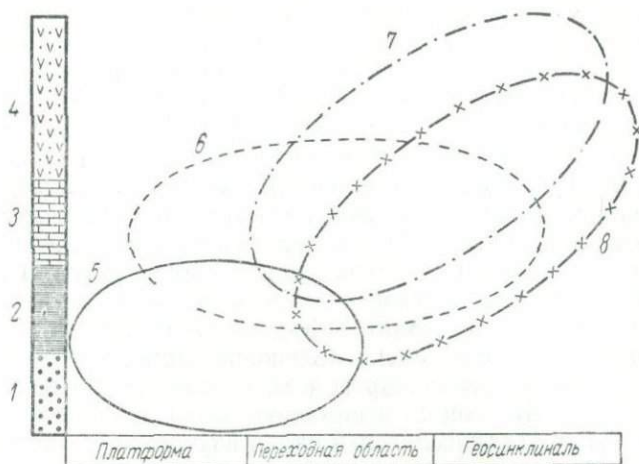


Рис. 3. Схема литолого-структурных соотношений между марганценосными формациями:

Литологический состав отложений: 1 — песчаный материал; 2 — глинистый материал; 3 — карбонаты; 4 — вулканические породы. Формации: 5 — кварцево-песчаные; 6 — карбонатные; 7 — вулканогенно-осадочные; 8 — джеспилитовые.

Однако приведенные в нем условные знаки необходимо дополнить обозначениями, отражающими специфику разновидностей марганцевых руд, состава и морфологии рудных тел, контуры ореолов рассеяния марганца, распространение марганцевых и сопутствующих минералов в рудных залежах и т. п.

При обилии месторождений на карте можно показывать лишь основные, в полном же количестве они наносятся на карты-врезки.

Здесь нужно отметить, что металлогенические карты масштаба 1 : 500 000 по существу близки к обзорным. Они разрабатываются для районов, где нет данных для построения металлогенических карт более крупного масштаба. Составлять же для этих районов обзорные карты еще более мелкого масштаба по изложенным выше принципам вряд ли потребуется: в настоящее время такого рода обзорные карты имеются, вероятно, для любых районов Советского Союза, но геологически они мало выразительны.

Основой металлогенических, так же как и обзорных карт, служит в данном случае тектоническая карта с геологическими формациями, на фоне которых подчеркнуто выделяются марганценозные формации, по распространению которых легко оконтуриваются площади, заслуживающие постановки дальнейших работ на марганец. Этим подтверждается обоснованность выбора структурно-формационной основы для обзорных и металлогенических карт масштаба 1 : 500 000.

Разница между металлогенической и обзорной картами масштаба 1 : 500 000 все же имеется. Она заключается в большей насыщенности первой металлогеническими данными и в возможно

более точной увязке распространения различных полезных ископаемых с понимаемой в широком смысле слова геологической обстановкой. В значительной мере этому помогают формационно-литологические схемы, о которых будет сказано дальше, а также комплекс вспомогательных или рабочих карт, который в данном случае частично может быть рекомендован в качестве обязательного.

Кроме того на металлогенических картах любого масштаба показывают участки, перспективные для продолжения тех или иных работ по выяснению характера и значения марганценосности.

На полях металлогенической карты масштабов 1:500 000 и 1:200 000 строится геологический разрез и стратиграфическая колонка. Кроме них приводится формационно-литологическая схема, содержание которой представлено на полях прилагаемой прогнозно-металлогенической карты (см. приложение). Карта составлена для условного района и на основе вымышленных данных, характерных для металлогенически слабо изученного района¹.

Возраст по геохронологической шкале выражается в абсолютном масштабе времени, независимо от количества осадков (мощности пластов), отмеченных в том или ином интервале времени. Ширина прямоугольника для эффузивно-осадочных пород в столбце «Рельефная литологическая колонка по преобладающему составу формаций» показывается по содержащейся в них примеси осадочного материала, а ширина прямоугольника, изображающего собственно вулканические породы, не содержащие терригенной примеси, отвечает ширине прямоугольника для подстилающих отложений.

В столбце «Рудоносность» помещаются кривые содержаний марганца, железа и фосфора. Построение аналогичных кривых для других элементов производится в случае необходимости на специальных графиках, оформляемых в виде приложений.

Тектонический режим может быть представлен в виде синусоидной кривой, которая должна увязываться с синусоидой седиментационного режима и кривой климатических изменений.

Приступая к характеристике содержания металлогенических карт масштабов 1:100 000 (возможно, частично 1:200 000) и крупнее, необходимо предварительно привести следующие соображения. Объединяя формации, мы получаем сочетания, дающие в вертикальном разрезе серии, эквивалентные по времени образования тектоно-магматическим циклам (структурным этажам). Разукрупняя их, можно получить начальные естественные сообщества пород — фации. Каждая из них представляет четко индивидуализированную среду локального осадконакопления, являясь в то же время характерным элементом палеоландшафта. Фациям соответ-

¹ Карта по техническим условиям могла быть представлена только в черно-белом варианте. Поэтому на ней недостаточно наглядно выражены структурно-тектоническое деление и некоторые особенности металлогении района; на формационно-литологической схеме не показаны рельефная колонка и наименование формаций.

ствуется отложение более или менее однородных осадков, которые можно объединять в группы или комплексы, составляющие формации. Подразделяя фации, можно получить субфации и отдельные типы породы, характерные для определенных тектонических, физико-географических и геохимических условий осадкообразования.

Представление о фации как о среде накопления более или менее однородного осадка чрезвычайно важно для металлогении и для составления металлогенических карт рассматриваемых масштабов. Эта среда может в разной степени благоприятствовать или, наоборот, противодействовать образованию осадочных месторождений, в том числе марганца. Изучая рудоносность фаций и их совокупностей, можно накопить знания о металлогении, фациальных условиях осадочного рудообразования, выяснить связь оруденения с определенным типом породами и распространение руд в районе.

В связи с изложенным представляется наиболее рациональным составлять металлогенические карты масштабов крупнее 1 : 200 000 на специальной геологической основе, показывающей распределение типов осадков с генетическим истолкованием условий их накопления. Такая основа представляет геологическую карту, на которой с помощью условных обозначений или индексации дается характеристика не только петрографического или литологического состава осадочных пород, но и их принадлежность к определенной среде, фации. Поэтому такая основа, по нашему мнению, может называться фациально-геологической, или фациальной.

