

Е.Т.ШАТАЛОВ, А.В.ОРЛОВА, К.В.ЯБЛОКОВ, А.И.ДЮКОВ,
И.Н.ТОМСОН

**ОСНОВНЫЕ
ПРИНЦИПЫ
СОСТАВЛЕНИЯ
СОДЕРЖАНИЕ
И УСЛОВНЫЕ
ОБОЗНАЧЕНИЯ
МЕТАЛЛО-
ГЕНИЧЕСКИХ
И ПРОГНОЗНЫХ
КАРТ
РУДНЫХ
РАЙОНОВ**

Б 3 А З А - 1 9 - 6

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ АН СССР

Е. Т. ШАТАЛОВ, А. В. ОРЛОВА, К. В. ЯБЛОКОВ,
А. И. ДЮКОВ, И. Н. ТОМСОН

553.3/4'5289

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ
СОСТАВЛЕНИЯ, СОДЕРЖАНИЕ
И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ
И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ
РУДНЫХ РАЙОНОВ

1206

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И СОСТАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ
РУДНЫХ РАЙОНОВ

Под редакцией Е. Т. Шаталова



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1964



УДК 528.9 : 553.3/4

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последнее время геологопоисковые исследования получили особенно широкое развитие. В связи с этим появились работы, обобщающие выявленные закономерности размещения месторождений полезных ископаемых, в том числе и рудных месторождений. Нередко они сопровождаются составлением металлогенических и прогнозных карт.

Широко известны впервые разработанные во Всесоюзном научно-исследовательском геологическом институте (ВСЕГЕИ) Ю. А. Билибиным совместно с В. Г. Грушевым, Г. С. Лабазиным, Н. К. Морозенко, А. И. Семеновым, В. И. Серпуховым, П. М. Татариновым и другими учеными принципы и методы региональных металлогенических исследований складчатых областей. Эти исследования завершаются составлением мелкомасштабных карт — преимущественно не крупнее 1 : 500 000, — показывающих лишь общие закономерности размещения оруденения. В связи со значительно возросшей степенью геологической изученности страны в основных горнопромышленных районах производятся крупномасштабные геологопоисковые работы в масштабах 1 : 50 000—1 : 25 000. Вследствие этого появилась необходимость создания в развитие положений, высказанных С. С. Смирновым и Ю. А. Билибиным, основных принципов и методики проведения крупномасштабных металлогенических исследований, которые получили название «металлогенетики рудных районов».

А. Н. Заварицкий еще в 1922 г. подчеркивал, что выделение внутри металлогенических провинций отдельных металлогенических районов и знание их особенностей является для практических целей даже более важным, чем знание этих особенностей всей провинции в целом.

Металлогенические исследования рудных районов ставятся для выявления закономерностей образования и размещения рудных месторождений на территории этих районов, иначе говоря, — для определения геологической позиции месторождений в них. Целью этих исследований является выяснение по отдельным внешне не связанным между собой признакам минерализации и благоприятным геологическим предпосылкам вероятного расположения новых рудных зон, узлов и полей, а иногда и отдельных месторождений, установление перспектив района, в том числе и возможности развития оруденения на глубину.

Группой научных сотрудников Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) АН СССР было сделано обобщение имеющихся материалов, разработаны научные принципы и методические основы средне- и крупномасштабных металлогенических исследований. Это обобщение оформлено в виде нескольких серий работ, объединенных общей тематикой «металлогенические исследования рудных районов».

В число этих работ входят:

1. Основные принципы составления, содержание и условные обозначения металлогенических и прогнозных карт рудных районов

(Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова, К. В. Яблоков, А. И. Дюков, И. Н. Томсон).

2. Литологические и структурные факторы размещения оруденения в рудных районах (А. В. Орлова, И. Н. Томсон, Ф. И. Вольфсон, Л. И. Лукин).

3. Критерии связи оруденения с магматизмом применительно к изучению рудных районов (Е. Т. Шаталов, В. С. Коптев-Дворников, М. Г. Руб, Д. А. Родионов, Ф. К. Шипулин, М. А. Фаворская).

4. Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов (Р. М. Константинов, В. А. Жариков, Б. И. Омельяненко, Н. В. Петровская, Е. Т. Шаталов).

5. Применение геохимических методов при металлогенических исследованиях рудных районов (И. И. Гинзбург, Г. И. Россман, К. М. Муканов, И. В. Борисевич, Ю. В. Гольцман, И. Б. Иванов, И. В. Чернышев).

6. Применение геофизических методов исследований в геологии при металлогеническом изучении рудных районов (А. И. Дюков).

Различное толкование многих геологических понятий и терминов, особенно в связи с бурно развивающимися металлогеническими исследованиями, появление вследствие этого новых терминов и понятий потребовали предварительного проведения специальной терминологической работы, необходимой даже для согласования взглядов перечисленных сотрудников ИГЕМ; поскольку выполненная работа по упорядочению терминологии вышла за пределы своего первоначального назначения, она была издана в 1963 г. под названием «Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогенезу». Этот «Обзор» по существу является неотъемлемой частью указанной серии работ, но и он в ряде случаев не устранил разного толкования того или иного термина или понятия.

В дальнейшем предполагается продолжить издание серии работ, посвященных научным основам и методике металлогенических исследований рудных районов, включив в нее и работы геологов научных и производственных организаций Государственного геологического комитета СССР и других ведомств.

В предлагаемой вниманию читателей книге излагаются основные принципы составления и содержание металлогенических и прогнозных карт рудных районов с эндогенной минерализацией и описываются рекомендуемые для них условные обозначения. Поскольку эта книга как бы открывает серию работ по металлогенезу рудных районов, в ней кратко охарактеризованы предмет и задачи металлогенеза, положение ее среди других ветвей геологических наук, дан краткий обзор металлогенических исследований в СССР, подчеркнуты специфические особенности металлогенеза рудных районов, позволяющие выделить ее как самостоятельную часть региональной металлогенеза.

Главная часть книги посвящена описанию метода металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов, содержанию средне- и крупномасштабных металлогенических и прогнозных карт рудных районов; работа включает условные обозначения для этих карт и иллюстрирована макетами карт рудных районов нескольких типов. Все графические приложения выполнены картографом Н. Т. Кочневой, затратившей много времени и труда для получения наилучшего варианта таблиц условных знаков и карт.

Таким образом, работа носит методический характер и имеет основной целью помочь непосредственному составлению карт.

Методику металлогенических исследований рудных районов можно развивать двумя путями: 1) детальным описанием рудоконтролирующих факторов и методов их изучения с тем, чтобы в дальнейшем при-

менять их в зависимости от особенностей геологического строения рудных районов, или 2) созданием классификации типовых рудных районов и детальным их описанием с подчеркиванием специфических черт строения и особенностей методики изучения, вытекающей из этой специфики.

Мы считаем, что эти два пути не исключают один другого, но, наоборот, должны развиваться взаимосвязанно. В данной серии работ главное внимание уделено описанию и методам изучения рудоконтролирующих факторов, но вместе с тем в ней даны основные положения для характеристики типовых групп рудных районов и приведен один из возможных вариантов их классификации, учитывающей как общие металлогенические факторы, так и особенности минерализации рудных районов различных типов.

Настоящая работа развивает основные положения о составлении средне- и крупномасштабных металлогенических и прогнозных карт, изложенные в статье А. В. Орловой и Е. Т. Шаталова «Методические основы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов» (1959) и в книге этих же авторов «Основные принципы составления и условные обозначения металлогенических и прогнозных карт рудных районов» (1963).

К сожалению, последняя книга, которая была написана в 1959 г., издавалась очень долго (свыше 3 лет), размножалась для использования производственными организациями машинописным и фотопутем и в связи с этим не могла послужить своему основному назначению — широкому ознакомлению геологов с предлагаемой методикой составления металлогенических и прогнозных карт и условными их обозначениями в целях получения неизбежных критических замечаний. Вследствие этого авторы настоящей книги не могли учесть этих замечаний и вынуждены были дополнять и уточнять предлагаемую методику на основании личного опыта и ознакомления с некоторыми составляемыми в настоящее время металлогеническими и прогнозными картами. Естественно, все это не могло не отразиться на полноте изложения материала.

Основное внимание в работе уделено содержанию карт и их условным обозначениям — они разработаны более детально. Методика исследований охарактеризована с меньшей полнотой, поскольку она изложена в других перечисленных выше работах по металлогенезу рудных районов, где приведены данные о рудоконтролирующих факторах и критериях.

Необходимость введения в практику составления средне- и крупномасштабных металлогенических и прогнозных карт единых общих принципов и условных обозначений очевидна. Эта необходимость была отражена в решении сессии геологической секции Экспертно-геологического совета Министерства геологии и охраны недр СССР по металлогеническим и прогнозным картам в ноябре 1962 г. Вместе с тем такое упорядочение не предусматривает жесткой унификации требований, исключающей возможность считаться с индивидуальными особенностями геологической позиции оруденения в районах разных типов, как это иногда неправильно трактуется. Наоборот, широкий диапазон условных обозначений всегда обеспечивает возможность подчеркивания особенностей, подобно тому, как общие, единые требования к составлению государственных геологических карт предусматривают и даже подчеркивают необходимость нанесения на эти карты всех особенностей данного района.

Отсутствие общих принципов и условных обозначений при очень большом объеме составления металлогенических и прогнозных карт затрудняет их увязку и сопоставление между собой и не дает возможности перейти со временем к замене регистрационных карт полезных

ископаемых, представляемых как обязательные при государственной геологической съемке, картами металлогеническими (для районов с эндогенной минерализацией) и прогнозными. Очевидно, такая же замена должна подготавливаться и для районов, перспективных на нефть и газ, уголь и горючие сланцы, на полезные ископаемые осадочного генезиса.

Г. А. Твалчрелидзе (1961) высказал мнение, что предложенная в 1959 г. А. В. Орловой и Е. Т. Шаталовым методика составления металлогенических и прогнозных карт, с одной стороны, является весьма общей, но с другой — затруднительной ввиду невозможности отражения на этих картах предлагаемой нагрузки. Г. А. Твалчрелидзе считает, что материал, подлежащий отражению на металлогенических и прогнозных картах по критикуемой им методике, может быть получен лишь в результате очень детальных исследований, которые должны планироваться на основе карты, а не предшествовать ее составлению, т. е. карты прогнозов необходимо создавать для рудных районов на основании имеющихся материалов.

Признавая несовершенство предложенной в 1959 г. А. В. Орловой и Е. Т. Шаталовым методики, надо еще раз напомнить, что более подробные материалы были изданы лишь в 1963 г. Независимо от этого, методические разработки продолжались и вылились в настоящую книгу, которая, несомненно, также не лишена недостатков. Авторы надеются на получение критических замечаний и отзывов, которые будут способствовать дальнейшему совершенствованию методики составления металлогенических и прогнозных карт.

Но решительно нельзя согласиться с замечанием Г. А. Твалчрелидзе относительно того, что металлогенические и прогнозные карты надо составлять только на основании имеющихся, обычно неоднородных и неполных, материалов, без дополнительных специальных исследований. О необходимости таких целенаправленных металлогенических исследований писал в свое время еще Ю. А. Билибин. Авторы считают — и это отражено в предлагаемой методике, — что рабочие экземпляры металлогенических и прогнозных карт должны составляться предварительно по всем имеющимся материалам; в процессе их составления определяется необходимый объем и характер специальных, в том числе и полевых исследований, после обработки материалов которых карты составляются в окончательном на данное время виде.

Такого рода дополнительные исследования, равно как и составление самих карт, могут производиться, кроме металлогенических партий или отрядов, также геологосъемочными и поисково-разведочными партиями по конкретным заданиям, что, несомненно, будет содействовать внедрению металлогенических исследований в повседневную практику съемочных и поисковых работ.

Методика составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов начала разрабатываться лишь в последние годы. Дальнейшее ее усовершенствование должно базироваться на обобщении большого опыта работ производственных геологических организаций, а также на расширении и углублении научных основ металлогенических исследований и прогнозирования.

К числу первоочередных задач, подлежащих разрешению, относится разработка генетической классификации рудоносных площадей, выделение из многочисленных возможных типов рудных районов действительно устоявшихся, определившихся в результате научного и практического изучения относительно небольшого числа их типов, разработка или подчеркивание для каждого из них специфической методики исследований. Необходимо в связи с этим также накапливать данные и систематизировать существующие представления о критериях

связи оруденения с различными геологическими факторами в условиях рудных районов определенных типов.

Наконец — и этого нельзя забывать, — создание научных основ и методов прогнозирования развития оруденения на глубину, особенно скрытого оруденения, методы количественной оценки его перспектив, также в определенных геологических условиях, по сути, находятся еще на путиисканий. От решения этой трудной задачи во многом зависит дальнейшее расширение и укрепление минерально-сырьевой базы страны.

В заключение нужно напомнить об одном важном техническом вопросе — настоятельно назревшей необходимости организации печатания различного рода карт-накладок, включая и прогнозные, а также специальные карты — геофизические, геохимические, гидрогеологические и другие, на прозрачных тонких пластмассовых материалах или восковках. В современной геологической картографии все шире и шире внедряется комплексирование методов — оно предусмотрено и в настоящей работе — с составлением комплекта разнообразных карт, значение и выразительность которых сильно возрастает, если их можно будет совмещать с геологической или тектонической основой.

Все замечания по существу предлагаемой методики составления металлогенических и прогнозных карт будут приняты авторами с благодарностью.

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕТАЛЛОГЕНИИ, ЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ СРЕДИ ДРУГИХ ВЕТВЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

E. T. Шаталов

Металлогенией в настоящее время принято называть область учения о полезных ископаемых, характеризующую геологические закономерности размещения в пространстве и времени рудных месторождений. Под металлогенией какого-либо региона или рудоносной площади понимается совокупность проявлений оруденения, в связи с геологическими факторами, обусловливающими его размещение в пространстве и времени.

При изучении закономерностей размещения месторождений металлов и неметаллических полезных ископаемых применяется термин «минерагения»; иногда он употребляется и как синоним слова «металлогения». Отдельного, самостоятельного названия для части минерагении, изучающей закономерности только неметаллических полезных ископаемых, не установлено. Говоря об этих закономерностях, обычно также применяют слово «минерагения». Включение в понятие о минерагении изучения закономерностей размещения всех полезных ископаемых, включая нефть и газ, а также угли, нецелесообразно, так как геологические условия образования каустобиолитов достаточно специфичны.

При изучении закономерностей размещения месторождений металлов обычно применяется название «металлогения» вследствие его приоритета; кроме того, оно является более общепринятым.

В зависимости от магматогенного или осадочного происхождения проявлений оруденения в металлогении выделяют два раздела: эндогенную и экзогенную металлогению; проявления метаморфогенного оруденения обычно рассматриваются в разделе эндогенной металлогении. Нет сомнения, что дальнейшее изучение минерализации, связанной с процессами регионального метаморфизма, приведет к выделению самостоятельного раздела метаморфогенной металлогении.

В соответствии с целевой направленностью металлогенических исследований различают общую, региональную и специальную металлогению; в региональной металлогении выделяют металлогению рудных районов.

Общая металлогения рассматривает теоретические основы (общую металлогеническую теорию) и изучает общие закономерности замещения во времени и пространстве различных типов оруденения.

Региональная металлогения выявляет закономерности пространственного размещения рудоносных площадей и рудных месторождений и времени проявления оруденения в пределах той или иной территории (металлогения Восточного Забайкалья, Северо-Востока СССР, Урала, Центрального Казахстана, Яно-Адычанского рудного района и т. п.).

Металлогения рудных районов — часть региональной металлогении, выясняющая методами детальных исследований закономерности размещения оруденения на территории этих районов, т. е. определяющая геологическую позицию рудных месторождений в них.

Специальная металлогения изучает закономерности пространственного размещения и времени образования месторождений какого-либо одного металла или узкой группы генетически связанных между собой металлов (металлогения золота, металлогения свинца и цинка и т. д.).

Металлогения, как часть учения о полезных ископаемых, тесно связана с многими ветвями геологии. Наиболее четко эта связь отражена в следующем широко известном положении Ю. А. Билибина (1955), являющемся основой регионального металлогенического анализа:

«Процессы минерализации, ведущие к возникновению минеральных и, в частности, рудных месторождений, представляют одну из сторон единого и сложного процесса геологического развития земной коры. В своем историческом развитии они теснейшим образом взаимосвязаны с другими сторонами того же процесса, т. е. осадконакоплением, тектоническими движениями (развитием структур), магматической деятельностью и метаморфизмом. Процессы минерализации могут и должны изучаться лишь в своем историческом развитии и в теснейшей взаимосвязи со всеми другими сторонами процесса геологического развития земной коры».

Таким образом, металлогения должна использовать данные литологии, учения о фациях и формационный анализ; для экзогенной металлогении эти данные часто являются решающими. Металлогения опирается на тектонику и ее важнейшие выводы о развитии геологических структур и связанных с ними проявлениях магматизма; тектоника дает также необходимые данные для выяснения структурного контроля оруденения.

Металлогения широки опирается на петрографию, изучающую геолого-структурные и физико-химические условия образования различных магматических комплексов и магматических тел, вещественный состав и строение слагающих их пород, процессы метаморфизма, минералогопетрографические и геохимические критерии связи оруденения с магматизмом, вопросы петрохимических особенностей и металлогенической специализации магм; для эндогенной металлогении изучение этих проблем во многих случаях имеет первостепенное значение. Металлогения использует данные геохимии о закономерностях распределения и миграции химических элементов в земной коре, о фоновых и повышенных их содержаниях.

Еще теснее металлогения связана с учением о полезных ископаемых, частью которого она является. Для эндогенной металлогении особенно важно решение вопросов теории рудообразования, понимание условий образования различных рудных формаций и минеральных ассоциаций при магматических и послемагматических процессах, а также знание морфологии рудных тел. Вместе с минералогией учение о полезных ископаемых дает представление о минеральном составе рудных формаций и месторождений, образующихся в определенных геологических условиях.

Металлогения, широко используя опыт указанных ветвей геологических наук, имеет и свои специфические особенности, позволяющие выделить ее в самостоятельную ветвь этих наук.

Металлогения имеет свои объекты исследований, которые не изучаются с необходимой комплексностью и полнотой другими ветвями геологии. Такими объектами являются рудоносные площади различ-

ного порядка — металлогенические пояса и провинции, металлогенические зоны и области, рудные районы, рудные зоны и рудные узлы.

Известно, что рудоносные территории изучаются в процессе систематической геологической съемки разных масштабов с постепенно возрастающей детальностью. Результаты этой съемки и поисковых работ являются необходимой основой для металлогенических исследований. Но вместе с тем современные требования к геологической съемке не предусматривают и не могут пока еще предусматривать решения всех вопросов, связанных с выявлением закономерностей размещения полезных ископаемых. Кроме того, геологической съемкой мелких и средних масштабов ($1:1\,000\,000$, $1:200\,000$) систематически охватывается вся без исключения территория страны и ее горнопромышленных регионов, тогда как объектом металлогенических исследований являются локальные рудоносные площади. Даже при крупномасштабных съемках ($1:50\,000$ и крупнее), охватывающих рудные районы, зоны и узлы, не всегда могут быть решены вопросы генетической связи месторождений с теми или иными геологическими факторами и установлены закономерности размещения месторождений в зависимости от них. Вследствие этого для изучения таких закономерностей приходится ставить дополнительные тематические исследования — литологические, структурные, петрографические; необходимый их комплекс для конкретной рудоносной площади и будет освещать ее металлогению.

Таким образом, объектами металлогенических исследований являются рудоносные площади различного порядка от металлогенических поясов и провинций до рудных узлов включительно. Изучение рудных полей и отдельных месторождений производится при поисково-разведочных работах, а также при изучении структур рудных полей (успешно развивающийся в последние годы раздел учения о рудных месторождениях). В дополнение к поисково-разведочным работам и структурным исследованиям на рудных полях и месторождениях в случае необходимости ставятся тематические металлогенические работы.

Основными задачами металлогенических исследований являются: а) выявление закономерностей размещения рудоносных площадей и рудных месторождений в пространстве и времени; б) изучение критериев связи оруденения со всем комплексом геологических условий, влияющих на процессы минерализации; в) систематизация и изучение типовых особенностей рудоносных площадей; г) прогнозирование новых рудоносных площадей.

Приведенное краткое перечисление основных задач металлогенических исследований показывает, что они в такой постановке не являются предметом изучения ни одной из ветвей геологических наук. Следует особо подчеркнуть, что металлогения предусматривает комплексное изучение процессов минерализации и геологических факторов в их взаимосвязи, чего также не предусматривает ни одна из отдельно взятых ветвей геологических наук.

Другой особенностью изучения связи оруденения с геологическими факторами при металлогенических исследованиях является то, что другие ветви геологических наук (например, учение о рудных месторождениях, петрография и др.) изучают главным образом общую теоретическую сторону процессов (геологических, физико-химических, физико-механических и др.), влекущих за собой образование рудных месторождений, тогда как задачей металлогении является установление того, как эти процессы влияют на пространственное и временное размещение минерализации в зависимости от различных геологических факторов.

Металлогения располагает своими методами исследований. К числу их относится, например, региональный металлогенический анализ, обобщающий все проявления минерализации в различных геологиче-

ских условиях для разных типов рудоносных площадей; этот метод применяется обычно при изучении более или менее обширных регионов. Детальные исследования рудных районов производятся методом металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов с составлением металлогенических и прогнозных карт, на которых изученные критерии связи оруденения с геологическими факторами, выявленные закономерности размещения рудных месторождений показываются графически. Одним из важнейших, завершающих этапов этого метода является металлогеническое районирование. Оно выполняется на металлогенических картах на основе изучения литологии, тектоники, магматизма и минерализации и позволяет выделить типовые рудоносные площади, показать выявленные закономерности их размещения и сделать необходимые прогнозные выводы. Несомненно, что прогнозная оценка перспектив рудоносных площадей должна осуществляться на основе особой по существу вновь разрабатываемой методики металлогенических исследований.

Самостоятельность той или иной науки или ее ветви определяется также характером ее общественного назначения и практическим применением. Значение металлогении исключительно велико для определения перспектив минерально-сырьевой базы, для направления поисково-съемочных и поисково-разведочных работ на многие важнейшие полезные ископаемые. Дальнейшее совершенствование научных основ и методов определения прогнозных запасов и повышение их достоверности еще повысят значение металлогенических исследований для определения перспектив развития горнодобывающей промышленности страны и отдельных ее регионов.

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СССР

Е. Т. Шаталов

1. Первые работы по металлогении

За последнее десятилетие из печати вышел ряд специальных работ, посвященных истории геологических исследований, в которых охарактеризованы и работы в области учения о рудных месторождениях, и отчасти металлогении. Среди таких исследований следует назвать статью А. Г. Бетехтина и Ф. И. Вольфсона (1953), освещающую историю учения о рудных месторождениях в нашей стране, работы В. В. Тихомирова и В. Е. Хайна (1956), А. В. Хабакова (1950), систематически издаваемые Академией наук СССР под редакцией В. В. Тихомирова «Очерки по истории геологических знаний». Интересные сведения о зарождении и развитии металлогенических исследований можно найти в работах Ф. И. Вольфсона (Вольфсон, 1953; Вольфсон, Крейтер, Лукин, 1957), Х. М. Абдуллаева (1954), В. И. Смирнова (1957), Н. П. Хераскова (1958), Е. А. Радкевич (1959), А. И. Семенова и Г. С. Лабазина (1959) и др.

Во всех этих работах освещена роль основоположника отечественной геологической науки М. В. Ломоносова в изучении рудных месторождений, упоминаются первые попытки И. А. Полетика, А. Д. Озерского и других установить поясовые закономерности размещения месторождений. Описываются замечательные исследования А. П. Карпинского—основоположника того направления исследований рудных месторождений, особенностью которого, по словам А. Г. Бетехтина, является «всестороннее изучение месторождений в тесной связи не только с геологической обстановкой, строением и тектоникой рудоносных районов,

но и петрографическими исследованиями и микроскопическим изучением руд с целью наиболее глубокого познания геологических закономерностей и конкретного использования их в деле поисков и при разведочных работах на месторождениях» (Бетехтин и Вольфсон, 1953).

Это направление получило блестящее развитие в широко известных работах Е. С. Федорова, В. А. Обручева, К. И. Богдановича, Н. К. Высоцкого, А. Н. Заварицкого, А. Д. Архангельского, М. А. Усова, И. Ф. Григорьева, С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина, А. Г. Бетехтина, Д. С. Коржинского и других выдающихся ученых. Вместе с тем специального обзора бурно развивающихся в нашей стране за последние годы металлогенических исследований еще нет, вследствие чего целесообразно привести о них некоторые исторические данные, хотя бы краткие и неполные.

Как известно, понятие «металлогенія» впервые было введено Делоне (1892 г.) и получило распространение после выхода в свет его трехтомной монографии «Трактат о металлогеніи» (1913 г.). Делоне с предельной краткостью и четкостью поставил основную задачу металлогеніи — «почему руда там, где она есть?».

Одной из наиболее ранних работ по металлогеніи в нашей стране является работа В. А. Обручева (1926), который по имеющимся в то время данным выделил и описал металлогенические эпохи и области Сибири. Особенности Урала как характерной металлогенической провинции были отмечены А. Н. Заварицким (1922) и Б. М. Романовым (1927).

А. Е. Ферсман еще в 1932 г. дал анализ перспектив развития полезных ископаемых в Советском Союзе, причем практические рекомендации были сделаны им на основе широких научных обобщений. А. Е. Ферсман выделил типы геохимических систем и связанных с ними полезных ископаемых для щитов и поясов, создал представления о геохимических полях для минерализации преимущественно осадочного или иного экзогенного происхождения и о геохимических узлах или промышленных центрах сырья. Большой интерес вызвала концепция А. Е. Ферсмана о Монголо-Охотском редкометальном поясе (1926).

Первые закономерности размещения рудных месторождений Алтая и его металлогенія были обрисованы в работах В. К. Котульского (1918), А. К. Болдырева и И. Ф. Григорьева (1927), В. П. Нехорошева (1932), И. Ф. Григорьева (1935). Особенности металлогеніи Средней Азии были намечены работами Б. Н. Наследова (1932), Д. И. Щербакова (1935), Ф. И. Вольфсона (1940), А. В. Королева (1941) и др. Геохимические эпохи Западно-Сибирского края охарактеризовал М. А. Усов (1940). Н. Г. Кассин (1935, 1938) впервые описал металлогенические циклы и металлогенические процессы развития Казахстана. Следует напомнить также о работах В. Г. Грушевого (1935) по металлогеніи Закавказья и Л. А. Варданянца по металлогеніи Кавказа (1931, 1933).

Хорошо известны работы С. С. Смирнова по региональной металлогеніи Восточного Забайкалья (1932, 1936₁, 1944) и Северо-Востока СССР (Смирнов, 1936₂; Смирнов и Цареградский, 1937), а также Ю. А. Билибина (1937) по локализации золотоносности в связи с текtonикой Северо-Востока. Блестящие работы С. С. Смирнова по металлогеніи олова (1937₁, 1941) позволили в весьма короткий срок создать оловорудную базу страны на принципиально новой основе.

По инициативе А. Д. Архангельского в 1937—1941 гг. в Геологическом институте Академии наук СССР проводилось составление карт прогнозов для руд отдельных металлов (никель — И. И. Гинзбург, И. З. Корин; хром — Г. А. Соколов, В. П. Логинов, Н. В. Павлов; железо — Б. П. Кротов, А. Л. Яницкий, М. И. Калянов и др.). Сообщения о картах прогноза высказал А. Н. Заварицкий (1939), а не-

сколько позднее о металлогенических и прогнозных картах—Д. И. Щербаков (1945, 1952).

Во всех перечисленных и других аналогичных работах, проведенных до начала и во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг., с той или иной степенью детальности освещались закономерности размещения рудных месторождений в связи с различными геологическими факторами.

2. О создании теоретических основ региональной металлогенезии

Перечисленные исследования, а также обобщение результатов большого объема геологосъемочных и поисково-разведочных работ, проведенных в довоенные и особенно в военные годы в связи с необходимостью расширения минерально-сырьевой базы страны, позволили создать основы региональной металлогенезии и методы металлогенических исследований, которые в систематическом виде впервые были разработаны и изложены С. С. Смирновым и Ю. А. Билибином.

С. С. Смирнов выдвинул важное положение об особенностях металлогенезии внутренней и внешней зон Тихоокеанского пояса (1945, 1946₁) и неоднократно подчеркивал специфику металлогенезии основных тектономагматических комплексов (1946_{2, 3}) на примерах ряда металлогенических и рудных поясов и провинций Северо-Востока СССР, Забайкалья и Тихоокеанского рудного пояса в целом. Упомянутые выше работы С. С. Смирнова по изучению оловорудных районов и месторождений привели к созданию теоретических основ специальной металлогенезии олова.

В последних своих работах С. С. Смирнов настойчиво ставил вопрос о необходимости создания генетической классификации магматогенных месторождений на основе выделения тектономагматических комплексов, характерных для определенных крупных структурных единиц земной коры (1947).

Ю. А. Билибин, работая в тесном творческом содружестве с С. С. Смирновым, значительно развел ряд высказанных им положений. В статье «Общие принципы металлогенических исследований» (1947₁) Ю. А. Билибином впервые был поставлен вопрос о необходимости систематического металлогенического изучения территории СССР, были четко сформулированы задачи и общие принципы металлогенических исследований. В этой статье он дал определение металлогенезии и четкую характеристику металлогенических факторов — тектономагматических, структурно-литологических и эрозионного среза, — а также соображения о содержании металлогенических карт.

Ю. А. Билибином было выдвинуто и разработано понятие о тектономагматическом цикле и общей направленности его развития, дана характеристика интрузивных формаций и показано их металлогенетическое значение. Следует отметить, что выделенные Ю. А. Билибином этапы тектономагматического цикла соответствуют установленным геологической наукой основным стадиям тектонического развития подвижных поясов — собственно геосинклинальной, превращения геосинклинали в ороген и стадии консолидации орогена. Но Ю. А. Билибин более широко охарактеризовал общие закономерности эволюции магматизма и связанной с ним эндогенной металлогенезии применительно к этим стадиям. Взгляды Ю. А. Билибина изложены во многих его работах, из которых наиболее известен посмертно изданный курс лекций, прочитанный в Ленинградском государственном университете: «О металлогенических провинциях и металлогенических эпохах» (1955). Значительно более полно и глубоко взгляды Ю. А. Билибина по указанным вопросам изложены в труде «Общие вопросы металлогенезии золота» (1959₁).

Для выделения типов рудоносных площадей и металлогенического районирования большое значение имеют установление Ю. А. Билибина понятия о структурно-металлогенических зонах (1955) и сравнительная характеристика металлогенеза крупных складчатых поясов и платформ (1948₁, 1955, 1959₂).

Освещая работы С. С. Смирнова в области металлогенеза, Ю. А. Билибин (1948₂) четко охарактеризовал задачи всех трех ее разделов — общей, региональной и специальной; его работы, так же как и работы С. С. Смирнова, относятся ко всем этим разделам металлогенеза. Особого упоминания заслуживают исследования Ю. А. Билибина по специальной металлогенезе золота (1938, 1945, 1947₂, 1959₁), выдающимся знатоком месторождений которого он был.

Металлогенические представления С. С. Смирнова и Ю. А. Билибина получили развитие в работах металлогенической группы ВСЕГЕИ; они изложены в известной книге коллектива авторов (А. И. Семенов, В. И. Серпухов, В. С. Домарев, Н. К. Морозенко, В. Г. Грушевой, Г. С. Лабазин, К. И. Дворцова, Е. Н. Горецкая) «Общие принципы металлогенического анализа...» (1957), вышедшей под редакцией П. М. Татаринова, В. Г. Грушевого и Г. С. Лабазина. Следует подчеркнуть, что в этой книге впервые дана составленная А. И. Семеновым характеристика различных типов структурно-металлогенических зон. Активное участие в работах металлогенической группы ВСЕГЕИ принимали также Т. В. Билибина, Д. В. Вознесенский, М. И. Ициксон, Е. Д. Карпова, Г. Л. Падалка, В. М. Сергиевский и др.

В указанных работах С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина и их последователей были впервые в обобщенном виде изложены теоретические основы новой ветви учения о полезных ископаемых — региональной металлогенезе, призванной устанавливать общие закономерности их размещения во времени и пространстве (главным образом для эндогенных месторождений металлов в складчатых областях). Их работы дали могучий толчок для дальнейшего резкого развития металлогенических исследований в Советском Союзе. Поэтому С. С. Смирнов и Ю. А. Билибин по праву считаются основоположниками советской металлогенической науки.

3. Широкое развитие металлогенических исследований. Постановка проблемы «Закономерности размещения полезных ископаемых в земной коре как основа для их прогноза на территории СССР»

Необходимость выявления закономерностей размещения рудных месторождений для оценки перспектив минерально-сырьевой базы страны привела к бурному росту металлогенических исследований в СССР в послевоенные годы. Многочисленные коллективы геологов научно-исследовательских и производственных организаций стали составлять металлогенические и прогнозные карты металлогенических провинций, отдельных металлогенических зон и рудных районов; при этом неизбежно возникали вопросы, имеющие и общее научное методическое значение для развития региональной металлогенеза. К работам этого профиля относятся, в первую очередь, исследования Х. М. Абдулаева, В. А. Кузнецова, И. Г. Магакьяна, В. Т. Матвеенко, Е. А. Радкевич, В. И. Смирнова, Г. А. Твалчелидзе и многих других ученых. Геологами Казахстана под руководством К. И. Сатпаева по методу так называемой «комплексной структурно-региональной металлогенеза» составлены металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана.

Большинство перечисленных исследований, так же как и работы металлогенической группы ВСЕГЕИ, относилось к обзорным, мелко-масштабным. Вместе с тем направление работ производственных геологоразведочных организаций требовало и настоятельно требует проведения более детальных металлогенических исследований, которые учитывали бы провинциальные металлогенические особенности значительно меньших рудоносных территорий.

А. Н. Заварицкий еще в 1922 г. подчеркивал, что выделение внутри металлогенических провинций отдельных металлогенических районов и знание их особенностей представляется для практических целей даже более важным, чем знание этих особенностей для всей провинции в целом. С. С. Смирнов (1941) установил важное понятие о рудном районе.

В настоящее время плодотворные металлогенические исследования рудных районов и узлов в более крупных масштабах ведутся многочисленными коллективами геологических управлений и научно-исследовательских институтов. По инициативе Е. А. Радкевич возникло новое направление региональной металлогении — металлогения рудных районов (Радкевич, 1957, 1958; Шаталов, 1958), — разрабатываемое в ИГЕМ АН СССР. Это направление имеет целью систематизировать и развить научные и методические основы крупномасштабной металлогении и охарактеризовать особенности металлогенических исследований в зависимости от различных типов рудных районов.

Для развития металлогенических исследований исключительно большое значение имело выдвижение крупной проблемы «Закономерности размещения полезных ископаемых в земной коре как основа для их прогноза на территории СССР». Обоснование постановки этой проблемы было сделано в конце 1953 г. бригадой высококвалифицированных специалистов (Н. М. Страхов, Г. Д. Афанасьев, О. Д. Левицкий, А. А. Сауков, Н. А. Беляевский, В. Г. Грушевой, Г. С. Лабазин, В. И. Серпухов, Г. А. Соколов и Н. П. Херасков) под руководством Н. С. Шатского; эта проблема была отнесена Президиумом АН СССР к одной из ведущих в советской науке.

В целях координации металлогенических исследований и научно-методического руководства ими в мае 1955 г. при ОГГН АН СССР была организована Межведомственная комиссия по закономерностям размещения главнейших полезных ископаемых, которую возглавил Н. С. Шатский. Впоследствии для руководства работами на местах при Комиссии было создано несколько территориальных групп — по Казахстану, Средней Азии, Уралу, Алтае-Саянской складчатой области, Северо-Востоку, Якутии и другим регионам. В апреле 1959 г. Комиссия была реорганизована в Научный совет по изучению закономерностей размещения полезных ископаемых при ОГГН АН СССР под председательством Д. И. Щербакова. В составе Совета работало несколько комиссий — по изучению закономерностей размещения эндогенных месторождений (возглавляемая Г. А. Соколовым), по изучению закономерностей размещения осадочных полезных ископаемых (председатель Н. С. Шатский), ископаемых углей (И. И. Горский) и ряд других. В октябре 1961 г. этот совет был преобразован в Научный совет по теории образования и размещения важнейших металлических и неметаллических полезных ископаемых (председатель Г. А. Соколов).

Значение указанных комиссий и советов для развития работ по металлогении трудно переоценить. Помимо координации планов металлогенических исследований, проводимых различными научными и производственными организациями, на научных заседаниях Межведомственной комиссии и ее расширенных сессий с привлечением широкого круга специалистов обсуждались самые актуальные вопросы научных принципов металлогенических исследований, металлогении отдельных регионов и важнейших металлов, методики составления металлогениче-

ских и прогнозных карт. Критическое обсуждение этих вопросов имело большое научное и практическое значение.

Предметом оживленных, часто острых дискуссий на заседаниях Комиссии под председательством Н. С. Шатского являлись основные научные принципы составления металлогенических карт, в частности Центрального Казахстана, по методу, разработанному во ВСЕГЕИ А. И. Семеновым (1957) и группой казахстанских геологов — К. И. Сатпаевым (1955), Г. Ц. Медоевым, Г. Н. Щерба, Д. Н. Казанли и др. (Радкевич, 1957). Ю. Г. Старицким (1958) были рассмотрены особенности магматизма и металлогенеза платформ.

Разработанная металлогенической группой ВСЕГЕИ методика графического изображения металлогенических зон независимо от возраста складчатости, только по принадлежности к этапу тектономагматического цикла, подверглась критике. Е. Т. Шаталов, Н. А. Беляевский, Е. А. Радкевич, В. М. Матвеенко предложили составлять мелкомасштабные металлогенические карты на специальной тектонической основе с выделением областей с различным возрастом складчатости (по принципу тектонической карты СССР, составленной под руководством Н. С. Шатского; см. «Тектоническая карта СССР...», 1957), и с отнесением структурных ярусов к определенным этапам развития тектономагматического цикла, а также с нанесением глубинных разрывных нарушений; Комиссия рекомендовала учесть эти предложения.

И. Г. Магакьян (1959, 1960) и Е. Е. Захаров (1958, 1959) в связи с рассмотрением металлогенеза континентов составили металлогенические карты мира и отдельных континентов, показывающие размещение месторождений различных рудных формаций и генетических типов на схематической тектонической основе.

Таким образом, наметилась определенная тенденция составлять обзорные, мелкомасштабные металлогенические карты на тектонической основе той или иной детальности.

В противоположность этому более крупномасштабные металлогенические карты рудных районов было предложено составлять на специальной геологической основе, подчеркивающей рудоконтролирующие факторы и имеющей исчерпывающую «рудную нагрузку» (Радкевич, 1957; Орлова и Шаталов, 1959). Впоследствии, в 1959 г., была проведена особая сессия Комиссии по закономерностям размещения эндогенных месторождений (см. Кравченко, 1960), на которой обсуждались принципы и методы составления крупномасштабных металлогенических и прогнозных карт рудных районов Кавказа и Закавказья (И. Г. Магакьян, С. С. Мкртчян, Г. А. Твалчелидзе и Е. М. Абамелик, Ю. И. Назаров, В. Р. Надирадзе и др.), Средней Азии (И. Х. Хамрабаев и О. М. Борисов, Д. Н. Елютин и др.), Криворожско-Кременчугской структурно-металлогенической зоны Украинского кристаллического щита (Я. Н. Белевцев, Г. И. Каляев и др.).

Результаты многих металлогенических исследований опубликованы в специальных сборниках «Закономерности размещения полезных ископаемых», подготовленных указанными комиссиями и Советом. Так, в первых трех сборниках освещены вопросы региональной металлогении Кавказа (В. Н. Котляр, И. Г. Магакьян, П. Ф. Сопко, Г. А. Твалчелидзе, Э. А. Хачатуриян), Урала (В. П. Логинов, А. А. Пронин), Тянь-Шаня (Е. Д. Карпова, Н. М. Синицын, Н. А. Никифорова), Алтай-Саянской складчатой области (В. А. Кузнецов, Г. В. Пинус, Г. Л. Поспелов, В. А. Унксов), Восточного Забайкалья (В. И. Вольфсон, В. Н. Козеренко, К. Ф. Кузнецов), Приморья (Е. А. Радкевич), Якутии (Е. В. Еловских, И. Я. Некрасов), Северо-Востока (Ф. Р. Апельцин, В. Т. Матвеенко, Е. Т. Шаталов) и других регионов Советского Союза («Закономерности размещения полезных ископаемых», — 1958,

1959, 1960). В них же помещены материалы по металлогении железа (Г. А. Соколов, Н. В. Павлов), меди (В. С. Домарев), ртути (В. А. Кузнецов, В. И. Смирнов, Л. М. Рыженко), урана (А. И. Семенов) и других металлов, а также по экзогенной металлогении (бокситы, фосфориты), в частности по условиям формирования россыпей (И. С. Рожков, Н. А. Шило, И. П. Карташев, Н. В. Кинд и др.).

Материалы научной сессии Комиссии по закономерностям размещения осадочных месторождений, проходившей в конце 1959 г. и посвященной закономерностям размещения россыпей, опубликованы в четвертом сборнике («Закономерности размещения полезных ископаемых», 1960; Камшилина, 1960, Русанов, 1960).

Специальная расширенная сессия Комиссии по закономерностям размещения эндогенных месторождений, проведенная в апреле 1960 г., подвела итоги исследований медноколчеданных и медно-порфировых месторождений (Амирасланов и др., 1960; Бородаевская и Шмидт, 1960; Гончарова, 1960). Ряд статей, отражающих работу этой сессии, напечатан в пятом сборнике («Закономерности размещения полезных ископаемых», 1962). Под руководством И. И. Гинзбурга в апреле 1960 г., мае 1961 г. и мае 1962 г. были проведены три сессии Комиссии, обсудившие вопросы методики составления металлогенических карт никеленосной коры выветривания и прогнозных карт на площадях развития ультрабазитов (Андрющенко, 1960, 1961, 1962). В. П. Петров организовал проведение в конце 1960 г. расширенной сессии Комиссии, посвященной закономерностям размещения магнезиально-силикатных полезных ископаемых — асбеста, флогопита и вермикулита, талька (Смолин, 1961); полные результаты работы сессии были опубликованы в шестом сборнике («Закономерности размещения полезных ископаемых», 1962).

Некоторые дополнительные данные о деятельности комиссий по проблеме «Закономерности размещения полезных ископаемых» можно найти в статьях Ю. М. Пущаровского (1957, 1958), Д. И. Павлова (1960), Г. Ф. Яковleva (1959₁, 1959₂), В. В. Бессмертного и Е. М. Камшилиной (1962) и др.

В заключение приведенного краткого, далеко не полного, обзора работ указанных комиссий следует напомнить, что они совместно с республиканскими и местными организациями принимали активное участие в подготовке совещания по металлогении Кавказа (1957 г.), первой (г. Алма-Ата, 1958 г.), второй (г. Киев, 1960 г.) и третьей (г. Баку, 1962 г.) объединенных научных сессий по металлогеническим и прогнозным картам и закономерностям размещения полезных ископаемых, а также Всесоюзной конференции по геологии и металлогении Тихоокеанского рудного пояса (г. Владивосток, 1960 г.).

4. Обзор основных направлений и вопросов металлогенических исследований по работам всесоюзных совещаний

Трудно дать характеристику всех работ по металлогении, составлению металлогенических и прогнозных карт, выполненных в последние годы в нашей стране. О размерах металлогенических исследований свидетельствует несколько проведенных за последнее десятилетие всесоюзных металлогенических совещаний, в которых принимали участие сотни геологов и были заслушаны многочисленные доклады научных работников и геологов-производственников.

На указанных совещаниях обсуждались основные вопросы всех трех разделов металлогении — ее теории, региональной и специальной металлогении. Вследствие этого обзор основных направлений металлогенических исследований в СССР целесообразно сделать путем рассмотрения важнейших итогов работ этих совещаний и происходивших на них дискуссий.

В апреле 1952 г. в г. Ленинграде, во Всесоюзном научно-исследовательском геологическом институте (ВСЕГЕИ) было проведено первое большое межведомственное совещание по вопросам теории рудообразования и региональной металлогении (Постнов, 1952). На совещании подверглись широкому обсуждению установленные коллективом сотрудников ВСЕГЕИ (В. И. Серпухов и др.) закономерности распределения эндогенных месторождений в различных типах подвижных зон. Происходила также полезная дискуссия в связи с затронутыми в докладах и выступлениях Х. М. Абдуллаева, А. Д. Ершова, В. Н. Котляра, П. Н. Кропоткина, А. П. Никольского вопросами о генетической связи оруденения с магматическими комплексами, об их металлогенической специализации и влиянии вмещающих пород на обогащение магмы металлами.

В мае 1957 г. Кавказский институт минерального сырья (КИМС) провел межведомственное совещание по вопросам металлогении в связи с составлением металлогенической карты Кавказа (Твалчрелидзе, 1958₁). О региональной металлогении отдельных районов Кавказа сообщили: по Грузии — А. Е. Бенделиани, по Северному Кавказу — Л. П. Харчук, по Азербайджану — М. А. Кашкай, о тектоно-магматических комплексах, тектонических и металлогенических циклах Малого Кавказа — И. Г. Магакян и С. С. Мкртчян.

При составлении металлогенической карты Кавказа Г. А. Твалчрелидзе предложил придерживаться принципов металлогенического анализа, разработанных коллективом ВСЕГЕИ, с соответствующими корректировками, учитывающими особенности формирования Кавказской геосинклинальной области. Г. А. Твалчрелидзе выделяет в ней три тектоно-магматических цикла (каledonский, герцинский и альпийский) с доскладчатой, соскладчатой и постскладчатой стадиями развития в каждом; каждому из циклов отвечает своя металлогеническая эпоха. Совещание рекомендовало положить эти принципы в основу составления мелкомасштабной металлогенической карты Кавказа¹. Одновременно было признано необходимым приступить к составлению крупномасштабных металлогенических карт отдельных рудных районов.

Большое влияние на развитие металлогенических исследований оказала объединенная научная сессия по металлогеническим и прогнозным картам, проведенная в декабре 1958 г. в г. Алма-Ате академиями наук СССР и КазССР, общесоюзным и казахским министерствами геологии и охраны недр. На сессии были рассмотрены результаты многочисленных работ целых направлений, коллективов и отдельных геологов, изучающих региональную металлогению и закономерности размещения полезных ископаемых.

Ввиду того что полные материалы сессии и обзоры ее работы были опубликованы («Материалы научной сессии...», 1958; «Металлогенические и прогнозные карты», 1959; Радкевич, 1959₂; В. И. Смирнов 1959; Шаталов, 1959₁), ограничимся перечислением и краткой характеристикой основных направлений металлогенических исследований, представленных на сессии, наметившихся в результате работ советских геологов за шесть лет, прошедших после совещания, проведенного ВСЕГЕИ в 1952 г.

П. М. Татаринов сообщил о широко известных принципах регионального металлогенического анализа, разработанных во ВСЕГЕИ; он особо подчеркнул, что основная направленность развития складчатых областей и их металлогении, установленная Ю. А. Билибиным и коллективом металлогенистов ВСЕГЕИ, является правильной. В дополнение к этим принципам, касающимся подвижных поясов, группа геоло-

¹ Методика и принципы составления металлогенической карты Кавказа рассматриваются также в статье Г. А. Твалчрелидзе «О методике составления металлогенической карты Кавказа» (1959).

гов ВСЕГЕИ выступила с предложениями по составлению металлогенических карт платформ (Старицкий и др., 1958); при этом основное внимание было уделено металлогенезу платформенного чехла; докембрийские зоны кристаллического фундамента в общем должны изучаться по методам, предложенным для геосинклинальных зон.

Иное научное направление в составлении металлогенических и прогнозных карт крупных регионов представляли на сессии работы коллектива геологов Казахстана (И. И. Бок, Р. А. Борукаев, Г. Б. Жилинский, Д. Н. Казанли, Г. Ц. Медоев, В. М. Мягков, И. П. Новохатский, Г. Н. Щерба и др.), выполнявшиеся под руководством К. И. Сатпаева (1958, 1959).

Карты Центрального Казахстана составлены, по определению К. И. Сатпаева, методом комплексной структурно-региональной металлогенеза, который отличается от регионального металлогенического анализа ВСЕГЕИ. Геологической основой этих карт служит составленная геолого-структурная карта, с которой совмещена карта фактического распространения полезных ископаемых. На геолого-структурной карте выделено шесть геотектонических этапов, которым отвечают металлогенические эпохи. Отмечено, что решающее значение для размещения оруденения имеют региональные секущие разрывные нарушения и места их сопряжения или пересечения. Главным благоприятным фактором для развития минерализации являются физическая неоднородность (расслоение, трещиноватость) вмещающих пород, а также их экранирующая способность и некоторые особенности химического состава. Выделяются металлогенические формации, а также типичные рудные поля или месторождения, которые названы «генотипными месторождениями».

Положительной стороной металлогенических и прогнозных карт Центрального Казахстана является обилие отраженного на них фактического материала и их разносторонность. Полный комплект карт каждого листа включает карты: геолого-структурную, полезных ископаемых на геолого-структурном фоне, комплексную металлогеническую, палеогеографические для франских и фаменских отложений девона и отложений этрена, карты прогнозных перспективных площадей, карту изученности с соответствующим текстовым и справочным материалом. Недостатком этих карт является неполное отражение связей оруденения с различными геологическими факторами, показанными на геолого-структурной основе карты.

К. И. Сатпаев, а также Г. Н. Щерба, Г. Б. Жилинский и некоторые другие геологи Казахстана считают, что изучение эндогенной металлогенеза Центрального Казахстана на ранних геосинклинальных и на более поздних этапах ее наиболее интенсивного платформенного развития не подтверждает разработанной Ю. А. Билибина и ВСЕГЕИ специализации металлогенеза по отдельным этапам общей схемы стадийного развития складчатых областей.

Следует отметить, что это мнение не было поддержано даже на Алма-Атинской сессии. Более того, многие исследователи, признавая общую стадийную эволюцию подвижных поясов, вносят в нее и в металлогенический анализ ряд новых ценных положений и дополнений. Г. А. Твалчрелидзе при составлении металлогенической карты Кавказа показал соотношение стадий развития тектоно-магматического цикла с полицикличностью процессов минерализации, И. Н. Ситковский и С. С. Мкртчян сообщили, что металлогенисты Азербайджана и Армении в основном разделяют идеи Ю. А. Билибина.

В. Т. Матвеенко (1959), считая исходные положения регионального металлогенического анализа Ю. А. Билибина правильными, при составлении основы металлогенической карты Северо-Востока использовал принципы тектонической карты СССР, увязав ярусное строение указан-

ного региона с этапами тектоно-магматического цикла. Е. Д. Карпова (1959) на металлогенической карте восточной части Средней Азии, построенной по принципам Ю. А. Билибина — ВСЕГЕИ, подчеркнула особенности развития отдельных структурных элементов, что имеет значение для выделения типов металлогенических зон.

Геологами Узбекистана (Абдуллаев, Мацокина и Калабина, 1959) разработана методика составления металлогенических и прогнозных карт, которая также использует основные принципы регионального металлогенического анализа Ю. А. Билибина — ВСЕГЕИ в части выделения тектоно-магматических и рудных комплексов по этапам развития (дебатолитовый, батолитовый, послебатолитовый), но вместе с тем идет дальше, например, в отношении связи структурных ярусов с этими этапами, в отношении составления карт глубин эрозионного среза и т. д. Следует особо отметить, что принятая геологами Узбекистана методика составления специальных, детальных основ (1 : 200 000) для металлогенических карт, крупномасштабных карт-врезок отдельных рудных узлов и полей, безусловно, является перспективной для развития более детальных металлогенических исследований и практических работ.

Направление металлогении рудных районов было отражено на сессии в докладах Е. Т. Шаталова, развивающего принципы Ю. А. Билибина применительно к более детальным металлогеническим исследованиям (Орлова и Шаталов, 1959, 1963) и Е. А. Радкевич (Радкевич и Томсон, 1958). Помимо принципов и методики составления крупномасштабных металлогенических карт, указанные исследователи охарактеризовали различные типы металлогенических карт. Эти вопросы подробно рассматриваются ниже.

Крупномасштабные металлогенические карты (1 : 200 000) и крупнее составлены также П. Ф. Иванкиным, А. К. Каюповым и Г. Н. Щербой (1958), В. М. Волковым, Ю. Ю. Воробьевым, П. Ф. Иванкиным, Н. И. Стучевским (1962) по некоторым районам Рудного Алтая. Эти работы интересны совершенствованием теории и методики прогнозирования (применение изучения парагенезиса минерала и стадий образования руд, околоврудных изменений, различного типа зональности), а также попыткой решить вопрос о поисковых критериях скрытого оруденения на основе реконструкции инфильтрационно-метасоматических колонок. Кроме того, эти работы — более крупномасштабные (до 1 : 10 000), с детальным металлогеническим районированием и попыткой не только прогнозировать возможность обнаружения скрытого оруденения, но и дать его количественную оценку.

На Алма-Атинской сессии был также поднят вопрос о необходимости разработки классификации рудоносных площадей — рудно-petрографических провинций (Х. М. Абдуллаев), рудных районов (Е. А. Радкевич) — в зависимости от особенностей развития различных структурных зон и разрывных нарушений, а также от проявлений магматизма фемического и сиалического рядов. Разработка классификации рудоносных территорий неразрывно связана с терминологией металлогенического районирования; о необходимости упорядочения последней говорили А. Б. Баталов и Е. А. Шаталов. В. И. Смирнов произвел схематическое металлогеническое районирование территории СССР по проявлениям оруденения различных металлогенических эпох; при этом он подчеркнул значение наложения оруденения различных возрастов, наличия «сквозных» элементов для различных эпох и поликличности оруденения при концентрации его в различные этапы.

Н. П. Семененко заострил внимание на металлогении кристаллического фундамента платформ, который вмещает крупные месторождения многих важнейших полезных ископаемых, подчеркнул специфику металлогении районов, сложенных докембрием, и необходимость выделения магматических циклов в них по абсолютному возрасту.

Из работ по экзогенной металлогении, представленных на сессии, необходимо отметить исследования закономерностей образования фосфоритов (Б. М. Гиммельфарб) и галогенных формаций (А. А. Иванов).

Более подробное рассмотрение основных итогов Алма-Атинской объединенной сессии по металлогеническим и прогнозным картам сделано вследствие того, что на ней была представлена большая часть направлений металлогенических исследований, выявившихся в последние годы, высказанные различные точки зрения на принципы, которые можно положить в их основу. Сессия установила основные категории металлогенических и прогнозных карт, наметила пути дальнейших металлогенических исследований, особо подчеркнув значение крупномасштабных работ в рудных зонах, районах и узлах.

Дальнейшее творческое развитие принципов регионального металлогенического анализа Ю. А. Билибина — ВСЕГЕИ связано с составлением большим коллективом сотрудников ВСЕГЕИ, НИИГА, ВНИИ-1 и других организаций первой обзорной металлогенической карты СССР, в основу которой легло обобщение огромного фактического материала. Как видно из статьи А. И. Семенова, Г. С. Лабазина, В. Г. Грушевого и П. М. Татаринова (1960), все основные положения Ю. А. Билибина, касающиеся эндогенной металлогении складчатых областей (состав и последовательность магматических комплексов и связанный с ними минерализации в ходе развития тектоно-магматического цикла, характеристика структурно-металлогенических зон различных этапов), в этой работе сохранены полностью.

Новым является введение понятия о структурно-формационном комплексе складчатых областей и выделение структурных этажей платформенных чехлов. Это позволяет сделать тектоническую основу обзорных металлогенических карт более содержательной и имеет большое значение для познания закономерностей размещения других полезных ископаемых — рудных инерудных осадочного генезиса, углей, нефти и газа. Структурно-формационные комплексы разделяются по этапам развития геосинклинали, перехода ее в складчатый пояс и дальнейшей консолидации складчатых поясов (до перехода их к платформенному периоду развития). Как имеющие самостоятельное металлогеническое значение выделены структурно-формационные комплексы субгеосинклинальных наложенных структур, образования ядер антиклиниориев и приподнятых блоков, срединные массивы и их платформенный чехол.

Новое заключается и в разработке основных черт металлогении платформ, точнее — эндогенной и экзогенной металлогении платформенного чехла.

Главные научные принципы, положенные в основу первой металлогенической карты СССР, и методы ее составления были рассмотрены и одобрены в ноябре 1959 г. Межведомственным научным советом по изучению закономерностей размещения полезных ископаемых при ОГГН АН СССР (Шаталов, 1960; Яковлев, 1960). Высокую оценку этой карты дала также Вторая объединенная сессия в г. Киеве (см. ниже), которая отметила, что металлогеническая карта СССР не имеет аналогов в мировой практике как по широте охвата явлений, так и по сложности проблем, возникших и разрешенных при их обобщении и нанесении на карту.

Состояние работ советских геологов по изучению металлогении платформ и докембрийских складчатых областей было рассмотрено на Второй объединенной сессии по закономерностям размещения полезных ископаемых и картам прогноза, организованной Академией наук и Главгеологией УССР в г. Киеве в мае 1960 г. («Металлогения докембрийских щитов...», 1960; «Закономерности размещения месторождений в платформенных чехлах», 1960; «Вопросы методики...», 1960;

«Решение 2-й Всесоюзной объединенной сессии . . .», 1960; Шаталов, 1960₂; «Закономерности размещения полезных ископаемых», сб. 5, 1962).

Металлогению докембрийского щита и складчатых зон Украины систематически изучают Н. П. Семененко, Ю. И. Половинкина, Я. Н. Белевцев, Г. В. Жуков, И. Д. Царовский и другие, условия формирования и размещения месторождений марганца, бокситов, серы, титано-циркониевых россыпей, кор выветривания и других экзогенных месторождений платформенного чехла—В. Г. Грязнов, А. А. Денисевич, Ю. Б. Басс, Л. П. Ткачук, И. И. Машкара и др. Металлогения Балтийского, Алданского и других щитов, Анабарского массива, Сибирской платформы и окружающих ее древних складчатых сооружений изучается Г. И. Горбуновым, Т. В. Билибиной, В. С. Домаревым, М. И. Рабкиным, Ю. Г. Старицким, А. С. Алдышкиным, Г. Г. Родионовым и др. Исследования условий рудообразования в докембрии (ультраметаморфизм, гранитизация, метасоматоз) ведут Н. А. Елисеев, А. П. Никольский, Н. Г. Судовиков, Л. И. Шабынин и др.

На сессии были продемонстрированы металлогенические и прогнозные карты различных регионов СССР, главным образом крупномасштабные, например, металлогеническая карта Криворожско-Кременчугской зоны Украинского щита (Я. Н. Белевцев и др.), Чаткало-Курминского района Узбекистана (Х. М. Абдуллаев и др.); была рассмотрена методика составления крупномасштабных металлогенических карт (И. Я. Некрасов и Е. Т. Шаталов, Ю. С. Шихин и др., Н. А. Фогельман и др.). Особо следует отметить предложения Т. М. Мацокиной, Х. М. Абдуллаева, В. Г. Гарьковца и М. Г. Калабиной о «глубинных» прогнозно-металлогенических картах. Современные металлогенические и прогнозные карты, по их мнению, необходимо дополнить картами погребенных поверхностей различных отложений, картами мощностей, картами глубин залегания магматических комплексов и рудоносных структурных элементов, картами эрозионного среза.

Вторая объединенная сессия показала, что в Советском Союзе разработаны основные принципы металлогенического анализа платформ, учитывающие особенности строения, магматизма и металлогении кристаллического фундамента и осадочного чехла платформ. Наметился дифференцированный подход к изучению кристаллического фундамента. Верхние его структурные ярусы, сложенные относительно мало измененными породами, в ряде случаев целесообразно изучать методами металлогенического анализа, разработанными для складчатых послепротерозойских областей; для нижних ярусов, представляющих глубокометаморфизованные части кристаллического фундамента, необходима разработка специфических методов металлогенического анализа. Металлогения платформенного чехла должна изучаться прежде всего с учетом его ярусного строения.

Сессия отметила дальнейшее успешное развитие ВСЕГЕИ принципиальных положений металлогенических исследований, разработанных С. С. Смирновым и Ю. А. Билибина, а также других направлений, основанных на иных принципах.

Следует подчеркнуть инициативу Х. М. Абдуллаева (1960), выступившего на сессии с предложениями о классификации рудно-петрографических провинций на основании характера относительной подвижности различных структурно-геологических элементов земной коры. Х. М. Абдуллаев ввел понятие о петрометаллогенических рядах, образующихся на определенных стадиях развития геосинклиналей (согласно взглядам Г. Штилле, В. А. Николаева, Ю. А. Билибина и металлогенической группы ВСЕГЕИ). Главнейшие типы рудных районов устанавливаются Х. М. Абдуллаевым по их принадлежности к тому или иному петрометаллогеническому ряду или сочетанию рядов. До этого, в 1959 г., Х. М. Абдуллаев по вопросу о рудно-петрографических провинциях

высказал свое мнение в Узбекском геологическом журнале, что вызвало оживленную и полезную дискуссию на его страницах с выступлениями Н. А. Беляевского, В. И. Смирнова, Г. А. Твалчрелидзе, Д. С. Харкевича, Е. Т. Шаталова и др.

На Второй объединенной сессии был также заслушан доклад Е. Т. Шаталова, сделанный от имени группы сотрудников ИГЕМ АН СССР, о необходимости упорядочения терминологии металлогенических исследований. На важность точной и ясной научной терминологии указывал еще А. Н. Заварицкий (1947). Четкие определения многих основных металлогенических понятий были даны в свое время Ю. А. Билибинным и металлогенической группой ВСЕГЕИ.

При столь широком развитии металлогенических исследований неизбежно стали возникать и применяться новые термины. Появилась необходимость целеустремленного отбора терминов и понятий из смежных областей геологических наук, на которые опирается металлогенетика. Кроме того, в связи с металлогеническими исследованиями в какой-то мере пересматривались взгляды на некоторые уже установившиеся ранее понятия и создавались новые (например, понятия о тектоно-магматическом цикле, малых интрузиях, глубинных разрывах, взаимоотношении петрографических формаций и магматических комплексов, рудных формаций и рудных комплексов, металлогенической специализации магмы и др.). Наконец, в связи с развитием металлогенетики неизбежно должны возникнуть новые понятия и в тех областях геологических наук, которые раньше с ней не были связаны, например, в геофизике, гидрогеологии и т. д. Предложения сотрудников ИГЕМ АН СССР, внесенные на сессии, были затем напечатаны на ротаторе, отдельной работой (Шаталов и др., 1960).

Вторая объединенная сессия по металлогеническим и прогнозным картам имела большое значение для дальнейшего развития исследований по металлогенетике докембрийского фундамента платформ, эндогенной и экзогенной металлогенетики платформенного чехла, а также для усовершенствования методики составления металлогенических и прогнозных карт, создания классификации рудоносных площадей и терминологии металлогенических исследований.

Накопившийся после выхода в 1946 г. широко известной работы С. С. Смирнова о Тихоокеанском планетарном рудном поясе огромный фактический материал, полученный многочисленными коллектиками геологов и геофизиков в пределах северо-западной, советской части пояса, настоятельно требовал обобщения. Ценная инициатива в этом отношении была предпринята Дальневосточным геологическим институтом СО АН СССР совместно с территориальными геологическими организациями МГиОН СССР, которые провели в сентябре 1960 г. в г. Владивостоке Первую Всесоюзную конференцию по геологии и металлогенетике Тихоокеанского рудного пояса. Конференция носила региональный характер и всесторонне осветила вопросы геологии и металлогенетики как всего пояса в целом, так и входящих в него металлогенических провинций и рудных районов (в том числе островных дуг), вопросы связи оруденения с магматизмом и разрывными нарушениями, геохимии и особенностей генезиса некоторых месторождений.

Несомненно, что ряд обсужденных на конференции вопросов имеет и большое общее научное значение, в том числе и для дальнейшего развития принципов и методики металлогенических исследований, особенно в связи с начатой большой работой по составлению геологической и металлогенической карт Тихоокеанского рудного пояса. Материалы конференции и обзоры ее работы были опубликованы («Материалы к 1-й Всесоюзной конференции...», 1960; Беляевский, 1961; Ициксон, 1961; Пущаровский, 1961).

Советские геологи принимали активное участие в работах XXI сессии Международного геологического конгресса, которая состоялась в 1960 г. в г. Копенгагене, и представили на нее ряд докладов по металлогенезу («Международный геологический конгресс...», 1960; проблема 20). Следует отметить, что за рубежом карты полезных ископаемых и металлогенические карты составляются в основном как карты регистрационно-экономические, которые при надлежащем их качестве и полноте, конечно, будут использоваться и при дальнейших собственно металлогенических обобщениях. Такой подход к систематизации фактического материала является правильным и осуществляется в СССР около 20 лет. Вместе с тем металлогенические исследования в Советском Союзе идут дальше и ставят своей задачей установить генетические связи оруденения с процессами осадконакопления, тектоники и магматизма в их естественноисторическом развитии. Ярким свидетельством этого служит упоминавшаяся выше первая металлогеническая карта СССР («Проблемы генезиса...», 1960).

Безусловный интерес представляет методика составления карт минеральных месторождений Франции в масштабе 1:320 000 (Laffitte, Permingeat, 1960), которые демонстрировались на сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене. Основой карты служит схематический геологический фон, показанный светлыми тонами. Наибольшее внимание на карте удалено данным, характеризующим сами месторождения — их промышленное значение, выраженное в стоимости руды, морфологию рудных тел, состав рудных и жильных минералов и вмещающих пород. Все эти данные показаны путем некоторого усложнения или дополнения знака месторождения, который окрашен в яркие тона, присвоенные определенным металлам. Благодаря упрощенной основе и четким знакам месторождений карта читается очень легко. Никаких данных по металлогеническому районированию или прогнозной оценке на этих картах не приводится.

Из зарубежных работ по региональной металлогенезу следует отметить большой обзор металлогенических провинций и эпох, сделанный Ф. С. Тюрнором (1958).

Третье всесоюзное металлогеническое совещание, происходившее в сентябре 1962 г. в г. Баку, было посвящено в основном закономерностям формирования и размещения эндогенных месторождений альпийской геосинклинальной зоны территории СССР, главным образом Кавказа и в меньшей степени Карпат, Горного Крыма и других регионов («Тезисы докладов на 3-м Всесоюзном совещании...», 1962). Эти вопросы были обстоятельно разобраны в докладах Р. Н. Абдуллаева, Ш. А. Азизбекова, Г. С. Дзоценидзе, М. А. Кацкая, Г. И. Керимова, И. Г. Магакьяна, С. С. Мкртчяна, М. А. Мустафабейли, И. Н. Ситковского, В. И. Смирнова, Г. А. Твалчелидзе, Э. Ш. Шихалибейли и др.

На совещании резко преобладали доклады по региональной металлогенезу. Кроме того, были затронуты и некоторые общие проблемы металлогенеза, например, И. Г. Магакьяном было сделано интересное сравнение металлогенеза Малого Кавказа и Камчатско-Корякской зоны; А. И. Семеновым дана краткая характеристика типов металлогенических провинций в складчатых областях СССР; Д. И. Горжевским и В. Н. Ко-зеренко выделены типы тектонических единиц, которые можно использовать для классификации типов металлогенических зон земной коры.

На совещании в г. Баку были охарактеризованы принципы и методика составления некоторых среднемасштабных прогнозно-металлогенических карт Азербайджана (Р. Н. Абдуллаев и Г. И. Керимов, Ш. А. Азизбеков, А. Э. Багиров, Т. Г. Гаджиев, А. Д. Мамедов, М. И. Рустамов), некоторых районов Армении (С. С. Мкртчян), Абхазии (С. Г. Букия и Е. М. Абамелик) и Северного Кавказа (В. И. Оробей). Все эти карты составляются по совершенно различным принципам и

методикам, вследствие чего сопоставление их между собой, а также с более мелкомасштабными, обзорными металлогеническими картами крупных регионов Кавказа невозможно.

Большой объем проводимых в настоящее время работ по составлению металлогенических и прогнозных карт на различные полезные ископаемые был продемонстрирован на сессии секции Экспертно-геологического совета МГиОН СССР, проходившей в ноябре 1962 г. Сессия имела большое значение для обзора научных принципов и методики составления металлогенических и прогнозных карт в различных организациях и сочла целесообразным установить три группы карт в зависимости от размеров рудоносных площадей: а) обзорные металлогенические карты обширных рудоносных площадей — металлогенических поясов и провинций, металлогенических зон и областей, — составляемые в мелких масштабах ($1:500\,000$ и мельче); б) металлогенические и прогнозные карты рудных районов, зон и узлов, составляемые в средних ($1:200\,000$ — $1:100\,000$) или крупных ($1:50\,000$ — $1:25\,000$) масштабах; в) прогнозные карты рудных полей ($1:10\,000$ и крупнее).

Сессия особо подчеркнула необходимость разработки критерий и методики количественной оценки геологических (прогнозных) запасов минерального сырья, а также важность установления основных принципов и методики составления металлогенических и прогнозных карт перечисленных трех групп, предусматривающих возможность детализации этих признаков и методики в конкретных условиях рудоносных регионов различных типов.

Объем металлогенических исследований, ведущихся в Советском Союзе, очень велик, вследствие чего невозможно дать хотя бы краткую характеристику или даже перечисление всех работ в такого рода обзоре. Многочисленные монографии и статьи по металлогенезу отдельных регионов или специальной металлогении печатаются в трудах научно-исследовательских институтов, в отдельно выпускаемых сборниках различных материалов научно-исследовательских и производственных геологических организаций, а также в периодической печати. Особо следует сказать лишь о работах по классификации рудоносных площадей и терминологии металлогенических исследований.

Начало установления типов рудоносных территорий — металлогенических поясов, провинций и зон — восходит к отмеченным выше работам С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина, а также А. И. Семенова. Необходимо напомнить также, что определения понятий о различных рудоносных площадях — металлогенических поясах и провинциях, зонах и областях, рудных поясах, районах, зонах, узлах и полях — их систематизация были даны в работах А. Г. Бетехтина (1939), В. М. Крейтера (1941), Д. И. Щербакова (1945), В. И. Смирнова (1947), Ф. И. Вольфсона (1955) и Е. Т. Шаталова (1959₂).

Классификации рудоносных площадей посвящен ряд работ И. Г. Магакьяна (1959, 1960), Е. А. Радкевич (1959₁), Д. И. Горжевского и В. Н. Козеренко (1956), В. И. Смирнова (1961), Е. Т. Шаталова (1961) и др. В последние годы вышли новые работы по металлогенезу рудоносных площадей различных типов — В. И. Смирнова (1962), В. М. Крейтера, Д. И. Горжевского и В. Н. Козеренко (1963), А. И. Семенова (1963). Ввиду важности вопроса о создании генетической классификации рудоносных площадей для металлогенического районирования он рассмотрен Е. Т. Шаталовым отдельно в книге «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», входящей в общую серию работ по металлогенезу рудных районов.

В ИГЕМ АН СССР Е. Т. Шаталовым, И. И. Гинзбургом, А. И. Дюковым, Р. М. Константиновым, Л. И. Лукиным, К. М. Мукановым, К. К. Никитиным, А. В. Орловой, И. Н. Томсоном и В. Ф. Чернышевым

вым был составлен «Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогенезу» (1963), в котором были учтены замечания к «Некоторым понятиям и терминам, применяемым при металлогенетических исследованиях», напечатанные на ротаторе.

5. О некоторых работах в других областях геологических наук, важных для металлогенеза

Поскольку металлогенез тесно связана с другими областями геологических наук — литологией, тектоникой, петрографией, геохимией, учением о рудных месторождениях (часть которого она составляет), необходимо отметить основные работы в этих областях, которые имеют большое значение для металлогенетических исследований.

Широко известны работы А. Д. Архангельского по теории осадкообразовательного процесса, литологии и генезису бокситов, фосфоритов, осадочных железных и других руд. Н. М. Страхов в своем фундаментальном труде (1960, 1962) разработал сравнительно-литологическую теорию осадочного породообразования. Н. С. Шатский (1960) предложил формационный метод изучения осадочных и вулканогенных пород, основанный на парагенезисе их типов. Наконец, для познания процесса осадконакопления важную роль играет учение о фациях, развитое Д. В. Наливкиным (1955—1956). Все эти и многие другие работы имеют значение не только для экзогенной металлогенеза, но и для общего познания эволюции тектономагматического цикла.

Из работ по тектонике для металлогенетических целей важны в первую очередь те, которые изучают общую эволюцию тектономагматических циклов для отдельных крупных структурных элементов земной коры (платформы, складчатые области) и их частей, учитывают процессы магматизма и связанной с ним минерализации и тем самым дают основу для установления типов рудоносных площадей и металлогенического районирования; важны также специальные работы по структурной геологии.

Для составления основ обзорных металлогенетических карт и металлогенического районирования в последнее время все больше и больше применяются принципы тектонической карты СССР масштаба 1 : 5 000 000, разработанные под руководством Н. С. Шатского (1957). Следует подчеркнуть, что эта тектоническая карта составлена с учетом направленного развития (перехода геосинклиналей и складчатых областей в платформы) с выделением в геосинклинальных областях структурных ярусов, отвечающих определенным этапам развития орогенического цикла складчатой области. Эти принципы рекомендуются для составления основ обзорных металлогенетических карт (Орлова и Шаталов, 1959, 1963); они были использованы при составлении первой металлогенетической карты СССР (см. Семенов и др., 1960), для специализированной тектонической основы минерагенических карт Якутской АССР (Рожков и др., 1960; «Принципы составления...», 1962).

Для металлогенетических исследований могут быть использованы очень интересные работы А. В. Пейве, В. М. Синицына и В. Е. Хаина.

А. В. Пейве и В. М. Синицын (1950) выделили первичные, вторичные и остаточные геосинклинали как стадии развития геосинклиналей и охарактеризовали основные черты их магматизма. На большое значение глубинных разломов для процессов магматизма и связанной с ним минерализации указал А. В. Пейве (1956, 1960); металлогенетическое значение глубинных разломов подтверждено многими работами последних лет.

В. Е. Хайн (1954, 1960) разработал более подробную классификацию основных типов тектонических структур и дал характеристику про-

цессов магматизма по четырем стадиям формирования геосинклиналей нормального развития (подтверждающую правильность выделения естественноисторических этапов развития тектономагматического цикла), а также для отдельных выделенных типов геосинклиналей.

В обзоре представлений о геосинклиналях, сделанном В. Е. Хайнем и Ю. М. Шейнманном (1960), содержатся данные о направленности развития геосинклиналей и проявлений магматизма в них и приведены определения некоторых тектонических элементов.

В. Е. Хайн (1962) рассмотрел причины разнообразия типов геосинклинальных систем — цикличность, направленность и неравномерность развития — и в связи с ними наметил основные типы геосинклиналей. Цикличность полного развития с периодической повторяемостью в 180—200 млн. лет, по мнению В. Е. Хайна, отвечает циклическому развитию в понимании В. В. Белоусова, Ю. А. Билибина и других; более мелкие циклы длительностью в 35—40 млн. лет являются отдельными стадиями (этапами) циклов полного развития. В случае полициклического развития преобладание начальных стадий в ранних циклах и завершающих стадий в поздних циклах придает всей последовательности циклов характер более крупного цикла — мегацикла продолжительностью 500—600 млн. лет.

Работа В. Е. Хайна имеет большое значение для создания тектонической основы металлогенического районирования складчатых зон и понимания эволюции тектономагматического цикла.

Представляют интерес также взгляды В. А. Николаева (1944, 1953) на закономерности развития структурно-фацальных зон и подвижных поясов земной коры; работа В. В. Белоусова (1962), освещющая с известных оригинальных позиций автора основные вопросы тектоники; ряд статей П. Н. Кропоткина (1953, 1955 и др.) о поясовой зональности оруденения в древних складчатых областях и проблеме происхождения базальтовой и гранитной магмы в связи с современными геофизическими данными о строении Земли. Следует напомнить о некоторых положениях, высказанных Н. П. Херасковым (1958) о роли тектоники в изучении закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре; интересны представления Ю. М. Шейнманна (1960) об эволюции магматизма складчатых поясов и о связи щелочных магматических формаций с различными структурными элементами. В работе Г. Д. Ажгирея (1956) по структурной геологии с достаточной полнотой отражена связь морфологии магматических тел с различными структурными геологическими элементами.

Основные вопросы тектоники освещены также в докладах советских ученых на XXI сессии Международного геологического конгресса (1960; проблема 18). Весьма примечательно, что на Втором всесоюзном тектоническом совещании, происходившем в г. Москве 1—6 февраля 1963 г., заметная часть докладов относилась к разделу связи магматизма и закономерностей размещения рудных месторождений с тектоникой (см. «Тезисы докладов совещания...», 1962).

К сожалению, во многих случаях, в том числе и в перечисленных выше работах тектонистов, иногда имеют место противоречивые суждения о существе геологических явлений и, как правило, применяется собственная терминология, полностью или частично (что хуже) перекрывающая терминологию, применяемую другими авторами. Это иногда делает использование тектонических работ для металлогенических целей крайне затруднительным.

Металлогеническое значение магматических комплексов изучается многими петрографами. По существу в настоящее время большая часть петрографических исследований проводится в целях выявления критериев связи эндогенных месторождений с магматизмом. Свидетельством

этого являются 1-е и 2-е Всесоюзные петрографические совещания, проходившие в 1953 и 1958 гг., направленные в основном на решение этой сложной проблемы (см. «Магматизм...», 1960).

Большое значение для металлогенических исследований имеют работы последних лет — Ю. А. Кузнецова (1960) об основных закономерностях размещения и классификации магматических формаций; В. С. Коптева-Дворникова (1952, 1961) — об интрузивных комплексах и причинах металлогенической специализации гранитной магмы в условиях малых глубин; группы научных работников ИГЕМ АН СССР (Коптев-Дворников и др., 1960), М. А. Фаворской и др. (1960) — о причинах и критериях генетической связи оруденения с магматизмом; Ф. К. Шипулина (1956), М. Б. и Н. И. Бородаевских (1960) — о малых интрузиях, М. А. Фаворской (1960) и В. Н. Котляра (1960) — о взаимоотношениях эндогенного оруденения с эффузивными формациями, М. Г. Руб (1956) — о петрохимических критериях связи оруденения с интрузиями и многие др. Определенную пользу принесли дискуссии, происходившие в связи с выходом в свет работ Х. М. Абдуллаева (1954; 1957) о генетической связи оруденения с гранитоидными интрузиями (ассимиляционная, металлогеническая специализация магмы), дайках и оруденении. Важной проблеме металлогенической и геохимической специализации магмы посвящен сборник статей, составленный под редакцией В. С. Коптева-Дворникова и М. Г. Руб и изданный в 1963 г.

Методы определения абсолютного возраста магматических пород все шире используются при петрографических исследованиях и решении связанных с ними проблем рудообразования (Афанасьев, 1960).

Объем петрографических исследований в СССР чрезвычайно велик. Все они в той или иной степени касаются сложной проблемы взаимоотношения минерализации с процессами магматизма; она затронута также и в докладах на XXI сессии Международного геологического конгресса (1960; проблемы 13 и 14).

Блестящие геохимические обобщения В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана, развиваемые в настоящее время А. П. Виноградовым, А. А. Сауковым и другими представителями советской геохимической школы, должны учитываться при металлогенических исследованиях.

Большую ценность представляет и практическая, прикладная сторона геохимических исследований, служившая в 1956 г. предметом обсуждения на специальном Всесоюзном совещании по геохимическим методам поисков рудных месторождений (см. «Геохимические поиски...», 1957), отраженная в докладах советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса (1960; проблема 2), в интересной работе И. И. Гинзбурга (1957) и др.

На геохимической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. И. Вернадского, проходившей в г. Москве в марте 1963 г., в ряде докладов были рассмотрены и основные вопросы металлогенической теории: металлогеническая специализация магмы, причины формирования рудных провинций, геохимические критерии связи оруденения с магматизмом («Химия земной коры», 1963).

Переходя в заключение нашего обзора к работам по общей теории рудообразования и изучению рудных формаций, нельзя не отметить и работы последних лет — А. Г. Бетехтина, Ф. И. Вольфсона, А. Н. Заварецкого, Д. С. Коржинского, О. Д. Левицкого, В. А. Николаева, которые были опубликованы в широко известном труде «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях» (1953). Из них для металлогенического большее значение имеют работы А. Г. Бетехтина (1953) о генетической связи гидротермальных образований с интрузиями и Д. С. Коржинского (1953, 1960) о метасоматических процессах, режиме кислотности-щелочности и метасоматической зональности.

Вопрос о рудных формациях и парагенетических ассоциациях минералов, очень важный для металлогенических обобщений, в том числе и для классификации рудных районов, освещен в работах А. Г. Бетехтина (1945), П. М. Татаринова и И. Г. Магакьяна (1949), И. Г. Магакьяна (1951), Е. Е. Захарова (1953); следует отметить, что иногда понятие «рудная формация» отождествляется с генетическим типом месторождений (Захаров, 1953; Щерба, 1960), что вряд ли можно признать правильным. Классификация месторождений полезных ископаемых Е. Е. Захарова была подвергнута критике (Щеглов, 1954) ввиду того, что при ее разработке не было достаточно четко использован важный классификационный критерий — связь эндогенных месторождений с определенными комплексами магматических пород. А. Д. Щеглов (1960) подчеркнул необходимость специального сравнительного изучения рудных месторождений при региональных металлогенических исследованиях.

Изучению самого минерального вещества посвящены работы А. Г. Бетехтина, А. Д. Генкина, А. А. Филимоновой и Т. Н. Шадлун (1958) по структурам и текстурам руд, А. Г. Бетехтина (1950) по минералогии, фундаментальный справочник «Минералы», издаваемый под редакцией Ф. В. Чухрова.

Геологические факторы, контролирующие локализацию месторождений полезных ископаемых в земной коре, описаны в работах В. М. Крейтера (1960), В. И. Смирнова (1957) и П. М. Татаринова (1956). Для металлогенических исследований могут быть использованы «Материалы к Всесоюезному совещанию по разработке научных основ поисков скрытых рудных тел» (1958; см. также Шадлун, 1959) и методическое руководство по изучению структур рудных полей и месторождений, составленное Ф. И. Вольфсоном, Л. И. Лукиным и др. («Основные вопросы и методы...», 1960). Генетические проблемы руд освещены в докладах советских геологов на XXI сессии Международного геологического конгресса (1960, проблема 16).

Безусловно, невозможно отметить все работы в различных областях геологических наук, которые могут быть использованы при металлогенических исследованиях; многие из них указаны в списках литературы, помещенных в отдельных работах настоящей серии. Мы не задавались целью также сделать полный обзор работ по региональной или специальной металлогении и рудным месторождениям, например, известных работ А. Г. Бетехтина по платине и марганцу, А. Г. Бетехтина и П. М. Татаринова по хромитам, Г. А. Соколова по хромитам и железу, О. Д. Левицкого по олову и вольфраму, Н. А. Хрущова по молибдену, А. А. Саукова, В. И. Смирнова и В. Э. Пояркова по ртутi, А. А. Амирасланова по полиметаллам, И. И. Малышева по титану, Б. П. Кротова по гипергенным месторождениям железа и бокситов, И. И. Гинзбурга по никеленосной коре выветривания и других; все эти работы представляют несомненный интерес и для металлогении. Но мы сознательно сосредоточили внимание на собственно металлогенических исследованиях, имеющих общее принципиальное или методическое значение, характеризующих основные направления, развивающиеся в металлогении.

Заключение

Из приведенного выше даже неполного исторического обзора металлогенических исследований в нашей стране можно сделать следующие выводы.

Металлогенические исследования получили в последнее время очень большой размах и производятся многочисленными научно-исследовательскими и производственными геологическими организациями по всем трем разделам металлогении — общей, региональной и специаль-

ной. Бурный рост металлогении стал возможным благодаря общему подъему геологического картирования и повышению геологической изученности страны, а также вследствие большого объема ведущихся в стране поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

Успешное развитие металлогении было бы невозможно без достигнутых в последние годы успехов в других ветвях геологических наук, в первую очередь в литологии, тектонике, петрографии, минералогии, геохимии, учении о рудных месторождениях. Наконец, металлогения приобрела всеобщую популярность среди геологов благодаря тому, что она направлена на разрешение одной из важнейших в научном и практическом отношении проблем — проблемы закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых, имеющей большое значение для дальнейшего расширения минерально-сырьевой базы страны. Неслучайно все три всесоюзных совещания по металлогении — Алматинское, Киевское и Бакинское — вынесли решения о необходимости перехода к составлению металлогенических и прогнозных карт при планомерной геологической съемке, вместо составляемых в настоящее время регистрационных карт полезных ископаемых.

Металлогения как особая ветвь учения о рудных месторождениях сформировалась за годы советской власти. Представляется уместным дать краткую характеристику этапов ее становления применительно к намеченным А. Г. Бетехтиным и Ф. И. Вольфсоном (1953) четырем этапам развития учения о рудных месторождениях в Советском Союзе.

На первом этапе (1917—1928 гг.) в связи с началом систематического планового изучения недр страны появлялись только отдельные металлогенические обобщения. Второй этап — предвоенных пятилеток (1929—1940 гг.), — характеризующийся широким развитием геологоразведочных работ, направленных на создание минерально-сырьевой базы страны, являлся вместе с тем и этапом проведения многочисленных металлогенических работ в отдельных регионах страны. При этом устанавливались связи минерализации с теми или иными геологическими факторами, накапливался большой фактический материал, позволявший выявить эмпирические закономерности размещения оруденения в отдельных регионах. На третьем этапе (1941—1945 гг.) в связи с необходимостью обеспечения страны стратегическим минеральным сырьем развивалась специальная металлогения некоторых наиболее важных металлов (олово, вольфрам, молибден, золото и др.).

Последний, четвертый этап — послевоенных пятилеток (с 1946 г.) — знаменует начало создания материальной базы коммунистического общества и является этапом грандиозного размаха геологических исследований, в том числе и металлогенических. Накопленный огромный фактический материал позволил С. С. Смирнову и Ю. А. Билибину выступить с широкими теоретическими обобщениями как по региональной, так и по общей металлогении. После этого металлогения стала оформляться и получила всеобщее признание как самостоятельная ветвь учения о рудных месторождениях. В начале этого этапа были созданы основы металлогенической теории, рассматривающей минерализацию во взаимосвязи с другими геологическими процессами, главным образом для эндогенной минерализации складчатых областей.

В настоящее время в связи с проведением большого объема работ по изучению закономерностей размещения полезных ископаемых, металлогении отдельных регионов и металлов появляются новые и новые данные, позволяющие развивать и дополнять теоретические основы металлогении. Создаются основы металлогении платформ — как их кристаллического фундамента, так и эндогенной и экзогенной металлогении платформенного чехла, — расширяются работы по экзогенной металлогении. Значительно больший интерес к металлогеническим исследованиям стали проявлять ученые, ведущие исследования в других

областях геологии — в литологии, тектонике, петрографии, геохимии; в целом ряде их работ учитываются и задачи, стоящие перед металлогенией.

Нам кажется, правильным охарактеризовать современный период металлогенических исследований как период становления отдельных их направлений, разработки их теоретических основ, создания методики проведения важных в практическом отношении крупномасштабных металлогенических и прогнозных исследований. При этом, как в развитии всякой науки или новой ее ветви, неизбежно появление разных точек зрения, вызывающих дискуссии по принципиальным вопросам, как, например, о стадийности эволюции тектономагматического цикла, об основах классификации рудоносных площадей, о металлогенической терминологии и др.

Наиболее острые дискуссии были посвящены принципам направленного развития подвижных поясов, разработанным Ю. А. Билибиным и металлогенической группой ВСЕГЕИ: к сожалению, отдельные выступления по этому вопросу в 1958—1960 гг. иногда принимали настолько ярко выраженный необъективный, тенденциозный характер, что мы не сочли нужным даже упоминать о них в нашем обзоре. Следует лишь подчеркнуть, что большинство ученых, как это и видно из изложенного выше, считают общую концепцию стадийного развития геосинклинальных зон и возникших из них складчатых областей со специфической металлогенией в основном правильной и стремятся творчески ее развивать и дополнять с учетом особенностей геологического строения отдельных регионов. Некоторая часть геологов отвергает эту концепцию, не выдвигая, впрочем, вместо нее никаких других теоретических представлений, фактически находясь все еще на позициях эмпирических обобщений.

Несомненно, что научные основы металлогенических исследований должны и будут совершенствоваться, особенно в связи с начатым широким геолого-геофизическим изучением глубинного строения земной коры, в частности магмо- и рудоконтролирующего значения глубинных разрывных нарушений, с выявлением научных критерииов поисков скрытого, не выходящего на поверхность оруденения и прогнозирования его на глубину.

Дальнейшее углубление теоретических основ и методики металлогенических исследований, разработка научных основ прогнозирования развития оруденения, опирающихся на достижения всех ветвей геологических наук, является неотложным делом ближайшего будущего.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ МЕТАЛЛОГЕНИИ РУДНЫХ РАЙОНОВ, КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

E. T. Шаталов

1. Определение понятий о рудоносных площадях

Объектом металлогенических исследований являются различные рудоносные площади — металлогенические пояса и провинции, рудные пояса, рудные районы и узлы. Геологические факторы, обуславливающие закономерности локализации минерализации в рудоносных площадях разного порядка, естественно, различны; это и определяет задачи и методику металлогенических исследований, содержание, детальность и методику составления металлогенических и прогнозных карт той или иной рудоносной площади.

Из сказанного вытекает необходимость в общепринятых представлениях о рудоносных площадях. Между тем, как это показано в «Обзоре геологических понятий и терминов...» (1959₂), такие единые представления до сих пор еще не установились. Отсылая интересующихся к этому обзору, приведем здесь некоторые сведения о работах, имеющих наибольшее значение для характеристики категорий рудоносных площадей.

Представления о крупных рудоносных регионах — металлогенических областях и провинциях, металлогенических поясах — можно найти в упоминавшихся выше работах В. А. Обручева и А. Е. Ферсмана.

С. Смирнов подчеркнул также исключительное значение поясового (линейного) развития оруденения и причин, его вызывающих (основные направления зон складчатости, родонаучальный характер металлоносных интрузий определенного возраста, обусловивших специфический состав рудоносных растворов, геологическая структура и литологические особенности). Он установил такие региональные металлогенические единицы, как рудные пояса Забайкалья, Тихоокеанский рудный пояс — огромную зону мезо-кайнозойской складчатости,магматизма и металлогении. Наряду с этим С. С. Смирнов (1944) указывал на необходимость выделения в случае отсутствия поясовых закономерностей «областей» распространения оруденения (например, Приаргунская область полиметаллического оруденения). Он подчеркивал также различие между рудными узлами, группирующимиися около траппных интрузий (в оловянно-вольфрамовом пояссе), и линейными сериями месторождений, образующимися в большей зависимости от текtonических условий, чем от положения металлоносности очага.

Наконец, С. С. Смирнов ввел понятие об оловорудном районе (1941) и четко охарактеризовал его признаки — региональное распространение оловорудных проявлений (фон рассеянного оруденения),

ощутимый процент выхода объектов, имеющих промышленный интерес, и «зараженность» оловом других рудных скоплений.

Ю. А. Билибин (1955) ввел весьма прогрессивное понятие о структурно-металлогенических зонах как определенных геолого-структурных элементах с присущими им особенностями осадконакопления, геологической структуры, магматизма и эндогенной минерализации. Ю. А. Билибин (1947₁) указывал на необходимость выявления в пределах крупных зон локальных закономерностей, характеризующих размещение рудных месторождений относительно интрузивных тел и их зависимость от тектонического строения, определяющего положение рудоподводящих каналов.