На фациальной основе с особой детальностью выделяются подразделения, имеющие отношение к марганцевому рудообразованию и схематизируются или обобщаются по возможности детали фациально-литологических особенностей, не имеющих для металлогении марганца серьезного значения. Такой подход к изображению фациальных объектов требует тщательного ознакомления с их металлогенической ролью в каждой конкретной фациально-литологической и тектонической обстановке.

Вообще же составление фациальной основы для металлогенической карты представляет итог разносторонней трудоемкой работы. В нее входит составление большого комплекса различной графики вспомогательного значения, отражающей результаты фациально-палеогеографических исследований. К числу важнейших графических материалов относятся фациально-литологические колонки, разрезы, профили¹, а также приуроченные к определенному геологическому времени палеогеографические реконструкции с точной корреляцией разрезов картируемых толщ методами биостра-

¹ Под фациально-литологической колонкой мы разумеем обобщенный для данной площади разрез фациально и литологически охарактеризованных и подразделенных пород; под литолого-фациальным разрезом понимается соответствующий разрез в данной конкретной точке; под литолого-фациальным профилем — разрез по нескольким точкам.

Фациальные комплексы	Индекс	Фациальные пояса	Индекс	Литофациальные пояса	Индекс
Поднятий	С _п	Водораздельно-элювиальный	С _п ^э	Подвижная обломочная	С _п ^{э₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	С _п ^{э₂}
				Условно-застойная . .	С _п ^{э₃}
		Склоновый	С _п ^с	Подвижная обломочная	С _п ^{с₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	С _п ^{с₂}
				Условно-застойная . .	С _п ^{с₃}
		Долинно-ледниковый	С _п ^л	Подвижная обломочная	С _п ^{л₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	С _п ^{л₂}
		Долинно-веерный	С _п ^{дв}	Подвижная обломочная	С _п ^{дв₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	С _п ^{дв₂}
		Линейно-долинно-речной	С _п ^{лд}	Подвижная обломочная	С _п ^{лд₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	С _п ^{лд₂}
		Подгорно-веерный	С _п ^г	Веерообломочная . . .	С _п ^{г₁}
				Веерномелкопелитовая	С _п ^{г₂}
				Веернозастойная . .	С _п ^{г₃}
Наземных равнин	С _р	Равнинно-долинный (включая надводную дельту)	С _р ^д	Русловая	С _р ^{д₁}
				Пойменная	С _р ^{д₂}
				Застойная	С _р ^{д₃}
Подводных равнин	М _р	Подводно-дельтовый	М _р ^д	Подвижная обломочная	М _р ^{д₁}
				Умеренно-подвижная пелитовая	М _р ^{д₂}
				Условно-застойная . .	М _р ^{д₃}
		Мелкозастойный	М _р ^з	Подвижная обломочная	М _р ^{з₁}

Фациальные комплексы	Индекс ¹	Фациальные пояса	Индекс	Литофациальные пояса	Индекс
Удаленный	Му	Волноприбойный	M_p^B	Умеренно-подвижная пелитовая	M_p^{3a}
				Условно-застойная . .	M_p^{3a}
				Подвижная обломочная	M_p^{B1}
				Умеренно-подвижная пелитовая	M_p^{B2}
		Рифогенный	M_p^P	Условно-застойная . .	M_p^{B3}
				Подвижная обломочная	M_p^{P1}
		Доннотечениевый	M_y^T	Умеренно-подвижная пелитовая	M_p^{P2}
				Подвижная обломочная	M_y^{T1}
				Умеренно-подвижная пелитовая	M_y^{T2}
				Условно-застойная . .	M_y^{T3}
		Мутьевых потоков	M_{II}		
		Центрально-отстойный	M_0		
		Подводно-элювиальный (гальмолитический)	M_9		

¹ Индексация наша, приводится как примерная.

тиграфии, петрографии, анализа ритмического строения, спектрографических данных, палеомагнитных измерений, определения абсолютного возраста и т. д. Каждый из этих методов включает разнообразные приемы, описанные в соответствующих руководствах (например, Попов и др., 1963).

Детальность и качество проведенных исследований, а также собранного материала и его анализа обеспечивают надежность принятого масштаба металлогенической карты. В соответствии с масштабом производится выбор стратиграфических и фациальных подразделений для картирования.

Номенклатура и число фаций, приведенные в «Основных принципах» (1964), могут быть рекомендованы для металлогенических карт осадочных полезных ископаемых в качестве основных к масштабам не крупнее 1 : 100 000. С переходом к картам более крупного масштаба постепенно повышается и детальность графического представления фаций на металлогенических картах. Так, дельто-

вая фация может быть развернута в подводно- и надводно-дельтовую; подводнодельтовая — в подводнодельтовую иловую, песчаниковую, пелитовую и т. д. Вообще же большая емкость понятия о фации позволяет отражать большое разнообразие природных условий седиментации со степенью точности, зависящей от детальности исследований.

При выборе названий следует отдавать предпочтение схемам, в которых название фации характеризует ее как единицу палеоландшафта; это дает представление о месте и геологических условиях образования осадка, о необходимости познания которых говорилось выше.

В. И. Попов и др. (1963) приводят следующую схему расчленения фациально-палеогеографических подразделений на разрезах и картах разных масштабов, отвечающих разным степеням изучения (табл. 1).

Этой схемой или подобной ей можно пользоваться для составления фациальных основ к металлогеническим картам, применяя те или иные фациальные подразделения (фациальные комплексы, пояса, зоны) в зависимости от масштаба исследований и задач прогнозирования. Фациальные пояса соответствуют более распространенному пониманию макрофаций, более дробная расшифровка которых, соответствующая выделению таких элементов, как фация и микрофация, дается по названиям литофациальных зон, указанных в пятом столбце табл. 1. Индексы и названия литофациальных зон данной схемы должны указывать на принадлежность к определенным фациальным поясам, например: S_{2n} — веерномелкопелитовая фациальная зона подгорнововерного пояса и т. д.

Состав вулканогенных пород и прочие объекты геологической и палеогеографической ситуации обозначаются применительно к методам изображения их, принятым для Атласа литолого-палеогеографических карт (1961) с учетом степени изученности территорий.

Естественно, что с наибольшей детальностью изучаются и показываются на металлогенической карте фациальные черты, относящиеся ко времени рудообразования и особенно к марганценовой формации, для которой освещаются все фациальные признаки, какие только можно допустить, учитывая масштаб данной карты и ее нагрузку.

На полях металлогенической карты, помимо стратиграфической колонки и геологического разреза, показывается фациально-литологическая схема по методу, описанному В. И. Поповым и др., (1963) для фациально-литологических колонок. Называем же мы ее схемой потому, что она представляет не существующий в действительности конкретный, а некоторый типизированный или сводный разрез, отвечающий усредненному составу и строению пород на всей охватываемой металлогенической картой территории (см. приложение).

Масштаб фашиально-литологической схемы выбирается с учетом масштаба металлогенических карт и мощности изучаемых толщ. При колебании мощностей в пределах 100—200 м фашиально-литологическую схему лучше представлять в масштабе 1 : 1000. При мощностях 500—2 000 м масштаб схем уменьшается до 1 : 5 000 при 5 000—10 000 до 1 : 25 000. Масштабы до 1 : 5 000 позволяют изобразить разрезы с большой детальностью, включая показ отдельных пачек и слоев мощностью 10—25 м. Дальнейшее уменьшение масштаба заставляет повышать минимальную величину мощности изображаемого на схеме слоя до 100 м — величины средней мощности подбиты и свиты.

Выше было сказано, что выбор масштаба фашиально-литологической схемы зависит от масштаба металлогенических карт. Пожалуй, в данном случае главное значение имеет не только, и даже не столько масштаб, сколько тектонический режим изучаемого района: принадлежит ли он к геосинклинальной (складчатой) или платформенной области. Для районов платформенных структур средняя мощность изучаемых разрезов вряд ли будет превышать 2 000 м, а следовательно, масштабы не будут мельче допустимых для детального изображения слоев и пачек как на схеме, так и на металлогенической карте.

В геосинклинальных областях суммарные мощности пластов, вскрывающихся вблизи поверхности, нередко достигают двух и более тысяч метров в пределах района, охватываемого одной металлогенической картой. Представляется, что в таких случаях могут возникнуть положения, при которых рационально ограничиваться составлением фашиально-литологических схем описанного типа только для времени марганцевого рудообразования или развития марганценосных и сопутствующих им формаций. Стратиграфическая же колонка вычерчивается как обычно для полного геологического разреза пород на изученной территории.

Разумеется, приведенные здесь способы изображения описываемых схем являются примерными и, вероятно, в разных конкретных условиях они будут дополнены или даже изменены.

Фашиально-литологическая схема (табл. 2) состоит из двух самостоятельных и взаимосвязанных частей, масштабы которых для удобства сопоставления должны быть одинаковыми. В левой части представлена типизированная литологическая рельефная колонка. Она имеет ступенчатый вид, причем каждая ступенька, соответствующая определенной пачке или слою, имеет ширину пропорциональной подвижности представляемой породы. Наиболее широкой ступеньке колонки будут соответствовать крупнообломочные породы, а наиболее узкой — химические и иные осадки, характерные для условий застойной среды.

Слева от литологической колонки штриховыми знаками показывается окраска осадков: красноцветная, пестроцветная, пятнистая. Штриховкой покрывается поле прямоугольника, высота которого равна мощности первично окрашенных отложений. Выде-

Форма записи для фацально-литологической схемы (по В. И. Попову и др. с небольшими изменениями)

Ярус	Ритмосвита	Ритмоподсвита	Пачка	Мощность пачки	Литологическая колонка	Количественное соотношение составных частей пород, %	Геохимические фации																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
							морские							континентальные																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
							восстановительные							окислительные																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
							Сероводородная	Силеритовая	Шамозитовая	Глаукогитовая	Фосфоритовая	Окислительная	Ультраокислительная	Доломитовая	Морских солей	Углей	Железных руд (озерно-болотная)	Раствор солей	Пустань	Ортштейновая	Литературная (Al, Fe)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Продолжение табл. 2

Рельефная фациальная колонка																	
морские фации											прибрежно-континентальные фации						
морские мелководные			прибрежно-морские								осадки прибрежной равнины						
прибойно-иловые прибойно-обломочн.											подгорноозерные равнинно-долинные						
Доломиты	Доломиты	Известняки	Мергели	Мергелеступы	Микстолиты	Алевриты	песчаные			Гравелиты	Смешанные карбонатные породы	Алевриты	песчаные			Гравелиты	Конгломераты
							Мелкозернистая	Среднезернистая	Крупнозернистая				Мелкозернистая	Среднезернистая	Крупнозернистая		

Геохимическое содержание марганца, железа, вес %

Геохимическое содержание марганца, железа, вес %

ление окраски имеет важное значение, поскольку красный цвет пород может служить показателем начала ритма в осадконакоплении.

Справа от литологической колонки (в той же графе) в соответствующих участках разреза отмечаются различного рода дополнительные данные — зубы рыб, окаменелости и отпечатки, конкреции, гальки, следы ряби, трещины усыхания, ходов червей, птиц и наземных животных, капель дождя, града, наличие рудных проявлений и т. д.

В следующих справа колонках в форме кривых иллюстрируется изменчивость тех или иных свойств пород по вертикальному разрезу (петрографический состав, геохимические свойства). При желании или необходимости перечисленные показатели могут быть либо заменены, либо дополнены другими, имеющими значение для данного конкретного случая.

В правой части схемы параллельно литологической строится фациальная колонка (также типизированная), иллюстрирующая в форме кривой динамику фациальных условий осадконакопления во времени в пределах изученной территории.

На правом окончании схемы помещается диаграмма средних геохимических содержаний марганца, железа, фосфора, по разрезу пород литологической колонки.

Таким образом, литологические данные, показанные в левой части схемы, увязываются с фациальными особенностями, характеризующимися содержанием правой части схемы. Это помогает составить себе представление о факторах и, следовательно, закономерностях распространения марганцевых руд во времени и пространстве, без чего невозможно прогнозирование.