Следует также напомнить, что Ю. А. Билибин (1948₁) считал более правильным применять для Тихоокеанского пояса название «Тихоокеанский металлогенический пояс», оставляя за термином «рудный пояс» более локальные значения. Об этом же, рассматривая причины поясовой зональности оруденения, писал и П. Н. Кропоткин (1955).

Группа сотрудников ВСЕГЕИ дала определения металлогенических поясов и провинций, а также структурно-металлогенических зон («Общие принципы...», 1957); в пределах последних могут быть выделены подзоны, рудоносные зоны и рудные узлы.

Д. И. Щербаков (1945) охарактеризовал почти полный комплекс понятий, применяемых при металлогеническом районировании месторождения, рудного поля, рудного узла, рудной зоны или пояса, рудной площади или области, рудной провинции. Д. И. Щербаков правильно отметил, что понятия о рудных полях, узлах, поясах и площадях практически удобны, так как дают первоначальную ориентировку для поисковых работ по отдельным территориям и металлам, а также возможность первоначальных прогнозов.

А. Г. Бетехтин (1939) и В. М. Крейтер (1956) сформулировали определения рудного поля; Ф. И. Вольфсон (1955) предложил несколько иное соподчинение рудоносных площадей. Наиболее крупными единицами он считает региональные рудные пояса, протягивающиеся вдоль огромных складчатых областей (Тихоокеанский, Монголо-Охотский), затем рудные пояса, прослеживающиеся в определенных рудных районах, а в пределах рудных поясов — рудные зоны и поля.

Из обзора литературы по терминологии рудоносных площадей Е. Т. Шаталовым (1959₂) были сделаны следующие основные выводы:

1. Большинство исследователей в своих металлогенических обобщениях выделяют более общие региональные единицы, называемые металлогеническими поясами, провинциями, структурно-металлогеническими зонами, и более локальные — рудные районы, зоны, узлы, поля.

2. Оруденение локализуется на определенных площадях, разделенных безрудными промежутками. При этом имеется определенная соподчиненность рудоносных площадей (подчинение локальных площадей более общим), обычно в указанной перед этим последовательности. Но есть и иные взгляды, по которым, например, понятие «металлогеническая область» шире, чем «провинция» (В. А. Обручев), металлогеническая провинция состоит из рудных полей (А. Г. Бетехтин, В. М. Крейтер), рудный район включает рудные пояса (Ф. И. Вольфсон), металлогеническая область состоит из рудных поясов (Е. А. Радкевич) и т. д.

3. Хотя термины, употребляемые при металлогенических территориальных обобщениях, более или менее установились, необходимой четкости в их применении еще нет.

Так, нет общепринятых терминов, ограничивающих линейные вытянутые рудоносные площади от площадей изометрической или иной формы, хотя важность такого разграничения для прогнозирования подчеркивается многими исследователями (С. С. Смирнов, Д. И. Щербаков, В. М. Крейтер, группа сотрудников ВСЕГЕИ).

В одни и те же термины вкладываются разные понятия: рудный пояс отождествляется с металлогеническим; нет четкого представления о металлогенической провинции, области, рудном районе; определение месторождения иногда включает понятие рудного поля, и т. д. Наоборот, для обозначения одних и тех же понятий применяются различные термины, например, практически тождественны по смыслу понятия «структурно-металлогеническая зона» и «рудный пояс».

Иногда разные понятия, обозначаемые разными терминами, приравниваются, например, металлогеническая провинция и рудный пояс (В. М. Крейтер), рудный пояс и рудная зона (Д. И. Щербаков), рудное поле, рудный узел, рудная группа (В. М. Крейтер). Наконец, некоторые необходимые понятия не являются общепризнанными и отвергаются отдельными авторами, например, понятие «рудный район»— В. М. Крейтером, «рудный узел»—Ф. И. Вольфсоном, хотя наряду с этим употребляются также и геологически не обоснованные и мало-распространенные названия, как «рудный округ», «рудная группа», «полосы», «пучки» и т. п.

В целях упорядочения терминологии металлогенического районирования Е. Т. Шаталов (1959²; «Обзор геологических понятий...», 1963) предложил подразделять рудоносные площади в соответствии с порядком их размеров и характером конфигурации, которые определяются в основном масштабностью, размахом геологических явлений и процессов формирования этих рудоносных площадей. Соподчинение рудоносных площадей по размерам будет определять локализацию оруденения и его интенсивность, возрастающую на площадях меньших размеров.

По размерам рудоносные площади целесообразно подразделять в соответствии со значительностью геологических явлений, обусловивших оруденение, на пять групп: планетарные, весьма крупные, крупные, средние и небольшие.

По форме рудоносные площади следует делить в первую очередь на линейно вытянутые и площади иной формы, без отчетливо выраженной линейности. Такое подразделение удобно и в практическом отношении, так как оно сразу выделяет очень важные линейные закономерности локализации оруденения среди других. Линейные закономерности благодаря ряду наиболее ясно подчеркнутых геологических факторов (определенные направления простирации складок, разрывных нарушений) устанавливаются быстрее и чаще всего бывают наиболее выразительными. Разумеется, слово «линейность» в данном случае не обязательно предполагает «прямолинейность». Общее направление линейно вытянутых площадей может быть и изогнутым, например, при изгибах осей складчатых сооружений.

Для названий рудоносных площадей выбраны наиболее простые термины, широко употребляемые большинством геологов в практике металлогенических исследований: для более крупных площадей применяется прилагательное «металлогенический», для менее крупных—«рудный». Состав оруденения (наиболее типичные и важнейшие металлы) обычно подчеркивается в названии также соответствующим прилагательным (оловорудный, редкометальный и т. п.).

Следуя указанным принципам, можно предложить достаточно простые названия рудоносных площадей (табл. 1).

Среди рудных зон, узлов и полей обособляются отдельные месторождения. Как составные части рудных полей или месторождений иногда выделяют рудные участки; последний термин обычно применяется также при эксплуатации или в географическом смысле. Рудное поле может иметь как вытянутые, так и иные очертания.

Таблица 1 показывает также соподчиненность рудоносных площадей по размерам: названия площадей равнозначного порядка помещены в одной горизонтальной строке; любая из площадей, на-

Таблица 1

Соподчиненность рудоносных площадей

Размер	Линейно вытянутые	Площади иной формы, без отчетливо выраженной линейности
Планетарные	Планетарный металлогенический пояс	
Весьма крупные	Металлогенический пояс	Металлогеническая провинция
Крупные	Металлогеническая зона (рудный пояс)	Металлогеническая область
Средние	Рудная зона	Рудный район
Небольшие		Рудный узел
		Рудное поле

звание которой стоит ниже, чем названия других, может входить в их состав.

Естественно, что каждый из предложенных в таблице терминов имеет определенный геологический, в том числе и подчеркнутый металлогенический смысл, хотя вся терминология в целом не является строго генетической классификацией рудоносных площадей; предложения, касающиеся принципов, на которых может основываться такая классификация, изложены в специальной статье Е. Т. Шаталова (1959₂).

Ниже приводятся определения рудоносных площадей, принятые в настоящей работе. Они сделаны Е. Т. Шаталовым («Обзор геологических понятий...», 1963) на основании работ С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина, А. Г. Бетехтина, Д. И. Щербакова, Ф. И. Вольфсона и В. М. Крейтера и др.

Планетарный металлогенический пояс — часть земной коры, представляющая собой весьма сложную геологическую структуру, которая возникла на месте геосинклинальных поясов¹, имеет планетарное линейное развитие и состоит из разнообразных взаимосвязанных рудоносных структур (металлогенических поясов, провинций и т. д.). Образование планетарного металлогенического пояса является следствием проявления нескольких тектоно-магматических циклов, относящихся к разным орогеническим эпохам (альпийской, тихоокеанской, герцинской и т. п.), в связи с чем в нем может быть выделено несколько металлогенических эпох, каждая из которых характеризуется определенными типами минерализации (комплексами типичных, второстепенных характерных и спорадических металлов).

Металлогенический пояс — часть земной коры, представляющая собой сложную геологическую структуру, которая возникла на месте геосинклинальных областей или систем², имеет региональное линейное развитие и большую протяженность и состоит из разнообразных взаимосвязанных рудоносных структур (металлогенических зон — рудных поясов, областей и т. д.). Металлогенические пояса формируются в основном в течении одного-двух тектоно-магматических циклов (огоренических, металлогенических эпох) или резко проявленных отдельных этапов их и обычно характеризуются преобладанием одного определенного типа минерализации.

Такое определение металлогенических поясов вытекает из представлений С. С. Смирнова (1946₁), Ю. А. Билибина (1948₁), П. Н. Кропоткина (1956); оно близко по смыслу и к формулировке, принятой группой

¹ По В. Е. Хайну и Ю. М. Шейнманну (1960).

² В понимании А. Д. Архангельского (1937) и Н. С. Шатского (1946).

пой сотрудников ВСЕГЕИ («Общие принципы...», 1957), и несколько развивает ее.

Размеры металлогенических поясов огромны: тысячи километров в длину (до 8000—10 000 км, а иногда и более для планетарных поясов), сотни километров в ширину и до 10—15 млн. км² по площади. Примерами планетарных металлогенических поясов могут служить всем известные Тихоокеанский, Средиземноморский, металлогенических поясов — Уральский, Тяньшаньский, Монголо-Охотский пояса.

Металлогеническая провинция — часть земной коры, характеризующаяся сложной геологической структурой, возникшая на месте геосинклинальных областей или систем¹ или образованная в пределах щитов и платформ, имеющая региональное распространение, но без отчетливо выраженного линейного развития. Металлогенические провинции объединяют разнообразные взаимосвязанные рудоносные площади — металлогенические зоны, металлогенические области, рудные районы и т. д. — с преобладанием минерализации определенного типа и формируются также в основном в течение одного-двух тектономагматических циклов (орогенических, металлогенических эпох) или резко проявленных отдельных этапов их.

Металлогенические провинции могут иметь самостоятельное развитие (например, провинции Сибирской платформы и Центрального Казахстана) или являться в какой-то мере обособленными частями металлогенического пояса (провинции Восточного Забайкалья, Северо-Востока СССР — части Тихоокеанского планетарного металлогенического пояса). Металлогенические провинции охватывают площади порядка сотен тысяч — нескольких миллионов квадратных километров.

Металлогеническая зона (рудный пояс) — региональная отчетливо линейная рудоносная геологическая структура, образованная на определенном этапе формирования складчатых поясов и платформ, с преобладающим развитием характерных рудных формаций и типов минеральных месторождений, связанных в своем возникновении с особенностями осадконакопления, тектонического режима и магматизма. Эти особенности обусловливают развитие в зоне одного или нескольких главных и ряда второстепенных металлов, определяющих металлогенический облик зоны.

Металлогенические зоны входят в состав металлогенических поясов и провинций. Оруденение в зонах развивается неравномерно: обычно создаются рудные районы, рудные узлы, зоны и поля со специфической минерализацией, разделенные безрудными или слабоминерализованными площадями.

Это определение металлогенической зоны по существу соответствует определению, данному Ю. А. Билибиным (1955) и группой сотрудников ВСЕГЕИ для структурно-металлогенической зоны. Из последнего составного названия опущено слово «структурно» потому, что, логически рассуждая, его следовало бы ввести в название каждой металлогенической территориальной единицы, поскольку структурные факторы для всех имеют большое значение.

Понятия «металлогеническая зона» и «рудный пояс» в большинстве случаев можно считать практически тождественным (Шаталов, 1959₂); иногда внутри металлогенических зон можно выделить рудные пояса по принципу преобладающего развития того или иного металла или группы их. Рудные пояса, связанные с более поздними разрывными нарушениями, в том числе с зонами глубинных разломов, по отношению к ранее сформированным складчатым структурам различных ярусов

¹ А. И. Семенов (1963) считает, что границы металлогенических провинций большей частью в основном совпадают с границами складчатых областей и систем определенного периода развития, но иногда выходят за их пределы, в «раму» складчатости.

или металлогеническим зонам, могут быть секущими (Твалчрелидзе, 1958₂; Щерба, 1960).

Металлогенические зоны (рудные пояса) имеют сотни километров в длину (до 1000—1500 км) и десятки или несколько сотен километров в ширину. Прекрасными примерами металлогенических зон (рудных поясов) служат все известные платиноносные, хромитовые и колчеданные металлогенические зоны Урала, Кураминская металлогеническая зона Средней Азии (цветные и редкие металлы), рудные пояса Рудного Алтая, олово-вольфрамовый и молибденово-золотой пояса Восточного Забайкалья, Яно-Колымская, Чукотская металлогенические зоны Северо-Востока СССР и др.

Металлогеническая область — рудоносная площадь, аналогичная по значению металлогенической зоне, но не имеющая отчетливо выраженной протяженности. На желательность выделения металлогенических единиц такого значения указывали С. С. Смирнов (1944), Д. И. Щербаков (1945) и В. М. Крейтер (1956).

Металлогенические области охватывают площади порядка десятков тысяч или реже нескольких сотен тысяч квадратных километров. Примером их может служить Приаргунская металлогеническая область свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья.

Рудный район — ограниченная по площади рудоносная территория, представляющая собой часть более крупной металлогенической единицы (провинции, области, зоны) и характеризующаяся вследствие этого общностью геологических условий и развитием, как правило, рудных формаций или типов месторождений одного (ведущего) или нескольких металлов. Эти месторождения могут быть близки по возрасту и относиться к взаимосвязанной группе формации или представлять разновозрастную минерализацию; они развиты на фоне распространения небольших и средних рудопроявлений и (или) широко рассеянного оруденения.

Рудные районы обычно разделяются между собой безрудной или слабоминерализованной территорией, вследствие чего они обособляются также в географическом и промышленно-экономическом отношениях. В пределах рудных районов месторождения часто группируются в рудные зоны, узлы или рудные поля.

Приведенное определение по существу отвечает понятию о рудном районе, установленному С. С. Смирновым (1941).

Рудные районы представляют собой рудоносные территории длиной и шириной в несколько десятков километров (до 150—200 км); площади их обычно охватывают тысячи квадратных километров, иногда — несколько десятков тысяч квадратных километров. Примерами рудных районов являются Нижне-Тагильский район Урала, Южно-Карамазарский (свинец, цинк), Могол-Тауский (вольфрам) и другие районы Кураминской металлогенической зоны Средней Азии, Змеиногорский, Зыряновский районы полиметаллического пояса Рудного Алтая, Нерчинско-Заводский (свинец, цинк) район Восточного Забайкалья, Кавалеровский олово-вольфрамовый район Приморья, Западно-Полоусенский олово-вольфрамовый район на Северо-Востоке СССР и др.

Рудная зона — отчетливо выраженная в пределах металлогенической зоны, области или рудного района, иногда строго очерченная, линейно вытянутая рудоносная площадь с месторождениями металлов определенных рудных формаций и типов, обычно приуроченных к разрывным нарушениям, складчатым структурам с благоприятным составом пород, сериям даек или цепочкам небольших интрузивных тел и т. п. Рудные зоны четко выделяются на фоне общей рассеянной минерализации или безрудных площадей резкой линейностью развития и локализацией в относительно узкой полосе рудных полей и месторождений, несущих промышленное оруденение. Рудная зона может состоять

также из нескольких расположенных в одном направлении рудных узлов.

Близкое по смыслу определение рудных зон дают Д. И. Щербаков (1945), Ф. И. Вольфсон (1955) и др.

Рудные зоны имеют значительно меньшие размеры, чем металлогенические зоны (рудные пояса): длина их большей частью составляет несколько десятков километров (обычно до 40—50 км); ширина — километры, а часто даже сотни метров; площади их вследствие резко выраженной линейности относительно небольшие: порядка нескольких сотен квадратных километров, до 1500—2500 км². Прекрасными примерами рудных зон являются Иртышская рудная зона (свинец, цинк) Рудного Алтая, Нельгехе-Дербекинская оловорудная зона Яно-Адычанского района.

Термин «рудная зона» применяется рудничными геологами и для небольших рудоносных (обычно непрерывных) структур, находящихся в пределах рудных полей. Минерализованным зонам такого порядка лучше давать названия, учитывая их происхождение или морфологию, например «минерализованная зона дробления», «оруденелая зона сброса» и т. п.

Рудный узел — рудоносная площадь относительно изометрических или неправильных очертаний, включающая генетически связанные между собой рудные поля или отдельные месторождения, как правило, определенных рудных формаций и типов. Проявления оруденения обычно группируются около единого металлоносного центра — интрузива или ряда сателлитов интрузивного тела — или приурочены к четко проявленным особенностям тектонического строения. К таким особенностям относится пересечение или примыкание разрывных нарушений, нередко различного относительного возраста, пересечение складок пород благоприятного для оруденения состава с зоной разрывных нарушений.

Рудные узлы также являются частями более крупных металлогенических единиц и отчетливо выделяются на фоне слабой минерализации или безрудных площадей.

Предлагаемое определение согласуется с понятием, данным Д. И. Щербаковым (1945), и отвечает представлениям С. С. Смирнова (1944).

Размеры рудных узлов (длина и ширина) — обычно несколько десятков километров, площади — от нескольких сотен до 1000—1500 км². Рудные узлы отличаются от рудных районов значительно меньшими размерами, резко выраженной групповой локализацией оруденения и большей его интенсивностью. Рудные узлы не могут быть приравнены к рудным полям (Великий, 1961) как из-за величины своей площади, так и из-за недостаточной сближенности месторождений, которая характерна для рудных полей. К числу рудных узлов относятся — Лениногорский, Нижне-Бухтарминский узлы полиметаллического пояса Рудного Алтая, Благодатско-Зерентуйский в Нерчинско-Заводском районе Забайкалья, Хрустальнинский в Кавалеровском районе Приморья, Егорлынский, Омсукчанский и Джагынкий в Балыгычано-Сугойской рудной зоне Северо-Востока и многие др.

Рудное поле — сравнительно небольшая рудоносная площадь с одновозрастными или близкими по возрасту генетически связанными между собой сближенными рудными месторождениями и рудными телами, приуроченными к локальным тектоническим элементам, к участкам с благоприятными для оруденения вмещающими породами или генетически связанными с какими-либо телами изверженных пород, вскрытых на поверхности или залегающих вблизи нее.

Рудные поля являются частями рудных районов, зон или узлов и отделяются друг от друга безрудными или слабоминерализованными

промежутками. Площади рудных полей колеблются от нескольких квадратных километров до 10—20 км², реже — до десятков квадратных километров.

Такое определение рудного поля в основном вытекает из представлений А. Г. Бетехтина (1939), В. М. Крейтера (1956) и Ф. И. Вольфсона (1955).

Из приведенных определений видно, что рудоносные площади по геологическому строению и минерализации весьма разнообразны. Проявления процессов осадконакопления, тектоники, магматизма, минерализации по мере перехода к более локальным рудоносным площадям последовательно меняются. Для удобства сопоставления общие факторы и критерии, характеризующие эти процессы для различных категорий рудоносных площадей, приведены в табл. 2.

Металлогенения исследует также закономерности процессов минерализации во времени. Термины, характеризующие геологические промежутки времени, в течение которых происходили процессы минерализации до сих пор не установлены. В настоящей работе приняты следующие названия для периодов времени процессов минерализации (от более длительных к кратковременным): металлогеническая эпоха, этап эндогенного оруденения металлогенической эпохи, фаза рудообразования, этап минерализации, стадия, субстадия минерализации. Определения этих понятий даны ниже в соответствующих разделах работы.

2. Основные задачи металлогенических исследований рудных районов

Результаты интенсивного геологического изучения территории Советского Союза, большого объема производимых на ней геологических съемок, поисков, разведок и научных исследований систематически обобщались, в том числе и в виде научных и методических работ по закономерностям размещения рудных месторождений. Эти обобщения успешно развивались в двух встречных направлениях; с одной стороны, создавались теоретические основы регионального металлогенического анализа, которые устанавливали более широкие закономерности на основании общих геологических предпосылок, например, путем выявления исторической эволюции развития складчатых областей и платформ и особенностей их металлогенеза, возникающих на отдельных этапах этой эволюции в определенных тектонических условиях (например, работы Ю. А. Билибина — ВСЕГЕИ и др.), а с другой — детально изучались непосредственно сами месторождения и структуры вмещающих их рудных полей (например, работы В. М. Крейтера, А. В. Пэка, Ф. И. Вольфсона, Л. И. Лукина и др.).

Развитие этих двух направлений было совершенно правомерным. Оно отвечало, во-первых, общим задачам геологического изучения страны, покрытия всей ее обширной территории мелкомасштабными (1 : 1 000 000—1 : 500 000) геологическими съемками¹ и наиболее важных в отношении полезных ископаемых регионов съемками средних масштабов (1 : 200 000—1 : 100 000), а во-вторых, — задачам создания и укрепления минерально-сырьевой базы страны путем проведения поисково-разведочных работ на обнаруженных месторождениях и рудообращениях. Металлогенические исследования, по детальности промежуточные между этими двумя отчетливо наметившимися направлениями, производились лишь в единичных случаях и в должном объеме не развивались.

¹ Об отнесении геологических и металлогенических карт к различным группам по масштабам см. ниже.

Таблица 2

Общие факторы и критерии, характеризующие рудоносные площади разного порядка

Категория площадей	Осадконакопление	Тектоника		Магматизм	Минерализация
		Площади линейно вытянутые	Площади иной формы, без отчетливо выраженной линейности		
Планетарные металлогенические пояса		<p>1. Сочетание складчатых областей и складчатых систем различных тектономагматических циклов (геосинклинальные пояса)</p> <p>2. Планетарные тектонические зоны мощных движений литосферы, фиксируемые глубокофокусными землетрясениями (Заварицкий, 1946); сверхглубинные и региональные глубинные разломы или их системы</p>		Ряды петрографических формаций разных тектономагматических циклов, общая их петрохимическая характеристика	Комплекс металлов (тип минерализации), характеризующих металлогеническую специализацию рядов петрографических формаций для разных тектономагматических циклов (металлогенических эпох): а) главных; б) второстепенных характерных; в) спорадических
Весьма крупные: металло-генетические пояса и металлогенические провинции		<p><i>Металлогенические пояса</i></p> <p>1. Протяженные складчатые области и складчатые системы; общая характеристика структурных ярусов (нижних, средних и верхних), отвечающих этапам развития подвижных поясов тектономагматического цикла</p> <p>2. Краевые швы на границах областей с разной историей геологического развития и сопряженные с ними внутриблоковые глубинные разломы</p> <p>3. Пояса географических аномалий, в том числе отражающие повышенные градиенты мощностей земной коры</p>	<p><i>Металлогенические провинции</i></p> <p>1. Обособленные части складчатых областей и складчатых систем (например, вследствие блоковой тектоники, региональных поперечных взаимодействий и погружений складчатых сооружений, ограничения их более молодыми разрывными нарушениями с блоковым опусканием и т. д.); общая характеристика структурных ярусов</p> <p>2. Платформы:</p> <p>а) кристаллический фундамент платформы, рассматриваемый как целостный комплекс слагающих его щитов</p>	Петрографические формационные ряды одного-двух тектономагматических циклов или определенных этапов их развития	<p>1. Комплекс металлов (тип минерализации), характеризующих металлогеническую специализацию петрографических формационных рядов одного-двух тектономагматических циклов (металлогенических эпох) или резко проявленных их этапов (этапов эндогенного оруденения): а) главных; б) второстепенных характерных; в) спорадических</p> <p>2. Наличие определенных рудных формаций и</p>

Формации и толщи, соответствующие стадиям основного осадочного ритма (структурно-формационный комплекс)	<p><i>Металлогенические зоны (рудные пояса)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Синклинальные зоны и синклиниории, антиклинальные зоны и антиклиниории как послекембрийских складчатых областей, так и кристаллического фундамента; краевые и внутренние прогибы платформ Структурные ярусы, основные различия нижних (иногда древние геоантиклинальные поднятия), средних и верхних ярусов. Связь формирования структурных ярусов и проявлений магматизма с отдельными орогеническими fazами тектономагматического цикла Структурные швы, разделяющие мегантиклиниории, антиклиниории, мегасинклиниории, синклиниории и сопряженные с ними внутриблочные глубинные нарушения Линейное размещение и морфология интрузивов и других магматических тел в зависимости от складчатых структур и разрывных нарушений Зоны геофизических аномалий — магнитных, электрических, гравитационных и др. 	<p>и массивов; отдельные крупные кристаллические щиты</p> <p>б) общая характеристика структурных ярусов платформенной стадии развития</p>	<p>генетических типов месторождений</p> <p>3. Зональность рудоносных площадей („зональность регионов“, по С. С. Смирнову, 1937₂)</p>	<p>1. Петрографическая формация</p> <p>2. Приуроченность пород петрографической формации к отдельным орогеническим fazам тектономагматического цикла, отношение их к главной fazе складчатости и времени проявления разрывных нарушений</p> <p>3. Глубинность становления магматических тел</p> <p>4. Металлогеническая специализация пород петрографической формации</p> <p>1. Группа рудных формаций (образующихся в определенную fazу рудообразования), связанных с петрографической формацией, как типичное проявление металлогенической ее специализации</p> <p>2. Генетические типы месторождений</p> <p>3. Зональность рудоносных площадей, иногда зональность рудных формаций по отношению к магматическим телам. Общая характеристика степени эрозионного среза рудоносной площади, определяет особенности металлогенеза, наблюдаемые в настоящее время</p> <p>4. Общие данные о глубинности образования месторождений</p>

Продолжение таблицы 2

Категория площадей	Осадконакопление	Тектоника		Магматизм	Минерализация
		Площади линейно вытянутые	Площади иной формы, без отчетливо выраженной линейности		
Средние: рудные районы, рудные зоны и рудные узлы	Пачки слоев и пластов определенного состава и происхождения (группы генетически связанных фаций)	<p><i>Рудные зоны</i></p> <p>1. Зоны разрывных нарушений в верхнем структурном ярусе, поперечные и секущие швы, часто в связи со скрытыми разломами фундамента, фиксируемые обычно на всем протяжении в виде сбросов, сдвигов, зон рассланцевания, мелкой трещиноватости, наличием малых интрузивов и даек, зон гидротермально измененных пород, ореолов рассеянной минерализации и т. п.</p> <p>2. Линейно вытянутые, иногда строго очерченные антиклинальные и синклинальные складки или их системы с благоприятным составом пород; зоны фациальных замещений</p> <p>3. Четкое линейное размещение и морфология магматических тел в зависимости от складчатых структур и разрывных нарушений</p>	<p><i>Рудные районы</i></p> <p>1. Обособленные части металлогенических зон или областей, разделенные поперечными перекимами вследствие вздымания или погружения осей складчатых сооружений</p> <p>2. Поперечные и другие блоки, части металлогенических зон или областей, ограниченные скрытыми разломами фундамента или другими разрывными нарушениями</p> <p><i>Рудные узлы</i></p> <p>1. Участки пересечений в верхнем структурном ярусе разрывных нарушений (в том числе и скрытых глубинных разломов) между собой и с системами складок пород благоприятного для оруденения состава; участки примыкания систем разрывных нарушений</p> <p>2. Поперечные перегибы, флексураобразные изгибы различных систем складок</p> <p>3. Морфология отдельных крупных интрузивных и других магматических тел, сочетания их групп в зависимости от указанных особенностей тектоники</p>	<p>1. Петрографическая формация, отдельные разновидности составляющих ее пород</p> <p>2. Стадии внедрения отдельных магматических тел или их частей (для сложных интрузивов); глубинность их становления</p> <p>3. Детальная характеристика металлогенической и геохимической специализации пород формации</p>	<p>1. Преобладающие рудные формации, иногда минеральные ассоциации, связанные с отдельными разновидностями пород петрографической формации, показывающие их металлогеническую специализацию и соответствующие им этапы минерализации</p> <p>2. Генетические типы месторождений</p> <p>3. Зональность рудных формаций по отношению к магматическим телам («зональность рудного узла», по С. С. Смирнову, 1937₂). Зоны, ореолы и участки гидротермально измененных пород и участков рассеянной минерализации. Эрозионный срез, определяющий степень сохранности месторождений, рудной зоны или узла</p> <p>4. Глубинность образования месторождений, возможный диапазон развития оруденения по вертикали</p>

Литологические особенности состава пачек пластов, химические и физико-химические свойства пород

Морфология антиклинальных и синклинальных складок (или их систем) и локальных разрывных нарушений, амплитуды сбросовых и сдвиговых перемещений; части складок (крылья, замки)

Рудное поле

Отдельные разновидности пород, их детальная петрографическая и геохимическая характеристики

1. Преобладающая рудная формация, отражающая общие геологические условия образования месторождений
2. Генетический тип месторождений, детальные данные, показывающие:
 - а) физико-химическое существование процесса рудообразования;
 - б) температуру главной стадии отложения руд;
 - в) глубину образования месторождений
3. Минеральные ассоциации и парагенетические соотношения минералов, стадии их отложения
4. Зональность месторождений (С. С. Смирнов, 1937₂) и минеральные ассоциации в рудных телах. Окорорудные изменения и ореолы первичной рассеянной минерализации в пределах рудного поля. Степень эрозионного среза. Обобщение данных о возможном распространении рудных тел на глубину, наличие невскрытых на поверхности рудных тел

Завершение мелкомасштабных геологических съемок и общее повышение геологической изученности страны, а также необходимость обеспечения широкого фронта поисково-разведочных работ обусловили резкое увеличение за последнее десятилетие объема крупномасштабных ($1:50\,000$ — $1:25\,000$) и детальных ($1:10\,000$ и крупнее) геологических съемок. В связи с этим назрела необходимость и в более детальных металлогенических исследованиях, которые выявляли бы закономерности формирования и размещения рудных месторождений в пределах рудных районов, зон и узлов, т. е. на рудоносных площадях, изученных при геологических съемках крупных и отчасти средних масштабов. Поэтому еще в 1954 г. при разработке программы исследований по проблеме «Закономерности размещения главнейших полезных ископаемых» были определены три важнейших вида прогнозов в зависимости от детальности получаемых в конечном итоге металлогенических и прогнозных карт.

1. Региональные прогнозы, которые делаются на основании изучения металлогении провинций и поясов завершаются выявлением потенциальных рудоносных площадей, отвечающих по значению рудным районам, для их дальнейшего более детального изучения.

Эти исследования производятся обычно на основе геологических карт масштаба не крупнее $1:500\,000$, что определяет и масштаб составляемых металлогенических карт.

2. Металлогенические исследования и прогнозы «средних и крупных масштабов»¹ или металлогеническое изучение рудных районов для определения среди них вероятного расположения рудных узлов и полей, а иногда и отдельных месторождений на основе геологических съемок главным образом масштабов $1:50\,000$ — $1:25\,000$, в меньшей степени $1:200\,000$ — $1:100\,000$.

3. Прогнозы, определяющие перспективы выявленных рудных полей и месторождений как по площади, так и на глубину на основе детального картирования ($1:10\,000$ и крупнее) и специального их изучения при разведке.

Разработанные во ВСЕГЕИ общие принципы металлогенического анализа и методика составления карт (см. «Общие принципы...», 1957) относятся преимущественно к обзорным мелкомасштабным ($1:2\,500\,000$ — $1:500\,000$) и лишь отчасти к среднемасштабным ($1:200\,000$) картам. Масштаб $1:200\,000$ является по существу предельным для методики регионального металлогенического анализа, разработанной во ВСЕГЕИ. Таким образом, эта методика может быть успешно использована лишь для выделения металлогенических поясов, провинций, металлогенических зон и прогнозирования перспективных территорий порядка рудных районов, которые выделяются и при пла-номерной геологической съемке масштаба $1:200\,000$.

Но наиболее важными для непосредственного обнаружения рудо-проявлений и месторождений полезных ископаемых являются крупномасштабные геологические съемки масштабов $1:50\,000$ и $1:25\,000$. Обычно они сопровождаются определенным объемом поисковых работ, после которых даются рекомендации уже для постановки поисково-разведочных и разведочных работ на строго ограниченной небольшой пло-щади, измеряемой квадратными километрами, или даже на определенных точках. Это вызывает настоятельную необходимость создать для геологической практики научно обоснованную методику металлогенических исследований, которые могли бы совместно с крупномасштабными геологическими съемками, углубляя и как бы дополняя их, оказывать существенную помощь при прогнозировании находления и лока-лизации оруденения.

¹ Названия групп металлогенических и прогнозных карт приведены в соотв-етствии с общепринятыми при государственной геологической съемке (см. стр. 125—135).

Такая методика в какой-то мере неизбежно вырабатывалась при составлении отдельными научно-исследовательскими и производственными геологическими организациями металлогенических карт средних масштабов, обычно не крупнее 1:200 000. Металлогенические исследования и методика составления металлогенических карт средних и крупных масштабов стали развиваться в ИГЕМ АН СССР (Е. А. Радкевич, Е. Т. Шаталов); они получили название «металлогенез рудных районов». Это направление призвано изучать те специфические металлогенические особенности рудных районов, важность которых подчеркивали А. Н. Заварицкий (1922) и С. С. Смирнов (1941).

Отчетливо выраженная тенденция к повышению детальности металлогенических исследований и укрупнению масштабов металлогенических карт, составляемых в настоящее время научными и производственными организациями, вытекает из больших практических задач, стоящих перед геологами. Решение этих задач все чаще будет осуществляться в сложных условиях закрытых районов, а также для поисков не выходящих на поверхность рудных полей и месторождений. С. С. Смирнов неоднократно подчеркивал, что наиболее легко доступные и просто обнаруживаемые месторождения полезных ископаемых уже найдены, и указывал на необходимость создания новых методов их выявления. Совершенно логично, что среди таких методов соответствующее место может занять и металлогеническое изучение рудных районов.

Таким образом, металлогеническим исследованием рудных районов можно назвать комплекс геологических работ, позволяющих выявить закономерности образования и размещения рудных месторождений на территории этих районов или, иначе говоря, определить геологическую позицию месторождений в них. Эти исследования ставятся с целью выявления в пределах изучаемого района по отдельным, внешне не связанным между собой рудопроявлениям и благоприятным геологическим предпосылкам вероятного расположения новых рудных зон, узлов и полей, а иногда и отдельных месторождений, т. е. для прогнозов средних и крупных масштабов. Они также имеют целью усовершенствование научных основ планирования крупномасштабных и детальных геологических съемок поисков и разведок месторождений металлов.

Основные задачи и принципы металлогенического исследования рудных районов неоднократно освещались в печати (Радкевич, 1958, 1959₃; Шаталов 1958, 1959₂; Радкевич и Томсон, 1958; Орлова и Шаталов, 1959). Существо их сводится к следующему.

Металлогенез рудных районов является частью региональной металлогении, имеющей свои специфические, более детальные методы; это обязывает учитывать и преемственно развивать общие принципы регионального металлогенического анализа, применяемые для исследований более обширных, рудоносных площадей — металлогенических провинций, поясов, зон.

Ввиду того что рудные районы являются частями этих региональных рудоносных структур, общие условия их формирования определяются ходом геологических процессов, образовавших эти структуры; совершенно очевидно, что эти условия должны познаваться более общими методами региональной металлогении. Принадлежность рудного района к той или иной металлогенической зоне или области и формирование его в определенные этапы развития этой зоны или области в значительной мере обусловливает специфические особенности типовых групп рудных районов, определяет основы их классификации (Шаталов, 1961).

Но следует учитывать и то обстоятельство, что площади, на которых минерализация проявляется более интенсивно, всегда раз-

делены пустыми, безрудными, иногда значительными промежутками. Как справедливо подчеркнула Е. А. Радкевич (1958), «по мере все более углубленных металлогенических исследований одного понятия о крупных поясах или структурно-металлогенических зонах уже недостаточно. Установлено, что разные участки этих зон или поясов отличаются друг от друга как в геологическом, так и в металлогеническом отношении, что они характеризуются своими особыми закономерностями размещения месторождений, что типы минерализации внутри них могут оказаться различными и что поэтому должны отличаться поисковые критерии и методы. Таким образом, дальнейшее развитие металлогенических исследований заключается уже в детализации общих закономерностей и выяснении не столько общих черт обширных зон первого порядка, сколько в установлении специфических отличий отдельных их частей».

Эти специфические отличия могут быть обусловлены: локальными особенностями тектонической структуры района; составом магматических пород, формой их залегания и глубиной становления; составом пород, вмещающих магматические и рудные тела; характером процесса минерализации (магматическая сегрегация или ликвация, пегматитовый, гидротермальный процессы и др.), обусловившего наличие оруднения той или иной рудной формации. Для эндогенных месторождений они часто определяются металлогенической специализацией магмы в конкретных условиях данного рудного района.

Известно, например, что именно в зависимости от таких «местных», «районных» условий в металлогенических зонах батолитовой гранитной формации могут образовываться пегматитовые олово-вольфрамовые или редкометальные месторождения (бериллий, литий, tantal, ниобий), или магнетит-людвигитовые скарновые, или кварцево-кассiterитовые, а иногда кассiterитово-сульфидные гидротермальные месторождения, относящиеся к совершенно различным рудным формациям; при неблагоприятных условиях минерализация может и отсутствовать. В пределах одного района может быть развито оруденение одной фазы рудообразования, представленное связанными между собой рудными формациями, но известны районы, в которых процессы оруденения проявлялись на разных этапах металлогенической эпохи или даже в различные эпохи; такое неоднократное проявление оруденения иногда называют полициклическим. Указанные особенности в конечном итоге определяют, по Р. М. Константинову, тип рудного района («Обзор геологических понятий...», 1963; Шаталов, 1961¹).

Все эти характерные отличия часто имеют решающее значение для металлогенического облика рудного района, для познания закономерностей размещения в нем оруденения и целей прогнозирования; обычно они важны также для разработки различных методов исследования, учитывающих особенности типов рудных районов. Вследствие этого при металлогенических исследованиях рудных районов особое внимание обращается на выявление различных локальных рудоконтролирующих факторов и на всестороннее изучение всех проявлений минерализации — гораздо более детальное, чем при изучении металлогении крупных регионов.

В значительной мере меняется и существование исследований. Широкий региональный аспект при металлогенических исследованиях рудных районов нужен только для обоснования геологической позиции самих рудных районов в пределах более крупных рудоносных площадей. Главную роль играет детальное изучение рудоконтролирующих геоло-

¹ Этот вопрос рассматривается также Р. М. Константиновым и Е. Т. Шаталовым в книге Р. М. Константинова и др. «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», подготавливаемой к печати.

гических факторов, всех проявлений послемагматических процессов и минерализации; оно позволяет установить детали закономерностей локализации оруденения в пределах самого района. Принципиальная разница в существе мелкомасштабных металлогенических исследований и металлогении рудных районов резко отражается на характере составляемых при этих двух видах работ металлогенических и прогнозных карт.

Мелкомасштабные металлогенические карты обычно составляются на *специализированной тектонической основе*, в той или иной мере отражающей тектоническое районирование, структурно-фациальные (структурно-формационные) зоны или структурно-формационные комплексы, проявления магматической деятельности в связи с историческим развитием по этапам тектономагматического цикла, размещение отдельных наиболее типичных месторождений. Все эти данные позволяют произвести металлогеническое районирование с выделением, как правило, лишь металлогенических зон и областей; возможное распространение таких зон и составляет, в сущности, весь элемент прогноза.

Собственно металлогенические карты рудных районов составляются на *специализированной геологической основе*, подчеркивающей необходимые рудоконтролирующие факторы, имеют исчерпывающую «рудную нагрузку» и допускают выделение и прогнозирование рудносных площадей вплоть до рудных полей на специальной карте прогнозов. По содержанию эти карты приближаются к геологическим, отличаясь от них целеустремленным, более детальным нанесением тех данных, которые важны для понимания геологической позиции оруденения в конкретных условиях рудного района и, наоборот, обобщением тех признаков, которые в этих условиях несущественны.

Металлогенические исследования рудных районов должны вестись параллельно с другими геологическими исследованиями и поисками (или на их основе) и входить в общий комплекс геологического изучения страны; они очень близки к крупномасштабным съемкам, дополненным специальными тематическими исследованиями. Неслучайными поэтому являются настойчивые пожелания геологов, выраженные в решениях Алма-Атинского, Киевского и Бакинского совещаний, о переходе на составление металлогенических и прогнозных карт при планомерной геологической съемке масштабов 1 : 200 000—1 : 25 000.

С другой стороны, металлогения рудных районов тесно связана с изучением рудных полей и месторождений, при котором в ряде случаев также составляются прогнозные карты. Вместе с тем она отличается от изучения рудных полей более широким, региональным аспектом исследований для определения общего геологического положения района, а также тщательным исследованием всех особенностей локализации оруденения на площади рудного района в целом. Это позволяет изучать все проявления минерализации (послемагматические изменения вмещающих пород, рудопроявления и месторождения) в их возможной связи с магматическими породами, выявлять зональность оруденения (чаще горизонтальную, чем вертикальную, устанавливаемую при детальном изучении минерализации на разведываемых месторождениях). При изучении относительно небольшой площади рудного поля эта важнейшая сторона металлогенических исследований обычно не затрагивается.

Одним из основных отличий металлогенических исследований рудных районов от более детальных (на известных рудных полях) является изучение и установление потенциально возможных новых участков локализации оруденения, иногда скрытых, не выходящих на поверхность, часто по косвенным признакам — по морфологии магматических тел, ореолам рассеянной первичной минерализации, благоприятным структурным особенностям, наличию экранирующих горизонтов и т. д.

В связи с изложенным выше уместно дать некоторые разъяснения относительно встречающихся иногда неправильных представлений о задачах металлогении рудных районов. Так, Ю. С. Шихин (1959) делит металлогенические исследования на региональные, объектами которых являются наиболее обширные рудоносные площади вплоть до крупных рудных районов, и детальные, изучающие рудные поля, месторождения и даже отдельные рудные тела. Задачей детальных металлогенических исследований (к которым он относит и металлогению рудных районов) Ю. С. Шихин считает конкретное прогнозирование месторождений и рудных тел для рационального направления геологоразведочных работ вплоть до указывания мест заложения отдельных выработок. Таким образом, Ю. С. Шихин приписывает металлогении рудных районов задачи изучения рудных полей и месторождений, что и обуславливает ряд сделанных им неправильных выводов о соотношении методов регионального металлогенического анализа и «детального прогнозирования» при металлогеническом изучении рудных районов. Последнее и является тем самым «промежуточным» видом исследований между широкими региональными и детальными исследованиями на рудных полях, о котором лишь вскользь упомянул Ю. С. Шихин.

Иногда противоречиво характеризует задачи металлогении рудных районов и Е. А. Радкевич. В одной из своих работ (1957, стр. 134) она указывает, что «задачей металлогенического картирования этого типа (металлогении рудных районов — Е. Ш.) является не столько выявление рудных поясов и зон, сколько выделение в этих поясах и зонах рудных районов, определение закономерностей локализации рудных узлов и отдельных месторождений», а в другой (1959₃, стр. 111), говоря о принципах металлогенических исследований рудных районов, предложенных Е. Т. Шаталовым, утверждает, что «карты крупного масштаба служат для выявления новых рудных месторождений, рудных участков и отдельных рудных тел, для прогнозирования продолжения оруденения на глубину и выявления общих закономерностей развития оруденения в зависимости от развития рудоконтролирующих структур».

Приведенные выше разъяснения однозначно определяют границы металлогении рудных районов: это среднемасштабные (1 : 200 000—1 : 100 000) и крупномасштабные (1 : 50 000—1 : 25 000) металлогенические исследования, результатом которых являются рекомендации по постановке крупномасштабных (1 : 50 000—1 : 25 000) или детальных (1 : 10 000 и крупнее) геологосъемочных работ на новых и перспективных участках, а также рекомендации по проведению поисково-опробовательских или разведочных работ на известных, но недостаточно изученных месторождениях.

Геологическое изучение рудных полей с составлением детальных карт, на которых в ряде случаев отражаются и элементы прогноза, к металлогеническим исследованиям не относятся (подробнее об этом будет сказано ниже).

В соответствии с указанными задачами металлогения рудных районов имеет свои особенности методов исследований и составления металлогенических и прогнозных карт. В отличие от метода регионального металлогенического анализа, основанного на изучении особенностей развития металлогении обширных рудоносных регионов, она построена на детальном анализе геологических факторов, обуславливающих наличие оруденения. Этот метод может быть назван методом металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов.

Но эти два метода в металлогении рудных районов не исключают, а взаимно дополняют друг друга, так как основные положения регионального металлогенического анализа сохраняются при составлении обзорных металлогенических карт для рудных районов, а сама методика анализа рудоконтролирующих факторов также исходит из теоре-

тических представлений С. С. Смирнова и Ю. А. Билибина в области региональной и общей металлогенеза, преемственно их развивая и детализируя¹.

3. О значении рудоконтролирующих факторов и критериях

Ю. А. Билибин (1947₁) объединил все металлогенические факторы, управляющие распределением во времени и пространстве магматогенных рудных месторождений, в три крупные группы: факторы тектономагматические, структурно-литологические и глубины эрозионного среза. Сочетание этих трех групп факторов и определяет металлогенический облик рудоносной площади.

К факторам тектономагматическим Ю. А. Билибин относил богатство родонаучальной магмы металлами, способность магмы выделять рудные эманации, тектоническую обстановку, определяющую ход магматических процессов, и др. — т. е. все общие условия, которые влияют на распределение магматических проявлений и минерализации как во времени, так и в пространстве. Факторы структурно-литологические в зависимости от конкретных условий кристаллизации магмы влияют, по Ю. А. Билибину, на распределение оруденения только в пространстве, определяя морфологию, пространственное размещение рудных тел, степень концентрации в них металла, характер распределения металлов в рудных тела, т. е. влияют на процесс возникновения из рудных эманаций тех или иных месторождений. Наконец, фактор глубины эрозионного среза сам по себе не является рудообразующим и лишь определяет, какие члены данного рудного комплекса выведены на поверхность, какие еще находятся на глубине и какие уже уничтожены эрозией.

Нетрудно заметить неравное значение этих трех групп металлогенических факторов. Тектономагматические факторы определяют главным образом общую эволюцию магматизма и металлогенеза изучаемого района в ходе тектономагматического цикла, а также металлогенические особенности интрузивных комплексов в зависимости от тектонической обстановки их формирования. При детальном металлогеническом изучении конкретных рудных районов удобнее выделять магматические и структурные факторы, которые будут иметь уже рудоконтролирующее значение.

Структурно-литологические факторы, в понимании Ю. А. Билибина, полностью отвечают представлениям о рудоконтролирующих факторах, определяющих относительно детальные особенности локализации оруденения, в том числе и в пределах рудных районов; их также удобнее подразделять на литологические и структурные, хотя они часто бывают взаимосвязанными. Но содержание,ложенное Ю. А. Билибиным в указанное понятие, не охватывает более общих факторов, обуславливающих особенности процессов осадконакопления в зависимости от тектонических условий, которые имеют большое значение для хода тектономагматического цикла; такие более общие факторы могут быть названы структурно-фациальными.

К структурно-фациальным факторам относятся причины, обуславливающие возникновение и закономерные изменения рядов осадочных и осадочно-вулканогенных формаций в геосинклинальных прогибах и геосинклинальных поднятиях, краевых и внутренних прогибах, которые

¹ Для краткости, говоря о мелкомасштабных региональных металлогенических исследованиях, мы часто употребляем выражения «региональные металлогенические исследования», «методы регионального металлогенического анализа», в отличие от более детальных исследований (средних и крупных масштабов) — «металлогенез рудных районов», «методов металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов», что не является строго выдержаным, так как металлогенез рудных районов составляет часть региональной.

во многом определяют формирование и строение различных структурных ярусов. Эти факторы в первом приближении влияют также на размещение магматических тел, а следовательно, и рудоносных площадей.

Значение металлогенических факторов для выделенных выше категорий рудоносных площадей будет различным. Планетарные металлогенические пояса возникают вследствие мощных движений литосферы, перемещений подкоровых магматических масс, процессов радиоактивного распада и всего комплекса сложных тектономагматических процессов, происходящих в земной коре при формировании геосинклинальных поясов. Факторы, обусловливающие развитие планетарных металлогенических поясов могут быть названы геолого-геофизическими.

Металлогения весьма крупных и крупных рудоносных площадей — металлогенических поясов и провинций, зон и областей — определяется характером развития геосинклинальных областей и систем, отдельных геосинклиналей. Для этих категорий рудоносных площадей можно выделить, до некоторой степени условно, две группы металлогенических факторов — структурно-фациальные и тектономагматические. Структурно-фациальные факторы объединяют процессы осадконакопления и тектоники, которые приводят к образованию формационных рядов осадочных и осадочно-вулканогенных пород в различных фациальных условиях в связи с развитием геологических структур порядка геосинклинальных прогибов и геоантиклинальных поднятий. Тектономагматические факторы охватывают тектонические процессы — складчатость, образование глубинных долгоживущих разрывных нарушений (в понимании А. В. Пейве) — и связь с ними магматической деятельности, пегрохимические особенности исходной магмы и процессы металлогенической специализации образующихся из нее в ходе развития тектономагматического цикла рядов петрографических формаций.

Структурно-фациальные и тектономагматические факторы определяют, таким образом, основные этапы развития платформ, геосинклинальных областей и более дробных их частей, закономерности смены магм (и связанного с ними оруденения) одних петрографических формаций — другими. Эти факторы имеют большое значение для геологической позиции и металлогении рудного района.

Металлогенические факторы, определяющие закономерности размещения и формирования оруденения в самих рудных районах и более локальных рудоносных площадях, названы нами рудоконтролирующими факторами. Среди них можно выделить группы литологических, структурных и магматических факторов, которые контролируют размещение оруденения в зависимости от конкретных геологических условий рудных районов. Таким образом, рудоконтролирующие факторы как бы вытекают из более общих факторов, конкретизируя и детализируя их содержание; в свою очередь они делятся на более дробные, связанные между собой переходами.

Соотношения между группами металлогенических и рудоконтролирующих факторов с группами рудоносных площадей приведены в табл. 3; фактор эрозионного среза сохраняет свое значение в указанном выше смысле.

Связь минерализации с рудоконтролирующими факторами устанавливается на основании различных критериев (признаков), которые мы можем непосредственно наблюдать и изучать; выявление такой связи является одной из основных задач металлогенического изучения рудного района.

Поскольку основное содержание данной работы касается эндогенных месторождений металлов, перед характеристикой рудоконтролирующих факторов целесообразно провести разделение месторождений

Таблица 3

Соотношение групп металлогенических и рудоконтролирующих факторов с группами рудоносных площадей

Группы рудоносных площадей	Металлогенические факторы	Рудоконтролирующие факторы	Морфологический фактор
Планетарные	Геолого-геофизические	—	
Весьма крупные и крупные	Структурно-фацальные, тектономагматические	—	
Средние и небольшие	—	Геологические: литолого-стратиграфические литологические структурно-литологические структурные структурно-магматические магматические	Фактор эрозионного среза ¹

¹ Не является рудообразующим

на группы в зависимости от их связи с магматизмом. На основании взглядов С. С. Смирнова, А. Г. Бетехтина (1953); Ф. И. Вольфсона (1953); О. Д. Левицкого и Г. А. Соколова можно установить следующие четыре группы эндогенных месторождений, выделяемых по степени достоверности их связи с магматическими породами.

Первая группа — месторождения, для которых прямая генетическая связь с отдельными магматическими телами несомненна; сюда относятся собственно магматические месторождения (хромитов, платины, титаномагнетитов и др.), а также пегматиты.

Вторая группа — месторождения, для которых генетическая связь с интрузивными комплексами, а часто и с отдельными магматическими телами представляется несомненной, но в каждом отдельном случае должна быть доказана. Эта группа охватывает контактово-метасоматические месторождения железа, бора, вольфрама, многие контактово-метасоматические месторождения свинца и цинка, а также часть гидротермальных месторождений (главным образом, гипотермальных, в том числе и рудоносные грейзены): очень многие месторождения олова, вольфрама, молибдена, золота, меди, вкрашенные медно-сульфидные руды в кислых порфировых породах и т. д. В ряде случаев для этих месторождений может быть установлена лишь парагенетическая связь с магматическими породами.

Третья группа — месторождения, связь которых с определенными магматическими образованиями неясна. Данная группа включает часть гидротермальных образований, главным образом мезотермальных и эпимеральных; к ней относится подавляющее большинство свинцово-цинковых месторождений, многие медные, золоторудные, ртутные, сурьмяные и другие месторождения.

Проведенные специальные исследования могут установить лишь парагенетическую, значительно реже генетическую связь оруденения с интрузивными, субвуликаническими или другими комплексами или их дериватами; связь оруденения с отдельными магматическими телами доказывается очень редко.

Четвертая группа — месторождения, отнесение которых к категории магматогенных требует доказательств и специальных исследо-

ваний, например, так называемые «телетермальные» месторождения меди, свинца и цинка; к этой группе относятся также некоторые месторождения киновари, реальгар-аурипигментовых руд и др.

Для этой группы месторождений очень редко может быть установлена лишь предполагаемая парагенетическая связь с магматическими породами, и то, конечно, при наличии в районе развития месторождений хотя бы редких выходов этих пород или по каким-либо косвенным признакам (например, по ассоциациям металлов, входящих в состав рудных минералов месторождений).

Значение магматических, структурных и литологических факторов для металлогенического изучения районов, в которых встречаются месторождения перечисленных весьма различных групп, неодинаково. Из самого определения групп вытекает, что роль магматических факторов для установления закономерностей оруденения резко падает от первой к четвертой группе, роль структурных и литологических факторов при этом возрастает.

Литологические факторы — химические и физико-механические свойства пород (состав, пористость, трещиноватость и др.) очень важны для характеристики рудных районов в целом и часто являются одними из ведущих факторов для познания пространственного размещения рудных полей и месторождений, особенно третьей и четвертой групп. В сочетании со структурными литологические факторы (благоприятный состав пород или экранирующая роль их) часто определяют пути движения рудных растворов, локализацию оруденения и форму рудных тел. В ряде случаев литологические особенности вмещающих пород оказывают влияние и на состав магматических пород и постмагматических растворов, обусловливая так называемую ассимиляционную металлогеническую специализацию магмы¹.

Структурные факторы наряду с литологическими имеют чрезвычайно большое значение для выявления закономерностей пространственного размещения оруденения в рудных районах. В отличие от магматических факторов, обуславливающих возникновение первоисточника оруденения, структурные и литологические факторы в очень большой степени влияют на локализацию оруденения и создание повышенных его концентраций. Роль структурных и литологических факторов существенно возрастает при изучении размещения месторождений третьей и четвертой групп, для которых они по существу становятся ведущими, но они важны и для месторождений второй группы.

Складчатые структуры и дизьюнктивные нарушения более мелких порядков, сопряженные со складчатостью и наложенные на нее, имеют исключительное, иногда (вместе с литологическим факторами) решающее значение для непосредственной локализации оруденения и образования рудных полей и месторождений, а следовательно, и для основных целей прогнозов среднего и крупного масштабов.

Ф. И. Вольфсон (1955) наметил несколько главнейших структурно-геологических позиций рудных полей, тяготеющих к благоприятным тектоническим структурам второго и третьего порядков — изгибам (в плане) осей антиклиналей и крупных тектонических нарушений, местам их разветвления, участкам развития трещин, оперяющих главные тектонические нарушения, точкам их пересечения и ряду других; детали залегания многих магматических пород часто зависят от этих же структур. В зависимости от нахождения рудных районов в нижних или верхних структурных ярусах характер структурного контроля оруденения будет видоизменяться.

¹ Более подробно значение литологических факторов рассмотрено А. В. Орловой в книге А. В. Орловой и др. «Литологические и структурные факторы размещения оруденения в рудных районах», подготавливаемой к печати.

И. Н. Томсон придает большое значение скрытым глубинным разрывам, участкам их пересечений, которые проявляются в верхних структурных ярусах зонами повышенной трещиноватости, изгибами, флексурами и поперечными перегибами осей складчатых структур, а часто и закономерным размещением магматических тел, тем самым определяя структурную позицию рудных полей¹.

Магматические факторы играют решающую роль при металлогенических исследованиях рудных районов с месторождениями первой и второй групп; также очень важны, но менее четко выражены они в районах с месторождениями третьей группы.

Для познания закономерностей размещения эндогенных месторождений чрезвычайно большое значение имеет установление генетической или парагенетической связи оруденения с комплексами тех или иных магматических пород, а иногда и с отдельными, конкретными магматическими телами. В наиболее широком смысле связь оруденения с магматизмом выражена в известных положениях С. С. Смирнова о наличии интрузивных (или магматических) комплексов со специализированной рудоносностью и Ю. А. Билибина о связи петрографических формаций и интрузивных комплексов с рудными, для различных этапов развития подвижных поясов, а также о значении тектономагматических факторов для региональной металлогенезии. Эти положения дают только общее представление о металлогенической роли магматизма рудного района.

Ю. А. Билибин всегда обращал внимание на различную рудоносность отдельных членов интрузивного комплекса, неравномерное их проявление в пространстве и в связи с этим различия в характере оруденения. Изучение природы и закономерностей этих различий, установление однозначных критериев связи оруденения с магматизмом в данных условиях является одной из основных задач металлогенических исследований рудных районов.

В работах последних лет — В. С. Коптева-Дворникова, Ю. А. Кузнецова, М. Г. Руб, М. А. Фаворский, Ф. К. Шипулина и др. (см. «Магматизм и связь...», 1960) — приводятся более детальные критерии генетической связи оруденения с магматизмом, петрографическими формациями, образующимися в определенных условиях, выясняются причины металлогенической специализации магматических пород. По данным этих исследователей, изучение интрузивов гранитной формации малых глубин позволяет выделить три большие группы критериев, свидетельствующих о генетической связи оруденения с магматическими породами: структурно-геологические, минералого-петрографические и геохимические.

Среди структурно-геологических критериев наибольшее значение имеют: приуроченность оруденения к геологическим структурам, возникшим в связи с образованием комплексов магматических пород (часто в пределах одного структурного яруса); сравнимые глубины формирования магматических пород и рудных месторождений, указывающие на общность фациальных условий этого формирования, зональное расположение рудных формаций и других гипогенных проявлений оруденения по отношению к магматическим телам или их отдельным морфологическим элементам.

Минералого-петрографические критерии наиболее важны при изучении магматических рудоконтролирующих факторов. К их числу относятся: постоянная ассоциация рудных формаций с магматическими формациями или комплексами определенного состава, а иногда и с от-

¹ Более подробно значение структурных факторов рассмотрено Ф. И. Вольфсоном и Л. И. Лукиним, И. Н. Томсоном в книге А. В. Орловой и др. «Литологические и структурные факторы размещения оруденения в рудных районах», подготавливаемой к печати.

дельными разновидностями входящих в их состав пород; ассоциация оруденения с многофазными, сложными интрузивными комплексами (иногда с субвулканическими разностями) с широким развитием процессов гибридизма или богатыми летучими компонентами; преемственность минерализации конечных стадий собственно магматических процессов, ранних этапов послемагматических процессов и их поздних этапов. При такой преемственности наблюдается закономерная смена в пространстве и времени рудных формаций различных генетических типов с образованием серий взаимных переходов. Сюда относится, например, переход грязенов в породы, слагающие большую часть интрузивного тела; наложение гидротермальной минерализации на зоны скарнов, связанных с определенным интрузивным телом; наличие в послескарновых гидротермальных жилах минералов скарнов, для которых генетическая связь с интрузивом доказана.

Для этой же группы критерии важную роль играет специфика вещественного состава магматических пород с возможным ее проявлением и в рудных образованиях — например, обогащенность рудными минералами (или их присутствие) пород, слагающих магматические тела в этих породах; сходный состав их аксессориев с минеральным составом рудных тел; наличие рассеянной рудной минерализации, например сульфидов, в зонах контактового метаморфизма интрузивного тела, сходной по составу с минеральным составом жил, ассоциирующих с этим интрузивом; сходный характер эндо- и экзоконтактовых изменений магматических тел и метасоматических околоврудных изменений и пр.

К геохимическим критериям относятся, например, геохимическое (в том числе изотопическое) родство собственно интрузивных или жильных пород магматических комплексов и послемагматических образований, геохимическое родство элементов-примесей.

Перечисленные категории установлены главным образом применительно к интрузивным комплексам; многие из них с соответствующими коррективами применимы и к комплексам малых интрузивов и даек, металлогеническая роль которых все отчетливее выявляется работами последних лет, а также для эффузивных комплексов¹.

Минерализация. Металлогенический анализ рудоконтролирующих факторов основывается на изучении связи с ними минерализации во всех ее видах и проявлениях — рудных формациях, рудных месторождениях, рудопроявлениях, околоврудных изменениях вмещающих пород, первичных ореолах рассеянной минерализации, площадях гидротермально измененных пород. Всестороннее изучение критерии минерализации важно не только для установления рудной формации и генетического типа месторождений, но и для выявления таких особенностей минералогического состава оруденения, которые указывают на возможную связь с магматическими породами, глубинность образования оруденения, горизонтальную зональность и ряд других данных, важных для прогнозирования месторождений всех четырех групп.

Рудные формации эндогенных месторождений, связанные с определенными петрографическими формациями, являются типичными проявлениями их металлогенической специализации; они представляют собой группы месторождений с устойчивыми минеральными ассоциациями, образующимися в определенных геологических условиях; это и

¹ Более подробные данные о значении магматических факторов приведены Е. Т. Шаталовым, В. С. Коптевым-Дворниковым, М. Г. Руб, Ф. К. Шипулиным, М. А. Фаворской в книге Е. Т. Шаталова и др. «Критерии связи оруденения с магматизмом применительно к изучению рудных районов», подготавливаемой к печати.

определяет их значение для металлогенических исследований рудных районов.

Для использования этого очень важного критерия необходимо выявить и охарактеризовать все действительно специфические рудные формации в зависимости от геологических условий, определяющих основные типы рудных районов. При этом возможно наличие в рудном районе одной преобладающей или нескольких рудных формаций; последние могут относиться к одной фазе рудообразования или иметь различный возраст. Большое значение имеет сравнительное изучение рудных формаций и месторождений в целях выявления наиболее благоприятных условий их образования¹.

При более детальных работах на отдельных месторождениях и рудных полях, в частности при выяснении вертикальной зональности оруденения и распространения его на глубину, ведется изучение типичных минеральных ассоциаций и особенно парагенетических соотношений минералов (А. Г. Бетехтин и др., 1958).

Закономерности размещения оруденения в ряде случаев подчеркиваются его зональностью: для рудных районов большое значение может иметь зональность как локальных рудоносных площадей с различной минерализацией, так и ореолов первичной рассеянной минерализации и площадей гидротермально измененных пород по отношению к магматическим телам.

Гидротермально измененные породы обычно являются следствием метасоматических процессов; последние, как показали работы Д. С. Коржинского (1953, 1960), имеют весьма существенное значение для познания теории рудообразования — метасоматической зональности, кислотно-щелочной дифференциации гидротермальных растворов, контактово-реакционного метасоматизма при скарнообразовании и различных послемагматических процессах¹.

Эрозионный срез важен для изучения закономерностей размещения рудных месторождений как фактор, определяющий степень сохранности месторождений и влияющий на особенности металлогенеза рудного района, выявляемой и наблюдаемой в настоящее время. Естественно, что определение возможных глубин формирования и распространения оруденения должно производиться на основании литологических, структурных и магматических факторов с критическим учетом данных эрозионного среза.

Перечисленные и кратко охарактеризованные выше рудоконтролирующие факторы и критерии изучаются общими геологическими методами (литология, тектоника, петрография, учения о рудных месторождениях), но с целевой металлогенической направленностью, или постановкой специальных тематических металлогенических работ. Успешное развитие в последнее время методов изучения изотопического состава элементов, геохимии и геофизики заставляет использовать при металлогенических исследованиях достижения и этих ветвей геологических наук.

Изучение изотопов элементов может иметь большое значение для установления генезиса месторождений (например, для месторождений четвертой группы при решении вопроса об их телетермальном генезисе), для выявления генетической связи оруденения с магматическими породами (по сходству изотопического состава некоторых элементов руд и магматических пород, особенно для месторождений третьей группы), для выяснения источника минерализации рудных растворов (магматогенного или из вмещающих месторождение пород), стадий-

¹ Более подробно рудные формации и гидротермально измененные породы рассмотрены Р. М. Константиновым, В. А. Жариковым и Б. И. Омельяненко в книге Р. М. Константина и др. «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», подготавливаемой к печати.

ности рудных процессов, для разработки критериев глубинности формирования и развития оруденения и других целей.¹

Установление возраста оруденения и магматических пород методами абсолютного возраста в метасоматических и гидротермальных образованиях может оказаться для месторождений третьей группы одним из наиболее эффективных².

Геохимические исследования в ряде случаев успешно применяются при металлогеническом изучении рудных районов. И. И. Гинзбург (1957) подчеркнул значение некоторых элементов и минералов как геохимических индикаторов, указывающих на наличие эндогенных месторождений определенного генезиса. Исследование этих индикаторов, их геохимическая корреляция должны производиться в комплексе с другими — металлогеническими и геологическими исследованиями, отмеченными выше. В первую очередь это относится к изучению первичных ореолов рассеянной минерализации, для которых многие индикаторы являются типичными.

Методика выделения элементов, составляющих типоморфный комплекс, может быть, по И. И. Гинзбургу, использована для отличия сингенетических ореолов первичной рассеянной минерализации от эпигенетических (привнесенных различными постмагматическими процессами).

Экзогенные критерии должны быть обязательно использованы для выявления закономерностей развития эндогенной минерализации; в ряде случаев они являются одними из основных показателей ее наличия. Собственно экзогенными критериями являются гипергенные индикаторы: кора выветривания, различные вторичные ореолы рассеяния — шлиховые ореолы (элювиальные, делювиальные, аллювиальные), россыпные месторождения и другие, изучение которых часто дает ценный материал для выявления типовых особенностей рудного района и характеристики его минерализации.

Экзогенные критерии могут быть использованы для всех четырех групп месторождений, но большую ценность представляют для месторождений третьей группы, в меньшей степени — для четвертой и второй.

Изучение первичных ореолов рассеянной минерализации и экзогенных критериев тесно связано с геохимической съемкой и может осуществляться теми же методами, с составлением геохимических карт. Особенно важно при этом установить содержание и распределение различных металлов во всех породах, слагающих район — изверженных, осадочных, рыхлых, — для установления общего «фона» или «заряженности» района металлами и выделения участков с повышенной их концентрацией³.

Геофизические методы также должны использоваться при металлогеническом изучении рудных районов. При этом главное значение имеют результативные данные, отражающие геологическую сущность проведенных геофизических исследований, — аномалии, непосредственно указывающие на возможность наличия полезных ископаемых (магнитных, обладающих электропроводимостью, радиоактив-

¹ Применение методов изучения изотопического состава при металлогенических исследованиях рассмотрено Н. В. Петровской в книге Р. М. Константинова и др. «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», подготавливаемой к печати.

² Применение методов определения абсолютного возраста рассмотрено И. В. Борисевич и др. в книге И. И. Гинзбурга и др. «Применение геохимических методов при металлогенических исследованиях рудных районов».

³ Более подробно применение геохимических методов рассмотрено И. И. Гинзбургом, Г. Л. Россманом и К. М. Мукановым в книге И. И. Гинзбурга и др. «Применение геохимических методов при металлогенических исследованиях рудных районов», подготавливаемой к печати.

ных и т. д.), установленные границы пород разного состава, определяемые на основании их физических свойств, выявленные детали складчатых структур и их контуров, а также данные о возможной глубине залегания интрузивных тел, даек, жил, рудных залежей, о тектонических нарушениях и т. п. Геологические результаты геофизических исследований почти всегда можно отразить непосредственно на металлогенических картах, без приложения специальных геофизических карт¹.

Подчеркнем в заключение некоторые положения, вытекающие из рассмотрения рудоконтролирующих факторов и критериев.

Изучение структурно-фациальных и тектоно-магматических факторов помогает определить положение рудного района среди более крупных рудоносных структур, установить типовые группы рудных районов, составить обзорные мелкомасштабные металлогенические карты. Это изучение осуществляется общими методами региональной металлогении и может не производиться в случае известной металлогенической характеристики района.

Детальное, всестороннее сравнительное изучение рудоконтролирующих факторов и критериев (литологических, структурных, магматических, всех проявлений минерализации), обуславливающих закономерности формирования и размещение оруденения в пределах самого рудного района, осуществляется методом металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов. Наиболее удобно такой анализ производить путем составления для рудного района металлогенических и прогнозных карт средних и крупных масштабов, а в случае необходимости и некоторых специальных геохимических, геофизических и других карт.

Следует еще раз подчеркнуть, что метод металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов преемственно развивает и детализирует общие методы региональной металлогении. Кроме него, в металлогении рудных районов применяются и другие методы региональной металлогении, например, металлогеническое районирование и, как указывалось, составление металлогенических и прогнозных карт, с соответствующими особенностями, вытекающими из характера объектов, задач и масштабов исследований.

4. Металлогенические и прогнозные карты, их масштабы и назначение

Металлогенической картой называется карта, показывающая выявленные закономерности размещения рудоносных площадей и рудных месторождений в их связи с различными геологическими факторами — магматизмом, структурными и литологическими, — экзогенными и другими критериями. Эти связи должны вытекать из рассмотрения самой карты и в том или ином виде должны быть на ней показаны; обоснование выбора благоприятных критериев приводится в объяснительной записке.

Прогнозная карта отражает прогнозные выводы о возможном нахождении на исследуемой территории перспективных рудоносных площадей и месторождений и содержит рекомендации для направления дальнейших геологопоисковых работ.

Разумеется, может быть составлена и одна общая карта — прогнозно-металлогеническая, т. е. металлогеническая

¹ Более подробно применение геофизических методов рассмотрено А. И. Дюковым в книге «Применение геофизических методов исследований в геологии при металлогеническом изучении рудных районов», подготавливаемой к печати.

карта с элементами прогнозирования. Чаще всего такие карты бывают мелкомасштабными, но можно применять их и при среднемасштабных исследованиях, если нагрузка карт незначительна.

При делении металлогенических и прогнозных карт на группы по масштабам необходимо учитывать деление, принятое для планомерного государственного геологического картирования страны, в котором к группе мелкомасштабных карт относятся карты масштабов 1 : 1 000 000—1 : 500 000, к среднемасштабным 1 : 200 000—1 : 100 000, крупномасштабным 1 : 50 000—1 : 25 000, к картам детальных масштабов 1 : 10 000 и крупнее («Методическое рудоводство...», 1954).

Это требование вызывается не только необходимостью использования геологических карт при составлении металлогенических, но еще в большей степени тем, что возрастающее значение металлогенических исследований при геологической съемке логически приведет к замене составляемых в настоящее время регистрационных карт полезных ископаемых металлогеническими и прогнозными картами. Такая рекомендация была сделана в 1958 г. Алма-Атинским совещанием («Решение Объединенной научной сессии...», 1959) и подтверждена затем в 1960 г. Киевском («Решение 2-ой Всесоюзной объединенной сессии...», 1960) и Бакинским (в 1962 г.) совещаниями.

В связи с возникновением направления металлогенеза рудных районов, промежуточного между мелкомасштабными региональными металлогеническими исследованиями и детальным изучением рудных полей, возникла необходимость установления предела для наиболее крупного масштаба металлогенических карт. В решении Алма-Атинского совещания говорится, что металлогенические карты следует составлять и для рудных полей («Решение Объединенной научной сессии...», 1959). Ввиду того что методы изучения рудных полей значительно отличаются от методов региональных исследований, которые широко применяются при составлении карт рудных районов, зон и узлов (масштаба 1 : 25 000 и мельче), комиссия по закономерностям размещения эндогенных месторождений на сессии, посвященной обмену опытом составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов (1959 г.), рекомендовала считать предельно крупным масштабом металлогенических карт масштаб 1 : 25 000. Карты рудных полей (1 : 10 000 и крупнее, иногда 1 : 25 000), отражающие более подробно, чем обычные геологические карты, связи оруденения с различными геологическими факторами и прогнозные выводы, правильнее называть «прогнозными картами рудных полей». Аналогичное решение вынесла и Вторая объединенная сессия по закономерностям размещения полезных ископаемых, происходившая в 1960 г. в г. Киеве.

В целях устранения неточностей в названиях групп металлогенических карт Е. Т. Шаталов («Обзор геологических понятий...», 1963) предложил измененные (по сравнению с указанными в решении Алма-Атинского совещания) названия типов металлогенических и прогнозных карт и их группировку по масштабам и назначению, приведенные в соответствии с аналогичными группировками общегеологических карт по решениям последующих совещаний.

1. Мелкомасштабные металлогенические карты — мельче 1 : 1 000 000, 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000. Эта группа охватывает «обзорно-металлогенические мелкомасштабные карты» и «прогнозно-металлогенические среднемасштабные карты», выделенные на научной сессии в Алма-Ате в декабре 1958 г.

2. Среднемасштабные металлогенические и прогнозные карты — масштабов 1 : 200 000 и 1 : 100 000, отвечающие части «прогнозно-металлогенических крупномасштабных карт» по терминологии, принятой Алма-Атинской сессией.

3. Крупномасштабные металлогенические и прогнозные карты — масштабов 1 : 50 000 и 1 : 25 000 (другая часть «прогнозно-металлогенических крупномасштабных карт», выделенных Алма-Атинской сессией).

4. Прогнозные карты рудных полей — масштабов 1 : 10 000 и крупнее, иногда — 1 : 25 000.

5. Специальные металлогенические и прогнозные карты соответствующих масштабов для отдельных металлов или родственных их групп.

Металлогенические исследования различных рудоносных площадей и составленные по их данным карты разных масштабов должны быть преемственно связаны между собой, поэтому мелкомасштабная металлогеническая карта рудоносной площади более высокого порядка должна являться обзорной по отношению к крупномасштабной. Вследствие этого подразделять карты на категории следует исходя не только из детальности их масштабов, но также и из размеров рудоносных территорий, выделяя карты металлогенических провинций и зон, рудных районов и т. д.

Такое подразделение имеет большое значение для металлогенического районирования. Поэтому и назначение металлогенических и прогнозных карт целесообразнее рассмотреть не по группам масштабов, а по категориям рудоносных площадей, для которых они составляются.

Карты металлогенических поясов и провинций должны давать общее представление о закономерностях размещения рудоносных площадей и минерализации для больших участков земной коры — планетарных металлогенических поясов, металлогенических поясов и провинций, отдельных континентов или их частей, — вследствие чего бывают мелкомасштабными¹. Как правило, составляются на специализированной тектонической основе, учитывающей структурно-фацальные и тектоно-магматические факторы, и позволяющей показать рудоносные площади порядка металлогенических зон (рудных поясов), металлогенических областей или рудных районов, значительно реже рудных зон и узлов. Являются обзорными для карт металлогенических зон и областей.

Ввиду значительной изученности территории Советского Союза, прогнозные карты мелких масштабов отдельно практически не составляются.

Карты металлогенических зон и областей служат для выявления закономерностей размещения в них потенциальных рудоносных площадей порядка рудных районов, зон и узлов, а в отдельных случаях и рудных полей. В зависимости от размеров территории и степени ее металлогенической изученности составляются в мелких (1 : 1 000 000—1 : 500 000), реже в средних (1 : 200 000—1 : 100 000) масштабах, обычно на специальной тектонической основе. При изучении металлогенеза рудных районов используются в качестве обзорных, демонстрирующих их геологическую позицию на более широком фоне. Эти карты могут также служить основой для составления специальных металлогенических прогнозных карт отдельных ведущих металлов или их групп.

Элементы прогнозирования чаще всего отражаются на самих металлогенических картах путем металлогенического районирования, реже на отдельных прогнозных картах, которые составляются совместно с металлогеническими, показывают выделенные на основании анализа последних перспективные рудоносные площади и содержат рекомендации для дальнейшего направления детальных геологосъемочных и поис-

¹ Обзорные металлогенические карты отдельных континентов или их крупных частей (например, Советского Союза в пределах Евразии) также являются мелкомасштабными и показывают как взаимоотношения самих металлогенических поясов и провинций, так и крупных рудоносных площадей внутри них.

ковых работ в масштабе 1 : 50 000 и 1 : 25 000 (а в ряде случаев и 1 : 10 000), а иногда и для постановки опорного (глубинного) бурения.

Металлогенические карты рудных районов, зон и узлов, средне- и крупномасштабные (1 : 200 000—1 : 25 000) предназначаются для иллюстрации закономерностей размещения в пределах указанных рудоносных площадей рудных полей и месторождений, вследствие чего служат обзорными по отношению к прогнозным картам рудных полей. Составляются на специализированной геологической основе, подчеркивающей те факторы и критерии, которые определяют геологическую позицию оруденения в условиях данного района, имеют исключительно полную «рудную нагрузку». Эти карты могут быть использованы при составлении специальных металлогенических и прогнозных карт отдельных металлов или их групп в соответствующем масштабе.

Прогнозные карты рудных районов составляются совместно с металлогеническими на основе анализа последних. Они показывают степень перспективности изученных площадей, месторождений и рудопроявлений и являются графическим изображением прогнозов рудных полей и месторождений, в том числе и скрытых, не выходящих на поверхность на данном уровне эрозионного среза. Прогнозные карты рудных районов должны содержать рекомендации по дальнейшему направлению детальных геологических съемок в масштабе 1 : 10 000 и более крупном для опорного, структурного и картировочного бурения.

Прогнозные карты рудных полей — структурные карты рудных полей масштабов 1 : 10 000 (иногда 1 : 25 000) и крупнее, отражающие более подробно, чем обычные геологические карты, данные о связях оруденения с различными геологическими факторами и прогнозные выводы. Эти карты служат для выявления геологической позиции месторождений, отдельных рудных тел и рудопроявлений, а также для прогнозирования возможного развития оруденения в пределах рудных полей, в особенности на глубину (для выявления скрытых месторождений и рудных тел), для оценки отдельных рудопроявлений и общей количественной оценки перспектив рудного поля до глубин, доступных для промышленного использования.

Прогнозные карты рудных полей должны обосновывать конкретное направление поисково-разведочных и разведочных работ, включая заложение отдельных выработок и скважин, а также проведение структурного картировочного бурения.

Обычно металлогенические и прогнозные карты являются комплексными, т. е. учитывают проявления всех металлов. Кроме того, часто составляются карты, показывающие закономерности размещения какого-либо одного металла или группы их; эти карты следует относить к категории специальных металлогенических и прогнозных карт соответствующего металла. Это положение учтено при составлении комплексных и погодильных металлогенических карт Центрального Казахстана (Сатпаев, 1958), в работах геологов Узбекистана (Абдуллаев, 1958), ИГЕМ АН СССР и других институтов, а также многочисленных производственных организаций.

Специальные металлогенические и прогнозные карты представляют собой, таким образом, металлогенические (минерагенические) и прогнозные карты рудоносных площадей различных категорий в соответствующих масштабах (мелких, средних и крупных), которые показывают закономерности образования и размещения месторождений какого-либо металла (минерала) или групп металлов в связи с различными геологическими условиями; они отражают вытекающие из фактических данных прогнозные выводы и содержат рекомендации по направлению геологосъемочных и поисково-разведочных работ на эти металлы.

Кроме перечисленных и кратко охарактеризованных металлогенических и прогнозных карт, при металлогенических исследованиях, в том числе и рудных районов, может составляться и ряд других карт — геофизические, геохимические, фациально-литологические, петрологические, тектонические и др.

Но это не значит, что для каждого рудного района обязательно составлять все перечисленные виды карт; количество и характер их зависит в первую очередь от типа рудного района, степени его общей и металлогенической изученности, доминирующего значения тех или иных рудоконтролирующих факторов и т. д. Некоторые рекомендации по этому вопросу изложены ниже.

МЕТОД МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ

Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова, К. В. Яблоков

Под методом металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов понимается специальное изучение рудоконтролирующих геологических факторов в условиях рудного района определенного типа и анализ этих данных на обзорной, собственно металлогенической и прогнозной картах с учетом перспектив проявления всех возможных в этом рудном районе типов оруденения.

Метод включает в себя широкое применение оценки перспектив прогнозируемых площадей на основании аналогии их геологического строения с известными рудоносными участками в пределах изучаемого района или, если оцениваются перспективы рудного района в целом, на основании их аналогии с более изученными рудными районами.

При проведении металлогенических исследований рудного района можно рекомендовать такую последовательность работ.

1. Определение типа рудного района и вытекающих из него особенностей проявлений минерализации и закономерностей их размещения. Нанесение этих данных на обзорную металлогеническую карту, составлять которую целесообразно перед началом полевых работ по материалам предыдущих исследований.

2. Выявление главнейших рудоконтролирующих факторов и их изучение с учетом возможного влияния этих факторов на размещение оруденения в пределах рудного района данного типа.

3. Сопоставление выявленных рудоконтролирующих факторов на основе генетической, временной и пространственной связей с ними проявлений минерализации.

4. Составление металлогенической карты рудного района с главной целью — отразить пространственные закономерности размещения оруденения и выявленные генетические и временные связи оруденения с рудоконтролирующими факторами.

5. Составление схемы возрастного положения оруденения на основе выявленных, а иногда и предполагаемых, генетических и временных связей оруденения с основными рудоконтролирующими факторами.

Работа по выявлению значения рудоконтролирующих факторов, установлению генетических, временных и пространственных связей оруденения с геологической обстановкой, составление металлогенической карты рудного района и схемы возрастного положения оруденения (пункты 2, 3, 4, 5) проводится в несколько этапов: во время предварительного камерального изучения материалов создаются макеты карт, а в полевой период (главный этап) на основе макета и наблюдений над рудоконтролирующими факторами, рудопроявлениями с учетом прямых и косвенных признаков минерализации, выявленных геологиче-

скими, геохимическими и геофизическими методами, уже составляется сама металлогеническая карта рудного района. В камеральный период более детально, с учетом результатов лабораторных работ (определений абсолютного возраста, химических анализов и других исследований) оценивается значение каждого рудоконтролирующего фактора и поисковых критерииев.

6. Проведение металлогенического районирования, являющегося основой для оценки перспектив различных частей изучаемого рудного района. В случае необходимости при этом на восковке составляется карта совмещения благоприятных рудоконтролирующих признаков, показывающая в обобщенном, подчеркнутом виде результативные данные металлогенической карты.

7. Составление прогнозной карты и оценка перспектив рудного района и отдельных его частей на основе металлогенического районирования, карты совмещения благоприятных рудоконтролирующих признаков и общих геологических предпосылок, позволяющих судить о возможности наличия в рудном районе данного типа присущих ему проявлений минерализации и о развитии их в локальных частях района в пространстве и на глубину.

Подобная методика работ позволяет:

а) установить закономерности размещения оруденения ранее известных в пределах района рудных формаций и определить их промышленные перспективы,

б) выявить и оценить перспективы ранее неизвестных в пределах района видов минерализации, которые, однако можно ожидать в районе данного типа на основании теоретических предпосылок,

в) дать предварительную оценку перспектив малоизученного района.

В настоящее время подавляющее большинство средне- и крупномасштабных металлогенических карт составляется исходя из региональных особенностей исследуемого района и возможного развития в нем проявлений главным образом уже известных рудных формаций. С одной стороны это правильно, так как обычно позволяет делать надежные прогнозные выводы в отношении оруденения данного вида по методу аналогий. Но вместе с тем такой подход несколько сужает перспективы района, так как в этом случае все усилия исследователя направлены на определение перспектив именно этого, уже известного вида оруденения. Оценка перспектив других полезных ископаемых или даже месторождений того же металла, представленных другими, неизвестными ранее в районе рудными формациями, обосновывается лишь данными геологической съемки.

Предлагаемая методика предоставляет возможность делать выводы о развитии оруденения всех формаций, которые могут быть встречены в геологических условиях рудного района данного типа. При этом, безусловно, используется и вполне оправдавший себя метод аналогий, особенно для определения перспектив малоизученных районов.

Ниже эти положения рассматриваются более подробно.

1. Определение типа рудного района

Тип рудного района, устанавливаемый по специфическим чертам геологического строения, в основном уже предопределяет характер возможной минерализации, что важно не только для оценки рудоносности изученных районов, но в особенности для оценки перспектив районов малоизученных, для которых конкретных данных недостаточно.

Тип рудного района в первую очередь обуславливается принадлежностью его к определенной металлогенической зоне или металлогенической области, представленной соответственными структурно-

формационными комплексами с развитием определенных же формаций магматических пород и связанных с ними групп рудных формаций. Два последних, важнейших для районов с эндогенной минерализацией критерия определяют типовую группу рудных районов, в пределах которой отдельные их типы выделяются по развитию преобладающих рудных формаций и возрастным соотношениям проявлений оруденения, а также по обобщенным структурно-магматическим критериям.

Основываясь на этих специфических чертах геологического строения района, в особенности на присутствии в нем тех или иных формаций магматических пород, можно делать выводы о возможности обнаружения в его пределах соответствующих проявлений эндогенной минерализации. По существу сказанное является развитием важнейшего теоретического положения эндогенной металлогении установленного С. С. Смирновым и Ю. А. Билибиным, о том, что определенным комплексам магматических пород свойственны и определенные рудные комплексы.

Е. Т. Шаталов (1961) кратко охарактеризовал типовые рудные районы со свойственной им минерализацией и свел их основные признаки в табл. 1. В этой таблице показаны проявления эндогенной минерализации в рудоносных площадях разного порядка в связи с их основными специфическими особенностями: типы минерализации — для металлогенических поясов и провинций, петрографические формации и группы рудных формаций — для металлогенических зон (определенными группами рудных районов) и рудные формации, характеризующие типовые особенности отдельных рудных районов.

Таким образом, для установления типа рудного района и правильного понимания возможного характера проявлений в нем эндогенной минерализации нужно изучить положение района среди более крупных металлогенических единиц (металлогенических поясов и провинций, металлогенических зон и областей) с учетом зональности рудоносных регионов (С. С. Смирнов, 1937₁), определяемой главнейшими структурно-тектоническими элементами этих регионов, развитием в них комплексов магматических пород и их металлогенической специализацией. Эти региональные особенности рудных районов, а также история их геологического развития, в том числе и возраст минерализации, наиболее наглядно могут быть отражены на обзорной металлогенической карте, составляемой на тектонической основе.

Дальнейшее установление типа рудного района производится при составлении собственно металлогенической карты района по развитию в нем преобладающих рудных формаций (см. табл. 4). Кроме того, в зависимости от возрастных соотношений рудных месторождений, находящихся в одном районе (Константинов, 1963), можно выделить: 1) районы, в которых месторождения различных рудных формаций образовались более или менее одновременно (в пределах одной фазы рудообразования); 2) районы с отчетливо разновозрастными месторождениями (несколько фаз рудообразования или нескольких этапов эндогенного оруденения металлогенической эпохи¹).

Очевидно, после дальнейших исследований для определения типа рудных районов можно будет использовать и критерии зональности минерализации в пределах рудных районов (зональность рудных узлов по С. С. Смирнову, 1937₁).

Правильное определение типа рудного района часто имеет решающее значение для установления его перспектив (как в отношении уже известных в районе видов оруденения, так и новых его видов на осно-

¹ Более подробно особенности типовых рудных районов охарактеризованы Е. Т. Шаталовым в книге Р. М. Константинова и др. «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», подготовляемой к печати.

вании изучения рудоконтролирующих факторов) путем сопоставления с хорошо изученными рудными районами сходного геологического строения. Для районов малоизученных метод аналогий при оценке перспектив является по существу пока еще единственным.

2. Выявление главнейших рудоконтролирующих факторов

Рудоконтролирующие факторы, их возможное значение, должны были оценены до начала полевых исследований; вместе с тем они должны быть главным предметом полевых исследований, в процессе которых будут возникать и изучаться новые данные по закономерностям размещения руд; они должны также играть решающую роль при окончательных прогнозных построениях. Таким образом, процесс изучения рудоконтролирующих факторов, естественно, подразделяется на три этапа: предварительный, полевой и камеральный, завершающий.

Возможное значение рудоконтролирующих факторов — магматических, структурных, литологических — выявляется уже в предварительный камеральный период, при определении типа рудного района. Помимо этого, значение каждого из упомянутых факторов вытекает из рассмотрения известных данных по контролю оруденения, причем в зависимости от изученности района они будут обладать различной степенью детальности.

Для малоизученного района обычно может быть установлена лишь общая связь проявленной или предполагаемой минерализации с теми или иными магматическими породами района или ее зависимость от размещения осадочных и эфузивных пород или тектонических элементов.

При выявлении возможного значения рудоконтролирующих факторов в пределах более или менее изученных районов могут быть выделены не только главные рудоконтролирующие факторы, но и отдельные критерии связи с ними оруденения или отдельные поисковые критерии. Последние позволяют еще в подготовительный камеральный этап работ оконтурить на макете предварительной металлогенической карты района перспективные участки — установленные и предполагаемые рудные зоны, узлы, поля. Все это делает возможным запланировать на полевой период, помимо детально разработанных геологических методов, проведение специальных исследований — геофизических, геохимических и др.

Естественно, различны и задачи, стоящие перед исследованиями малоизученных и относительно изученных рудных районов. В первом случае главной задачей является выявление возможных видов оруденения и закономерностей их пространственного размещения, во-втором, кроме того, большое значение приобретает количественная оценка проявлений минерализации, ее перспектив на глубину.

В полевой период одной из главных задач будет подробное изучение рудоконтролирующих факторов, выявление на их основе возможно более точных и определенных поисковых критериев и картирование геологических особенностей, отражающих эти критерии. Металлогенические исследования в малоизученном районе обычно проводятся геологическими методами, в связи с чем металлогеническое картирование целесообразно проводить одновременно с геологической съемкой; в изученных районах широко применяются геофизические, геохимические, минералогические и другие исследования, а также некоторые частные методики, такие, как изучение металлогенической специализации интрузий, выявление по косвенным данным зон глубинных разломов, определение пористости и трещиноватости пород и пр.