Показатели наличия марганценосности пород очень разнообразны в связи с широким и даже весьма широким диапазоном условий, в которых проявляется марганцевое оруденение. Об этом диапазоне говорилось раньше. Для различных марганценосных формаций факторы марганценосности, естественно, различны. Меняются они и в связи с конкретной геологической и палеогеографической обстановкой. Отсюда их множественность и разнохарактерность, которые трудно предусмотреть и отразить в унифицированных для всех случаев условных обозначениях.

Для терригенных отложений наиболее важными являются такие индикаторы рудоносности, как гранулометрический состав, текстуры и структуры, величины pH и Eh, наличие органики, содержание марганца, железа, фосфора, кремния, органического углерода и т. д.; для вулканогенных — основность — кремниекислотность вулканических пород, примесь терригенного, карбонатного материала, содержание железа, фосфора, кремния, и т. д.; для карбонатных — примесь некарбонатных пород, содержание железа, магния, кремния, органического углерода и т. д. Эти индикаторы или их признаки (окраска пород, минеральный состав и др.)

также должны найти свое отражение на схемах и металлогенических картах в наиболее удобной для восприятия форме.

Действенное значение или результативность перечисленных выше и устанавливаемых на месте показателей марганценосности может сильно меняться в разных геологических ситуациях. Поэтому выбор наиболее эффективных показателей требует особой тщательности и подготовки, основанной на анализе конкретного материала, для которого большое значение имеет и построение фациально-литологических схем.

Как было сказано, фациально-литологическая схема есть результат типизации или обобщения конкретных фациально-литологических разрезов. Последние же являются необходимой и обязательной частью работ, предваряющей стадию составления металлогенических карт. На основе этих разрезов строятся литолого-фациальные профили как база для последующего составления палеогеографических карт, методы исследования которых вместе с другими графиками вспомогательного значения (металлометрической, геохимической, геофизической картами), образующими палеогеографический комплекс, описываются в ряде монографий и отдельных статей, частично упоминавшихся выше. Цель составления всего этого палеогеографического комплекса — выработать возможно более полное и наглядное представление о генезисе, постепенном развитии и распространении марганцевых руд в связи с геологическим строением изучаемой территории и отразить полученное представление в наиболее концентрированном виде на металлогенической карте.

Признавая большое значение вспомогательных графических материалов, следует все же с большой долей критики отнестись к суждению об обязательности их представления вместе с основной графикой, т. е. с обзорной, металлогенической и прогнозной картами. Правильнее было бы считать, что графика вспомогательного и дополнительного значения должна служить только рабочим материалом, не всегда подлежащим непременно представлению.

В качестве обязательного приложения ту или иную часть ее можно рекомендовать лишь в случае содержащихся в ней особенно важных данных, которые по разным соображениям нельзя отразить на картах основного комплекта. Материалы вспомогательной графики лучше всего отражать на металлогенической карте в обобщенном или схематизированном виде. Например, карты опробования могут быть заменены изолиниями равных содержаний или кларком концентраций. То же можно сказать и о геофизических или геохимических данных, собранных путем отбора равноценного по качеству и наиболее надежного материала, относящегося к оруденению.

Иное решение вопроса о необходимости вспомогательной графики можно представить себе, например, при таком положении. Известно, что в одной и той же среде могут отлагаться осадки разного типа. В. И. Попов и др. приводят пример озерной фации,

в составе которой могут участвовать пески, глины, известняки, гипсы, сапропелевые угли и другие осадки. В то же время литологически сходные отложения могут образовываться и в разных условиях. Для однозначного решения вопроса о действительном характере фации, возможно, возникнет необходимость специально-го приложения литолого-палеогеографической карты или литолого-фациального профиля для данного района или участка.

Не останавливаясь на деталях металлогенических карт, необходимо сделать некоторые общие замечания. Прежде всего следует напомнить, что для составления металлогенических карт нужны не жесткие, разработанные до мельчайших деталей стандарты, а лишь некоторые основные положения по рациональному изображению на карте собранного и проанализированного материала. Вряд ли нужно напоминать, что каждая изучаемая территория обладает особенностями, вызывающими необходимость прибегать к тем или иным специфическим приемам исследования металлогенических черт района и наиболее полного отображения их на карте.

При любом составе и объеме условных обозначений необходимо стремиться к тому, чтобы каждому условному знаку придать максимальную наглядность и содержательность. С этой целью следует стремиться использовать прежде всего уже установившиеся или предложенные ранее знаки и символы, прибегая в случае необходимости к пополнению их различными вариациями для придания нескольких родственных возможных значений. Так, например, раздел двух геологических тел может быть показан линией или линиями, разное начертание которых должно свидетельствовать о том, является ли этот раздел тектоническим, стратиграфическим, согласным, несогласным, интрузивным и т. д. Разными модификациями линий (сплошных, пунктирных, зубчатых, пилообразных и т. д.) можно пользоваться для изображения различных типов тектонических, геохимических, геофизических и других показателей или аномалий. Желательно, чтобы условные знаки уже своим начертанием вызвали представление об изображаемом предмете.

Выше неоднократно приходилось обращать внимание на относительно высокую подвижность марганца, которой объясняется приуроченность его рудных концентраций к породам, образовавшимся в разных физико-географических, структурно-фациальных и иных условиях. Эта, если так можно выразиться, полигенность марганца служит причиной ассоциирования марганцевых руд с рядом других полезных ископаемых, о которых уже упоминалось выше. К ним в первую очередь относится железо, но нередко также медь, цинк, свинец и другие, главным образом халькофильные элементы. Некоторые из них ассоциируют совместно с марганцевыми рудами, другие присутствуют в одной и той же формации, концентрируясь в генетически близких фациях, третьи — в примыкающих формациях того же генетического ряда. В некоторых случаях марганцевые руды образуются на разных стратиграфических

уровнях в различных условиях и в разных количественных соотношениях с рудами спутников.

В связи с полигенным характером марганцеворудных концентраций наблюдается нередко развитие комплексных месторождений, где марганец является не единственным и даже не главным полезным ископаемым. Совершенно естественно, что в таких случаях возникает вопрос о составлении комплексных прогнозно-металлогенических карт. Однако рассмотрение их не входит в задачу настоящей работы.