В камеральный, завершающий период главное внимание уделяется составлению карты прогноза, являющейся результатом металлогени-

Таблица 4

Типы рудоносных площадей с эндогенной минерализацией

Металлогенические пояса и металлогенические провинции ¹		Металлогенические зоны (рудные пояса) и металлогенические области (типовые группы рудных районов)			Рудные формации, определяющие типовые особенности отдельных рудных районов	
Основные структурные элементы земной коры или их части	Положение в направлении разви-тия земной коры	Типы (и подтипы) по петрохимическим особенностям магматизма	Магматические формации и минерализация, определяющие типы металлогенических зон и областей	Структурное положение		
Платформы (кристаллический фундамент)	Тектономагматические циклы докембрийских складчатых областей	Метаморфический	Алданский	Магматических и метаморфических формаций больших глубин с гранитизацией и магнезиальным метасоматозом, железорудной и флогопитовой минерализацией	Сложные складчатые сооружения, разрывные нарушения	Магнетит-людвигитовая (км) ³ ; слюдяная флогопитовая (км)
			Украинский, Балтийский	Магматических и метаморфических формаций больших глубин с гранитизацией, редкометальной, редкоземельной и другой минерализацией	Зоны прогибания и складкообразования геосинклинального характера; приуроченность гранитоидов к антиклиниориям	Редкометальная (п); слюдяная мусковитовая (п); керамического сырья (п)
				Магматических и метаморфических формаций больших глубин с гранитизацией, щелочным и железорудным метасоматозом, с железистыми кварцитами и связанными с ними богатыми рудами	Зоны максимального прогибания древних геосинклинальных областей	Джеспилитовая железорудная (ом); ураноносная, железистых кварцитов (ом); марганцево-железистокремнистая (ом)
				Магматических и метаморфических формаций относительно малых глубин с ультраосновными и основными породами, с медно-никелевой, железо-титановой и колчеданной минерализацией	Глубокие геосинклинальные прогибы, связанные с разрывными нарушениями	Медно-никелевая (м); железо-титановая (м); серноколчеданная (г)

Послепротерозойские геосинклинальные и складчатые области

			Байкальский	Магматических и метаморфических формаций относительно малых глубин с разнообразной минерализацией	Разнообразное структурное положение и рудные формации соответствующих металлогенических зон послепротерозойских складчатых областей
Первичных (базальтических) геосинклиналей Тектоно-магматический цикл послепротерозойских геосинклинальных и складчатых областей Стадия общего геосинклинального прогибания (начальные этапы развития) и стадия завершения прогибания и начала восходящих движений (ранние этапы развития)	Фемический	Уральский		Гипербазитовой формации с хромитовой и другой минерализацией	Зоны сочленения начальных краевых прогибов; глубинные разломы Хромитовая (м); асbestовая (г); тальковая (г); силикатная никелевая (э)
				Перидотито-габбровой формации, с платиновой и титаномагнетитовой минерализацией	То же Хромито-платиновая (м); ильменитомагнетитовая (м); медно-титаномагнетитовая (м)
				Спилито-кератофировой формации и малых интрузивов кислого состава с колчеданной минерализацией	Краевые зоны начальных прогибов и внутренних поднятий; зоны разломов и смятия Колчеданная (г); колчеданно-полиметаллическая (г); золото-сульфидная с баритом (г)
				Габбро (диорито)-плагиогранитной и габбро (диорито)-граносиенитовой формаций с железо-, медно-рудной или медно-молибденовой минерализацией	Зоны геосинклинальных прогибов и разрывных нарушений Магнетитовая (км); апатит-магнетитовая (км); магнетит-халькопиритовая (км); молибденит-халькопиритовая (км); молибденит-халькопиритовая (г)

¹ Для кристаллического фундамента платформ условно для ориентированного сравнения (по преобладающим, наиболее типичным рудным формациям) приведены названия типов металлогенических провинций фундамента по А. И. Семенову (1963).

² Название условное; примеры металлогенических зон провинций этого типа являются далеко не полными: так, несомненно следует выделить еще зоны габбро-лабрадорит-рапакиви и анортозит-чарнокитовой формаций (Билибин, 1959; Кузнецов, 1960), с которыми связана титано-магнетитовая минерализация.

³ Буквы в скобках показывают генетические типы месторождений, к которым относятся рудные формации: (м) — собственно магматические месторождения, (п) — пегматитовые, (км) — контактово-метасоматические, (г) — гидротермальные, (т) — телетермальные, (э) — экзогенные, (ом) — осадочно-метаморфогенные.

Продолжение таблицы 4

Металлогенические пояса и металлогенические провинции				Металлогенические зоны (рудные пояса) и металлогенические области (типовые группы рудных районов)	
Основные структурные элементы земной коры или их части	Положение в направлении земной коры	Типы (и подтипы) по петрохимическим особенностям магматизма	Магматические формации и минерализация, определяющие типы металлогенических зон и областей	Структурное положение	Рудные формации, определяющие типовые особенности отдельных рудных районов
ные и складчатые области (транзитных) геосинклиналей	геосинклинальных и складчатых областей	восходящих движений и главных фаз складчатости (развития) и стадия консолидации складчатых (поздние этапы развития)	Формации умеренно кислых гранитоидов, с молибдено-вольфрамовой, золоторудной и другой минерализацией	Внутренние геосинклинальные прогибы	Шеелитовая (км); молибденит-шеелитовая, часто с золотом (км); арсенопиритовая (км); магнетитовая (км); золото-кварцевая (г)
с к и й			Батолитовой гранитной формации с редкометальной минерализацией	Интенсивные геосинклинальные прогибы в связи с глубинными разломами; секущие глубинные разломы	Олово-вольфрам-литиевая (п); редкометальная—бериллий, литий, tantal, ниобий (п), иногда с урановой и ториевой минерализацией; магнетит-людвигитовая (км); кварцево-кассiterитовая (г), редко касситеритово-сульфидная (г); кварцево-вольфрамовая, кварцево-молибденитовая (г), часто смешанные с висмутом; золото-кварцевая (г)
ноазиатский			Диоритовой формации малых интрузивов, с золоторудной и молибденовой минерализацией	Согласные или секущие разрывные нарушения	Золото-кварцевая (г); кварцево-молибденитовая (г), иногда с сульфидами (молибденит-полиметаллическая)
			Гранитоидной и диоритовой формаций малых трещинных (анорогенных) и субвулканических интрузивов со свинцово-цинковой или оловорудной минерализацией	Секущие разрывные нарушения	Сфалерит-галенитовая (км); сфалерит-галенитовая с оловом и мышьяком (г); касситеритово-сульфидная (г), касситеритово-силикатная (г), в меньшей степени кварцево-касситеритовая (г)

Послепротерозойские геосинклиналь

остаточных геосинклиналей	вторичных	Тектоно-магматический цикл послепротерозойских стадий общих (средние этапы завершения складчатости и их активизации)	Сиа		
Стадия завершения консолидации складчатых структур (конечные этапы развития), областей завершенной складчатости и их активизации	Тяньшань	Восточ	Гранитоидной формации трещинных анерогенных и субвулканических интрузивов с редкометальной (мolibдено-вольфрамовой), свинцово-цинковой или сурьмяно-рутгунской минерализацией	Глубинные разломы, секущие или обрезающие складчатые сооружения	Кварцево-молибденитовая и кварце-во-вольфрамитовая (г); галенит-сфалеритовая (г); колломорфно-кассiterитовая риолитового типа (г); антимонито-киноварная (г)
Фемично-сиалический	Западноевропейский		Малых интрузивов субщелочных пород, с железорудной и мышьяково-кобальтовой минерализацией	Поздние внутренние и краевые прогибы в связи с глубинными разломами	Магнетитовая, гематит-магнетитовая, иногда с кобальтом и мышьяком (км); магнетит-кобальтин-халькопиритовая (км, г), вольфрамито-сульфидная (г)
			Субвулканических порфировых интрузивов с медно-молибденовой и глиноземной минерализацией	Поздние краевые прогибы в консолидированных складчатых структурах, связанные с разрывными нарушениями	Медно-молибденовых вкрашенных руд (г); высокоглиноземистого сырья (г)
			Субвулканических и малых интрузивов средних, кислых и субщелочных пород с многокомпонентной минерализацией цветных, благородных и редких металлов	Поздние краевые прогибы и наложенные впадины в связи с разрывными нарушениями в активизированных зонах областей завершенной складчатости, рам складчатых областей	Кварцево-вольфрамито-молибденитовая (г); галенит-сфалеритовая (г); гематитовая, гематит-барит-флюорит-сiderитовая, флюорит-баритовая, флюоритовая (г); пятиэлементная; уран-серебро-никель-висмут-кобальтовая (г); смолково-карбонатная (г), смолково-сульфидная (г); золото-серебро-кварц-дуляровая, карбонатно-золото-кварцевая (г)

¹ Для кристаллического фундамента платформ условно для ориентированного сравнения (по преобладающим, наиболее типичным рудным формациям) приведены названия типов металлогенических провинций фундамента, по А. И. Семенову (1963).

² Название условное; примеры металлогенических зон провинций этого типа являются далеко не полными: так, несомненно следует выделить еще зоны габбро-лабродорит рапакиви и аортозит-чарнокитовой формации (Билибин, 1959; Кузнецов, 1960), с которыми связана титано-магнетитовая минерализация.

Металлогенические пояса металлогенические провинции				Металлические зоны (рудные пояса) и металлогенические области (типовые группы рудных районов)		Рудные формации, определяющие типовые особенности отдельных рудных районов
Основные структурные элементы земной коры или их части	Положение в направлении разнотип земной коры	Типы (и подтипы) по петрохимическим особенностям магматизма	Типы (и подтипы) минерализации по Ю. А. Билибину ¹	Структурное положение		
Послепротерозойские геосинклинальные и складчатые области	Тектономагматический цикл послепротерозойских геосинклинальных и складчатых областей	Стадия завершения консолидации складчатых структур (конечные этапы развития), областей завершенной складчатости и их активизации	Фематическо-сиалический	Суббулканических или малых интрузивов разнообразного состава или без вскрытой связи с магматическими породами с мышьяково-сурьмяно-рутной минерализацией	Поздние внутренние прогибы в связи с разрывными нарушениями, часто в активизированных зонах областей завершенной складчатости	Антимонит-киноварная, антимонитовая, киноварная (г); реальгар-аурипигментная, обычно с сурьмой (г)
Остаточных геосинклиналей	Цикл платформ, ции платформ	Чешский	Тяньшаньский	Свинцово-цинковой или медной минерализации без вскрытой связи с магматическими породами	Прогибы периферических частей платформ, субгеосинклинальные изложенные структуры	Галенит-сфалерит-карбонатная (т); медиистых песчаников (т)
Формы чехол)	Чешский	Менний		Ультраосновных щелочных формаций с редкоземельной и другой минерализацией	Глубинные разломы и активизированные зоны в краевых, иногда внутренних частях платформ	Апатит-нефелиновая (м); алмазоносная кимберлитовая (м); ниобий-редкоземельная (п); флогопитовая (г); tantal-ниобий-редкоземельная карбонатитовая (г); ниобий-цирконий-редкоземельная карбонатитовая (г)

<p>Щелочно-табброндных формаций (монцонитовой и эсекситовой) с редкоземельной и другой минерализацией</p>	<p>Разрывные нарушения и активизированные зоны платформы срединных массивов</p>	<p>Титан-ниобий-цирконий-редкоземельный (п, г), цирконнеевая, редкоземельная (п, г), мельчайшая с подчиненными танталом и ниобием (г); золото-анкеритовая и пирито-халькопиритовая (г)</p>
<p>Трапповой формации с сульфидной, магнетитовой и другой минерализацией</p>	<p>Глубинные разрывные нарушения платформ</p>	<p>Медно-никелевая, сульфида с платиноидами (м, г); магнетитовая, магнотмагнитическая, иногда с сульфидами (г); галенит-фларитовая, исландского шпатла (г, г)</p>

¹ Для кристаллического фундамента платформ условно для ориентировочного сравнения (по преобладающим, наиболее типичным рудным формациям) приведены названия типов металлогенических провинций фундамента по А. И. Семёнову (1963).

² Название условное; примеры металлогенических зон провинций этого типа являются далеко не полными; так, несомненно следует выделить еще зоны габбро-лабradorит-рапакиев и анортозит-чарнокитовых формаций (Вилибин, 1959; Кузнецов, 1980), с которыми связана титаномагнетитовая минерализация.

ческого анализа рудоконтролирующих факторов и установленных при их изучении рудопоисковых критериев. При этом, если для районов, перспективная оценка которых производится впервые, размещение рудных зон, узлов и полей обычно будет характеризоваться лишь в плане, то для более изученного рудного района гораздо большее значение будут иметь определение перспектив оруденения на глубину и прогнозная оценка геологических запасов.

При оценке магматических факторов рекомендуется рассмотреть имеющиеся данные с нескольких позиций: а) определить возможную рудоносность (как по фактическому материалу, так и на основании геологических предпосылок) проявленных в районе интрузивных, эфузивных и субвулканических комплексов магматических пород; б) расчленить, по возможности, наиболее перспективные комплексы на петрографические формации в соответствии с fazами и субфазами внедрения, выделив те, с которыми связана или может быть связана рудная минерализация. На основании этого уже можно будет судить, хотя бы предположительно, о полицикличности или моноцикличности проявленной минерализации; в) выявить региональную позицию рудоносных или потенциально рудоносных комплексов и петрографических формаций, что поможет предположительно выделить наиболее перспективные структурно-тектонические подразделения — структурные этажи, ярусы, структурно-фациальные зоны и пр. Это позволит также наметить перспективные рудные зоны, узлы, поля.

В более изученном рудном районе, кроме того, в качестве поисковых критериев следует использовать и многие другие данные, характеризующие магматические проявления: повышенное содержание тех или иных рудных элементов, обусловленное

металлогенической специализацией магм; данные по первичным ореолам рассеяния, связанным с магматическими телами; возможную зависимость размещения рудной минерализации от морфологии интрузивных тел, характера контактовых зон, глубины эрозионного среза и т. д.

Структурные факторы также можно проанализировать с нескольких сторон:

а) с региональной — определить принадлежность рудного района к областям определенного тектонического типа (интрагеоантеклинальные поднятия, внутренние прогибы и срединные массивы в пределах геосинклиналей, области тектонических нарушений в пределах платформ и щитов, области активизированных платформ и щитов), зависимость размещения оруденения от типа и пространственного положения глубинных разломов, как непосредственно проявленных на поверхности, так и чаще, выявляемых по косвенным признакам;

б) с локальной — установить непосредственную зависимость размещения месторождений и рудных тел от пликативных и дизъюнктивных структур определенного типа и порядка.

Литологические факторы можно проанализировать с таких точек зрения:

а) с региональных позиций — выявить осадочные подразделения, наиболее благоприятные для размещения в них оруденения по занимаемому ими геологическому положению — взаимоотношению с магматическими образованиями, соотношению с зонами глубинных разломов, возможности сингенетичного обогащения пород тем или иным элементом;

б) с точки зрения благоприятности для рудоотложения отдельных разновидностей пород — их состава и физико-механических свойств;

в) с учетом структурных взаимоотношений пород разного состава, обладающих также и различными физико-механическими свойствами¹.

3. Сопоставление рудоконтролирующих факторов

Как правило, металлогенический облик района складывается не под воздействием какого-либо одного, изолированно взятого фактора, а на основании всего комплекса факторов в тесной взаимозависимости их между собой и со связанными с ними генетически, по времени образования или пространственно, процессами оруденения.

Генетические связи. Выявление генетической связи оруденения со слагающими изучаемый рудный район породами, или, иными словами, выявление источника оруденения, является наиболее важной и наиболее сложной задачей металлогенических исследований. Для некоторых рудных элементов, таких, как хром, никель, платина, обычно приуроченных к площадям развития ультраосновных пород, связь с последними не требует особых доказательств. Но для подавляющего большинства рудных элементов выявление генетической связи с вмещающими или окружающими их горными (магматическими или осадочными) породами практически возможно лишь для более или менее хорошо изученных рудных районов, и то не всегда.

Так, вопрос об источнике оруденения в таких хорошо изученных районах, как Рудный Алтай, Карагату, районы свинцового оруденения типа Миссисипи — Миссури в США, до настоящего времени является дискуссионным.

Видимо, в самом ближайшем будущем при решении этого вопроса большую роль будут играть точные методы; так, например, определение изотопного состава серы в сульфидных месторождениях может

¹ Нужно иметь в виду, однако, что при любой степени детальности расчленения осадочных пород подразделения, слагающие один структурно-тектонический блок-ярус, подъярус, структурно-фацальную зону, должны объединяться на карте хотя бы общей контурной линией.

позволить судить о магматогенном или осадочном происхождении связанных с ней рудного вещества¹, что не только представляет теоретический интерес, но может помочь выбрать правильное направление поисковых работ.

Об источниках оруденения можно судить по геологическим данным. О связи рудного вещества с осадочными породами (об их сингенетичности) позволяет сделать предположение повсеместно повышенное содержание рудного элемента в определенном стратиграфическом горизонте, что приобретает практический интерес, если в этом же горизонте размещаются промышленные концентрации рудного вещества (стратиграфический и литологический контроль оруденения).

Критерии связи оруденения с магматическими породами более разнообразны; они приведены в табл. 5.

Установленная или предполагаемая генетическая связь оруденения с магматическими или осадочными породами выявляет главенствующее значение магматических или литологических факторов контроля оруденения.

Временные связи рудоконтролирующих факторов между собой и с рудной минерализацией определяют специфические черты рудного района, отличающие его от остальной территории (металлогенической зоны, области, провинции, пояса), составной частью которой он является. Все особенности, свойственные указанным крупным рудоносным территориям — сформировавшиеся в отдельные этапы тектономагматического цикла, в течение отдельного цикла, а иногда нескольких циклов — могут в рудном районе и не проявиться.

Для понимания закономерностей размещения оруденения в пределах данного района нужно выделить периоды, в течение которых сформировались его специфические металлогенические черты. Эти отрезки времени выделяются прежде всего по геологическим данным — в соответствии с возрастом рудоносных (или предположительно рудоносных) интрузивных или субвулканических комплексов (при главенствующей роли магматического контроля оруденения) или в соответствии с возрастом осадочных или вулканогенных пород, которыми сингенетична минерализация (в некоторых случаях стратиграфического и стратиграфолитологического контроля оруденения). В более изученных рудных районах возраст минерализации можно установить прямым путем — путем определения абсолютного возраста проявленных в данном районе рудных формаций и магматических пород.

Помимо специфики развития магматизма и осадконакопления (в ходе тектономагматического и осадочного цикла, их этапов и стадий), на время минерализации большое влияние оказывают структурные факторы — время проявления фаз складчатости, время возникновения или приоткрывания глубинных разломов, формирования локальных пликативных и дизъюнктивных структур.

В «Обзоре геологических понятий и терминов в применении к металлогению» (1963) приведены данные, позволяющие рассмотреть развитие осадкообразования, тектогенеза, магматизма и минерализации и их проявлений по отношению к идентичным периодам геологического развития. В общем виде время их проявления сопоставлено в табл. 6. Учитывая, что каждый более или менее обособленный тектонический блок, типичным выражением которого является структурно-фациальная зона, имеет свою историю геологического развития, целесообразно составлять подобные таблицы отдельно для каждого тектонического блока.

¹ Подробно этот вопрос рассмотрен Н. В. Петровской в книге Р. М. Константина и др. «Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов», подготавливаемой к печати.

Таблица 5

Критерии связи оруденения с магматическими породами

С комплексом магматических пород в целом	С отдельными определенными телами комплекса
<i>I. Структурно-геологические критерии</i>	
Приуроченность магматических комплексов к определенным типам развития тектономагматического цикла подвижных зон, характеризующая тип минерализации	
Приуроченность оруденения к региональным геологическим структурам, структурно-фацальным и металлогеническим зонам (и, как правило, к одним и тем же структурным ярусам), с которыми взаимосвязано формирование комплекса	Приуроченность оруденения к локальной геологической (тектонической) структуре, возникшей в связи с формированием данного магматического тела
Систематически выдержанная пространственная связь рудных месторождений с породами комплекса	Непосредственные переходы рудных месторождений в изверженные породы, слагающие магматическое тело или его схизолиты Зональное расположение рудных формаций и других гипогенных проявлений оруденения по отношению к магматическим телам
Близость возраста пород комплекса и возраста оруденения по геологическим данным или по данным определения абсолютного возраста	Близость возраста пород магматического тела и возраста оруденения по геологическим данным или по данным определения абсолютного возраста Тесная перемежаемость или повторяющиеся условия залегания пород отдельных стадий становления магматического тела или относительно ранних по возрасту связанных с ними пород дайковой формации и рудных тел, свидетельствующие об их очень близком возрасте образования
Сравнимые глубины формирования комплекса и рудных месторождений, одинаковая степень метаморфизованности тех и других, указывающие на общность физико-химических фацальных условий формирования	Общность фацальных условий становления магматического тела и формирования ассоциирующих с ним рудных тел, общность или взаимосвязь физико-химических процессов при становлении магматического тела и послемагматических процессов, включая минерализацию
Приуроченность оруденения к региональным геологическим (тектоническим) структурам, возникшим в связи с формированием пород комплекса	—
Аналогия с другими рудоносными территориями, где связь аналогичных рудных месторождений с соответствующим комплексом является активной и доказана	—

С комплексом магматических пород в целом	С отдельными определенными телами комплекса
<i>II. Минералого-петрографические критерии</i>	
Постоянная ассоциация групп рудных формаций и отдельных рудных формаций с интрузивным или другим комплексом (в общем случае — с магматической формацией определенного состава). Часто повторяющаяся связь рудных формаций и минеральных ассоциаций с отдельными разновидностями и группами пород, слагающими комплекс ¹	Минеральное вещество месторождений является составной частью пород, слагающих интрузивное тело (собственно магматические, пегматитовые месторождения)
Ассоциация оруденения с многофазными сложными интрузивными комплексами (иногда с субвулканическими разностями) с широким развитием процессов гибридизма или богатыми летучими компонентами	—
Преемственность минерализации конечных стадий собственно магматических процессов, ранних этапов постмагматических процессов и их поздних этапов. Закономерная смена при этом в пространстве и времени рудных формаций различных генетических типов с образованием серий взаимных переходов	Особенности размещения грейзеновых образований в интрузивном теле с взаимопереходами к слагающим его породам. Наложение гидротермальной минерализации на зоны скарнов, связанных с определенным интрузивным телом; наличие в послескарновых гидротермальных жилах минералов скарнов, для которых геологическая связь с интрузивом доказана
Специфика вещественного состава пород комплекса с возможным ее проявлением и в рудных образованиях	Наличие переходов в минеральном составе от пород, слагающих магматическое тело, к рудным образованиям Присутствие миароловых гранитов, в пустотах которых наряду с полевым шпатом присутствуют минералы, содержащие летучие компоненты (турмалин, топаз), а также берилл,вольфрамит, кассiterит и другие рудные минералы Сходный минеральный состав рудных жил, залегающих вне интрузивного тела, с минеральным составом жил, находящихся в нем, генетическая связь которых с интрузивом доказана Сходный состав акцессорных минералов пород, слагающих магматическое тело, с минеральным составом рудных жил Наличие в зонах контактового метаморфизма интрузивного тела, рассеянной рудной минерализации, например, сульфидов, сходной по составу с минеральным составом жил, ассоциирующих с этим интрузивом Обогащенность рудными минералами пород вулканических жерл и связанных с ними эфузивов

¹ Генетические ряды рудных формаций, связанных с определенными магматическими формациями, названы Х. М. Абдуллаевым (1960) петрометаллогеническими рядами.

С комплексом магматических пород в целом	С отдельными определенными телами комплекса
<i>III. Геохимические критерии</i>	
Геохимическое родство собственно интрузивных пород интрузивного комплекса и связанных с ними послемагматических образований ¹	—
Геохимическое родство жильных пород, связанных с различными комплексами или являющихся самостоятельными комплексами, и послемагматических образований	—
	Геохимическое родство или тождество элементов-примесей в цветных и акцессорных минералах собственно интрузивных и жильно-магматических пород интрузива, с одной стороны, и элементов-примесей в соответствующих минералах послемагматического происхождения — с другой
	Сходство изотопического состава некоторых элементов руд и пород, слагающих магматическое тело, которое может указывать на источник оруденения

¹ Например, по наличию так называемых проходящих, или сквозных, элементов (Руб, 1956).

В пределах рудного района это могут быть отдельные рудные зоны и узлы или их группы, сходные по геологическому развитию. Для небольших рудных районов, входящих в пределы одной структурно-фациальной зоны, можно ограничиться составлением одной таблицы.

При составлении подобной таблицы для какого-либо конкретного рудного района количество данных в нижних графах будет возрастать, так как последовательно будет возрастать детальность расчленения пород (структурно-формационный комплекс содержит несколько формаций, в состав одной формации входит несколько пачек или горизонтов и пр.), в связи с чем эти графы будут увеличиваться в объеме.

Естественно, что возрастная корреляция процессов осадкообразования, тектогенеза, магматизма и минерализации будет представлена в таблице несколько схематизировано, в действительности она является более сложной. Так, например, осадкообразование в конце осадочного цикла или его этапа может практически завершиться, в то время как тектоническая и магматическая деятельность достигнут максимальной интенсивности; связанная с ними минерализация может достичь наибольшей активности еще позднее. Или фаза магматической деятельности, в общем проявляющаяся в тот же период геологической истории, к которому приурочена орогеническая фаза, может находиться с ней в различных частных взаимоотношениях, соответственно с чем магматические образования могут быть доскладчатыми, соскладчатыми и послескладчатыми.

Таблица 6

Сопоставление периодов осадкообразования, тектогенеза, магматизма, минерализации и их проявлений

Периоды				Геологическая характеристика структурно-фацальной зоны ¹			
осадкообразования	тектогенеза	магматизма	минерализации	осадкообразование	тектогенез	магматизм	минерализация
осадочный цикл	тектоно-магматический цикл		металлогеническая эпоха	серия формационных рядов	структурный этаж	ряды петрографических формаций (серия магматических комплексов)	разновозрастные месторождения определенных (иногда "сквозных") металлов, относящихся к различным генетическим типам и рудным формациям
	текtonическая эпоха (орогенический цикл)						
Естественноисторический этап осадочного цикла (основной, или элементарный, ритм по Н. М. Страхову)	Этап тектono-магматического цикла (начальный и ранний, средний, поздний и конечный, по Ю. А. Билибину)		Этап эндогенного оруднения	Формационный ряд (структурно-формационный комплекс)	Структурный ярус, реже два структурных яруса	Магматический комплекс	Близкие по геологическому времени образования месторождения разных генетических типов и рудных формаций
Стадии основного осадочного ритма (трансгрессивная, стабильная и регressiveвая эпохи, по Н. М. Страхову)	Фаза орогенической деятельности (фаза орогенеза)	Фаза магматической деятельности (фаза магматизма)	Фаза рудообразования	Формации	Структурный подъярус	Петрографическая формация (интрузивный, субвуликанический или эфузивный комплекс, группы магматических тел, отдельные части сложных многофазных тел)	
Время отложения однородных осадков (нередко характеризующееся определенной фацальной цикличностью)		Стадия внедрения магмы	Этап минерализации	Пачки слоев определенного возраста, состава и происхождения (иногда определенные горизонты)		Отдельные части сложных многостадийных тел, группы магматических тел	Месторождения одной какой-либо рудной формации или группы формаций, связанных определенными генетическими соотношениями
			Стадия, субстадия минерализации			Магматическое тело	Минеральные ассоциации — группы минералов, характеризующих определенную стадию минерализации

¹ В этой части таблицы общие, обобщающие понятия заменяются наименованием соответствующих пород, развитых в пределах данной структурно-фацальной зоны.

Однако направленность развития, взаимосвязь процессов и геологических образований находят в таблице наглядное выражение. Выделив в таблице рудоносные комплексы и рудоносные формации магматических пород, осадочные и структурно-тектонические подразделения, образование которых сингенетична минерализация, можно выявить в одну или в несколько стадий, этапов или фаз рудообразования (или, возможно, даже в несколько этапов эндогенного оруденения) сформировался металлогенический облик рудного района.

В некоторых рудных районах возрастные соотношения осадочных и магматических пород позволяют ориентировочно выделить подразделения осадочных отложений, наиболее перспективных в отношении рудной минерализации, так как нередко это будут породы, образовавшиеся несколько ранее (или в тот же период геологического развития, если рудоносными являются эфузивные комплексы), чем рудоносные магматические породы.

Обусловливается это совокупностью причин. Во-первых, особенно в тех случаях, когда интрузивы имели незначительную глубину становления, породы, наиболее близкие по возрасту к интрузивной деятельности, занимали наиболее выгодную геологическую позицию, часто вмещающая эти магматические тела. Во-вторых, являясь в период внедрения наиболее молодыми, а следовательно, наименее уплотненными и наиболее проницаемыми породами, они были более доступными для рудоносных растворов. Кроме того, их химическая активность в это время была, вероятно, большей, так как молодые образования обычно содержат большее количество растворимых или хотя бы относительно растворимых компонентов, чем более древние породы того же состава. Однако это нельзя возводить в правило, так как положение зоны, подвергшейся воздействию интрузии, в значительной степени определяется глубиной становления интрузивов.

Во всяком случае, горизонты или толщи осадочных пород, образовавшихся в период интенсивной интрузивной или эфузивной деятельности или несколько ранее, заслуживают особого внимания при металлогенических исследованиях.

Временные связи оруденения с магматизмом, представляющие наибольший интерес, в значительной мере определяются существующей между ними генетической близостью. Естественно, что при металлогенических исследованиях, особенно тех районов, в строении которых принимают участие магматические породы, очень важно и интересно проследить изменение характера магматизма во времени. Теоретические обоснования этих исследований и примеры того, как их более правильно провести методически, можно найти в трудах Ю. А. Билибина (1947₁, 1955, 1959₁ и др.).

В условиях рудного района может оказаться необходимым выявить изменения во времени петрографического состава формаций магматических пород одного комплекса, относящихся к разным стадиям и субфазам внедрения, в зависимости от временных соотношений с главной фазой складчатости или с разрывными нарушениями. По всей вероятности, закономерное изменение основности магматических образований можно будет увязать с тектоническими движениями, т. е. установить более тесную связь тектонических движений и магматических процессов, что в ряде случаев позволит более правильно судить о времени минерализации.

Пространственные связи оруденения с вмещающими оруденение породами охватывают очень широкий круг вопросов — от ассоциации промышленных концентраций рудных элементов с породами, с которыми они связаны генетически или по времени образования, до самых незначительных косвенных признаков рудоносности. Нужно разрешить такие вопросы: а) наблюдается ли избирательная приуро-

ченность рудной минерализации к выходам интрузивных, эфузивных или осадочных пород определенного состава или возраста; б) проявляется ли эта приуроченность в общем виде или она зависит от каких-либо частных особенностей рудовмещающих пород (изменения петрографического состава, зернистости, текстур и пр.); в) существует ли зависимость пространственного размещения оруденения от размещения тектонических структур — глубинных разломов, складчатых и разрывных нарушений — и от отдельных элементов этих структур; г) проявляется ли зависимость оруденения от тех или иных магматических, литологических или структурных факторов независимо один от другого, или же размещение руд определяется их совокупностью (например, магматических и литологических, структурных и литологических и т. д.). Особенности геологического строения, от которых зависит пространственное размещение оруденения, отражаются на металлогенической карте с возможно большей полнотой.

Детальность отображенных на карте данных может быть очень неоднородной: какой-либо признак, не влияющий на размещение оруденения, может быть показан более обобщенно, чем на геологических картах этого же масштаба, тогда как факторы, влияющие на размещение оруденения, наносятся иногда даже внemасштабными знаками. Однако детальность одного и того же признака в пределах карты должна быть примерно одинаковой. Очень часто на металлогенических картах наблюдается методическая ошибка: более детально отображается геологическое строение участка месторождения, в то время как на других участках карты те же данные показываются более обобщенно. Это приводит к тому, что аналогов рудоносных участков на остальной части площади карты выделить нельзя. Как бы подробно ни характеризовал условный знак месторождения геологические особенности его залегания, прогнозировать будет невозможно, если эти особенности нельзя отразить в масштабе данной карты и на остальной территории. Следовательно, при прослеживании рудоконтролирующих факторов и критериев предпочтение следует отдать тем, которые могут картироваться в данном масштабе.

4. Составление металлогенической карты рудного района

Составление металлогенической карты рудного района, имеющей целью отразить закономерности размещения оруденения и выявить перспективы рудоносности отдельных участков изучаемой площади, производится в несколько этапов — камеральный предварительный, полевой и камеральный завершающий.

Главными задачами предварительного камерального периода являются:

а) изучение опубликованной и рукописной литературы по геологии и рудным месторождениям района с иллюстрацией этих данных на карте геологической и поисковой изученности;

б) составление табличного кадастра всех известных на территории рудного района месторождений и рудопроявлений с оценкой их перспектив;

в) составление обзорной металлогенической карты при отсутствии мелкомасштабных металлогенических карт или в том случае, если появляется необходимость отобразить геологическую историю района или какие-либо его региональные особенности более наглядно, чем они показаны на имеющихся мелкомасштабных металлогенических картах;

г) составление макета собственно металлогенической карты рудного района по материалам предыдущих исследований с обязательным выделением не только установленных, но и возможных (потенциальных) рудных зон, узлов, полей;

д) определение типа рудного района и установление видов контроля оруденения как проявленных, так и возможных, предполагаемых по геологическим предпосылкам или по аналогии с более изученными рудными районами того же типа;

е) разработка методики полевых наблюдений — общегеологических и специальных методов применительно к геологическим, металлогеническим и физико-географическим особенностям района.

Основной задачей полевого периода является составление собственно металлогенической карты рудного района. В случае необходимости могут быть проведены отдельные наблюдения по уточнению обзорной металлогенической карты.

Вопросы, непосредственно возникающие при составлении металлогенической карты, могут касаться самых различных областей геологии. Круг вопросов, подлежащих изучению, может значительно меняться в зависимости от геологических условий района, в связи с чем очень трудно представить их в каком-то общем, универсальном виде.

Во всех случаях, по-видимому, будет необходимо:

а) до начала картирования ознакомиться на месте со всеми известными в районе месторождениями или, во всяком случае, со всеми промышленными месторождениями, для того чтобы более четко уяснить, какая геологическая позиция является наиболее благоприятной для оруденения.

б) с помощью детальных маршрутов по нескольким характерным пересечениям установить: правильно ли во время предварительной подготовки акцентировано внимание на том или ином рудоконтролирующем факторе и какие определяющие его особенности являются наиболее характерными; какие поисковые критерии и признаки могут быть закартированы в масштабе карты; иными словами, установить набор данных, подлежащих картированию.

Методика картирования также может быть различной в зависимости от ряда причин: от того, совмещено ли металлогеническое картирование с геологическим или проводится на готовой геологической основе; от возможной неоднородности геологического строения и вызванного этим сгущения сети наблюдений на наиболее сложных или наиболее перспективных площадях; от выбранных общих и специальных методов и др. Во всех случаях, по-видимому, будет целесообразно наиболее важные факторы отражать, помимо металлогенической карты, отдельно, на специальной карте или схеме, где будут больше возможности показать детали строения, иногда даже внemасштабными знаками.

Завершающий камеральный период посвящается уточнению металлогенической карты в соответствии с результатами лабораторных исследований, вопросам металлогенического районирования и прогнозной оценке. Последнее более тесно связано с составлением прогнозной карты, которая подробнее, характеризуется ниже.

Для того чтобы более ясно представить работу по составлению карт, кратко остановимся на требованиях, которые к ним предъявляются.

Основные требования к картам. Требования к картам можно разделить на две категории: требования к содержанию карт и требования к методам изображения.

Содержание металлогенических карт конкретного рудного района определяется геологическим строением, специфичностью проявленных рудоконтролирующих факторов, особенностями минерализации и другими свойственными данному рудному району чертами. В общем виде требования к содержанию карт определяются их назначением, которое кратко формулируется ниже.

Обзорная металлогеническая карта масштаба 1 : 500 000—1 : 1 000 000 (до 1 : 200 000) предназначается для определения типа руд-

ного района и его структурно-геологического положения среди более крупных металлогенических единиц с тем, чтобы охарактеризовать закономерности размещения оруденения с региональных позиций. Отсюда главной задачей карты является металлогеническое районирование, которое производится на основе тектонического районирования с учетом проявлений магматизма и распространения оруденения и его признаков. В связи с этим обзорная металлогеническая карта составляется на специализированной тектонической основе.

Металлогеническая карта масштаба 1 : 25 000—1 : 50 000 (1 : 100 000—1 : 200 000), являющаяся, основной в данном комплекте карт, на которую наносятся все известные месторождения и рудопроявления, должна наглядно отражать выявленные пространственные, временные, а по возможности, и генетические связи оруденения с магматическими породами, определенными геологическими структурами, толщами определенного состава и возраста, приуроченность оруденения к определенному типу нарушений, а также учитывать все выявленные поисковые критерии. Связи оруденения с определенными породами и геологическими структурами должны вытекать, по возможности, из рассмотрения самой карты.

В связи с необходимостью всестороннего изучения условий размещения минерализации металлогенические карты рудных районов наиболее целесообразно составлять на специальной геологической основе с подчеркнутым наглядным отображением рудоконтролирующих факторов.

Прогнозная карта, составляющая неразрывное целое с металлогенической картой, строится в том же масштабе и является результатом обобщения данных металлогенической карты. Прогнозная карта имеет целью показать степень перспективности изученных площадей, месторождений и рудопроявлений на основе данных металлогенической карты и определить дальнейшее направление поисковых и разведочных работ.

Прогнозная карта выполняется на восковке или другом прозрачном материале и при рассмотрении накладывается на металлогеническую.

Такое понимание содержания металлогенических и прогнозных карт рудных районов обеспечивает:

а) преемственность металлогенического изучения рудных районов от региональных мелкомасштабных металлогенических исследований и связь этого изучения с тектоническими обобщениями путем составления обзорной карты;

б) необходимую увязку металлогенических исследований с планомерным государственным геологическим картированием рудных районов, возможность дальнейшего улучшения регистрационных карт полезных ископаемых и переход к составлению вместо них металлогенических карт;

в) достаточно четкое разделение фактических данных, показываемых на металлогенических картах, и прогнозных соображений, вследствие чего рекомендации, которые даются производственным организациям, становятся определеннее.

Требования к графическому выполнению металлогенических карт кратко можно сформулировать следующим образом:

а) карты не должны утрачивать своей геологической сущности и должны быть легкочитаемы;

б) несмотря на различия в геологическом строении и металлогеническом облике отдельных рудных районов, на металлогенических картах должно быть соблюдено единообразие способов изображения тех или иных данных, как это принято для геологических карт, также весьма разнообразных по содержанию.

Имея в виду эти требования, авторы при разработке условных знаков придерживались таких принципов:

1) по возможности, должны быть использованы знаки, принятые для геологических карт, так как это значительно упростит чтение металлогенических карт. Некоторое видоизменение знаков вызывается необходимостью детализировать отображаемые данные с тем, чтобы легче было выявить и подчеркнуть связи оруденения с геологической обстановкой;

2) учитывая большую нагрузку металлогенических карт, каждый знак должен быть предельно насыщен содержанием. Так, например, нерационально наносить на карту просто стратиграфический контакт, ближе не определенный; лучше специфической рисовкой линии контакта охарактеризовать его геологическую сущность. То же относится к изображению интрузивных контактов и других данных. Особые знаки предусматриваются для тех случаев, когда имеющихся данных недостаточно.

Не надо думать, что предлагаемые условные обозначения имеют целью стандартизировать существование работы по металлогеническому изучению рудных районов; она будет по-прежнему специфичной в зависимости от особенностей геологического строения и металлогенеза того или иного района.

Естественно, что предусмотреть все возможные детали геологического строения при составлении общей легенды, рассчитанной на рудные районы разного типа, трудно; авторы, считая, что рекомендованные знаки можно положить в основу, предполагают, что при составлении металлогенических карт отдельных рудных районов в ряде случаев их следует детализировать в зависимости от строения изучаемого района.

Комплект карт. Главными, основными картами комплекта являются собственно металлогеническая карта рудного района и составляющая с ней единое целое прогнозная карта того же масштаба.

Совместить данные этих карт на одной прогнозно-металлогенической карте трудно прежде всего графически. На обеих картах места с максимальной нагрузкой — рудоносные площади на металлогенической карте и перспективные площади на прогнозной карте — совпадают, и обе карты при совмещении теряют четкость изображения, наглядность, а следовательно, и ценность.

По содержанию эти карты также значительно отличаются одна от другой (металлогеническая карта по существу является геологической, а прогнозная карта показывает перспективы и дальнейшее направление работ), в связи с чем их совмещение носило бы искусственный характер.

При металлогенических исследованиях рудных районов целесообразно дать более четкое разделение фактических данных, отраженных на металлогенической карте, и прогнозных выводов и практических рекомендаций, показываемых на карте прогнозов. Значение фактических данных для карты прогноза подчеркивал А. Н. Заварицкий (1939), на него указывал при составлении первых карт прогноза и А. Д. Архангельский.

Такое разделение может быть достигнуто одновременным составлением двух карт — металлогенической и карты прогноза, составляемой на прозрачном материале и накладываемой на металлогеническую. При этом карта прогноза будет представлять неразрывное целое с металлогенической картой и не может рассматриваться отдельно от нее. Предлагаемое разделение карт позволит иметь более полный фактический материал на металлогенической карте для обоснования прогнозных построений и производить систематическое пополнение металлогенической карты новыми данными, по мере накопления которых, про-

гнозная карта (содержащая текущие рекомендации по направлению геологопоисковых работ) может пересоставляться. Таким образом, металлогеническая карта в общем случае включает в себя и карту фактического материала, ввиду чего необходимость в составлении дополнительных, обычно регистрационных карт фактического материала отпадает.

Метод использования карт-накладок (изготовленных на тонком прозрачном пластмассовом материале или плотных восковках), совмещенных с геологическими, тектоническими или металлогеническими картами для подчеркивания различных специальных данных или выводов, находит все большее применение в зарубежной практике.

Рекомендуемое одновременное составление двух совмещаемых карт — металлогенической и прогнозной (на восковке), а не прогнозно-металлогенической и карты фактического материала — является, таким образом, удобным техническим приемом, не изменяющим существа работы. Разумеется, при металлогеническом изучении рудных районов могут применяться иные методы, например, составление объединенной прогнозно-металлогенической карты при небольшой ее нагрузке или, наоборот, составление отдельных карт, показывающих связи оруденения с литологическими и структурными факторами или магматизмом в случае обилия материала при проведении специальных исследований.

Для лучшего понимания размещения оруденения в пределах рудного района может возникнуть необходимость в определении геологической позиции изучаемого рудного района в структурах более крупного порядка — металлогенических зонах, областях, провинциях, поясах. В этих случаях целесообразно, помимо собственно металлогенической карты рудного района и сопровождающей ее прогнозной карты, составлять обзорную металлогеническую карту.

Под обзорной здесь подразумевается не схема, а металлогеническая карта более мелкого масштаба. Обзорной она будет по отношению к рудному району, но для характеристики металлогенических зон, областей, а иногда и провинций карта будет иметь самостоятельное значение (см. «Принципы составления минерагенических карт...», 1962).

Однако на упомянутые основные карты комплекта — собственно металлогеническую, прогнозную и обзорную металлогеническую — не всегда, даже по техническим причинам, можно нанести все необходимые данные, и может возникнуть потребность в составлении дополнительных карт. Иногда нужно дать более полную геохимическую характеристику исследуемой площади, в то время как обычно на металлогеническую карту наносится не весь фактический материал, содержащийся на шлиховой, металлометрической и других подобных картах, а лишь контуры ореолов с повышенным содержанием рудных минералов или их характерных спутников. То же относится к геофизическим наблюдениям. Некоторые данные, такие, как структурно-тектонические, геоморфологические, палеогеографические и другие, невозможно в случае необходимости детально нанести на металлогеническую карту, не меняя существа ее основы и не лишая ее наглядности.

Наконец, масштаб карты может оказаться недостаточным для изображения важных в металлогеническом отношении деталей геологического строения рудных узлов или полей и появляется необходимость в составлении более крупномасштабных карт (карт-врезок).

Поэтому очень часто при металлогенических исследованиях составляется большое количество карт. Так, например, исследователи Рудного Алтая П. Ф. Иванкин (Иванкин и др., 1960, 1961), В. С. Кузебый, Ю. Ю. Воробьев и другие сопровождают металлогеническую карту (тектоно-магматическую со специальной нагрузкой) целым рядом карт: прогнозной, структурно-геологической, шлиховой, металлометрической,

гравиметрической, магнитометрической, геоморфологической, картой изолиний мощностей рыхлых отложений и серией карт изученности — шлиховой, геофизической, геологической. В комплект входят также более крупномасштабные карты-врезки отдельных рудных зон и узлов, причем этот последний комплект еще более разнообразен. Например, в один из комплектов входит еще карта метаморфизма.

Составляемая в Геологических управлениях мелкомасштабная карта прогноза на золото иногда представляет собой комплект карт, в состав которого входят карты: металлогеническая, прогнозная, геологической и поисковой изученности, полезных ископаемых, россыпной и шлиховой золотоносности, сводные карты золотоносности; материалы для выявления закономерностей размещения золотого оруденения: карты-врезки крупных масштабов, картограммы, выявляющие связь оруденения с элементами тектонической структуры и с определенными стратиграфо-литологическими комплексами, а также карты прогнозов, содержащие рекомендации по направлению поисково-разведочных работ.

При крупномасштабных металлогенических исследованиях, проводимых в Геологическом институте Академии наук Азербайджанской ССР, также составляется комплект карт: металлогеническая на геологической основе; карта полезных ископаемых; прогнозная карта раздельно для отдельных групп металлов; геологическая карта и более мелкомасштабная тектоническая карта.

Надо сказать, что большая часть составляемых в настоящее время металлогенических карт крупного масштаба (их количество пока невелико) обычно сопровождается дополнительными картами. Хотя эти карты весьма наглядно иллюстрируют фактические данные и их надежность, большое количество дополнительных карт все же представляется излишним и даже вредным, так как само обилие материала (который уже проанализирован автором и использован им при составлении металлогенической карты) создает трудность в его усвоении.

Дополнительные карты целесообразно представлять лишь в том случае, если они содержат какие-то новые интересные в металлогеническом отношении данные, которые нельзя наглядно отобразить на какой-либо из основных карт комплекта (обзорной металлогенической, металлогенической, прогнозной). Если же они только иллюстрируют первичный фактический материал, послуживший основой для составления металлогенической карты, то после их использования вводить их в основной комплект не следует, так же как дневник, контактную печать и другие фактические материалы при геологической съемке.

Например, если на металлогеническую карту нанесены ореолы повышенного содержания каких-либо минералов или элементов по данным шлихового или металлометрического опробования, то сами карты шлихового или металлометрического опробования вводить в основной комплект карт не нужно и т. д.

Таким образом, комплект карт, сопровождающих металлогеническую карту, должен быть разумно ограничен.

По-видимому, при выборе комплекта карт можно руководствоваться такими соображениями:

а) рабочие карты, являющиеся по существу вспомогательными, с которых результативные данные переносятся на металлогеническую карту, в комплект карт включать не нужно;

б) для малоизученного района, где особенности размещения оруденения лишь начинают изучаться и все рудоконтролирующие факторы изучаются примерно с одинаковой детальностью, составление дополнительных схем излишне, но приложение более крупномасштабных карт-врезок для участков с проявленной минерализацией желательно, так

как это может способствовать пониманию закономерностей локализации оруденения;

в) карты-врезки целесообразно составлять также в районах, картирующихся в мелком масштабе, не всегда достаточном для выявления тех или иных деталей геологического строения, а также в хорошо изученных районах в тех случаях, когда имеющиеся данные позволяют рекомендовать постановку разведочных работ и в связи с этим геологическое строение этих участков необходимо показать в значительно более крупном масштабе;

г) дополнительные карты и схемы того же масштаба должны дать возможность более полно раскрыть главенствующие в изучаемом рудном районе факторы — магматические, структурные или литологические. В наиболее изученных районах, где для оценки перспектив оруденения, особенно на глубину, приобретают значение специальные методы — геофизические, геохимические, изучение метаморфизма и эндогенных изменений — несомненно, требуется составление специальных карт, отражающих результаты применения этих методов.

Для закрытых районов, где оценить перспективы района можно, как правило, лишь с помощью геофизических методов, обязательны различные геофизические карты.

Масштаб карт. При выборе масштаба металлогенической и прогнозной карт рудного района в первом приближении можно руководствоваться следующими соображениями: для старых, хорошо изученных промышленных рудных районов и для отдельных рудных зон и узлов в них наиболее подходит масштаб 1:50 000 или 1:25 000, для малоизученных или значительных по площади рудных районов — масштабы 1:200 000—1:100 000.

Выбор масштаба обзорных металлогенических карт зависит от масштаба основных металлогенических карт комплекта: для того, чтобы положение рудного района среди более крупных металлогенических единиц можно было отобразить на одном листе карты в принятой международной полистной разграфке¹, нужно, чтобы масштабы карт отличались примерно на два порядка. При масштабе металлогенических карт 1:100 000 и 1:200 000 наиболее подходящим для обзорной карты будет масштаб 1:1 000 000; при масштабе металлогенических карт 1:50 000 и 1:25 000—1:500 000 (до 1:200 000). Делать разницу между масштабами собственно металлогенической и обзорной карт еще более значительной представляется нецелесообразным, так как дальнейшее уменьшение масштаба последней отразится на графических возможностях карты и ряда факторов, интересных в металлогеническом отношении, она уже не сможет отобразить.

В некоторых случаях в виде исключения, если тектоническое строение (а в связи с этим тектоническое и металлогеническое районирование) очень сложно и не может быть наглядно показано в мелком масштабе, можно допустить составление обзорных карт в более крупном масштабе: 1:500 000 при масштабе металлогенических карт 1:100 000 и 1:200 000 и 1:200 000 при масштабе 1:50 000 и 1:25 000.

5. Составление схемы возрастного положения оруденения

Металлогеническая карта достаточно наглядно отражает пространственные закономерности размещения минерализации, связь ее с различными геологическими структурами и формациями горных пород. Закономерности размещения минерализации во времени на ней также показываются, но не так выразительно. Поэтому данные о формировании

¹ Составление обзорной карты на двух и более листах нежелательно, так как это займет больше времени, чем составление собственно металлогенической карты, являющейся главной картой комплекта.

оруденения во времени для более наглядного их выражения требуют определенной систематизации.

Одним из методов их систематизации является составление схемы возрастного положения оруденения. Этот метод позволяет наглядно показать историю геологического развития территории, проявление и эволюцию тектоно-магматических циклов, их этапов и фаз магматической деятельности, отразить взаимосвязь осадочных, интрузивных и эфузивных образований с рудоотложением. Схема возрастного положения оруденения дополняет металлогеническую карту графическим изображением последовательности геологических явлений во времени и облегчает чтение карты, с которой она неразрывно связана.

На схеме показываются следующие основные геологические данные:

- 1) возраст, мощность, фациальный состав и литологические особенности стратифицированных толщ;
- 2) характер контактов между геологическими образованиями;
- 3) перерывы в осадкообразовании и время их проявления;
- 4) фазы складчатости, глубинные разломы и их возраст;
- 5) интрузивные и эфузивные комплексы, образующиеся в определенные фазы магматической деятельности, петрографический состав и время формирования пород различных комплексов;
- 6) последовательность формирования изверженных пород в субфазах магматической деятельности и отдельные стадии внедрения магмы;
- 7) последовательность внедрения и связь даек с другими магматическими образованиями;
- 8) связь во времени месторождений различных рудных формаций с породами интрузивных и эфузивных комплексов, образовавшимися в соответствующие фазы, субфазы и стадии магматизма, а также с осадконакоплением или тектоническими процессами;
- 9) взаимоотношения изверженных пород со стратифицированными толщами определенного возраста, распространение рудных месторождений различных формаций в этих толщах и массивах магматических пород, также в строго установленных для района возрастных пределах;
- 10) геологические образования, относящиеся к различным структурным этажам, ярусам и подъярусам.

Схема состоит из двух самостоятельных, но взаимосвязанных частей (см. макет металлогенической карты масштаба 1:200 000), каждая из которых имеет свою возрастную шкалу. В левой части схемы по вертикальной оси показываются возраст геологических образований и структурно-тектонические данные. В правой части схемы отражается последовательность образования интрузивных и эфузивных пород, связанных с ними даек и рудных формаций во времени (от более древних к более молодым слева направо).

Сочетание левой и правой частей схемы позволяет графически изобразить еще один существенный для металлогенического анализа факт — размещение интрузивных комплексов и рудных формаций, приведенных в правой части схемы, среди геологических образований, в особенности в стратифицированных толщах, показанных в левой части.

В первом столбце схемы последовательно снизу вверх, без пропусков, показывается возраст стратифицированных толщ и комплексов изверженных пород, в геохронологических подразделениях, начиная с самых древних, установленных в данном районе. При этом их индексация должна полностью соответствовать геологическим подразделениям, выделенным на карте. Геологические периоды и эпохи, не представленные в районе определенным комплексом отложений, индекси-

руются с максимально возможным укрупнением геохронологических подразделений. Например, если отсутствуют отложения верхнего карбона, перми, триаса, юры и мела, то в первом столбце выделяются два вертикальных интервала, из которых нижний обозначается как верхний палеозой, а верхний — как мезозой. В этом же столбце помещаются данные по абсолютному возрасту различных геологических образований.

Вертикальный размер интервала для каждого стратиграфического подразделения откладывается в масштабе, едином для всей схемы, пропорционально средней мощности выделяемой толщи. Интрузивные породы и время перерывов показываются в произвольном масштабе, и занимаемый ими вертикальный интервал на схеме включается в тот геологический период, эпоху или век, с которым по времени связано их проявление.

Во втором столбце схемы показывают вещественный состав осадочных, эфузивных и интрузивных комплексов, выделенных на карте. Рисунок линии контактов между толщами отражает характер их взаимоотношений (размыв, тектоническое несогласие и т. д.). Закраска второго столбца (цвет, крап) должна полностью соответствовать легенде карты. Интервалы, отвечающие перерывам в осадконакоплении, остаются незакрашенными.

В третьем столбце схемы приводятся мощности отложений и отмечаются перерывы в осадконакоплении.

Четвертый столбец левой части схемы предназначен для изображения структурно-тектонических данных. В нем, на соответствующем возрасту уровне, показываются проявляющиеся в районе фазы складчатости; выделяются структурные этажи, ярусы и подъярусы. В этом же столбце отражается преимущественная направленность колебательных движений и периоды проявления глубинных разломов.

Внешне левая часть схемы имеет много общего со стратиграфической колонкой. Отличие от последней заключается в том, что в основу построения схемы положен принцип показа развития во времени всех основных геологических процессов — осадконакопления, колебательных и складчатых движений, развития глубинных разломов и магматизма, размыва ранее образовавшихся отложений и т. д.

Об основных процессах геологического развития мы судим по комплексу возникших в результате их деятельности горных пород как осадочных, так и магматических или по размыву более ранних геологических образований. Поэтому во втором столбце схемы показан состав осадочных и магматических пород и выделены интервалы перерыва в осадконакоплении, характерные для хода геологического процесса на определенном отрезке времени.

Рекомендуемый для построения вертикальный масштаб времени в зависимости от мощности осадочных образований лишь частично отвечает требованиям схемы. Правильнее было бы пользоваться масштабом абсолютной продолжительности во времени того или иного геологического процесса. Однако в практической деятельности наши знания не всегда позволяют использовать этот принцип.

Правая часть схемы возрастного положения оруденения является развернутым на 90° по отношению к левой части графическим изображением временной последовательности комплексов интрузивных, субвулканических, эфузивных пород, малых интрузий, пород отдельных субфаиз и стадий формирования этих комплексов, а также последовательности отложения связанный с этими магматическими породами эндогенной минерализации.

Каждой выделенной на металлогенической карте группе интрузивных, эфузивных, дайковых пород и каждой рудной формации одного возраста на схеме соответствует вертикальный столбик или зна-

чок рудной формации. Верхний уровень столбика определяет возраст магматических пород по геохронологической шкале левой части схемы. При этом столбик закрашивается не целиком, а только в тех интервалах второго столбца левой части схемы, с породами которых наблюдаются непосредственные контакты; на остальных интервалах столбик изображен пунктирными линиями без внутренней закраски. Предлагаемый принцип закраски наглядно показывает фактически наблюдаемые взаимоотношения магматических пород с вмещающими породами, подчеркивая обоснованность предположения автора о возрасте интрузивных образований.

Эффузивные образования показываются столбиком, ограниченным ло вертикали интервалом, в пределах которого эти породы отражены во втором столбце левой части схемы. Корни эффузивов изображаются более узким вертикальным столбиком, который упирается снизу в широкий столбик, изображающий эффузивы.

Столбики в схеме и значки рудных формаций располагаются в соответствии с возрастом и последовательностью образования магматических пород и оруденения: слева направо от более древних к более молодым. В случае установления связи образования тех или иных пород и руд только с одним интрузивным комплексом или отдельными разновидностями составляющих его пород, такая связь показывается стрелкой, обращенной в сторону того комплекса или тех пород, связь с которыми установлена.

Месторождения и рудопроявления, отнесенные к определенным рудным формациям, наносятся на правую часть схемы в условных знаках карты. Их место среди магматических образований, изображенных на схеме вертикальными столбиками, определяется установленной связью с интрузивным, субвуликаническим, дайковым или иным комплексом в целом либо с породами выделенных субфаз или стадий формирования этих комплексов.

Для эндогенных месторождений, вмещающими породами которых являются непосредственно магматические тела, значок формации становится на фоне столбика соответствующих интрузивных образований. Послемагматические месторождения, связанные с определенной субфазой или стадией внедрения магматического комплекса, показываются непосредственно вправо от столбика, изображающего породы, которые относятся к этой субфазе или стадии. Вертикальный диапазон развития оруденения отмечается на схеме крестиками. Крестики располагаются против тех интервалов левой части схемы, которые изображают породы, фактически являющиеся вмещающими для оруденения данной формации.

Осадочные месторождения и рудопроявления, не связанные с магматической деятельностью, показываются во втором столбике левой части схемы, в соответствующем времени их образования месте.

Схемы возрастного положения оруденения можно составлять при любом масштабе металлогенической карты, но с разной детальностью. На мелкомасштабных картах рационально ограничиться показом последовательности образования интрузивных, субвуликанических и других комплексов, не детализируя их. При более крупном масштабе карт на схеме необходимо отразить породы отдельных субфаз и стадий формирования комплекса, а также связь с ними групп рудных месторождений определенных рудных формаций или одной рудной формации.

Для крупномасштабных карт дальнейшая детализация схемы может заключаться в отражении таких деталей, как развитие среди тех или иных образований не только магматических пород определенной стадии, но и характерных черт самих магматических тел. Например, столбик, отвечающий магматическим породам одной из стадий, можно разделить на две вертикальные полоски, изображающие одна

глубинные части магматических тел, другая — апикальные. Этим приемом можно дать наглядное изображение распространения той или иной части магматического тела в пределах развитых в районе геологических образований, что позволит сделать выводы о влиянии эрозионного среза.

При более детальном изучении можно показывать относительное время образования не только рудных формаций, но и отдельных минеральных ассоциаций, т. е. этапы или даже стадии и субстадии минерализации. Выделенные при этом в рудных формациях минеральные ассоциации показываются не условным знаком формации, а серией вертикальных столбиков, каждый из которых соответствует этапу, или для более дробного деления — стадии или субстадии минерализации. Не обязательно показывать все рудные формации с одинаковой детальностью; наоборот, это рационально сделать только для наиболее хорошо изученных и перспективных формаций.

Как видно из описания правой части схемы возрастного положения оруденения, возможности ее детализации очень велики и зависят от полноты имеющихся данных по последовательности формирования магматических пород и связанного с ними оруденения, которые необходимо отразить автору.

При составлении схемы возрастного положения оруденения можно встретиться с несколькими случаями, обусловленными особенностями геологического строения территории, изображаемой на карте.

Для рудоносных регионов сложного геологического строения формировавшихся в продолжение нескольких тектоно-магматических циклов, которые сменяют друг друга во времени и проявляются последовательно по всей территории региона, целесообразно составлять одну схему. В этом случае левая часть схемы дает возможность графически показать временную последовательность тектоно-магматических циклов. На правой части схемы четко отображаются все особенности такой полициклической магматической деятельности и связанного с ней рудообразования. Схема дает представление об унаследованном характере магматизма и рудной минерализации, повторяемости рудных формаций в связи с разновозрастными комплексами магматических пород.

Для сложных складчатых регионов, также полициклических, но в которых проявления разных тектоно-магматических циклов смешались, лишь иногда частично перекрывая друг друга в пространстве, можно рекомендовать составление двух-трех отдельных схем для частей региона, сформированных в основном в течение одного определенного цикла. Две самостоятельные схемы целесообразно составлять также в случае, когда площадь карты охватывает такие разнородные по геологическому развитию части земной коры, как складчатые области и платформы. В этом случае одна из схем должна давать представление о развитии фундамента платформы (древние тектоно-магматические циклы) и платформенного чехла, а другая — складчатой области. В некотором интервале эти схемы могут охватывать один период времени, но специфические особенности их развития обязывают проводить металлогенический анализ, в том числе и составление схем, раздельно.

6. Металлогеническое районирование и его особенности при составлении карт средних и крупных масштабов

Средне- и крупномасштабные металлогенические карты обычно составляют для одного, реже для нескольких рудных районов с характерными металлогеническими особенностями. В последнем случае выделение рудных районов выполняется на обзорных картах.

Для выделения и классификации рудоносных площадей внутри рудного района должны быть использованы более дробные критерии,

вытекающие из общих принципов металлогенического районирования. Если конечной целью обзорных карт является показ положения рудных районов, то на средне- и крупномасштабных металлогенических картах необходимо выделить локальные рудоносные площади, в ходе геологического развития которых создались благоприятные условия для образования повышенной концентрации минерализации. В зависимости от формы и размера площадей это будут рудные зоны, рудные узлы и рудные поля.

Выделение таких локальных площадей основано на анализе рудо контролирующих факторов и благоприятных для оруденения признаков. Как те, так и другие могут быть прямыми и косвенными. Большое значение могут иметь признаки, отражающие аномальное геологическое строение отдельных площадей, непосредственно не связанные с процессом оруденения.

Металлогеническое районирование начинается со структурного анализа металлогенической карты. Опыт показывает, что факторы структурного контроля оруденения часто имеют важное, а иногда и решающее значение для локализации оруденения в весьма разнообразных геологических условиях. Действительно, структурными факторами определяются размещение батолитовых тел и штоков интрузивных пород, поясов и свит малых интрузивов и даек, особенности морфологии магматических тел. Большое влияние структурные факторы оказывают на фациальные условия и изменение мощностей осадков. Среди различного типа геологических структур решающее значение для размещения оруденения часто имеют глубинные разломы, отличающиеся длительностью развития, а также другие разрывные нарушения или структурные аномалии. Подобные нарушения очень часто устанавливаются по серии косвенных признаков, находящих отражение на металлогенической карте.

Результаты анализа структурных и литологических особенностей изображаются графически. Для этого на металлогеническую карту накладывается лист восковки или иного прозрачного материала, на который переносятся контуры площадей распространения структурных аномалий. При сложной геологической обстановке на прозрачную основу переносится не весь контур, а отдельно те фактические данные, по которым его предполагают провести, — разрывы, места флексурных перегибов и т. д. Таким образом составляется ряд вспомогательных схем, таких, как, например, «схема размещения зон повышенной трещиноватости», «схема размещения туфогенных фаций и их мощностей», «схема размещения флексурных перегибов и аномально круглых углов залегания» и т. п. И только после составления таких схем контуры площадей распространения отдельных структурных признаков объединяются на общей схеме. Контуры проводят линиями, начертания которых различны для разных признаков. Для большей наглядности можно площади распространения того или иного признака покрывать специальным крапом.

Полученная схема, как правило, отражает и главнейшие направления глубинных разломов.

После составления схемы распространения структурных признаков приступают к анализу положения известных месторождений и рудо проявлений по отношению к геологическим структурам. Локальные рудоносные площади часто располагаются в местах пересечения или сопряжения нескольких структурных направлений. Так как глубинные разломы проявляются в верхних структурных ярусах в виде зон различной ширины, а пересечение нескольких разломов редко происходит в одной точке, то площади участков их пересечения нередко составляют 25—60 км^2 и более.

Для среднемасштабной и особенно для крупномасштабной металлогенической карты пересечение нескольких структурных направлений еще не определяет положения отдельных месторождений. Значительную роль в их размещении играют более локальные признаки, такие, например, как форма отдельных складок, местные разрывы, особенности состава и морфологии интрузивов, благоприятные стратиграфические или литологические горизонты и т. п. Определяя позицию месторождения, особое внимание следует уделять тем геологическим, геофизическим и другим факторам, которые распространены в непосредственной связи с рассматриваемым месторождением.

При этом для разных типов месторождений решающая роль будет принадлежать различным группам признаков. Так, например, для собственно магматических месторождений ведущими признаками будут такие, которые отражают вещественный состав материнских пород и положение месторождения по отношению к определенной части плутона; для гидротермальных — основное значение будут иметь структурные признаки, малые интрузивы и дайки, первичные ореолы рассеяния, а для осадочных — фациальные особенности, отражающие характер осадконакопления.

Рудоконтролирующие признаки и благоприятные для локализации оруденения факторы подобно структурным признакам переносятся с металлогенической карты на схему их площадного распространения. Так, могут составляться отдельные схемы распространения интрузивных комплексов, сложенных породами с установленной металлогенической специализацией, с выделением среди них особо благоприятных разновидностей, образовавшихся в определенные стадии формирования интрузивов. На этих схемах обычно показываются и границы участков контактово- и регионально-метаморфизованных пород, границы распространения первичных и вторичных ореолов рассеяния и другие геохимические критерии, а также геофизические аномалии.

Контуры благоприятных по разным признакам участков со всех составленных схем переносятся на одну из них, чаще всего на схему структурных признаков. Площади, перекрывающие друг друга, заштриховываются, причем на площадях с развитием нескольких признаков штриховка сгущается в зависимости от того, сколько признаков попадает на данную площадь. Например, в случае наложения двух признаков штриховка будет в два раза чаще, чем на площадях с одним признаком. Конечно, при небольшом количестве выделяемых признаков их можно сразу показать на одной схеме, но при значительном количестве разнородных признаков удобнее составить несколько отдельных схем, объединив на них признаки, характерные для месторождений одной группы или родственных групп формаций.

Таким образом, полученные на схемах контуры являются объективным отражением имеющегося фактического материала и служат исходными данными для дальнейших построений, проводимых при металлогеническом районировании. Несомненно, что наряду с признаками, характеризующими распространение уже известного оруденения, на схемы можно нанести и такие признаки, которые помогут определить места возможного нахождения еще не встреченного в данном районе полезного ископаемого.

Составленные схемы являются рабочим материалом и не входят в обязательный комплект графических материалов металлогенической карты. Их целесообразно приводить в уменьшенном виде в тексте объяснительной записки как фактический материал, подтверждающий обоснованность сделанных автором выводов.

Следующий этап работы заключается в обобщении полученных данных по распространению благоприятных признаков оруденения с выделением на карте рудных зон, узлов и полей. Обычно даже про-

стое совмещение полученных контуров намечает закономерности положения рудоносных площадей в пространстве. Контуры, накладываясь один на другой, размещаются, как правило, на ограниченных площадях. Четко определяются площади, где отсутствуют прямые или косвенные признаки оруденения. Наряду с этим могут встретиться такие случаи, особенно при составлении карт масштаба 1 : 50 000—1 : 25 000, покрывающих относительно небольшую площадь, когда для всей территории характерен один или несколько благоприятных для оруденения признаков. Дальнейшая работа при этом сводится к определению на общем благоприятном фоне участков, наиболее выгодно отличающихся по геологическому строению от остальной территории.

Как показывает опыт подобных исследований, выделенные на схемах площади концентрируются не беспорядочно, а часто подчиняются зонам развития глубинных разломов в фундаменте. Обычно можно наметить несколько пересекающихся или линейных сопряженных зон, в которых концентрируется большинство выявленных рудоконтролирующих признаков.

В случае линейного расположения рудоконтролирующих факторов или благоприятных для размещения оруденения признаков их объединяют в рудные зоны. На пересечении рудных зон нередко возникают рудные узлы. Часто узлы образуются и без видимой связи с местами пересечения рудных зон, создавая концентрации признаков в виде изометрических в плане участков как внутри рудных зон, так и за их пределами в зависимости, например, от невскрытых интрузивных тел.

Характерным и общим признаком, по которому выделяются рудные зоны и узлы, является то, что в них пространственно сочетаются площади развития прямых или косвенных признаков оруденения. В отличие от этого рудные поля и месторождения, располагающиеся внутри зон и узлов, выделяются в местах наиболее благоприятного сочетания самих рудоконтролирующих признаков.

При металлогеническом районировании и прогнозировании необходимо различать, с одной стороны, рудные зоны, узлы и поля, которые уже установлены и в пределах которых обнаружены те или иные месторождения и рудопоявления и, с другой, — зоны, узлы и поля, выделяемые только по благоприятным признакам. В первом случае это будут рудные зоны, узлы, поля, во втором — потенциально рудные зоны, узлы и поля.

Невозможно предусмотреть разнообразные варианты, которые могут встретиться в практике проведения границы зоны, узла или рудного поля. Самый простой случай — когда площадь распространения одного из ведущих признаков оруденения включает в себя все остальные. При этом ее контур можно принять за контур соответственной группы рудоносных площадей.

Но чаще такого общего контура выбрать нельзя и в рудную зону или узел объединяются площади развития различных, но родственных по природе признаков. Например, рудная зона с гидротермальным оруденением контролируется рядом признаков, отражающих в верхнем структурном этаже глубинный разлом. В одном месте он выражен аномальным флексурным перегибом вмещающих толщ, которые далее, по простианию разлома, сменяются зонами кулисообразных разрывов; в другой части зоны разлом прослеживается по линейно вытянутым полям развития даек. В таком случае граница рудной зоны не может определяться контуром распространения какого-либо одного (благоприятного для оруденения) признака, она будет переходить с одного контура на другой по простианию зоны.

Построенные на прозрачном материале контуры рудных и потенциально рудных зон, узлов и полей переносятся на основную металлогеническую карту. Таким образом, на металлогенической карте в ре-

зультате анализа большого количества геологических, геохимических, геофизических и других признаков выделяются площади, на которых принципиально возможно встретить месторождения полезных ископаемых определенного типа в условиях данного рудного района. При металлогеническом районировании мы отвлекаемся от промышленной оценки, рассматривая лишь закономерности размещения оруденения, обусловленные его геологической позицией.

Полученные площади подвергаются оценке по их перспективности и запасам, разрабатывается методика и направление дальнейших работ. Данные эти показываются на специальной карте прогнозов.

7. Методика составления прогнозной карты

Основой прогнозной карты является металлогеническая карта того же масштаба с выделенными на ней рудными и потенциально рудными зонами, узлами и рудными полями. Прогнозная карта выполняется на прозрачном материале и используется в виде накладки на металлогеническую карту, составляя с ней неразрывное целое.

Задачей прогнозной карты является.

1. Оценка степени перспективности выделенных при металлогеническом районировании площадей и их прогнозных запасов.

2. Определение практических рекомендаций для постановки того или иного вида геологопоисковых и разведочных работ и последовательности их проведения на различных участках.

При составлении прогнозной карты с металлогенической карты переносятся рамка и разреженная координатная сетка, границы изученной площади, контуры рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей. Для подчеркивания наиболее перспективных или, наоборот, бесперспективных рудопроявлений с металлогенической карты переносится часть рудных проявлений, а также эксплуатируемые, отработанные и разведываемые месторождения.

В соответствии с основными задачами прогнозной карты, площадь карты делится на две основные категории: I — площади внутри рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей, которые подлежат дальнейшей оценке, и II — площади вне рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей, которые из прогнозов сегодняшнего дня исключаются как бесперспективные.

Среди площадей первой категории, в свою очередь, выделяются две группы: 1) площади перспективные и требующие постановки определенного вида геологопоисковых или геологоразведочных работ и 2) площади, не требующие их проведения, бесперспективные. Такое разделение площадей внутри геологически благоприятных для нахождения месторождений участков вполне закономерно. Действительно, как рудный район, выделенный на обзорной карте, не является сплошь перспективным для находок рудных месторождений, которые располагаются только на отдельных его участках, так и выделяемые внутри рудного района площади зон, узлов и полей состоят из более перспективных и менее перспективных площадей.

Детальность выделения благоприятных площадей всецело зависит от степени изученности и масштаба металлогенической карты. И если для карты рудного района масштаба 1:200 000 отдельное рудное поле можно показать как целиком перспективную площадь, то для карты более крупного масштаба на площади рудного поля нужно выделить участки расположения рудных тел, между которыми появятся бесперспективные площади.

Бесперспективные площади внутри рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей могут быть выделены как по известным гео-

логическим предпосылкам, например по наличию какого-либо отрицательного для оруденения фактора, так и на основании определенного объема проведенных работ, если в результате их на фоне общей благоприятной обстановки выявлены отдельные места с рудными полями или месторождениями и детальность работ позволяет говорить, что новых находок на данной площади не будет.

Рассматривая бесперспективные участки внутри рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей в совокупности с благоприятными для оруденения площадями, мы сохраняем на карте прогноза генетическую общность выделенных при металлогеническом районировании площадей, отличающихся общим, единым процессом геологического развития, и вместе с тем подчеркиваем характерные признаки, отличающие рудные зоны, узлы и поля от участков бесперспективных, расположенных между ними. Сохранение целостности выделенных площадей позволяет более углубленно анализировать перспективы того или иного района, более правильно раскрывать геологическое положение выявленного и прогнозируемого скопления полезных компонентов.

Наиболее сложной и наименее разработанной проблемой прогнозирования является оценка прогнозных запасов.

Под прогнозными запасами понимаются неразведанные запасы полезных ископаемых, предполагаемые на основании закономерностей образования и размещения месторождений полезных ископаемых и исследований, раскрывающих геологическое строение и историю геологического развития оцениваемой территории. Прогнозные запасы позволяют судить о возможности расширения минерально-сырьевой базы соответствующей отрасли народного хозяйства и должны служить основой планирования и выбора направления всех видов геологических исследований и геологоразведочных работ.

Прогнозные запасы оцениваются на основе данных об истории геологического развития и особенностях геологического строения изучаемой территории, полученных в результате широких комплексных геологических, геофизических и geoхимических исследований, а также путем анализа литологических, структурных, магматических и других факторов, определяющих условия локализации полезного ископаемого.

Количественная и качественная оценка прогнозных запасов месторождений полезных ископаемых производится с учетом указанных выше факторов, данных по известным месторождениям аналогичного типа, а также имеющихся статистических данных. От запасов категории C_2 разведываемых месторождений прогнозные запасы отличаются тем, что параметры оценки по прогнозируемым объектам (размеры по простиранию, мощности, среднее содержание и др.) являются предположительными и определяются косвенно.

При оценке прогнозных запасов при необходимости могут быть выделены:

а) прогнозные запасы в пределах неразведенной части отдельных известных месторождений или полей (новые рудные тела, участки, горизонты и т. д.);

б) прогнозные запасы в рудных районах, где уже выявлены месторождения или промышленные проявления данного полезного ископаемого;

в) прогнозные запасы в рудных районах с еще не выявленными месторождениями или промышленными проявлениями данного полезного ископаемого.

При составлении металлогенических и прогнозных карт рудных районов обычно имеют место два последних случая. Следует напомнить, что метод металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов может быть использован и для оценки новых типов месторожде-

ний, еще не выявленных, но возможных в данных геологических условиях, в данном типе рудоносных площадей.

Прогнозные запасы полезных ископаемых оцениваются до глубин, доступных для эксплуатаций, а по качеству полезного ископаемого — с учетом требований промышленности и существующих кондиций по отдельным полезным ископаемым.

Таким образом, прогнозные запасы существенно отличаются от запасов определенных категорий тем, что они в большинстве случаев оценивают не конкретные рудные тела, а возможную площадь их распространения. Только в редких случаях, и то лишь в случае разведки месторождений, можно привязать прогнозные запасы к определенным рудным телам. Оценку прогнозных запасов рудоносных площадей приходится делать по комплексу косвенных признаков. Это вносит большую условность в подсчет и, естественно, снижает достоверность получаемых цифр. Несмотря на это, прогнозная количественная оценка территории играет важную роль при планировании дальнейшего направления всех геологопоисковых и геологоразведочных работ.

Основной методический прием оценки прогнозных запасов в настоящее время — аналогия с хорошо изученными рудоносными площадями и месторождениями. Основным требованием при этом является проведение аналогии с рудоносными площадями определенных металлогенических типов, с хорошо изученными месторождениями, относящимися к одним и тем же рудным формациям и представленными рудами одного генетического типа. При прогнозировании возможного развития оруденения на глубину учитывается вертикальная зональность и влияние эрозионного среза. При этом важно дать прогноз не только на определенный вид полезного ископаемого, но и в соответствии с требованиями промышленности к нему в данное время. Прогнозные запасы и оценка перспектив по некондиционным типам руд сразу отодвигает вопрос об их дальнейшем подтверждении на долгий срок.

Точность количественной оценки прогнозных запасов рудоносных площадей зависит в первую очередь от степени изученности территории и тех данных, которые имеются по рудной минерализации. Учитывая это, среди площадей рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей выделяются несколько категорий.

К первой категории площадей (А-I), наиболее хорошо изученных и наиболее перспективных, относятся площади, непосредственно примыкающие к известным месторождениям, где можно ожидать непосредственный прирост запасов. Прогнозные запасы на этих площадях будут наиболее достоверны. Для количественной их оценки применяют аналогию с уже разведенной частью рудного поля или месторождения. Предполагая по геофизическим, геохимическим или геологическим показателям возможные места расположения рудных тел, распространяют на них средние данные по размеру, форме и содержанию, соответственно чему оцениваются прогнозные запасы.

Вторая категория площадей (А-II) объединяет участки с прямыми рудоконтролирующими признаками и выявленными рудопроявлениями, на которых проведен небольшой объем поисково-разведочных работ. Количественная оценка этих площадей будет менее точна, чем в предыдущем случае. Дается она по аналогии с хорошо изученной территорией, характеризующейся сходными рудоконтролирующими признаками. Обычно на площадях этой категории нельзя давать прогноз, привязанный к определенным рудным телам, можно оценить только рудоносную площадь в целом или в лучшем случае — рудные зоны и узлы или отдельные минерализованные зоны.

Для сравнительной оценки сходных по металлогенической обстановке территорий удобно пользоваться понятием об экстенсивности оруденения, предложенным С. С. Смирновым в статье «К оценке оло-

ворудных районов» (1941). Экстенсивностью С. С. Смирнов предлагает называть частоту встречи рудных проявлений на территории данного района в словом выражении, т. е. количество точек с рудной минерализацией на единицу площади. При анализе средне- и крупномасштабных металлогенических карт, на которых практически нанесено подавляющее большинство выходящих на поверхность рудных проявлений, экстенсивность является объективным критерием для сравнительной оценки района по методу аналогии.

Понятие об экстенсивности оруденения С. С. Смирнов неразрывно связывает с понятием интенсивности оруденения, подразумевая под ним «процент выхода промышленно интересных объектов или, что более правильно, но менее удобно и менее характерно, средний размер рудопроявлений» (Смирнов, 1941).

Перенося данные по среднему размеру рудопроявлений в хорошо изученном районе на территорию, подлежащую прогнозной оценке, необходимо учитывать влияние уникальных и весьма крупных месторождений на полученные средние величины. Как при выводе средних содержаний по данным опробования уменьшается содержание полезного компонента в «ураганных» пробах, так и в нашем случае уникальные и весьма крупные месторождения должны приниматься за «ураганные» и учитываться особо.

В случае, если известны или предполагаются как возможный источник оруденения конкретные интрузивные тела, их состав и объемы, в качестве одного из путей оценки рудоносных площадей можно рекомендовать метод подсчета баланса металла или другого полезного компонента. Сравнивая возможное количество вынесенного рудного компонента с суммарным его количеством в известных нам рудных точках и в рассеянном виде во вмещающих породах, можно провести некоторые приближенные сравнения. Если расчетные цифры значительно превышают фактические данные, можно предполагать, что или места концентрации оруденения еще не вскрыты, или известные рудопроявления заключают в себе значительные количества неучтенного полезного компонента. При сходности цифр практически трудно ожидать находки новых концентраций оруденения.

Несомненно, этот метод требует углубленных знаний источников минерализации, теоретических сторон процесса рудообразования и генезиса месторождений.

Непосредственно при оценке той или иной площади в практике часто пользуются расчетом *возможного количества полезного компонента на 1 км²*. В случае оценки узких и протяженных зон можно пользоваться аналогичным приемом, но уже с расчетом на 1 *пог. км* зоны. Можно применить для расчета и коэффициент рудоносности площади, опять по аналогии с хорошо изученным районом. Этот прием наиболее удобен при пластовом характере оруденения. Величина коэффициента колеблется в разных случаях от 0,7—0,5 до 0,05 и ниже, отражая различные факторы — размы, выклинивание, тектонические подвижки и т. п., — нарушающие сплошной характер оруденения.

К следующей категории площадей (А-III) относятся участки с развитием рудоконтролирующих признаков, но без выявленных рудопроявлений или с редкими их находками. Несомненно, что достоверность количественной оценки на них наиболее низкая. Единственным приемом оценки является аналогия с учетом распространения тех или иных косвенных признаков оруденения.

Среди благоприятных площадей внутри рудных и потенциально рудных зон и узлов рекомендуется выделять еще одну категорию — площади, недостаточно изученные для промышленной оценки (А-IV).

Среди бесперспективных площадей внутри рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей рекомендуется выделять две кате-

гории: площади, геологическое строение которых по известным в настоящее время данным неблагоприятно для промышленных концентраций рудных элементов (Б-І), и площади уже обследованные, по которым получены отрицательные результаты (Б-ІІ). Эта группа площадей появляется в результате проведения детальных работ, обычно выделяющих более локальные перспективные участки; естественно, что расположенные между ними площади являются безрудными или представляют значительно меньший интерес (категория «В»). Таким образом, «отрицательность» результатов является относительной.

Прогнозная карта-накладка может быть составлена для разных полезных ископаемых, а также для одного или нескольких генетически связанных между собою металлов. При необходимости можно сделать несколько прогнозных карт-накладок, выделяя на них наиболее важные в настоящее время полезные ископаемые.

После прогнозной оценки выделенных при металлогеническом районировании площадей приступают к выполнению второй задачи, стоящей перед анализом металлогенической карты, — к определению практических рекомендаций по постановке того или иного вида геологических работ и последовательности их проведения на различных участках.

Для этой цели производится сравнение перспектив и экономических данных выделенных благоприятных площадей отдельно для каждой категории и для каждого металла или группы родственных элементов. Естественно, что при установлении очередности работ и их направления отдается предпочтение тем участкам и видам работ, которые при наименьших затратах могут дать наибольший прирост запасов полезных ископаемых. При этом большое внимание надо уделять комплексному использованию минерального сырья. Сравнение наиболее целесообразно проводить по стоимости или объему работ, необходимых для проверки или подтверждения прогнозных запасов, с учетом стоимости разведки одной тонны металла (или другой единицы, принятой для обозначения количества запасов данного металла). При комплексном минеральном сырье или при необходимости сравнить площади, перспективные в отношении различных полезных ископаемых, желательно также произвести сравнительный подсчет затрат (необходимых для подтверждения этих запасов), отнесенных к тем же принятым единицам.

Для удобства сравнения имеющихся данных можно воспользоваться кадастром прогнозных площадей по приводимой форме.

В малообжитых и труднодоступных районах, рекомендуя проведение тех или иных видов работ, надо заранее представлять количество запасов в месторождении, которое будет рентабельно в *даных конкретных условиях*.

Исходя из данных, сведенных в кадастре, можно намечать очередьность проведения работ.

Введение в комплекс металлогенических исследований элементов проектирования дальнейших геологических и геологоразведочных работ не случайно, оно является логическим завершением оценки перспектив района. В руках авторов-составителей концентрируется большой фактический материал, который подвергается всестороннему анализу. На его основании дается прогнозная оценка территории. Составителю лучше, чем кому-либо, видны слабые места проведенных ранее исследований и наиболее отчетливо видны пути, по которым должна идти дальнейшая работа по подтверждению прогнозных запасов. Только при условии соблюдения направления работ, выдвигаемого при оценке прогнозных площадей, можно судить о том, подтвердился прогноз или нет. Поэтому на прогнозной карте должны найти место графически выраженные рекомендации по проведению и направлению тех или

Кадастр прогнозных площадей

иных видов геологических и геофизических работ. Автор должен на ней отразить: 1) масштаб рекомендуемых геологических, геохимических и геофизических съемок; 2) генеральное направление (азимут) геофизических профилей или профилей картировочного бурения.

В заключение следует кратко остановиться еще на одной особенности составления прогнозной карты. В хорошо изученных районах возникает необходимость отражать на карте глубину прогнозирования. При этом может встретиться несколько случаев: 1) на площади, для которой составляется прогнозная карта, непосредственно выходят на поверхность рудоконтролирующие структуры, магматические тела или непосредственно рудные тела, для которых установлены элементы падения и склонения; 2) прогнозируемые наиболее благоприятные структуры или тела не вскрыты эрозией и никогда не выходили на дневную поверхность; 3) площади с благоприятными для оруденения признаками перекрыты мощным чехлом четвертичных отложений; 4) оруденение связано с геологическими образованиями, которые в предыдущие геологические эпохи были выведены на дневную поверхность и впоследствии перекрыты более молодыми осадками.

Для показа на прогнозной карте каждого из этих случаев имеются свои способы изображения.

В первом случае перспективные площади выхода на поверхность благоприятных признаков показываются черной штриховкой; положение и конфигурация благоприятной площади на различной глубине — цветным контуром и штриховкой по принципу погоризонтных планов (положение и конфигурация на глубине 100, 200 м и т. д.). При горном рельфе удобнее пользоваться абсолютными отметками или проводить дополнительные построения, определяющие положение плоскости выбранного среза по отношению к поверхности рельефа.

Во втором случае прогнозные контуры «слепых» участков показываются на карте цветными линиями и штриховкой, отвечающими определенному интервалу глубин.

В третьем и четвертом случаях, когда благоприятные рудовмещающие структуры погребены под большой мощностью более молодых образований, лежащих несогласно, рационально металлогеническую и прогнозную карты составлять без перекрывающих толщ, т. е. по кровле поверхности нижнего яруса или фундамента. Прогнозные площади в этих случаях выделяются на прозрачной накладке точно так же, как в первом случае. Но при снятии значительной мощности перекрывающих отложений необходимым документом становится карта с указанием мощностей отложений, снятых при построении.

СОДЕРЖАНИЕ ОБЗОРНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ КАРТЫ МАСШТАБА 1:500 000—1:1 000 000 (до 1:200 000)

Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова

Обзорная металлогеническая карта составляется с целью определить структурно-геологическое положение рудного района и охарактеризовать закономерности размещения оруденения с региональных позиций. Поэтому главной задачей карты является металлогеническое районирование, которое производится на основе тектонического районирования с учетом проявлений магматизма и оруденения.

Второй задачей карты является установление взаимосвязи геологических процессов во времени и пространстве, причем наибольшее значение имеет определение зависимости между складкообразованием, магматизмом и оруденением.

Пространственные соотношения пород достаточно хорошо видны на карте и в дополнительном подчеркивании не нуждаются.

Для возможности сопоставления геологических процессов во времени все геологические образования и явления, помимо прочих необходимых данных, характеризуются по их отношению к той или иной эпохе складчатости. Для того чтобы это можно было выразить на карте условным обозначением, каждой крупной орогенической эпохе присвоен определенный цвет: альпийской — желтый, тихоокеанской — зеленый, герцинской — коричневый, каледонской — сине-фиолетовый, байкальской — оранжевый, протерозойской — малиновый, архейской — красный. Время проявления процессов магматизма и минерализации по отношению к отдельным этапам и fazam тектоно-магматического цикла более детально показывается на схеме возрастного положения оруденения.

При нанесении каких-либо пород или тектонических структур на карте показывается их отношение к той или иной складчатости: полям осадочных и эфузивных пород придается цвет последней проявившейся в них складчатости (ранее проявившиеся складчатости находят выражение в отвечающих им структурных ярусах); интрузивные тела или районы их распространения оконтуриваются цветной линией, цвет которой говорит о приуроченности интрузивной деятельности к определенной эпохе складчатости; складчатые структуры и разрывные нарушения также изображаются линиями соответствующего цвета.

Содержанием карты определяются и предлагаемые условные знаки (см. приложение 1), которые разделены на два крупных раздела: знаки для специальной тектонической основы карты, приведенные в разделе I под заголовком «Геологическое строение», и знаки, характеризующие оруденение и другие проявления минерализации, а также поисковые признаки, приведенные в разделе II «Рудные месторождения, рудопроявления и некоторые поисковые критерии».

Ниже характеризуются условные знаки обзорной металлогенической карты, при составлении которых были, по возможности, исполь-

зованы общепринятые обозначения с некоторыми вариациями и дополнениями.

Предлагаемые условные обозначения позволяют составить металлогеническую карту с вполне достаточной нагрузкой для характеристики металлогенических провинций, зон и областей; для рудного района она будет иметь значение обзорной карты (Шаталов, 1952₂). Это следует иметь в виду при определении нагрузки карты — она не должна быть чрезмерной и должна удовлетворять основной задаче — показать положение рудного района среди более крупных рудоносных площадей.

I. Геологическое строение

В этом разделе приведены условные знаки, рекомендуемые для изображения осадочных и вулканогенных (стратифицирующихся) пород, складчатых и разрывных нарушений, интрузивных пород, в том числе даек и малых интрузий, а также метаморфических образований (см. приложение 1).

1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы

Условные знаки для изображения осадочных и вулканогенных пород в соответствии с содержанием разделены на несколько групп, характеризующих: структурно-геологическое подразделение осадочных пород складчатых областей (стр. 1, табл. I, 1а)¹; структурно-геологическое подразделение пологозалегающих пород областей развития платформенного чехла (стр. 4, табл. I, 1б); состав и фациальные особенности осадочных и вулканогенно-осадочных толщ (стр. 5, табл. I, 1в); возраст и петрографический состав вулканогенных пород (стр. 6, табл. I, 1г); палеогеографические данные (стр. 6, табл. I, 1д).

a) Структурно-геологическое подразделение осадочных пород складчатых областей (стр. 1—4)²

Поля осадочных и эфузивных пород складчатых областей прежде всего различаются по возрасту последней проявившейся в них складчатости, что и определяет общий цвет их закраски. Области проявления одноименной складчатости расчленяются на более дробные структурные элементы: структурные ярусы, краевые прогибы, внутренние впадины, срединные массивы, ядра антиклиниориев; последние, как правило, слагаются породами более древних складчатых систем. Изображаются они различными тонами или штриховкой соответствующего цвета. При этом для удобства нанесения дальнейшей нагрузки рекомендуется употреблять светлые тона.

Расчленение областей одноименной складчатости на более дробные структурные элементы позволяет отразить на карте: складчатые структуры, историю тектонических движений и возраст отложений, который, помимо этого, показывается общепринятым геохронологическим индексом, характеризующим возраст осадков выделенной структурной единицы.

Формы складчатых структур будут видны из контуров отдельных структурных подразделений. История тектонических движений непосредственно фиксируется характером выделенных структур, их содержанием. Так, например, структурные ярусы характеризуют проявившиеся в данном районе фазы складчатости и время их проявления.

¹ Здесь и далее в скобках указаны страницы и номера таблиц условных обозначений.

² Разработано в соответствии с тектонической картой СССР (Шатский и др., 1956—1957).

Срединные массивы и районы слабых дислокаций отвечают более жестким участкам складчатой области. Краевые прогибы показывают зоны взаимодействия складчатых областей с платформами.

В настоящей работе приведены условные знаки для структурных подразделений альпийской складчатости Тихоокеанского пояса, альпийской складчатости Юга СССР, тихоокеанской складчатости, герцинской, каледонской, байкальской¹ и протерозойских складчатостей. Области проявления архейских складчатостей не расчленялись.

Возраст выделенных структурных подразделений в геохронологической шкале определяется в соответствии с фактическими геологическими данными. Здесь нужно учесть то обстоятельство, что главные фазы складчатости не всегда одновозрастны для различных областей СССР, вследствие чего структурные ярусы настоящей легенды иногда как бы перекрываются. Так, например, средний ярус области тихоокеанской складчатости обычно слагается породами среднего и верхнего триаса, но в Приморье в него входит также нижняя юра, которая, следовательно, выпадает здесь из состава верхнего структурного яруса, а в данной легенде нижняя юра входит в состав обоих ярусов. Это следует иметь в виду при составлении легенды обзорной металлогенической карты какой-либо территории и датировать структурные подразделения в соответствии с их фактическим возрастом, тогда перекрытия структурных ярусов на конкретной территории не будет.