Несколько заключительных слов об особенностях металлогенических карт разного масштаба.

Металлогенические карты масштаба 1 : 500 000 являются в то же время обзорными, когда ими пользуются с целью выяснения геологической позиции входящего в их территорию района, где производятся или уже произведены металлогенические исследования в более крупном масштабе. Если последних нет, то при достаточной сумме данных металлогенические карты масштаба 1 : 500 000 могут иметь и самостоятельное металлогеническое значение, давая основу для проектирования более крупномасштабных металлогенических исследований. Их задача — на базе имеющегося фактического материала дать по возможности цельное представление об общей металлогении изучаемой территории и металлогении марганца, в особенности путем графического изображения связи выделенных марганценосных формаций (их положения, генезиса и структурно-минералогического развития) с общей, меняющейся во времени и пространстве, геологической ситуацией. Детальное исследование характера этой связи путем формационного анализа должно послужить основанием для выводов о распространении рудных концентраций и оконтуривания марганценосных площадей в пределах исследуемой территории или для металлогенического картирования по марганцу. Контуры марганцеворудных площадей выявляются разными методами, в основе их лежит изучение рудо-контролирующих факторов и положительных признаков оруденения.

Главным объектом геологических и металлогенических исследований при составлении карт данного масштаба являются формации, особенно марганценосные, и все, с чем связано их возникновение и развитие. Поэтому, помимо оконтуривания наиболее перспективных участков формаций и в целях их уточнения, на карту необходимо наносить синхронные с ними области размыва и направления сноса, положение береговой линии, коры выветривания и их характер, проявления зональности, вулканизм и т. д. Там, где позволяет нагрузка (например, в пределах платформенных территорий), можно показывать и более подробные данные о вещественном составе и фациальных условиях накопления марганценосных отложений, используя для этого условные обозначения и графики, рекомендуемые для среднемасштабных карт. Разумеется, должен расширяться и комплект карт рабочего или вспомогательного на-

начения, часть которых может быть присоединена к основным картам в форме обязательного приложения.

Металлогенические карты среднего и крупного масштабов предназначены для графического изображения развития марганцевого оруденения в связи с геологическим строением района. На них особо выделяются те черты металлогенической ситуации, которые имеют решающее значение в распространении марганцеворудных концентраций. Важнейшая роль в накоплении руд будет принадлежать здесь фациальным факторам осадконакопления и, следовательно, основным объектом изучения и изображения на карте становятся фации, факторы фациального контроля, а основным методом исследований — фациальный анализ.

Намеченными задачами определяется содержание металлогенических карт с их условными обозначениями, специализированными рабочими схемами и вспомогательными картами. Сложность и разнообразие условных знаков зависят в каждом конкретном случае от масштабности проводимых прогнозно-металлогенических исследований и сложности геологического строения рудоносного района.

Конечным результатом составления металлогенических карт любого масштаба является выделение на них площадей с наиболее благоприятными признаками марганцевого оруденения. Поэтому все сказанное по поводу мелкомасштабных карт относительно изучения рудоконтролирующих факторов и благоприятных признаков оруденения справедливо и для карт среднего и крупного масштабов при соответственном повышении точности исследований и нанесении их результатов на карту. С укрупнением масштаба работ прогнозы становятся более конкретными с переходом от площадей и узлов к отдельным рудным телам, пластам, залежам, иногда, может быть, еще и не вскрытым на поверхности. Увеличивается глубина, на которую распространяется прогнозирование руд, изменяется сам характер прогноза, все больше склоняющийся в сторону качественной оценки, сортности или технологических особенностей рудного сырья.

Качественная характеристика марганцевых руд имеет особенно важное значение, во многом определяющее не только ценность, но и пригодность руд даже при одинаковых содержаниях марганца. Следовательно, в число признаков рудоносности, отражаемых на крупномасштабных картах, необходимо вводить и такие показатели, как качество (тип) руд, а также условия, с которыми связано изменение содержания в них вредных (фосфора), или, напротив, полезных примесей рассеянных и редких элементов и т. д.

Собранные и надлежащим образом обработанные показатели марганцевой рудоносности положительного значения (геохимические, геофизические, фациально-литологические, технологические, прямых наблюдений и др.) оказывают существенную помощь при перспективной оценке отдельных площадей марганцевого оруденения. Для большей наглядности контуры участков распространения положительных показателей каждого типа переносятся с металлогени-

нической карты на кальку. Совмещение этих контуров на плане может дать представление о степени перспективности каждого из участков рассматриваемой территории, если судить по количеству и значению приходящихся на тот или иной участок положительных признаков разного типа и развития. С количественным и качественным уменьшением признаков степень перспективности участка понижается, что для наглядности показывается разрежением штриховки вплоть до ее полного снятия с той или иной площади. Напротив, с увеличением благоприятных признаков перспективность участка растет, чему соответствует и усиление интенсивности штриховки. Еще большей наглядности изображения для сравнительных оценок можно достигнуть путем применения вместо штриховки раскрашивания.

В иных случаях целесообразно вводить оценку перспективности с помощью баллов положительного и отрицательного значения в зависимости от роли того или иного признака, влияющего на рудоносность. Алгебраическая сумма баллов по отдельным признакам выявит общую перспективность испытываемого участка или степень соответствия условиям постановки на нем определенных геологоразведочных или научно-исследовательских работ.

Дальнейшая разработка вопросов, связанных с применением результатов металлогенического картирования и выделения перспективных площадей, относится к области прогнозирования и составления прогнозных карт.

Прогнозная карта представляет собой наиболее полное графическое выражение всех известных на данный момент сведений об условиях пространственного распространения месторождений данного вида осадочного полезного ископаемого или их комплекса с желательной количественной оценкой промышленных качеств минерального сырья, мощности продуктивных горизонтов, горнотехнических и экономических условий эксплуатации или с оценкой перспектив района в целом и отдельных его участков. Она составляется на заключительном этапе исследований после выполнения обзорных и металлогенических карт с указанными выше вспомогательными картами разного назначения.

Оговоримся сразу, что в некоторых случаях прогнозная карта по недостатку тех или иных данных не может быть составлена. Такое положение возникает при недостаточной освещенности в районе одного или ряда основных факторов металлогенического значения. Недостаточные изученными факторами могут оказаться структурно-тектонические, геохимические, гидродинамические и другие черты района, а также особенности палеорельефа-подводной и наземной поверхности, с которыми связаны фациальные условия осадконакопления, размещение полезных ископаемых и т. д.

В то же время прогнозирование дальнейших работ и поисков требуется иногда в сроки, исключающие возможность проведения полного цикла работ, предваряющих составление прогнозной карты. В таких случаях ограничиваются составлением обзорной карты

на тектонической или геологической основе. На ней показываются все известные месторождения и проявления полезных ископаемых, а также в той или иной мере изученные данные о генезисе, фациальном характере и другие по возможности детальные палеогеографические и металлогенические дополнения. На этой же карте или, что лучше, на снятой с нее кальке по общегеологическим и иным соображениям, возможным на данном уровне изученности, оконтуриваются перспективные площади развития тех или иных рудоносных отложений с той или иной оценкой их перспективности, очередности освоения и характеристикой ближайших работ по каждой площади. Такую карту, в отличие от прогнозной, следует называть обзорной картой полезных ископаемых с элементами прогноза или просто обзорной с элементами прогноза, прибавляя к этому отметку о масштабе ее исполнения. Карты именно этого типа являются в настоящее время наиболее распространенными в Советском Союзе, причем нередко их называют прогнозными.

Естественно, что, по мере накопления фактического материала и соответствующего исполнения графики, обзорные карты с элементами прогноза имеют тенденцию переходить в прогнозные. Этот переход вполне закономерен и осуществляется тем скорее, чем интенсивнее проводятся металлогенические работы и чем проще геологическая обстановка при одинаковых требованиях к объему и характеру прогнозирования. Например, в некоторых менее сложных условиях допустимо совмещение нагрузок металлогенической и прогнозной карт на одной прогнозно-металлогенической карте. Последняя может рассматриваться как своего рода промежуточное звено между обзорной картой с элементами прогноза и прогнозной, когда обзорная карта на геологической основе по насыщенности специфическим материалом становится неотличимой, по существу, от металлогенической.

Однако при усложнении геологической ситуации, расширении объема исследований совместить воедино металлогеническую карту с прогнозной становится трудно и не всегда целесообразно, поскольку каждой из них придается разное назначение. Первая служит целям раскрытия и графического отображения закономерностей образования рудных концентраций, вторая, т. е. прогнозная карта, дает представление о перспективах изучаемого района в целом и отдельных его участках, а также о дальнейшем распространении поисков как в отношении марганцевых руд, так и других полезных ископаемых. Металлогеническая карта на марганцевые руды призвана возможно полнее отразить на уровне произведенных исследований сумму накопленных знаний об условиях накопления марганца в изучаемом районе. Соответствующая этим знаниям карта должна служить основой, на которой строятся прогнозы и даются рекомендации для дальнейшего изучения или поисков марганценосных пород и месторождений в масштабах, увеличенных относительно данной металлогенической карты примерно в 8—10 раз.

Наибольший практический эффект от такой взаимосвязи между

металлогенической и прогнозной картами можно получить путем составления последней на прозрачном материале и наложения ее на металлогеническую карту того же масштаба и в той же международной разграфке. Помимо повышения наглядности и удобочитаемости графики, этот прием значительно упрощает работы, связанные с изменением прогнозов по мере накопления новых данных, представляя возможность пересоставить не весь совмещенный на одной карте фактический материал, а только одну прогнозную карту. Конечно, многое зависит и от количества материала, которое нужно отразить на обеих картах. При неслишком большой нагрузке, возможно, окажется целесообразным отдать предпочтение объединенной, т. е. прогнозно-металлогенической карте. Такие примеры представляются довольно обычными, особенно при составлении мелко-масштабных карт.

Задачи составителя прогнозной карты заключаются, во первых, в перенесении с металлогенической карты на прогнозную в той или иной степени рудоносных площадей с оценкой перспективности их оруденения на данный период времени и в данных экономических условиях и, во-вторых, в вытекающей из первой задачи разработки рекомендаций для развития на каждой из выявленных площадей в определенной последовательности научно-исследовательских, геолого-поисковых и разведочных работ.

Порядок составления прогнозных карт на марганцевые руды близок к описанному Е. Т. Шаталовым и др. (1964).

По результатам анализа структурных, формационных, литологических, фациальных и иных факторов рудообразования выявляется совокупность положительных или благоприятных признаков. Распространение их в том или другом районе может быть представлено графически путем перенесения каждого из признаков в отдельности или всей совокупности с металлогенической карты на лист восковки или другого прозрачного материала.

Благоприятные признаки разделяются на прямые и косвенные. К первым относятся наличие марганценовой минерализации, проявление пород определенного типа, обычно имеющих эту минерализацию, и, возможно, некоторые другие признаки местного значения. Косвенными положительными признаками считаются данные различных видов опробования, а также ореолы рассеяния, полученные посредством разнообразных методов прослеживания марганца и марганценовых минералов по поверхности. Чтобы различить признаки и придать карте наглядность, каждому признаку присваивается специальная штриховка, которой покрывается площадь его распространения. При нанесении разных признаков на общую карту-схему некоторые поля остаются свободными от штриховки, другие покрываются одной штриховкой, третьи — несколькими налагающимися друг на друга. По количеству наложенных штриховок-признаков можно судить о степени перспективности той или иной площади, причем признаки могут иметь различный «вес» или значение. Незаштрихованные части общей карты соответствуют, очевидно, терри-

ториям, лишенным признаков оруденения, т. е. по состоянию современных данных, бесперспективных или условно бесперспективных.

Составляемая таким образом графика является не обязательной и служит в качестве рабочего материала к прогнозным картам.

На прогнозную карту с металлогенической переносятся: рамка, координатная сетка с допустимым разрежением, резко упрощенная внутренняя ситуация, контуры рудных районов или рудоносных формаций и площадей или фациальных зон внутри них (при масштабе 1 : 200 000 и крупнее) с показанием рудных проявлений и месторождений марганца, подчеркивающим разницу между перспективными площадями.