б) *Структурно-геологическое подразделение пологозалегающих пород (областей развития платформенного чехла; стр. 4—5)*

Основным структурным подразделением в области развития платформенных отложений является ярус, который, как и для складчатых областей, представляет собой комплекс разнородных по составу и возрасту пород, в одинаковой степени дислоцированных. Но в связи со спецификой платформ, их относительной стабильностью, отложения отдельных ярусов не всегда залегают с видимым угловым несогласием на породах другого яруса; иногда они разделяются лишь перерывом в накоплении осадков или знаменуются сменой режима условий осадконакопления, вызывающей смену рядов осадочных формаций.

Возраст отложений того или иного структурного яруса настоящей легенды базируется на развитии основных этапов геологической истории Русской и Сибирской платформ. В легенде сверху вниз выделяются следующие комплексы:

- 1) четвертичные, третичные и меловые отложения, реже верхнеюрские (голубая окраска);
- 2) триасовые, юрские и реже нижнемеловые отложения (серая окраска);
- 3) отложения верхнего палеозоя (синяя окраска);
- 4) отложения нижнего и среднего палеозоя (серо-оранжевая окраска);
- 5) синийские отложения (верхнепротерозойские; коричневато-серая окраска).

Помимо возраста яруса, особо, путем изменения интенсивности окраски показывается мощность того или иного структурного яруса, так как иначе при пологом залегании пород она не может быть установлена непосредственно из чтения карты.

Система индексации пологозалегающих отложений построена таким образом, чтобы можно было отличить, лежат ли отложения дан-

¹ Байкальская складчатость отнесена в настоящей работе к синию. Особо выделены также синийские отложения. В связи с этим надо иметь в виду, что на пленарном заседании Межведомственного стратиграфического комитета 12 апреля 1963 г. было решено сохранить в стратиграфической шкале докембрия два главных подразделения — архей и протерозой; синий при этом включается в протерозой.

нного яруса непосредственно на складчатом фундаменте или же подстилаются пологолежащими породами другого яруса. Так, например, пологолежащие отложения верхнемелового возраста будут слагать первый ярус, если складчатый фундамент платформы тихоокеанского возраста, второй ярус, если фундамент герцинского возраста, третий ярус при каледонском возрасте фундамента, четвертый при байкальском и пятый при докембрийском.

Подробная система индексации возможна лишь при наличии осадков всех возможных ярусов платформенного чехла, т. е. при почти беспрерывном накоплении осадков в платформенных условиях. При перерывах в осадконакоплении нумерация в индексах ярусов также полезна, так как она показывает фактическое количество ярусов, взаимоотношения между которыми видны из рассмотрения карты.

в) Состав и фациальные особенности осадочных и вулканогенно-осадочных толщ (стр. 5)

Состав и фациальные особенности осадочных и вулканогенных пород как складчатых, так и платформенных областей показывается крапом. Учитывая мелкий масштаб карты, рекомендуется объединять осадочные и осадочно-вулканогенные образования в крупные подразделения, характеризующиеся общностью состава и происхождения, выделяя среди них толщи: кремнисто-яшмовую, терригенно-вулканогенную (с учетом состава вулканического материала), континентальную терригенную, морскую терригенную, терригенно-карбонатную морскую, карбонатную морскую, лагунную и лимническую. Кроме того, особым знаком можно выделить такие важные признаки, как битуминозность и угленосность, а в случае необходимости и другие данные.

г) Возраст и петрографический состав вулканогенных пород (стр. 6)

Условные знаки настоящей легенды предусматривают изображение структурно-геологического положения, петрографического состава и возраста вулканогенных пород. Их структурное положение определяется тем, что поле их выхода закрашивается цветом того яруса, в состав которого они входят. Цвет крапа и форма крапа указывают на петрографический состав эфузивной породы.

Возраст вулканогенных пород в геохронологической шкале показывается геохронологическим индексом, датирующим структурный ярус, в состав которого они входят. Так, например, на макете обзорной металлогенической карты (приложение 10) возраст верхнекембрийских основных эфузивов и их туфов виден из того, что они входят в состав среднего структурного яруса области каледонской складчатости (возраст структурного яруса определяется индексом $^{40}\text{Си}_3$). В тех случаях, когда с вулканогенными породами связывается оруденение, их необходимо расчленять более подробно, пользуясь условными обозначениями приложения 6 (стр. 27).

д) Палеогеографические данные (стр. 6)

Фациальные условия накопления отдельных толщ отражены в характеризующих их индексах (см. табл. I, 1д), однако для того, чтобы лучше понять их особенности, необходимо иметь представление и об областях сноса. Совместить на карте области сноса для разных геологических эпох не представляется возможным. Поэтому рекомендуется наносить на карту лишь области сноса, существовавшие во время отложения рудовмещающего горизонта.

Смену палеогеографических условий можно проследить с помощью различной рисовки стратиграфических контактов в зависимости от их геологической сущности. Предлагается выделять следующие контакты:

- согласный в непрерывном разрезе;
- контакт без видимого углового несогласия, с перерывом в отложениях (стратиграфическое несогласие);
- контакт с незначительным угловым несогласием (обусловленным колебательными движениями), выявляемым лишь с помощью геологической карты;
- несогласный контакт между толщами, залегающими в различных структурных ярусах с резким угловым несогласием, при котором молодые отложения перекрывают более дислоцированные древние породы, контактируя с одним или несколькими горизонтами последних (структурное несогласие).

В том случае, если зона контакта перекрыта более молодыми отложениями и положение контактной плоскости устанавливается с помощью геофизических методов, линия контакта индексируется буквой «ф», как указано в примере к таблице на стр. 6.

2. Структурно-тектонические данные

В этом разделе характеризуется метод изображения геологических складчатых и разрывных структур (стр. 7, табл. I, 2а, б).

a) Складчатые структуры (стр. 7)

При указанном выше методе изображения осадочных и вулканогенных пород возраст складчатых структур будет виден непосредственно из карты, так как возрасту последней проявившейся складчатости, создавшей основные структуры региона, будет соответствовать окраска участвовавших в складчатости пород.

Конфигурация крупных складок отобразится взаимоотношением контуров выхода на поверхность отдельных структурных ярусов. Но для большей четкости и выразительности показа складчатых структур рекомендуется наносить на карту осевые линии синклинальных и антиклинальных складок, различая среди них линейные и брахиальные (стр. 7, табл. I, 2а). Цвет осевой линии складок должен соответствовать возрасту складчатости. В том случае, если структура устанавливается с помощью геофизических методов, оси складок, подобно тому, как это рекомендовалось для обозначения контактов, индексируются буквой «ф».

Особым условным знаком выделяются докембрийские породы, которые обычно за небольшим исключением выходят на поверхность в ядрах антиклиниориев. Поскольку в большинстве случаев восстановить складчатые структуры докембрийских пород вследствие значительного метаморфизма и дислоцированности невозможно, их структурные линии являются условными и лишь указывают на сильную нарушенность и плойчатость пород.

Для детализации складчатых структур наносятся элементы залегания в обычных условных знаках. Их количество определяется масштабом карты и сложностью структур.

б) Разрывные нарушения (стр. 7)

Разрывные нарушения в настоящих условных знаках прежде всего разделяются на региональные и локальные. Под региональными в данном случае подразумеваются глубинные разломы длительного развития (Пейве, 1956), движения по которым происходили неоднократно, нередко в разные эпохи складчатости. К группе региональных разломов относятся и другие крупные разрывные нарушения, часто представ-

ляющие собой продолжение глубинных разломов в верхних структурных ярусах.

Для нанесения на карту глубинных разломов длительного развития (стр. 7, табл. I, 2б) предусмотрено несколько знаков. В некоторых случаях по имеющимся данным на карту можно нанести лишь оси глубинных разломов. Целесообразно различать оси разломов, устанавливаемых непосредственно по взаимоотношениям пород, и разломов, предполагаемых по косвенным данным: по поясам вытянутых крупных интрузивных тел, малых интрузивов и серий даек, по поясам развития эфузивов, а также по геофизическим данным. В том случае, если имеющиеся данные позволяют определить геологический характер глубинного разлома, это следует отразить на карте.

Особый знак предусмотрен для тех случаев, когда крупное разрывное нарушение устанавливается по зонам смятия и дробления, расланцевания и повышенной трещиноватости регионального характера. Естественно, что в ряде случаев на карте могут быть показаны только составные элементы региональных разрывных нарушений или ограничены зоны их проявления. Иногда на металлогенической карте интересно выделить зону влияния глубинного разлома.

Локальные нарушения (стр. 7, табл. I, 2б), представляющие значительный интерес для понимания закономерностей размещения рудных образований в пределах рудного района, классифицируются по возрасту, типу и размерности нарушений.

При установлении возраста нарушения важно учесть два момента: во-первых, приуроченность нарушения во времени к той или иной орогенической эпохе, что в данных условных знаках показывается цветом линии нарушения; во-вторых, время возникновения нарушения по отношению к главной фазе складчатости. По этому последнему признаку нарушения делятся на две основные группы: одновременные со складчатостью (составляющие) и послескладчатые. При этом под первыми подразумеваются не только разрывы по складкам, но и все нарушения, одновременные главной фазе складчатости, которые могут быть и секущими по отношению к складкам. Различные знаки для составляющих и послескладчатых нарушений предложены из тех соображений, что первые важны для процессов размещения руд, а вторые в том случае, если оруденение одновозрастно складчатости, могут перемещать рудные тела и должны учитываться при поисках и разведках месторождений. Однако, если оруденение связано с посленитрузивной гидротермальной деятельностью, послескладчатые нарушения также могут быть рудоподводящими.

По типу нарушения делятся на надвиги и сбросо-сдвиги, которые в свою очередь делятся на основные и сопряженные, оперяющие нарушения.

Если возраст разрывного нарушения трудно установить, оно показывается красной линией. Очень часто тектонические нарушения, особенно для закрытых районов, или глубинные нарушения, не выходящие на поверхность (так называемые скрытые глубинные разломы), устанавливаются по геофизическим данным. В этом случае разрывные нарушения удобнее всего изображать теми же знаками, что и соответствующие им по характеру разрывы, выявленные по геологическим данным, и для отличия индексировать буквой «Ф» (см. пример к таблице на стр. 7).

3. Интрузивные породы

Условные знаки, в которых интрузивные породы наносятся на обзорную металлогеническую карту, делятся на две группы, характеризующие: возраст, состав и геологическую позицию интрузивных пород (стр. 8, табл. I, 3а) и дайки (стр. 8, табл. I, 3б).

a) Возраст, состав и геологическая позиция интрузивных пород (стр. 8)

Интрузивные породы на обзорной металлогенической карте прежде всего должны различаться по петрографическому составу, так как последний нередко определяет комплекс полезных ископаемых, связанных с данной интрузией. Поэтому петрографический состав интрузива показывается по принципу геологической карты цветом. При этом выделены следующие петрографические семейства интрузивных пород: ультраосновные — σ (фиолетовый цвет), основные — ν (зеленый), породы среднего состава — δ (красный), кислые — γ (малиновый), кислые с повышенным содержанием щелочей — ξ (оранжевый), щелочные — ε (кирично-коричневый) и щелочные габброиды — η (коричневый). Как видно из этого перечисления, состав пород, помимо цвета, находит отражение в индексе.

Возраст интрузивных пород характеризуется на карте достаточно разносторонне: во-первых, подчеркивается связь интрузии с определенной складчатостью, что показывается цветом жирной контурной линии, ограничивающей интрузив; во-вторых, возраст интрузива определяется по геохронологической шкале, что находит свое выражение в индексе (например, ν_aD₃ — доверхнедевонское габбро, γ_pC_g₁ — посленижнемеловые граниты¹). Индексация мелких контуров интрузивных пород может производиться упрощенно (см. приложение 4).

Кроме того, условные знаки отражают время внедрения интрузии по отношению к главной фазе складчатости: выделены доскладчатые интрузивы, соскладчатые и послескладчатые. Различаются они способом закраски: соскладчатые, как наиболее распространенные, закрашиваются сплошь, доскладчатые пересекаются горизонтальной негативной штриховкой (тонкими незакрашенными полосами на цветном фоне), послескладчатые пересекаются вертикальной негативной штриховкой. Наконец, малые интрузивы, которые по своей геологической позиции обычно принадлежат к доскладчатым или послескладчатым, особо подчеркиваются наиболее густым тоном окраски соответствующего цвета.

Фациальный состав интрузивов по зернистости, во избежание излишней перегрузки карты, наносится только в том случае, если намечается связь оруденения с определенной фацией. Для этого можно воспользоваться условными знаками к металлогенической карте масштаба 1 : 50 000 — 1 : 25 000 (1 : 200 000 — 1 : 100 000), приведенными на стр. 12 (табл. 1, 2а).

б) Дайки (стр. 8)

Жильные породы наносятся на карту в условных знаках, которые отражают: петрографический состав — цветом и индексом (например, γ_t — гранит-аплиты, δ_μ — диоритовые порфириты); возраст — индексом (например, γ_pC_g₂ — гранит-порфиры верхнемелового возраста) и некоторые геологические данные — различаются дайки, связанные с интрузивными породами, и дайки, являющиеся корнями эффузивных тел (рисунок дайки). В тех случаях, когда масштаб карты не позволяет нанести дайки в истинных размерах, допускается их внemасштабное изображение, особенно, если с дайковой формацией связано оруденение или она важна для понимания его геологической позиции.

4. Метаморфические и метаморфизованные породы (стр. 8, табл. I, 4)

Среди метаморфических и метаморфизованных пород выделяются регионально метаморфические породы — разнообразные кристаллические сланцы, гнейсы, мигматиты, гранитизированные и другие породы

¹ Буквы «а» и «р» являются первыми буквами слов *ante* — перед, до и *post* — после.

и контактово-метаморфизованные породы — скарны, ороговиковые породы и др.

Слюдяные сланцы, амфиболиты, мигматиты, гнейсы наносятся на карту, как и другие горные породы, особыми знаками.

Площади развития контактово-метаморфизованных пород выделяются крапом оранжевого цвета, нанесенным на знак породы, за счет которой (или в поле распространения которой) возникли данные метаморфогенные образования.

II. Рудные месторождения, рудопроявления и некоторые поисковые критерии

В этом разделе приведены условные знаки, характеризующие минералогические данные и другие поисковые критерии, в том числе геохимические данные: ореолы рассеяния (стр. 9, табл. II, 1а), зоны измененных пород (стр. 9, табл. II, 1б) и аномалии, выявленные геофизическими методами (стр. 9, табл. II, 1в). В табл. II, 2б (стр. 9) даны условные знаки, характеризующие металлогеническое районирование.

Условные обозначения рудных месторождений и рудопроявлений приведены в таблице знаков основной карты комплекса (стр. 20, табл. II, 4) и здесь не повторяются.

1. Минералогические данные и другие поисковые критерии

a) Ореолы рассеяния (стр. 9)

Ореолы рассеяния, являющиеся важным геохимическим критерием при поисках рудных месторождений, вследствие мелкого масштаба карты наносятся только в тех случаях, если это позволяет их размер, или внemасштабным знаком, если нанесение ореолов имеет принципиальное значение.

По-разному показываются ореолы рассеяния в коренных породах (сплошной линией) и вторичные ореолы рассеяния, приуроченные к рыхлым образованиям (пунктирной линией). В последнем случае различаются ореолы, выявленные с помощью металлометрической съемки (контурный пунктир), и ореолы, установленные шлиховым методом (точечный пунктир).

Метод выявления ореола необходимо указывать для того, чтобы показать меру надежности выявленного ореола как поискового критерия. Так, например, минералы, устойчивые при выветривании, такие, как кассiterит или вольфрамит, наиболее четко устанавливаются шлиховым методом. Физически менее устойчивые минералы, характерные для руд цветных металлов и некоторых других, такие, как галенит, сфалерит, молибденит, при переносе настолько истираются, что не всегда могут быть выявлены шлиховым опробованием; более эффективным методом поисков в этом случае будет металлометрия. Наконец, некоторые минералы редких земель при разрушении содержащих их пород целиком концентрируются в тонкой фракции рыхлых отложений и могут быть выявлены только с помощью химического или спектрального анализа.

Цвет линий, оконтуривающей ореол рассеяния, должен соответствовать вещественному составу полезного ископаемого. При этом вследствие мелкого масштаба карт представляется более целесообразным выделять ореолы рассеяния парагенетически связанных групп металлов, а не отдельных металлов. В таблице условных знаков ореолы рассеяния отдельных металлов или их групп показаны разными цветами. Ими удобно пользоваться в том случае, если регион богат полезными ископаемыми и ореолы рассеяния разнообразны по составу; цвет линии

ореола приведен в условных знаках. Если в ореолах рассеянной минерализации представлено несколько компонентов, то наиболее яркая линия ореола придается ведущему металлу.

б) Зоны измененных пород (стр. 9)

В условных знаках этого раздела приведены обозначения эндогенно и экзогенно измененных пород.

Среди эндогенно измененных пород выделены гидротермально измененные и отдельно, как наиболее распространенные, окварцованные. При необходимости, если позволяет масштаб, можно детализировать гидротермальные изменения, указав индексом характер минерализации (приложение 7, стр. 28). Например, участки вторичной доломитизации можно пометить буквой «д», эпидотизированные зоны — буквой «е», зоны турмалинизации — буквой «т».

Иногда на карту наносятся также зоны экзогенно измененных пород, так как они могут указывать на наличие месторождений, не выходящих на поверхность, а в некоторых случаях сами являются рудными скоплениями, как, например, отдельные разновидности коры выветривания.

В таблице условных знаков обзорной металлогенической карты обозначения экзогенно измененных пород даны обобщенно и выделены лишь участки развития гидроокислов железа, осветления и коры выветривания.

в) Аномалии, выявленные геофизическими методами (стр. 9)

При составлении металлогенической карты необходимо также учесть геофизические данные, как непосредственно указывающие на возможную рудоносность района, так и те, которые могут помочь расшифровке геологического строения, особенно в закрытых районах. Выше уже упоминалось, что геологические данные, выявляемые с помощью геофизических методов, такие, как границы распространения пород, различные складчатые и разрывные нарушения, интрузивные контакты и пр., показываются на карте обычными, принятыми для этой карты знаками, но помечаются буквой «ф».

Для нанесения на карту аномалий, наличие которых связывается с рудными образованиями, можно рекомендовать два способа. В том случае, если контуры аномалии можно отобразить в масштабе карты, используются те же знаки, что и для карты геофизических признаков рудоносности (приложение 9, стр. 30). Если аномалию невозможно нанести на карту в истинных контурах, она наносится внemасштабными знаками, приведенными на стр. 9.

2. Рудные месторождения, рудопроявления и металлогеническое районирование

а) Рудные месторождения и рудопроявления (стр. 9)

Все известные рудные месторождения и рудопроявления наносятся на обзорную металлогеническую карту. В том случае, если из-за значительной насыщенности площади месторождениями и мелкого масштаба карты сделать это технически затруднительно, можно наносить на обзорную карту основные месторождения, характеризующие изучаемую рудоносную площадь, а необходимые подробные данные показать на собственно металлогенической карте; отдельные участки иногда можно показать на врезках, вынесенных на поля обзорной карты.

Рудные месторождения и рудопроявления наносятся на карту условными знаками. Приведены они в условных обозначениях основной карты данного комплекса — металлогенической карты рудного района (стр. 20, табл. II, 4).

Знак, присвоенный тому или иному месторождению или рудопроявлению должен характеризовать: генетический тип, рудную формуцию, ведущий компонент, морфологию рудных тел и некоторые черты условий образования и геологической позиции месторождения или рудопроявления (геотектонические условия, связь с интрузивными породами или тектоническими структурами, если возможно — глубину отложения и температуру образования).

Более подробно условные знаки рудных месторождений и рудопроявлений охарактеризованы ниже, при описании условных знаков металлогенической карты масштаба 1:50 000 — 1:25 000 (1:200 000 — 1:100 000), на стр. 124—130 текста.

б) Металлогеническое районирование (стр. 9)

На основе структурно-геологического районирования в совокупности с данными «рудной» нагрузки, включающей данные геохимических и геофизических наблюдений, зоны измененных пород и, главное, уже известные рудные месторождения и рудопроявления, производится металлогеническое районирование, которое является главной целью данной карты.

Основными подразделениями карты будут рудные районы, зоны и узлы, выделяемые из металлогенических зон или металлогенических областей (Шаталов, 1959₂). На карте также в порядке прогноза должны быть выделены потенциальные рудоносные площади. Если рудоносная площадь или какая-то часть ее прослежена с помощью геофизических методов, то граница площади в соответствующем месте индексируется буквой «ф».

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ И ПРОГНОЗНОЙ КАРТ МАСШТАБА 1 : 50 000 — 1 : 25 000 (1 : 200 000—1 : 100 000)

Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова, К. В. Яблоков

А. МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ КАРТА

Металлогеническая карта масштаба 1 : 50 000 — 1 : 25 000 (1 : 200 000 — 1 : 100 000) является основной в данном комплекте карт. Она может быть составлена непосредственно в результате наблюдений, проводимых одновременно с геологической съемкой (или с другими геологопоисковыми работами), или же на готовой геологической основе соответствующего масштаба с проведением специальных металлогенических наблюдений и использованием имеющихся материалов. Карту рекомендуется составлять полистно (в международной разграфке), особенно для масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000.

Металлогеническая карта должна наглядно отражать выявленные пространственные, а по возможности, и генетические связи оруденения с магматическими породами, определенными геологическими структурами, толщами определенного состава и возраста, приуроченность минерализации к определенному типу нарушений и т. д., характеризовать все имеющиеся на ее площади месторождения, рудопроявления и рудопоисковые критерии, выявленные геологическими, геохимическими, геофизическими и другими методами.

Связи оруденения с определенными породами и геологическими структурами должны вытекать, по возможности, из рассмотрения самой карты.

Месторождения и рудопроявления для лучшего понимания их геологической позиции должны изображаться преимущественно в истинных контурах, иногда с преувеличением мощности, и только, если масштаб карты не позволяет — условными знаками.

Возможностями такого широкого показа тех или иных геологических особенностей обладает лишь геологическая карта, дополненная теми или иными специальными данными. Вследствие этого геологическая карта и взята за основу детальных металлогенических карт.

Так как рудные районы весьма разнообразны по строению, предполагается, что металлогеническая карта должна подчеркивать те критерии и признаки, которые определяют геологическую позицию оруденения в условиях данного района. В связи с этим она может быть разрежена по сравнению с нагрузкой, предусмотренной настоящими условными знаками (при составлении которых имелись в виду рудные районы различного геологического строения) в местах, не представляющих интереса для данного рудного района и, наоборот, должна быть предельно детальна в части нанесения рудоконтролирующих признаков, наиболее важных для данного рудного района (например, в части показа рудоносных интрузивов, вмещающих оруденение горизонтов, складчатых структур, разрывных нарушений, зон трещиноватости).

Ввиду специфичности геологической истории металлогенические карты для платформенных и складчатых областей должны быть существенно различны.

Предлагаемая схема построения металлогенической карты составлена применительно к складчатым областям с эндогенным оруденением¹.

Ниже характеризуются принципы и методы изображения геологического строения, рудопоисковых данных и металлогенических особенностей на карте (см. приложение 2).

I. Геологическое строение

1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы

В этом разделе приведены условные обозначения, характеризующие геологический возраст осадочных и вулканогенных пород (стр. 10, табл. I, 1а), состав и фациальные особенности осадочных и вулканогенных пород (стр. 10—11, табл. I, 1б), некоторые литологические особенности вулканогенных пород (стр. 11, табл. I, 1в); обозначения осадочных и вулканогенных пород на специальных литологических картах и схемах (стр. 11, табл. I, 1г), условные знаки для дополнительных данных к характеристике осадочных и вулканогенных пород (стр. 11, табл. I, 1д), для нормальных стратиграфических контактов в осадочных и вулканогенных (стратифицированных) толщах (стр. 12, табл. I, 1е).

a) Геологический возраст осадочных и вулканогенных пород (стр. 10)

Возраст осадочных и вулканогенных толщ показывается по обычной геохронологической шкале с подразделением толщ до яруса или отдела в зависимости от сложности геологического строения района и необходимости подчеркивания стратиграфического и структурного контроля оруденения. Выделение ярусов или еще более дробных стратиграфических единиц обязательно в том случае, если наблюдается стратиграфический и структурный контроль оруденения. В тех случаях, когда эти данные не имеют особого значения для размещения оруденения, во избежание перегрузки карты стратифицированные толщи показываются на ней с подразделениями до отдела. Ввиду того что выделяемые стратиграфические подразделения обозначаются общепринятыми для геологической карты цветами, приведенными в инструкции («Инструкция...», 1956), и, кроме того, содержатся в ранее опубликованной работе авторов (Орлова, Шаталов, 1963), их условные знаки не повторяются.

б) Состав и фациальные особенности осадочных и вулканогенных пород (стр. 10—11)

При нанесении на карту осадочных и вулканогенных пород вместо детальной характеристики их состава (которая может привести к перегрузке карты) рекомендуется объединять пачки слоев, близких по фациальным условиям осадконакопления. Фациальный анализ отдельных толщ поможет также изучить условия их формирования и закономерности развития.

¹ Приведенные знаки частично повторяют, а частично дополняют опубликованные ранее в работах авторов, посвященных этому же вопросу (Орлова, Шаталов, 1959, 1963).

Состав и фациальные особенности объединенных пачек слоев, помимо края, отражают в индексе: слева от геохронологического знака буквами указывается внизу — генетический тип осадков, а вверху — состав (например, ${}^{\text{c}} \text{mC}_2$ — морские карбонатные отложения среднего карбона).

Наиболее рациональны индексы и обозначения, выработанные в 1956 г. на Варшавском совещании геологов СССР и стран народной демократии по вопросам геологического картирования («Инструкция...», 1958). Они и положены здесь в основу с изменениями и дополнениями, диктуемыми большей детальностью исследования.

Рекомендуется выделять следующие генетические типы осадков: морские (m), прибрежно-морские (lt), лагунные (l), континентальные (c) [лимнические (li), аллювиальные (al), дельтовые (dt), эоловые (e) и ледниковые (gl)].

Из выделенных групп определенного состава главнейшими будут терригенные отложения (t), вулканогенные (v), терригенно-вулканогенные (tv), известняковые (карбонатные) (c), рифовые известняковые (r), терригенно-карбонатные (tc), существенно-кремнистые (si), глинистые (cl), карбонатно-глинистые (ccl), угленосные (h), карбонатно-угленосные (ch), терригенно-угленосные (th), гипсонасные (g), соленосные (n), глинисто-гипсонасные (clg), карбонатно-гипсонасные (cg).

В случае, если оруденение приурочено к горизонту определенного состава, его необходимо выделять на карте особо; если решающее значение для развития оруденения имеют литологические особенности состава пород, связи между ними следует показать на специальных схемах. На металлогенической карте выделяются также маркирующие горизонты для подчеркивания тектонических структур района.

Условные знаки, рекомендуемые для изображения состава осадочных и вулканогенных пород, приведены в приложениях 5 и 6.

*в) Некоторые литологические особенности вулканогенных пород
(стр. 11)*

Для многих рудных районов, особенно для тех, в которых играют роль генетические, временные или пространственные связи оруденения с вулканогенными породами, на крупномасштабных металлогенических картах интересно особо выделить жерловые образования (в случае необходимости внemасштабным знаком) и эруптивные брекчии, к которым нередко приурочивается оруденение. Связь эта может быть вызвана не только генетической близостью, но и благоприятностью физико-механических свойств пород (повышенной пористостью, трещиноватостью).

Жерловые фации интересны не только в случае приуроченности к ним рудных образований; они могут послужить косвенным признаком и для выявления скрытых глубинных разломов.

*г) Обозначения осадочных и вулканогенных пород на специальных литологических или структурно-литологических картах и схемах
(стр. 11)*

При составлении литологических и структурно-литологических карт и схем, имеющих целью выявить зависимость размещения оруденения от состава пород, последние можно объединить в несколько естественных групп: карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели, известковистые песчаники и др.), существенно кремнистые породы (песчаники, кварциты, кремнистые сланцы и т. п.), алюмосиликатные породы (глинистые, песчано-глинистые и т. д.). Особым знаком выде-

ляются породы, обогащенные органическим материалом, наличие которого, по имеющимся данным, благоприятно для рудоотложения, а также участки развития будинажных структур.

д) Дополнительные данные к характеристике осадочных и вулканогенных пород (стр. 11)

Среди дополнительных данных в первую очередь следует отразить на карте пористость, от которой в значительной степени зависят свойства породы как коллектора рудного материала. Представляют интерес также области сноса, существовавшие во время отложения рудовмещающего горизонта. Они особенно важны для районов, где проявлено как эндогенное, так и экзогенное оруденение. Оконтурирование области сноса позволило бы уточнить условия образования горизонта, выяснить его особенности, вызванные палеогеографическими условиями времени его отложения, а также примерно предусмотреть его распределение и распространенность. В ряде случаев можно приблизить решение вопроса о сингенетичности или эпигенетичности оруденения по отношению к вмещающему горизонту.

Если области сноса или даже их участки, находятся за пределами территории, освещаемой картой, то их рекомендуется выделить на обзорной металлогенической карте.

В этом разделе приведены некоторые знаки, которые главным образом будут применяться при составлении литологических и структурно-литологических карт и схем. На собственно металлогеническую карту эти данные иногда будет трудно нанести даже технически.

Здесь предусматривается выделять горизонты осадочных пород, обладающие наиболее благоприятной геологической позицией в смысле воздействия на них процессов, связанных с эфузивной или интрузивной деятельностью. Для этого выделены знаки для обозначения контуров горизонтов, образовавшихся в период интенсивной интрузивной деятельности, или несколько ранее, или же в период интенсивной эфузивной деятельности. Приводятся знаки, отражающие физико-механические свойства пород, некоторые палеогеографические данные, контуры выхода рудовмещающих горизонтов и горизонтов с повышенным содержанием рудных элементов.

Приведенные в этом разделе условные знаки характеризуют также те или иные особенности осадочно-вулканогенных пород или связанных с их развитием процессов.

е) Нормальные стратиграфические контакты в осадочных и вулканогенных (стратифицированных) толщах (стр. 12)

Характер залегания какой-либо толщи на нижележащих породах зависит от палеогеографических условий осадконакопления обеих толщ, обусловивших непрерывность их накопления или перерыв между ними и в еще большей степени от проявления тектонических движений и складчатости между временем отложения подстилающих и перекрывающих толщ. Следовательно, анализируя характер стратиграфических контактов, можно выявить смену палеогеографических условий и характер тектонических движений. Так, например, непрерывность разреза указывает на стабильность палеогеографического и тектонического режимов во время накопления осадков обеих толщ. Согласное залегание толщ при наличии стратиграфического перерыва и особенно размыва (стратиграфическое несогласие) указывает на существование континентального режима в перерыве между отложением данных толщ. Контакт с незначительным угловым несогласием указывает, что в пере-

рыве между отложением толщ происходили колебательные движения. Структурное несогласие говорит о проявлении фазы складчатости.

Обычно указанные взаимоотношения описываются в тексте, не находя полного выражения на карте; между тем они могут быть проиллюстрированы соответствующим обозначением контакта. На данной карте предлагается различать контакты (установленные и предполагаемые): согласные в непрерывном разрезе; стратиграфически несогласные между толщами, разделенными перерывом в осадконакоплении и залегающими без углового несогласия; контакты между толщами, залегающими с незначительным угловым несогласием, и, наконец, контакты между толщами, залегающими в различных структурных ярусах (структурное несогласие).

Если осадочная или вулканогенная толща залегает на размытой или нарушенной поверхности интрузивных пород, рисунок линий контакта должен соответствовать одному из двух последних случаев стратиграфических контактов.

При изучении геологического строения, особенно для закрытых территорий, все большее значение приобретают геофизические методы исследований. При составлении металлогенических карт на практике нередко будут встречаться случаи, когда контакты между породами различного состава устанавливаются с помощью геофизики. Для того чтобы не нарушать единства обозначений карты, такие контакты целесообразно наносить знаками, принятыми для этой карты, в соответствии с их геологической сущностью, отметив их, в отличие от непосредственно прослеженных, буквой «Ф».

2. Интрузивные породы

Условные знаки этого раздела характеризуют: состав интрузивных пород и их фации по зернистости (стр. 12, табл. I, 2а); возраст (стр. 12, табл. I, 2б); морфологию интрузивных тел и глубину современного эрозионного среза (стр. 13, табл. I, 2в), явления гибридизма (стр. 13, табл. I, 2г), металлогеническую специализацию (стр. 13, табл. I, 2д) и глубину становления интрузива (стр. 13, табл. I, 2е). В этом же разделе приводятся знаки для субвулканических образований (стр. 14, табл. I, 2ж), самостоятельных малых интрузивов (стр. 14, табл. I, 2з) и условные знаки для даек и отщепленных интрузивов (стр. 14, табл. I, 2и).

a) Состав интрузивных пород и их фации по зернистости (стр. 12)

Петрографический состав интрузивных пород отображается на карте в общепринятой цветовой легенде и, кроме того, формой крапа, т. е. окраска интрузивного массива и форма крапа на карте соответствуют семейству слагающих его пород. В данных условных знаках выделены семейства: ультраосновные (σ), основные (v), среднего состава (δ), кислые (γ), кислые с повышенным содержанием щелочей (ξ), щелочные (ε), и щелочные габброиды (η). Кроме того, различаются разновидности выделенных семейств, которые показывают, дополняя индекс основной породы обозначениями характерных минералов (приложение 7).

Таким образом, индекс интрузивной породы должен включать греческую букву, присвоенную семейству пород, и в необходимых случаях латинскую, показывающую его разновидности, например:

ультраосновные породы: перидотит σ , пироксенит σpy , дунит σcr ;

основные породы: габбро v , норит $v hy$, анортозит $v f$, форелленштейн $v ol$, монцонит $v \xi$, габбро-диорит $v d$;

породы среднего состава: диорит δ , кварцевый диорит δq ;

кислые породы: гранодиорит $\gamma\delta$, гранит γ , роговообманковый гранит γh , биотитовый гранит γb ;

кислые породы с повышенным содержанием щелочей: сиенит ξ , граносиенит $\gamma\xi$;

щелочные породы: нефелиновый сиенит ϵ , хибинит ϵeu ;

щелочные габброиды: миссурит ηp , шонкинит ηa , эсексит ηu .

Фациальный состав (по зернистости) интрузивных пород показывается размером крапа, наложенного на соответствующую окраску. При этом выделяются следующие фациальные разновидности пород: равномернозернистые, в том числе крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые, и порфировидные.

б) Возраст (стр. 12)

Возраст интрузивного комплекса, т. е. время проявления фазы интрузивной деятельности, показывается обычным геохронологическим индексом. Помимо возраста интрузивного комплекса в целом, следует выделять субфазы и стадии внедрения отдельных пород комплекса. Геохронологический индекс, обозначающий фазу интрузивной деятельности и соответственно возраст интрузивного комплекса, ставится справа от индекса породы; например, γC_2 — комплекс гранитов верхнемелового возраста. При мелких контурах индекс может быть упрощен — в этом случае возраст комплекса показывается арабской цифрой, которую ставят справа внизу, например, γ_3 (если верхнемеловые граниты внедрялись в третью фазу интрузивной деятельности района, относящейся к верхнему мелу, об этом должно быть сделано соответствующее общее пояснение в текстовой части легенды).

Субфазы и стадии формирования пород интрузивного комплекса обозначаются арабскими цифрами, которые ставят вверху справа от индекса породы; например $\gamma^1 C_2$ — гранитные интрузивы верхнемеловой фазы интрузивной деятельности, первая стадия (или субфаза) внедрения; $\gamma^2 C_2$ — то же, вторая стадия; $\gamma^3 C_2$ — то же, третья стадия и т. д. В случае мелких контуров возможно упрощение индекса: γ_3^1 , γ_3^2 , γ_3^3 и т. д. — по числу субфаз или стадий, также с соответствующими пояснениями в легенде.

Предлагаемая индексация возраста интрузивных комплексов на картах средних и детальных масштабов несколько отличается от принятой для обзорной геологической карты СССР масштаба 1:2 500 000 («Геологическая карта СССР...», 1956), в которой нижняя цифра справа от индекса породы часто показывает группу интрузивных комплексов (додевонские, послесилурийские и т. д.), а цифра справа вверху — принадлежность к одному интрузивному комплексу (т. е. — фазу интрузивной деятельности). Это создает некоторые неудобства при сравнении обзорных карт с картами средних и детальных масштабов, но зато позволяет избежать слишком громоздких индексов.

Если установлена металлогеническая специализация интрузивного комплекса на какой-либо металл, ее целесообразно отразить в индексе комплекса химическим символом этого металла, поставив его перед индексом породы.

Общее построение символа интрузивного комплекса с учетом сказанного выше будет такое: $Sn \gamma^1 b p J_3$ или $Sn \gamma^1 b$ (для мелких контуров, если цифрой 2 будут обозначаться послеверхнеюрские интрузивы) — послеверхнеюрские биотитовые граниты первой стадии внедрения, специализированные на олово. При этом индекс породы показывается греческими буквами, остальные обозначения — латинскими, в том числе химический символ металла (Sn) и буквенный знак минерала (b) — курсивом.

Помимо возраста интрузий, большое значение имеет соотношение интрузий и отдельных субфаз и стадий их внедрения с фазами складчатости, что также следует указывать в легенде. В связи с этим необходимо, чтобы в том случае, когда эти соотношения ясны, они не только описывались бы в тексте, но и отмечались на карте. При этом, помимо соответствующих индексов, интрузивные тела близкого состава или их части, относящиеся к различным фазам внедрения, могут отличаться разными оттенками основного цвета породы на карте.

Таким образом, сочетание структурной позиции интрузивного тела, отображенное на обзорной металлогенической карте и уточненной данной картой, с петрографо-минералогическим составом пород отдельных субфаз и стадий формирования интрузивного комплекса позволит проследить его эволюцию во времени, что особенно важно для установления связи пород комплекса с жильными образованиями и оруденением.

в) Морфология интрузивных тел и глубина современного эрозионного среза (стр. 13)

Морфология интрузивных тел должна быть отражена на карте с достаточной выразительностью, так как от нее в значительной мере зависит размещение эндогенных месторождений, ассоциирующихся с магматическими породами, а также горизонтальная и вертикальная зональность проявленного оруденения.

Также важен и современный эрозионный срез, который определяет степень сохранности интрузивов, в том числе их продуктивной зоны, включающей месторождения, и характеризует, таким образом, особенности металлогенеза, выявляемые и наблюдаемые в настоящее время.

Морфология интрузивных тел характеризуется на карте фактическими данными: общими очертаниями в плане, в разрезах, размерами, рельефом поверхности кровли, взаимоотношениями со складчатыми структурами и разрывными нарушениями. Сочетание приведенных данных, тщательно изученных и нанесенных на карту, позволит получить достаточное представление об истинной форме залегания интрузивных тел в виде батолитов, штоков (в том числе апофиз) и апикальных выступов батолитов, батолитоподобных межформационных интрузивных тел (типа гарполитов) и согласных интрузивных залежей (силлов, лакколитов, лopolитов, факолитов).

Чрезвычайно важно для выявления связи оруденения с магматизмом определить форму и структурно-геологическое положение малых интрузивов, морфология которых достаточно разнообразна: малые интрузивы могут быть представлены штоками, трубообразными телами, пластовыми залежами, лакколитоподобными телами и дайками, часто образующими протяженные свиты, которые состоят из десятков кулисово-образно заходящих друг за друга даек. Некоторые дайки имеют коническую или кольцевую форму.

Главные показатели формы интрузивного тела — его очертания в плане и разрезе — легко установить по мелкомасштабным картам и дополняющим их разрезам. Но на более крупномасштабных картах, в число которых входит и рассматриваемая металлогеническая карта, как правило, будут помещаться лишь какие-то участки интрузивных тел, и морфологию последних можно будет восстановить только по косвенным данным, главными из которых будут: величина, форма и интенсивность контактовых ореолов интрузива, геофизические данные и взаимоотношение интрузивного тела с вмещающими породами. Контактовые ореолы и геофизические данные могут быть непосредственно нанесены на карту или разрез в соответствии с площадным распространением или глубиной залегания интрузива.

Структурное положение интрузивного тела, его взаимоотношение с вмещающими породами можно проиллюстрировать на карте показом залегания плоскости интрузивного контакта. В рекомендуемых условных знаках различаются следующие нормальные (активные) интрузивные контакты: крутые или вертикальные, пологие, наклоненные внутрь массива и падающие в сторону от массива. Особый знак предусмотрен для изображения линии интрузивного контакта, элементы залегания которого не определены.

Если несколько усложнить рисунок линий контактов, то с их помощью можно будет показать и величину эрозионного среза, хотя бы по трем градациям: срез, проходящий в апикальной части интрузивов, в срединной его части и срез, вскрывающий глубинные, корневые части интрузивов.

При изучении закрытых площадей контуры интрузивных пород, перекрытых пластом рыхлых отложений, могут быть установлены с помощью геофизических методов. При этом обычно выявляется и залегание плоскости контакта. Удобно такие контакты наносить теми же знаками, что и контакты, прослеженные непосредственно, отметив их буквой «ф».

На металлогеническую карту интересно также нанести невскрытые интрузивы, что можно сделать по некоторым косвенным признакам или по геофизическим данным. Практически это уже применяется при составлении отдельных металлогенических карт. Здесь приведены контуры предполагаемых интрузивных тел, установленных на основании изучения ореолов контактных пород и по геофизическим данным.

г) Явления гибридизма (стр. 13)

Для иллюстрации явлений ассилияции и гибридизма на карте рекомендуется применять цветной точечный крап или цветную косую штриховку; их цвет будет определять привнесенный элемент. Выбор знака (крапа или штриховки) зависит от того, какой из них в данном конкретном случае будет более заметен на карте в сочетании со знаками контактных изменений пород. Так, например, если контактные изменения проявились главным образом в ороговиковании пород, то для обозначения гибридизма удобнее применить штриховку, так как ороговиковование показывается цветным точечным крапом. Там же, где наблюдается развитие скарнов (условный знак — оранжевая косая штриховка), явление гибридизма лучше проиллюстрировать крапом.

д) Металлогеническая специализация (стр. 13)

Металлогеническую специализацию интрузий можно показать на карте так же, как и первичные ореолы рассеяния (стр. 18 табл. II, 1а). В том случае, если металлогеническая специализация интрузий связана с особенностями магмы, символ характерного элемента можно рекомендовать ввести в индекс, относящийся к интрузиву.

е) Глубина становления интрузии (стр. 13)

По глубине становления выделяются интрузивы очень небольших глубин (близповерхностные, иногда суббулканические) до 1 км, малых глубин (гипабиссальные) порядка 1—2 км, средних, умеренных глубин от 2 до 5 км и больших глубин свыше 5 км. На карте глубину становления интрузии можно показать различной степенью интенсивности окраски интрузивных массивов: глубинные окрашивать более светлым цветом, суббулканические — наиболее темным.

Подобная методика закраски интрузивных тел предложена из тех соображений, что при этом малые интрузивы, обычно относящиеся к приповерхностным образованиям, будут окрашиваться в наиболее густые тона. Последнее удобно в двух отношениях: во-первых, это сделает такие интрузивы, обычно имеющие небольшие размеры, более заметными на карте, а во-вторых, при этом не будет расхождения с обзорной металлогенической картой, где малые интрузивы также закрашиваются более густыми тонами.

ж) Субвулканические образования (стр. 14)

Субвулканические образования, с которыми нередко бывает связана рудная минерализация, обозначаются на карте комбинированным знаком: площади их распространения закрашиваются так же, как выходы интрузивных пород, крап делается такой, как для пород эфузивного происхождения. И цвет и крап соответствуют петрографическому составу субвулканического тела. Подобное изображение не только поможет отчетливому выделению субвулканических пород на карте, но и подчеркнет их геологическую сущность.

Возраст пород характеризуется индексом. Ввиду того что субвулканические образования генетически ближе стоят к вулканогенным породам, целесообразно индексировать их так же, как вулканогенные породы. При этом, если субвулканические образования имеют порфировидную структуру, в индекс следует добавлять буквы μ (порфиры) или π (порфиры) в зависимости от основности пород.

з) Самостоятельные малые интрузивы (стр. 14)

Особое место среди магматических образований занимают малые интрузивы, генетически не связанные ни с батолитами, ни с вулканогенными образованиями данного района. Ф. К. Шипулин выделил их как «самостоятельные малые интрузивы».

Несмотря на то что до настоящего времени генетические связи самостоятельных малых интрузивов с оруденением не ясны, часто отчетливо устанавливается их парагенетическая связь или пространственная ассоциация. В связи с этим на металлогенических картах самостоятельные малые интрузивы целесообразно выделять особым знаком, цвет которого будет определяться принадлежностью интрузива к той или иной формации. В условных обозначениях приведены знаки для четырех формаций, выделенных Ф. К. Шипулиным. При этом формации охарактеризованы не только по составу, но и по тектоническим условиям образования. Таким образом, каждая формация возникает на определенном этапе развития земной коры.

Индексировать выходы малых интрузивов целесообразно так же, как соответствующие по составу жильные породы.

и) Дайки и отщепленные интрузивы (стр. 14)

Жильные породы в настоящей легенде различаются по характеру взаимоотношений и связи с теми или иными интрузивными или эфузивными породами, по петрографическому составу, возрасту и морфологии.

По характеру взаимоотношений с основными магматическими образованиями различаются дайки добатолитовые, дайки или тела неправильной формы, связанные с интрузивными породами (отщепленные интрузивы), и дайки, являющиеся корнями эфузивов.

Среди отщепленных интрузивов (даек или неправильных тел) выделены ахистовые и диасхистовые тела.

Ахистовые отщепленные интрузивы Ф. К. Шипулин характеризует как конечные продукты слабодифференцированной магмы материн-

ских интрузий. Они образуют дайки и неправильные тела, по составу близкие к породам материнских интрузивов, но имеющие порфировую или мелкозернистую структуру (гранит-порфиры, сиенит-порфиры, габбро-порфирыты, микрограниты и пр.).