Масштабы прогнозных и металлогенических карт, зависящие от степени изученности района и площади освещаемых территорий, определяют детальность выделения перспективных площадей или размеры рудоносных территорий, характерные для провинций, зон, рудных районов и т. д. Параллельно изучению района вскрываются все новые факторы рудообразования, уточняются представления об условиях концентрации руд, морфологии рудных тел. Соответственно укрупняется масштаб составляемых карт, причем с укрупнением масштаба выявляется возможность последовательной дифференциации изучаемых объектов или участков в отношении их рудоносности.

На картах масштаба 1 : 500 000 в качестве рудоносных выделяются целые формации. На одном стандартном листе такой карты можно показать одну или несколько марганценовых формаций. Наличие нескольких марганценовых формаций часто связано с их разновозрастностью и вероятной принадлежностью к разным структурам, что обуславливает и неодинаковую ориентировку их в пространстве. Обоснования для выделения каждой марганценовой формации или ее наиболее перспективной части должны вытекать из самой ситуации металлогенической карты. Контуры перспективных площадей переносятся на прогнозную карту по данным анализа, произведенного с учетом всех геологических и рудных особенностей, отраженных на металлогенической карте.

По мере детализации исследований на картах более крупного масштаба (1 : 50 000 — 1 : 10 000) в выделенных рудоносных (марганценовых) формациях и фациальных зонах выявляются рудоносные фации, разделяемые бесперспективными полями или фациями. Бесперспективность фаций устанавливается по данным проведенных поисковых работ, геологического изучения, фациального и литологического анализа, зонального распределения рудоносности и т. д.

В качестве примера значения литологического фактора и зональности при оценке распространения марганцевых руд разного состава и качества можно привести следующий. На Никопольском месторождении определенные типы первичноосадочных руд приурочены к определенным типам рудовмещающих пород: пиролюзитопиломелановые руды преимущественно к алевроито-песчаным;

манганито-псиломелановые — к алевритовым; псиломелано-манганито-карбонатные и кальциево-родохрозитовые — к глинистым. В плане ширина зон развития упомянутых типов пород и соответствующих им руд от 50 до 200 м.

Аналогичные условия зонального распространения руд характерны и для Каражальского месторождения. Здесь выделяются локальные зоны глинисто-кремнистых, глинисто-известняково-кремнистых пород. Зоны имеют такую же ширину, как и на Никопольском месторождении, и обрамляют борта Джанльминской впадины. С ними хорошо увязываются зоны развития железных и марганцевых руд (Ходак, 1967), с удалением от берега железные руды постепенно переходят в железо-марганцевые.

В вертикальном разрезе может встретиться та же зональность с последовательной сменой состава руд в зависимости от знака тектонических движений. Н. С. Шатский (1960) указывает, например, что «в рудных пачках джеспилитовых серий марганцевые руды всегда располагаются в низах этих серий».

По мере детализации исследований расширяются наши знания всей совокупности признаков, имеющих то или иное значение для оценки концентрации оруденения. Накопление знаний позволяет проводить дальнейшую дифференциацию площадей на более дробные элементы по признаку рудоносности с соответствующим оконтуриванием фаций, субфаций, микрофаций и оценкой их перспективности.

Несколько слов о прогнозных запасах, т. е. запасах, подсчет которых основывается на данных геологического изучения, понимаемого в широком смысле слова и базирующегося на применении соответствующего масштабу карты комплекса упоминавшихся выше разносторонних исследований. Основным методом подсчета в таких случаях служит сравнительный анализ данных, полученных на изучаемом месторождении, с данными других, лучше изученных, аналогичного типа месторождений по таким показателям, как выдержанность рудных тел по простиранию и на глубину, их структурная приуроченность, фациально-литологический характер рудоносных осадков, минеральный состав, мощность, промышленные качества рудных пачек, пластов и т. д. Таким образом, в подсчет запасов вводятся цифровые значения, устанавливаемые не прямым определением «меры и веса», а косвенным, на основании предположений и сопоставлений, сделанных с различной степенью достоверности.

При таком подсчете прогнозные запасы обычно приурочивают не к рудным телам, а к площадям, для которых они определяются, используя такие показатели, как количества руды на единицу площади дневной поверхности или поверхности рудного тела. Эти количества вычисляются по данным существующих в районе отработок, с учетом геологических условий возможности и предметов экстраполяции или же, при отсутствии отработок, по данным сравнительной оценки изучаемой рудоносности с рудоносностью районов, аналогичных или близких по типу минерализации. Все запасы следует да-

вать с разбивкой на минеральные типы и с оценкой в них возможных содержаний железа, фосфора и других элементов, характеризующих их промышленные качества.

Из понятия о неодинаковой достоверности прогнозов вытекает разделение на карте перспективных площадей (формаций, фаций) с прогнозируемыми запасами различных категорий. Площади категории А-I непосредственно примыкают к уже разведанным промышленным месторождениям или частям их, что дает основание пользоваться для подсчета запасов показателями этих месторождений и рекомендовать их для производства поисково-разведочных работ. Перспективные площади категории А-II отличаются теми же данными, но степень изученности примыкающих к ним разведанных месторождений ниже и потому достоверность прогнозируемых здесь запасов меньше. К категории А-II можно относить и площади, непосредственно не соприкасающиеся с промышленными месторождениями, но характеризующиеся достаточно благоприятными прямыми и косвенными признаками рудоносности. Они требуют обычно постановки поисковых работ, иногда с рекогносцировочным бурением.

Дальнейшее снижение достоверности прогнозирования в связи с отсутствием прямых признаков оруденения и наличия косвенных признаков неодинакового значения, может привести к необходимости выделения перспективных площадей А-III, А-IV, редко больше. Они нуждаются, как правило, в проведении поисковых и поисково-ревизионных работ с применением специальных методов исследования и прослеживания. К категории А с наибольшим для данной карты индексом можно относить площади, недостаточно изученные для прогнозирования их промышленного значения. Для них надлежит рекомендовать тот или иной вид поисков или геологическую съемку в укрупненном масштабе.

Естественно, что запасы упомянутых площадей неодинаково достоверны, совокупность же их дает достаточно близкую к действительности основу для общей оценки возможных перспектив рудоносного района месторождения.

Бесперспективные площади можно разделять на категории Б-I и Б-II. Первые относятся к территориям с отрицательными признаками рудоносности, но не подвергавшимся разведке (условно бесперспективные), вторые представляют площади, бесперспективность которых уже подтверждена разведкой.

Каждая площадь на прогнозной карте обводится контуром и покрывается штриховкой выбранного для каждой категории типа. Внутри контура показывается цифра запасов, прогнозируемых для данной площади, и глубина, до которой они подсчитываются или глубины, в пределах которых располагается блок с прогнозируемыми запасами, не выходящий на поверхность.

Совершенно естественным представляется требование к составлению прогнозной карты рекомендовать участки для проведения дальнейших математических, поисковых и геологоразведочных ра-

бот с целью подтверждения прогнозируемых запасов и расширения перспектив рудоносности на изучаемой территории.

В объяснительной записке, прилагаемой к прогнозно-металлогеническим картам, помимо общегеологических и металлогенических вопросов, выбора территории и масштабов изображения, наличия полноценной геологической основы и методики составления карты, излагаются: 1) структурно-тектонические, палеогеографические, литологические, геохимические и другие условия образования марганца в рудных телах и их положение в общем составе пород рудоносной территории; 2) закономерности распространения рудных залежей, их позиция в вертикальном (стратиграфическом) и горизонтальном (фациально-литологическом) разрезе; 3) генетические типы оруденения и их промышленное значение; 4) прямые и косвенные положительные признаки оруденения; 5) обоснования для выделения площадей разных категорий с целью прогнозирования запасов как общих, так и разделенных на минеральные типы с характеристикой их промышленных качеств; 6) способы определения и методы вычисления прогнозируемых запасов; 7) общая геолого-экономическая оценка территории как базы марганцеворудного сырья.

Рекомендации для геологической съемки поисков и разведок, а также прогнозные запасы по разным группам и типам должны быть представлены в форме таблиц.

В заключение следует подчеркнуть, что приведенные выше рекомендации по составлению прогнозно-металлогенических карт и прогнозированию следует рассматривать как основу, требующую в каждом конкретном случае творческого подхода к наиболее удачному отражению в графической форме металлогенических особенностей изучаемого района, месторождения и построению на этой основе соответствующих выводов. Излишняя универсализация может повредить делу, сковывая инициативу там, где она существенно необходима для выделения индивидуальных черт рудного района.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. М., изд-во АН СССР, 1961.
- Варенцов И. М. О главнейших марганценосных формациях. Труды ГИН АН СССР, вып. 70. М., изд-во АН СССР, 1962.
- Гинзбург И. И. Вторичные ореолы рассеяния эндогенных рудных месторождений. В кн. «Применение геохимических методов при металлогенических исследованиях рудных районов». М., изд-во «Недра», 1966.
- Дзюценидзе Г. С. Влияние вулканизма на образование осадков. М., изд-во «Недра», 1965.
- Дибров В. С. Геология Центральной части Восточного Саяна. М., изд-во «Недра», 1964.
- Ильин К. Б. О методике изображения полезных ископаемых на мелко- и среднемасштабных металлогенических картах. В сб. «Принципы и методика составления металлогенических и прогнозных карт». М., изд-во «Недра», 1966.
- Листова Л. П. Физико-химические исследования условий образования окисных и карбонатных руд марганца. М., изд-во АН СССР, 1962.
- Орлова А. В., Шаталов Е. Т. Методические основы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов. В сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых». М., изд-во АН СССР, 1959.
- Пустовалов Л. В. Петрография осадочных пород, т. 1, 2. М., Гостоптехиздат, 1940.
- Рахманов В. П. Марганцевые руды. В кн. «Успехи в изучении главнейших осадочных полезных ископаемых». М., изд-во «Наука», 1967.
- Рахманов В. П. Марганцеворудная кора выветривания Усинского месторождения. В сб. «Марганцевые месторождения СССР». М., изд-во «Наука», 1967.
- Рахманов В. П. Типы руд и вмещающих пород Усинского месторождения. В кн. «Месторождения марганца Кузнецкого Алатау». М., изд-во «Наука», 1966.
- Рухин Л. Б. Основы литологии. М., Гостоптехиздат, 1940.
- Сапожников Д. Г. Некоторые геологические условия образования марганцевых месторождений. В сб. «Марганцевые месторождения СССР». М., изд-во «Наука», 1967.
- Соколова Е. И. Физико-химические исследования осадочных железных и марганцевых руд и вмещающих их пород. М., изд-во АН СССР, 1952.
- Страхов Н. М., Штеренберг Л. М., Калинин В. В., Тихомиров Е. С. Геохимия осадочного марганцеворудного процесса. Труды ГИН, вып. 185. М., изд-во «Наука», 1968.
- Суслов А. Т. Основные черты железо-марганцевых месторождений вулканогенно-осадочного происхождения. В сб. «Марганцевые месторождения СССР». М., изд-во «Наука», 1967.
- Удодов П. А., Онуфриенко И. П., Париков А. С. Опыт гидрохимических исследований Сибири. М., изд-во «Высшая школа», 1962.

- Условные обозначения и методические указания по составлению Атласа металлопалеогеографических карт СССР. М. Госгеолтехиздат, 1962.
- Херасков Н. П. Геология и генезис восточнobaшkirских марганцевых месторождений. В кн. «Вопросы литологии и стратиграфии СССР». Памяти академика А. Д. Архангельского. М., изд-во АН СССР, 1951.
- Хо да к Ю. А. Геологическая характеристика и типы разрезов рудоносной толщи Каражальского месторождения. В кн. «Марганцевые и железорудные концентрации Джаильминской мульды». М., изд-во «Наука», 1966.
- Шаталов Е. Т., Орлова А. В., Яблоков К. В., Дюков А. И., Томсон И. Н. Основные принципы составления, содержание и условные обозначения металлогенических и прогнозных карт рудных районов. М., изд-во «Недра», 1964.
- Шатский Н. С. О марганцевоносных формациях и металлогении марганца. Изв. АН СССР, серия геол., 1951, № 4.
- Шатский Н. С. Парагенезы осадочных и вулканогенных пород и формаций. Изв. АН СССР, серия геол., 1960, № 5.
- Шатский Н. С. О геологических формациях. Избр. тр., т. III. М., изд-во «Наука», 1965.

36 коп.

553.32/084
4 15

НЕДРА • 1972