К диасхистовым отщепленным интрузивам относятся породы лейко-кратового и меланократового состава, являющиеся продуктами конечных дифференциатов материнских интрузий. Лейко-кратовые отщепленные интрузивы, по Ф. К. Шипулину, от материнских интрузивов отличаются повышенным содержанием салических компонентов (полевых шпатов, фельдшпатоидов и пр.), накапливающихся в остаточном расплаве в результате кристаллизационной дифференциации (аплиты и пегматиты разнообразного состава), а меланократовые (сравнительно редкие) — повышенным содержанием темноцветных минералов (дайки и шлиры минетт, керсаниты и пр.).

Петрографический состав даек показывается цветом и индексом, включающим буквы « π » или « μ », которые добавляются к соответствующему индексу интрузивной породы, например: $\alpha\mu$ — андезитовые порфиры, $\beta\mu$ — диабазовые порфиры, $\gamma\pi$ — гранит-порфиры, $\xi\pi$ — сиенит-порфиры.

Аплиты, пегматиты и лампрофиры обозначаются буквами соответственно ι , ρ и χ и, если необходимо, расчленяются по составу, который также показывается индексом; например, гранитный пегматит $\gamma\rho$, сиенит-аплит ξ , спессартит $\delta\chi$.

В некоторых районах значительную роль играют альбитофиры; дайки этих пород обозначаются буквой ϕ , с добавлением символа первоначальной породы, например $\zeta\phi$ — альбитофир аподакитовый¹.

Дайки должны изображаться на карте в истинных контурах, лишь иногда можно допустить некоторое преувеличение мощности; морфология даек, таким образом, будет видна из их очертаний на карте.

Во всех случаях необходимо установить время образования дайковых и жильных пород для того, чтобы иметь возможность сопоставить его с возрастом оруденения. На карте возраст дайковых пород показывается с помощью геохронологического индекса, так же как и для основных интрузивных тел. Возрастной индекс пишется справа от петрографического, например: $\gamma\pi C_2$ — среднекарбоновые гранит-порфиры.

Все возрастные взаимоотношения интрузивных и складчатых фаз, малых интрузивов, жильных серий интрузива и фаз оруденения можно изображать в виде специальной колонки, на которой в левой части дается стратиграфический разрез, а правее — данные, имеющие важное металлогеническое значение (см. макеты металлогенических карт). На такой схеме можно отчетливо разграничить интрузивные проявления различных тектоно-магматических циклов, их этапов, отдельных фаз и стадий.

Контактовые ореолы, экзо- и эндоконтактовые изменения, связь минерализации с околоврудными изменениями, определяемая близостью минерального состава измененных пород, являются настолько важными критериями поисков, что выделены в самостоятельные разделы (см. ниже).

3. Метаморфические и метасоматические породы

В данном разделе характеризуются условные знаки, рекомендуемые для изображения регионально метаморфизованных пород (стр. 15, табл. I, За) и эндогенных метасоматических изменений пород (стр. 15—16, табл. I, 3б).

¹ Некоторые дополнительные данные об индексации магматических пород можно получить из работы: «Стратиграфические и геохронологические подразделения» (1954).

а) Регионально метаморфизованные породы (стр. 15)

Среди регионально метаморфизованных пород выделяются филлиты (f) — хлорито-серпентино-альбитовая фация, диафторически измененные породы (df), слюдяные и гранатовые сланцы (s), амфиболиты (a), гнейсы (g), мигматиты (M). При этом апомагматические породы индексируются заглавными буквами, а породы, образовавшиеся за счет осадочных отложений, — строчными. Например: ортогнейсы — G, парagneйсы — g. Цвет крапа — черный, исключение составляют гнейсы и мигматиты, которые показываются крапом красного цвета.

Учитывая, что для металлогенических карт важно отразить не только состав пород, но и процессы, в результате которых они образовались, рекомендуется, кроме того, оконтуривать выходы распространения пород различных метаморфических фаций¹. Границы распространения отдельных фаций и выходы метаморфических пород одного состава не всегда будут совпадать, так как в пределах развития одной метаморфической фации могут возникать различные метаморфические породы, точно так же, как в пределах разных фаций могут возникать однотипные образования. Обусловливается это первичным составом пород.

б) Эндогенные метасоматические изменения пород (стр. 15—16)

В этой таблице приведены знаки, с помощью которых можно показать на карте характер эндогенного изменения пород и площадь их распространения¹. Обычно они представляют собой контуры с соответствующим буквенным обозначением: н — нефелинизация, кб — карбонатизация, вк — вторичные кварциты, гр — грейзенизация, п — пропилитизация, б — березитизация, л — лиственитизация, га — гидротермальная аргиллизация, ка — кальцитизация, анк — анкеритизация, хл — хлоритизация. Отдельные разновидности измененных пород выделяются, кроме того, с крапом (ороговикование, скарнирование, площади развития вторичных кварцитов).

Измененные породы очень часто могут служить поисковыми критериями при поисках рудных месторождений. Поэтому особенно важно отразить зональность их размещения. При оконтуривании на карте площадей распространения эндогенных изменений можно применить линии различной толщины для разграничения внешних, центральных и внутренних зон ореола эндогенных изменений. Если площади распространения эндогенных изменений незначительны и их трудно нанести на карту в истинных контурах, можно использовать внемасштабные знаки, приведенные в таблице на стр. 19.

Все знаки, характеризующие эндогенные изменения, за исключением гранитизации, наносятся оранжевым цветом.

Для более детальной характеристики минерального состава kontaktово метаморфизованных пород можно применить минералогическую индексацию. Например: кордиеритовые роговики обозначить буквами «со», андалузитовые «ад», диопсидовые скарны «др» (рекомендуемые буквенные обозначения минералов приведены в приложении 7).

Минералогическую индексацию можно использовать и при характеристике регионально метаморфизованных пород, например: sm — мусковитовые сланцы.

В приведенной легенде эндогенные изменения разделены по характеру минерализации на три группы: высокотемпературные, среднетемпературные и низкотемпературные.

На некоторых металлогенических картах эндогенные изменения делятся только по температурному признаку, без различия минераль-

¹ Разработаны при участии Б. И. Омельяненко.

ного состава. Так, при составлении металлогенической карты Текелийского рудного района (П. П. Жуков, Ю. И. Коровин, Х. И. Мургалимов и А. Е. Шлыгин¹) эндогенные изменения были подразделены на высоко- и среднетемпературные и низкотемпературные, без отображения на карте деталей минерального состава измененных пород. Вызвано это было тем, что развитые там месторождения колчеданно-полиметаллической формации приурочены исключительно к зонам низкотемпературной минерализации, а месторождения tremолито-свинцово-цинковой формации связаны с зонами среднетемпературных изменений, независимо от того какими минеральными особенностями они характеризуются.

4. Структурные факторы

Тип рудного района и геологические структуры первого порядка отображаются (в силу возможностей масштаба) только на обзорной металлогенической карте и описываются в тексте. На детальной металлогенической карте показываются структурные элементы второго и более высоких порядков, которые могли влиять на локализацию руд в пределах исследуемого района. При важном значении структурных факторов для локализации оруденения следует составлять специальные схемы, показывающие выявленные связи оруденения с геологической структурой района.

Условные знаки данного раздела разделены на три группы, характеризующие: складчатые геологические структуры (стр. 17, табл. I, 4а), разрывные нарушения (стр. 17, табл. I, 4б) и внутренние структурные элементы интрузивных тел (стр. 18, табл. I, 4в).

Внутренние структурные элементы интрузивных тел изображаются знаками черного цвета. Складчатые и разрывные структуры показываются преимущественно цветными линиями, определяющими возраст нарушения.

a) Складчатые геологические структуры (стр. 17)

Складчатые структуры различаются на карте по форме и по возрасту. Форма складчатых структур изображается с помощью изогипс, проводимых на основании фактических данных — границ между породами различного состава и возраста, элементов залегания. На карту наносятся оси антиклиналей и синклиналей (с подразделением на линейно вытянутые складки и брахискладки), при этом цвет осевых линий показывает возраст складчатости. Кроме того, форма складок уточняется на карте элементами залегания пород и некоторыми другими специальными знаками. Оси складок, выявленные геофизическими методами, отмечаются буквой «ф».

б) Разрывные нарушения (стр. 17)

Разрывные нарушения рекомендуется различать, так же как и складчатые нарушения, по возрасту (цвет линии разрыва), с учетом направленности и размеров передвижек (которые показываются стрелками и цифрами). Следует заметить, что подобное изображение требует тщательного изучения структурных данных и в ряде случаев, особенно в однообразных флишевых толщах с большой мощностью, бывает затруднительно; в этих случаях можно лишь отметить приподнятый и опущенный блоки. Кроме того, среди локальных нарушений предусматривается выделение разрывов, непосредственно сопряженных с процессами складкообразования — разрывов по складкам (в том числе

¹ Устные сообщения.

флексурных разрывов) и пластовых подвижек, сопровождаемых зонами дробления.

Особый условный знак предусмотрен для глубинных разломов длительного развития (выявлению которых необходимо уделить самое большое внимание), изображаемых красной линией или, если можно установить многократность движений и их возраст,— многоцветной линией. Зоны влияния скрытых глубинных разломов удобнее показывать знаками, приведенными на стр. 7.

На карту наносятся также участки тектонически измененных пород—зоны брекчирования и трещиноватости, контуры зон смятия, зоны дробления и милонитизации. Вторичная сланцеватость пород показывается с помощью элементов залегания, которые для того, чтобы их можно было отличить от элементов залегания первичной слоистости, наносятся красным цветом.

в) Внутренние структурные элементы интрузивных тел (стр. 18)

Элементы прототектоники интрузивных тел показываются общепринятыми знаками, характеризующими: следы течения или первичную плоскостную линейность, залегание вторичной плоскостной ориентировки и залегание трещин отдельности, совпадающих с первичной плоскостной линейностью. Особенно важно при этом установить связь между направлением линий прототектоники, более поздних нарушений и залеганием даек и гидротермальных жил.

II. Рудные месторождения, рудопроявления и поисковые критерии

В данном разделе приводится описание условных обозначений, рекомендуемых для нанесения на карту собственно «рудной» нагрузки, в состав которой входят рудные месторождения и рудопроявления, а также некоторые рудопоисковые данные—минералогические критерии, экзогенно измененные породы, данные геохимических и геофизических наблюдений. Здесь же даются знаки, предлагаемые для иллюстрации металлогенического районирования картируемой территории.

1. Минералогические критерии

В этом разделе приводятся условные знаки для ореолов рассеяния, наносимых на карту в истинных контурах (стр. 18, табл. II, 1а), вне масштабные знаки для ореолов рассеяния и геохимических аномалий (стр. 19, табл. II, 1б), гидротермальных жил и минерализованных участков (стр. 19, табл. II, 1в).

а) Ореолы рассеяния¹ (стр. 18)

Ореолы рассеяния являются не столько минералогическими, сколько геохимическими показателями. Для своего выявления они требуют постановки специальных работ (обычно металлометрической или шлиховой съемки).

Среди ореолов рассеяния в данных условных знаках предусматривается выделять: первичные, приуроченные к коренным породам (обнаруженные с помощью того или иного вида опробования коренных пород), и вторичные, образующиеся в рыхлых породах. В ряде случаев весьма важно указать, каким методом был установлен контур ореола (см. стр. 107 текста).

¹ Раздел составлен с учетом работ И. И. Гинзбурга (1957) и др.

Выделенные ореолы различаются по химическому или минеральному составу (цвет контурной линии и химический символ) и по количественному содержанию полезного компонента (проставляется рядом с химическим символом, например: Pb 0,10%, или Mo 0,005% и т. д.).

В рекомендуемых условных знаках каждому наиболее распространенному рудному элементу присвоен определенный цвет. При необходимости его можно изменять, придавая наиболее яркий и заметный цвет контурным линиям ореолов ведущих в данном рудном районе элементов.

*б) Ореолы рассеяния и геохимические аномалии
(внемасштабные знаки) (стр. 19)*

Первичные ореолы рассеяния, характеризующие металлогенические особенности пород, очень часто незначительны по площади, и показать их на карте в этом случае можно только внemасштабными знаками. Рекомендуемые знаки позволяют наглядно показать зональное строение, часто свойственное первичным ореолам рассеяния.

Здесь же приведены знаки для геохимических аномалий различного типа.

в) Гидротермальные жилы и минерализованные участки (стр. 19)

В этом разделе приведены знаки для изображения гидротермальных жил и рудной минерализации или минералов, обычно сопровождающих рудные скопления. Для нанесения последних удобнее всего использовать буквенные обозначения, приведенные в приложении 7. Знак минерала рекомендуется заключать в прямоугольные рамки. Гидротермальные жилы также рекомендуется сопровождать индексом, показывающим их минеральный состав: q — кварцевые, qt — кварцево-турмалиновые и пр. (см. приложение 7).

2. Экзогенные изменения пород¹ (стр. 19—20)

Рудные образования даже в большей степени, чем другие породы, подвержены поверхностным изменениям и в зависимости от химического состава первичных руд и условий выветривания образуют на поверхности железные шляпы, зоны осветления и выщелачивания, зоны лимонитизации, являющиеся нередко прямыми поисковыми признаками. Иногда экзогенно измененные породы сами представляют собой рудные скопления (месторождения коры выветривания).

Коры выветривания в данных условных знаках различаются по составу и по возрасту. Выделенные возрастные подразделения кор выветривания (додевонские, девонские, мезозойские и третичные) соответствуют отмеченным в истории Земли эпохам длительного континентального режима. По составу коры выветривания подразделяются на существенно каолиновые и существенно нонtronитовые. Наконец, особо выделяются рудоносные коры выветривания.

Среди прочих экзогенно измененных пород выделяются: железные шляпы, породы с повышенным содержанием гидроокислов железа и марганца, зоны осветления, загипсованные участки.

3. Геофизические данные (стр. 20)

Геофизические методы обладают в ряде случаев большими поисковыми возможностями и особенно необходимы в закрытых районах. Помимо геологических данных, устанавливаемых с помощью геофи-

¹ Раздел составлен с учетом работ И. И. Гинзбурга (1947, 1956) и др.

зики, изображение которых на карте проиллюстрировано выше, на металлогеническую карту должны наноситься все геофизические аномальные зоны, участки и точки, которые предположительно можно связать с рудной минерализацией. Наносятся они, по возможности, в истинных контурах. (Если это невозможно, аномалия показывается в условных знаках, приведенных на стр. 9).

Аномалии предлагаются различать по типам — магнитометрические, электрометрические, гравиметрические, сейсмометрические и радиометрические, а также по значению — первоочередные, требующие проверки в первую очередь, и второочередные.

Детально геофизические данные показываются на карте геофизических признаков рудной минерализации, условные знаки к которой приведены ниже.

4. Рудные месторождения и рудопроявления

В этом разделе приведены условные знаки для коренных (стр. 20—22, табл. II, 4а) и россыпных (стр. 22—23, табл. II, 4б) рудных месторождений и рудопроявлений.

a) Коренные месторождения и рудопроявления (стр. 20—22)

Рудные месторождения и рудопроявления можно нанести на карту в соответствии с их истинными контурами или с помощью условных знаков.

Изображение в истинных контурах. Если масштаб карты позволяет рудные месторождения и рудопроявления наносится в их истинных контурах, а иногда даже с некоторым преувеличением размеров (обычно мощности жил). При изображении рудных тел в истинных контурах четко определяется их геологическая позиция и морфология, что и нужно иметь в виду, особенно при составлении карт масштаба 1 : 25 000.

Среди рудных тел, наносимых на карту в истинных размерах, различаются залежи богатых руд и залежи бедных руд. Оруденелые дайки, жилы, штокверки и т. п. показываются на карте как геологические тела. Генетический тип и состав руд отличается дополнительно условным знаком месторождения (стр. 20, табл. II, 4а) и химическим символом ведущего металла.

Изображение в условных знаках. Если рудные месторождения и рудопроявления нельзя показать в истинных контурах, они наносятся на карту условными знаками. При этом желательно, чтобы условный знак отражал: генетический тип месторождения, рудную формацию, морфологию рудных тел, ведущее полезное ископаемое, геотектонические условия образования месторождения, его возраст, связь с интрузивными образованиями и структурами, температуру и глубину образования и, наконец, промышленное значение. Иногда можно показать состав вмещающих пород.

Если каждой разновидности месторождений, выделенной хотя бы на основании совокупности трех первых признаков (генетического типа, рудной формации и морфологии), будет соответствовать особый условный знак, получится огромное количество знаков, усвоить которые будет весьма трудно. Во избежание этого в данной легенде рекомендуется комбинированный знак, состоящий из отдельных элементов, характеризующих указанные данные. В основу знака положены три главнейших признака — генетический тип, рудная формация и морфология; при этом генетический тип обуславливает форму знака, рудная формация — его цвет, морфология — тип внутреннего рисунка знака.

Генетический тип (стр. 20) месторождения показывается формой знака. Выделены следующие генетические типы рудных месторождений: эндогенные — магматический, контактово-метасоматический, пегматитовый, гидротермальный; экзогенные — осадочный и осадочно-метаморфический, осадочный, метаморфогенный. Особым знаком наносятся месторождения, генезис которых неясен.

Морфология рудных тел (стр. 20) показывается формой рисунка внутри знака месторождения. Все разнообразие морфологической характеристики рудных тел невозможно отразить, и здесь приведены знаки, характеризующие наиболее распространенные формы — жилы, штокверки, залежи и линзы, пластовые и межпластовые залежи богатых руд, пластовые вкрапленные и прожилковые руды, минерализованные зоны дробления, рудные тела неправильной формы, трубы. При этом можно рекомендовать ориентировать рисунок (особенно для жильных образований) согласно с господствующим простираемием рудных тел.

В рекомендованных знаках и на представленных макетах рисунок, характеризующий морфологию рудных тел, сделан черным цветом. Но иногда, учитывая темноцветный знак месторождения, эти линии и значки будут более заметными, если они будут белыми, т. е. если они останутся незакрашенными. Таким образом, различаются морфологические данные месторождений на металлогенической карте Франции (Laffitte, Permingeat, 1960), где изображение вышло очень наглядным, правда, при очень крупных размерах знаков месторождений.

Рудные формации (стр. 21) показываются цветом знака. Месторождения родственных рудных формаций целесообразно закрашивать разными тонами одного цвета. Если на территории карты находится большое количество месторождений различных формаций, то для окраски знака месторождений для большей наглядности лучше всего применить цвета, рекомендуемые в инструкции по геологической съемке для карт полезных ископаемых («Инструкция...», 1955), т. е. свинцоворудные формации красить различными оттенками синего цвета, меднорудные — зеленого, золоторудные — желтого и т. д. Однако, если рудная минерализация представлена несколькими формациями, что при крупномасштабных картах чаще будет иметь место, можно применить произвольный выбор цветов, так, чтобы знак месторождения был наиболее заметен на многоцветном фоне карты.

Количество рудных формаций и их разновидностей настолько велико, что нет возможности придать каждой из них только ей присущий цвет, тем более что в каждом случае выделение рудных формаций будет определяться специфическими особенностями изучаемого района.

В табл. 7 приводится перечень рудных формаций, детально охарактеризованных Р. М. Константиновым в другой книге данной серии работ («Изучение закономерностей минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов»).

Ведущее полезное ископаемое (стр. 21) обозначается химическим символом элемента, который ставится рядом со знаком месторождения, так же как и в том случае, когда рудные тела изображаются в истинных контурах.

Связь с интрузивными образованиями (стр. 21). Среди месторождений, генетически связанных с интрузиями, различаются: месторождения, залегающие в теле интрузива, в том числе в эндоконтакте; месторождения, располагающиеся в экзоконтакте, и месторождения, связываемые с невскрытыми интрузивами, выделение которых наиболее затруднительно.

Рекомендуются два способа изображения связи месторождений иrudопроявлений с интрузивными образованиями.

Таблица 7

Перечень наиболее распространенных эндогенных рудных формаций

Рудная формация	Ведущее полезное ископаемое	Минеральная ассоциация		Вмещающие породы
		Ведущие минералы	Второстепенные минералы	
<i>Магматические месторождения</i>				
Хромитовая	Хром	Хромит, оливин, серпентин	Уваровит	Перидотиты, дуниты
Хромито-платиновая	Хром, платина	Хромит, платина	Уваровит, хлориты	Дуниты, пироксениты
Ильменит-магнетитовая	Титан	Магнетит, ильменит	Иногда платина	Пироксениты, габбро
Апатит-медная	Медь	Борнит, пирротин, пирит, магнетит	Апатит, эпидот	Габбро
Апатит-нефелиновая	Фосфорные удобрения	Апатит, нефелин	Пироксен, сфен, титаномагнетит	Нефелиновые сиениты, ийолит-уриты
Алмазная-кимберлитовая	Алмаз	Алмаз, пирит		
Сульфидная медно-никелевая	Медь, никель и др.	Пирротин, халькопирит	Магнетит, хлорит	Перидотиты, нориты, оливиновые диабазы
<i>Контактово-метасоматические месторождения</i>				
Магнетитсодержащие и апатит-магнетитсодержащие скарны	Железо	Гранат, пироксен, магнетит	Халькопирит, апатит	Карбонатно-эфузивно-туфогенные толщи
Молибденит-шеелитсодержащие и шеелитсодержащие скарны	Молибден, вольфрам	Пироксен, гранат, эпидот, шеелит, молибденит	Кварц, карбонаты, арсено-пирит, пирротин, сфалерит, галенит	Карбонатные породы
Арсенопиритсодержащие скарны	Пироксен, гранат, эпидот, арсенопирит, пирротин	Пироксен, гранат, эпидот, арсенопирит, пирротин	Кассiterит, шеелит	То же
Магнетитсодержащие скарны	Железо	Пироксен, гранат, магнетит	Амфиболы	" "
Магнетит-людвигитсодержащие скарны	Бор	Людвигит, магнетит	Ашарит, форстерит, монтичеллит, флогопит, халькопирит, пирротин, кварц, карбонаты	" "
Свинец-цинксодержащие скарны	Свинец, цинк, серебро	Геденбергит, гранат, галенит, сфалерит	Халькопирит, пирротин, кварц, карбонаты	Известняки
Гематит-магнетитсодержащие скарны	Железо	Гематит, магнетит, пироксен	Гранат, кальцит	Карбонатные породы
Мышьяк-медь-никель-cobальтсодержащие скарны	Кобальт	Магнетит, кобальтин, халькопирит, пироксен	Роговая обманка, хлорит	То же
Флогопитовая	Флогопит	Кальцит, флогопит, диопсид	Апатит, скаполит	Пироксен амфиболовые гнейсы, известняки

Продолжение таблицы 7

Рудная формация	Ведущее полезное ископаемое	Минеральная ассоциация		Вмещающие породы
		Ведущие минералы	Второстепенные минералы	
<i>Пегматитовые месторождения</i>				
Олово-вольфрамовая	Олово, вольфрам, литий, цезий	Касситерит, вольфрамит, лепидолит, сподумен	Микроклин, альбит, кварц, мусковит, турмалин	Граниты
Редкометальная	Литий, tantal, ниобий, бериллий	Сподумен, лепидолит, tantalо-ниобаты, берилл	Микроклин, альбит, кварц, касситерит	То же
Ниобий-циркон-редкоземельные пегматиты	Ниобий, tantal, редкие земли	Лопарит, пирохлор, ильмено-рутит	Нефелин, полевой шпат, лепидомелан	Шелочные граниты, нефелиновые сиениты
Мусковитовые пегматиты	Мусковит	Мусковит	Полевой шпат, кварц	Граниты, гнейсы, кристаллические сланцы
Керамические пегматиты	Полевой шпат	Полевой шпат, кварц		Сланцы, граниты, нефелиновые сиениты
<i>Гидротермальные месторождения</i>				
Хризотил-асбестовая	Хризотил-асбест	Хризотил-асбест, антигорит, карбонаты	Кварц, колчедан, магнетит	Перидотиты, дуниты, пироксениты
Тальковая	Тальк	Тальк	Хлорит, карбонаты, иногда золото	Перидотиты
Колчеданная	Медь, свинец, цинк, сера	Пирит, халькопирит, галенит, сфалерит	Золото, аргентит, кварц, серцит, хлорит	Альбитафиры, кварцевые порфириты и др.
Золото-баритовая с сульфидами	Золото	Барит, кальцит, галенит, сфалерит	Золото, серебро	Порфиритовые туфобрекчии, реже песчаники, кварцевые порфиры
Медно-молибденовая	Медь, молибден	Халькопирит, молибденит, пирит	Кварц	Гранодиориты, монцониты
Золото-кварцевая	Золото	Кварц, золото, арсенопирит, пирит	Шеелит, карбонаты, турмалин, альбит	Гранитоиды и метаморфические породы
Кварцево-касситеритовая	Олово	Кварц, касситерит, мусковит	Вольфрамит, топаз, арсенопирит, берилл	Гранитоиды, песчаники, сланцы
Кварцево-вольфрамитовая	Вольфрам	Кварц, вольфрамит, мусковит	Касситерит, молибденит, висмутин и другие сульфиды	То же
Кварцево-молибденитовая	Молибден	Кварц, молибденит	Сульфиды свинца, цинка, карбонаты, иногда касситерит, вольфрамит	Гранитоиды, сланцы
Силикатно-касситеритовая	Олово	Кварц, хлорит, касситерит	Турмалин, пирит, арсенопирит, сфалерит, карбонаты	Песчаники, сланцы

Продолжение таблицы 7

Рудная формация	Ведущее полезное ископаемое	Минеральная ассоциация		Вмещающие породы
		Ведущие минералы	Второстепенные минералы	
Сульфидно-касситеритовая	Олово, свинец, цинк	Кварц, касситерит, пирротин, арсенопирит	Турмалин, галенит, сфалерит	Песчаники, сланцы
Галенит-сфалеритовая	Свинец, цинк, серебро	Галенит, сфалерит, карбонаты, кварц	Блеклые руды, халькопирит, арсенопирит, пирит, касситерит, пирротин	Известняки, песчаники, сланцы, гранитоиды, эфузивы
Антимонит-киноварная	Ртуть	Антимонит, киноварь, хальцедон	Кварц	Песчаники, сланцы, известняки
Гематитовая, гематит-барит-флюоритовая, флюорито-сидеритовая	Гематит, флюорит	Гематит, пирит, кварц, флюорит, барит		Песчаники, сланцы
Пятиэлементная	Уран, никель, кобальт, серебро, свинец, цинк	Шмальтий, герсдорфит, урановая смолка, самородное серебро	Кварц, карбонаты, сфалерит, халькопирит, галенит	Метаморфические, осадочные и эфузивные породы
Смолково-сульфидная	Уран	Сульфиды железа, меди, свинца, урановая смолка	Гематит, золото	Песчаники, сланцы, эфузивы
Флюоритовая	Флюорит	Флюорит, хальцедон, кварц, карбонаты		Песчаники, карбонатные породы
Смолково-карбонатная	Уран	Карбонаты, настурян, гематит, кварц	Хлорит, сульфиды	Песчаники, сланцы, эфузивы
Золото-серебряно-кварц-адуляровая	Золото	Золото, сульфосили серебра, хальцедон	Кварц, каолинит, адюляр	Песчаники
Медистые песчаники	Медь	Халькоzin, халькопирит, борнит	Галенит, кальцит, кварц	Песчаники с карбонатным цементом, битуминозные сланцы
Карбонатитовая, тантало-ниобиевая	Тантал, ниобий	Пирохлор, карбонаты	Эгирин, канкринит, флогопит, вермикулит	Шелочные сиениты
Циркониево-редкометальная с танталом и ниобием	Цирконий, tantal, ниобий	Альбит, циркон, пирохлор	Астрофиллит, эвдиалит	Нефелиновые сиениты
Магнетитовая в траппах	Железо	Оолитовый магнетит, гематит	Пироксен, хлорит, кварц	Траппы, песчаники, сланцы, известняки
Исландского шпата	Пьезооптическое сырье	Исландский шпат	Апофиллит, хлорит	Траппы
<i>Месторождения спорного генезиса</i>				
Галенит-сфалеритовая	Свинец, цинк	Галенит, сфалерит	Доломит, кальцит	Карбонатные породы
Медистых песчаников	Медь	Халькоzin, халькопирит	Кварц, галенит, пирит	Мергели, песчаники

На картах с мелкими контурами интрузивов (например, на обзорных) место нахождения месторождения отмечается точкой, а знак месторождения выносится в сторону, чтобы не закрывать детали геологического строения. Соединяющая их линия (сплошная или прерывистая) будет показывать на установленный или предположительный характер генетической связи оруденения с интрузивом.

На картах более крупного масштаба, на которых знак месторождения ставится непосредственно в соответствующей точке карты, индекс материнского интрузива и индекс месторождения (химический символ ведущего полезного ископаемого) подчеркиваются жирной яркой чертой одинакового цвета, также соответственно сплошной или прерывистой. Можно предложить и несколько иной метод — подчеркивать индекс месторождения линией, соответствующей по окраске цвету интрузивных массивов, с которыми генетически связано оруденение. Так, например, сделано на макете металлогенической карты масштаба 1 : 200 000.

Вмещающие породы (стр. 21). Общий состав вмещающей толщи, или горизонта, или рудовмещающих магматических пород виден на карте без каких бы то ни было дополнительных знаков, так как металлогеническая карта составляется на геологической основе. Однако особенности пород, непосредственно вмещающих рудные тела, не всегда можно отобразить в масштабе карты. Их можно показать дополнительными очень простыми, но в то же время наглядными внemасштабными знаками, расположеннымми справа от знака месторождения. Такая методика отображения состава вмещающих пород очень широко применена на металлогенической карте Франции (Laffitte, Permingeat, 1960), где в самом знаке месторождения сосредоточена почти вся металлогеническая нагрузка карты. По этому же принципу на карте Лаффита слева от знака месторождения показывается состав жильных минералов. Но при рекомендуемых условных знаках состав жильных минералов не нуждается в особом изображении, так как он обусловлен выделенной формацией.

*Геотектонические условия образования месторождения*¹ (стр. 21). Здесь подразумевается приуроченность образования месторождений к тому или иному этапу (начальному и раннему, среднему, позднему и конечному) развития подвижной зоны или образование месторождения в платформенных условиях (Билибин, 1955). Показывается это с помощью цветной обводки знака месторождения: для месторождений, связанных с начальными и ранними этапами предусмотрена синяя обводка, со средними — красная, с поздними и конечными — оранжевая; знаки месторождений, образовавшихся в платформенных условиях, оконтуриваются линией зеленого цвета.

Возраст оруденения (стр. 21). По принятой в настоящей легенде методике возраст оруденения показывается с помощью геохронологического индекса, проставляемого справа от химического символа ведущего полезного ископаемого, например: PbC₁ — свинцовое месторождение нижнекарбонового возраста; SnP₃J₃ — оловорудное месторождение послеверхнеюрского возраста; MoAs₁ — молибденовое месторождение донижнесилурийского возраста (см. макеты металлогенических карт).

Температура и глубинность образования месторождения показываются короткими дополнительными штрихами (стр. 22). При этом по температуре образования выделяются низкотемпературные, среднетемпературные и высокотемпературные месторождения; по глубинности отложения месторождения делятся на близповерхностные, средних глубин и глубинные.

¹ Составлено в соответствии с принципами, рекомендуемыми металлогенической группой ВСЕГЕИ («Общие принципы...», 1957).

Связь оруденения с тектоническими элементами (стр. 22). В том случае, если тектонический контроль установлен или наблюдается пространственная приуроченность оруденения к тем или иным тектоническим структурам, целесообразно отразить это на карте. В данных условных знаках предусмотрены следующие наиболее вероятные случаи тектонического контроля: а) месторождения и рудопроявления контролируются зоной дробления или разрывными нарушениями; б) месторождения и рудопроявления контролируются зоной смятия или складчатыми структурами; в) месторождения и рудопроявления приурочены к зонам дробления и смятия.

Промышленное значение месторождений и рудопроявлений (стр. 22) определяет размер условного знака. Предусмотрены следующие градации: промышленные месторождения, в том числе (в зависимости от размера запасов) крупные, средние и мелкие, и непромышленные месторождения и рудопроявления. Отнесение месторождения в зависимости от размера его запасов к категории крупных, средних или мелких производится в соответствии с инструкциями.

Если какие-либо из свойств, определяющих характер месторождения (например, глубина отложения руд или связь месторождения с интрузивными породами и т. п.), не могут быть определены даже предположительно, соответствующий им элемент знака отсутствует.

б) Рассыпные месторождения и рудопроявления (стр. 22—23)

Условные знаки, рекомендуемые для россыпных месторождений, предусматривают их различие по составу, генетическому типу и промышленному значению. Среди промышленных россыпных месторождений целесообразно различать: а) россыпи для раздельной добычи (на пласт) и б) россыпи для сплошной выемки (на массу).

Россыпные месторождения, как и коренные, должны, как правило, наноситься в истинных контурах, показывающих морфологию россыпи (стр. 22). Значительно реже россыпи наносятся условным знаком (стр. 23) — удлиненной полоской, более утолщенной для промышленных месторождений. Полезное ископаемое показывается цветом знака и, кроме того, химическим символом ведущего компонента.

Рядом со знаком элемента как для россыпей, нанесенных на карту в истинных контурах, так и для показанных условными знаками, рекомендуется проставлять индекс, указывающий на генетический тип россыпи: элювиальные — el, делювиальные — d, пролювиальные — pl, прибрежные — lt, ледниковые — gl; золовые — e; для аллювиальных россыпей индекс (al), как правило, не проставляется.

5. Металлогеническое районирование (стр. 23)¹

В результате произведенных исследований на металлогенической карте нужно выделить контуры рудоносных площадей с выявленной минерализацией и контуры участков, перспективных в отношении рудной минерализации по геологическим данным. Выделение указанных площадей является главной целью карты, оно производится с учетом всех геологических особенностей и с учетом распределения рудных месторождений и рудопроявлений.

Выделенные участки по своему значению будут отвечать рудным зонам, рудным узлам (или их частям) или рудным полям и должны служить основой металлогенического районирования. Оконтуривание новых перспективных участков производится на основании выявленных закономерностей как вывод из них и является уже элементом прогноза

¹ Знаки разработаны с учетом работ Е. А. Радкевич и И. Н. Томсона (1958 и др.).

на металлогенической карте. В исключительных случаях, при очень детальной нагрузке металлогенической карты, оконтуривание рудоносных площадей может быть произведено только на карте прогноза.

Б. ПРОГНОЗНАЯ КАРТА

Прогнозная карта составляется на прозрачной основе и используется в виде накладки на основную металлогеническую карту, с которой она составляет неразрывное целое (приложение 3).

Условные обозначения к прогнозной карте рассчитаны на то, чтобы на основе металлогенического районирования осветить и обосновать перспективы и дальнейшее направление работ для отдельных участков исследованной площади. В соответствии с этим на прогнозной карте показываются следующие основные данные:

1. Металлогеническое районирование.
2. Площади, выделяемые внутри рудных и потенциально рудных зон и узлов.
3. Площади вне рудных и потенциально рудных зон и узлов.
4. Месторождения и рудопроявления (с указанием их перспективности).

1. Металлогеническое районирование (стр. 24, табл. 1)

В этом разделе приводятся знаки для линий, ограничивающих рудоносные площади различного порядка, — границ рудных и потенциально рудных зон, узлов и рудных полей. Тонкой сплошной линией показывается граница участков с различной перспективностью в пределах одного рудного узла или зоны.

2. Площади, выделяемые внутри рудных и потенциально рудных зон и узлов (стр. 24, табл. 2)

Площади этой группы разделены на две категории: категорию «А» — площади, требующие постановки определенного вида работ, и категорию «Б» — площади, не требующие в настоящее время постановки дополнительных работ.

Предлагаемые условные обозначения построены таким образом, что площади с благоприятным прогнозом показываются горизонтальной штриховкой. Путем простого сгущения штриховки последовательно в два раза показывается нарастание перспективности. Неблагоприятные площади внутри выделенных рудных и потенциально рудных зон и узлов показываются вертикальной штриховкой, сгущаемой по мере получения отрицательных результатов при изучении локальных участков.

Среди площадей категории «А», требующих постановки определенного вида работ, выделяются дополнительно:

- 1) А-I — участки, перспективные в отношении прироста запасов (требующие постановки разведочных работ);
- 2) А-II — площади распространения прямых рудоконтролирующих признаков с выявленными рудопроявлениями (требующие постановки поисковых и опробовательских работ с применением горных выработок, бурения и детальных геофизических исследований);
- 3) А-III — площади распространения рудоконтролирующих признаков и благоприятных структур без выявленной рудной минерализации или с редкими ее находками (требующие постановки поисковых работ с применением геофизических исследований и поверхностных горных выработок);

4) А-IV — площади, недостаточно изученные для определения их промышленных перспектив, рекомендуемые для геологической съемки более крупного масштаба и дополнительного шлихового или металлометрического опробования.

На площади категорий А-I, А-II, и А-III рядом с символом прогнозируемого элемента пишется количественная оценка прогнозных запасов.

Следующая группа знаков дает возможность изобразить генеральное направление поисковых профилей разных видов.

Среди площадей категории «Б», не требующих в настоящее время постановки дополнительных работ, выделены две группы:

1) Б-I — площади, геологическое строение которых по известным в настоящее время данным неблагоприятно для промышленных концентраций рудных элементов;

2) Б-II — площади, уже обследованные на известные в районе рудные элементы, причем полученные результаты отрицательны.

Рекомендуемая штриховка разработана таким образом, чтобы прогнозную карту можно было систематически пополнять по получении новых данных, не перечеркивая при этом карты: густота штриховки по мере возрастания перспектив от одной градации к другой возрастает ровно в два раза, и для перевода какой-либо площади в более высокий разряд в связи с получением новых данных по степени перспективности нужно только сгустить штриховку.

3. Площади вне рудных и потенциально рудных зон и узлов (стр. 24, табл. 3)

В категорию «В» объединены площади, бесперспективные по имеющимся в настоящее время геологическим данным и расположенные между рудными (и потенциально рудными) зонами и узлами с известной для исследуемого района минерализацией. Эти площади на карте не штрихуются.

4. Рудные месторождения и рудопроявления (стр. 24, табл. 4)

Эта группа знаков позволяет графически отобразить степень перспективности месторождений и рудопроявлений, показать работы, проводящиеся и проведенные на месторождениях. Поскольку карта прогноза выполняется в основном в черном цвете (исключение составляют другие, характеризующие положение рудоносного горизонта или других рудоносных структур на глубине — см. приложение 11а), степень перспективности показывается с помощью ободка: в случае первоочередных месторождений он оконтуривает весь знак, в случае менее перспективных — верхнюю половину знака. Смешиваться с окантовкой, указывающей на принадлежность месторождения к тому или иному типу геотектонического развития, данный ободок не может, так как эти знаки даются на разных картах.

ИНДЕКСАЦИЯ ВОЗРАСТА И СОСТАВА ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД (стр. 25, приложение 4)

В этом приложении приведены примеры сокращенной возрастной индексации мелких контуров интрузивных пород на обзорных картах.

Семейства интрузивных пород обозначаются общепринятыми греческими буквами. Интрузивы, относящиеся по времени образования к одной и той же складчатости, обозначаются одинаковыми цифрами, которые проставляются справа от греческой буквы внизу; цифры вверху показывают различные фазы магматической деятельности, в продолжение которых формировался интрузивный комплекс.

Индексация мелких контуров интрузивных пород на собственно металлогенических картах средних и крупных масштабов производится в соответствии с приложением 2 (см. стр. 12; табл. I, 2а, б).

СОСТАВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД (стр. 25—27, приложение 5)

Условные знаки общей легенды предусматривают, как правило, подразделения осадочных пород по составу и фациальным особенностям. Но, по-видимому, довольно часто будет возникать необходимость выделения на карте отдельных горизонтов определенного состава (рудо-вмещающих или маркирующих).

Приложение 5 содержит условные знаки для детального обозначения состава осадочных пород. Знаки разбиты на несколько групп, характеризующих: а) обломочные породы, с подразделением на рыхлые и сцементированные; б) глинистые породы; в) химические, биохимические и органогенные карбонаты; г) кремнистые породы; д) аллитовые породы; е) соляные породы и ж) каустобиолиты.

СОСТАВ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД (стр. 27, приложение 6)

Для детализации состава эфузивных и пирокластических пород здесь приведены индексы и знаки наиболее распространенных их разновидностей.

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ (стр. 28, 29, приложение 7)

В данном приложении помещены индексы минералов, предложенные в 1956 г. в Варшаве на совещании геологов СССР и стран народной демократии («Инструкция по составлению и подготовке...», 1958). Эти индексы рекомендуется применять для уточнения петрографического состава и минералогических особенностей изверженных (в том числе дайковых), метаморфических и kontaktово-метасоматических пород.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КАРТЫ

А. И. Дюков

В комплект карт, составляемых при металлогенических исследованиях рудных районов, должны быть включены специальные геофизические карты. Вместе с тем геофизические данные должны быть отражены на металлогенических и прогнозных картах.

Поскольку карты, на которых результаты геофизических измерений показаны в виде изолиний аномального поля или каким-либо другим способом, как правило, включают в комплект геологических карт, составляемых при изучении территории в том или ином масштабе, повторение их в комплекте металлогенических карт нецелесообразно. Поэтому мы предлагаем составлять при металлогенических исследованиях следующие специальные геофизические карты:

- 1) карту фактического материала, отображающую характер и расположение геофизических исследований, которые послужили основой для металлогенических и структурных построений (см. приложение 8);
- 2) карту металлогенического районирования территории по геофизическим данным;
- 3) карту геофизических признаков рудной минерализации.

Карта металлогенического районирования и карта геофизических признаков рудной минерализации содержат некоторые общие данные, и для них составлены единые условные знаки (приложение 9). Краткое описание этих знаков будет дано ниже, после характеристики содержания и методов составления указанных карт.

Предлагаемые карты могут быть параллелизованы с соответствующими типами металлогенических карт. Так, карта металлогенического геофизического районирования территории в некоторой мере подобна обзорной металлогенической карте, хотя для закрытых территорий, геологическое строение которых устанавливается главным образом на основании геофизических данных, такую карту следует составлять в масштабе, принятом для собственно металлогенических карт ($1:25\,000$ — $1:200\,000$). Карта геофизических признаков рудной минерализации может быть сопоставлена с собственно металлогеническими и прогнозными картами рудных районов. Карта фактического материала является необходимым элементом всяких картоставительских работ, поскольку она дает характеристику того материала, который положен в основу построений автора.

В тех случаях, когда количество геофизических данных невелико, специальные геофизические карты составлять не нужно, а геофизические данные следует наносить непосредственно на обзорные металлогенические или прогнозные карты с соблюдением условных обозначений, рекомендуемых для указанных выше геофизических карт. Можно также наносить на металлогенические и прогнозные карты элементы

специальной геологической основы или косвенные и прямые рудопоисковые данные, выделенные на основании интерпретации результатов геофизических исследований. Указанные элементы и данные следует изображать принятymi для металлогенических и прогнозных карт условными знаками, но указывать на их геофизическое обоснование (например, отмечать буквой «Ф»).

Охарактеризуем кратко содержание специальных геофизических карт, составляемых при металлогенических исследованиях, и предлагающиеся для этих карт условные обозначения.

A. КАРТА ФАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

На карте фактического материала должны быть отображены все выполненные геофизические исследования, данные которых использованы для металлогенических построений, характер этих исследований, масштаб и методы, а также основные элементы интерпретации этих данных (условные знаки к этой карте приведены в приложении 8, стр. 29—30).

Геофизические исследования подразделяются на: а) точечные, профильные и площадные; б) выполненные наземным или воздушным способами съемки.

По методам различают: а) однometodные — магниторазведочные, гравиразведочные, электроразведочные, сейсморазведочные, радиометрические; б) комплексные.

По масштабу выделяют: а) выполняемые в масштабе отчетной карты; б) существенно мельче масштаба карты; в) крупнее масштаба карты (на один-два порядка).

Для характеристики проведенной интерпретации указывают: а) качественный анализ; б) количественные расчеты (в отдельных пунктах, по профилям, по площади).

Карту фактического материала следует составлять в масштабе основной металлогенической или прогнозной карты. Методы исследований показываются цветом знака: данные магниторазведочных исследований изображают синим цветом, гравиразведочных — коричневым, электроразведочных — красным, сейсморазведочных — зеленым, радиометрических — оранжевым. В тех случаях, когда цветное изображение на карте по техническим условиям невозможно, следует снабжать условные знаки дополнительными индексами.

Точечные исследования показывают на карте пуансонами цвета, соответствующего использованному методу. Центр пуансона соответствует географическому положению точки исследования.

Профильные исследования изображают линиями, соответствующими фактическому расположению на карте выполненных на местности геофизических профилей. Цвет линии указывает метод, которым выполнено исследование.

Площадные съемки показывают на карте заштрихованными площадями. Контур площади соответствует географическому контуру съемки. Штриховка простая, тонкими наклонными линиями под углом 45° к меридианам (к рамке карты). Цвет контура площади съемки и цвет штриховки определяются методом, которым выполнены работы.

Масштаб площадных исследований выражают густотой штриховки. Если съемка выполняется в масштабе составляемой карты, то расстояние между соседними линиями штриховки берется 1 см. При съемках, выполняемых в масштабах более мелких, по сравнению с масштабом карты, расстояние между линиями штриховки увеличивают до 2 см. В случае съемок, выполняемых в масштабе более крупном, чем масштаб карты, расстояние между линиями штриховки сокращают до 0,5 см (если масштаб съемки отличается от масштаба карты на один порядок).

док), или до 0,2 см (если эти масштабы отличаются на два порядка и более).

Аэросъемки отличают от наземных тем, что на линиях штриховки дополнительно изображают стрелочки.

Комплексный характер точечных исследований выражают секторной раскраской площади пуансона в соответствии с использованными методами.

Комплексные профильные исследования изображают несколькими параллельными линиями, проводимыми на расстоянии 0,05—0,1 см; число линий равно числу использованных методов; цвета линий соответствуют методам исследований.

Комплексный характер площадных съемок выражают перекрещивающейся штриховкой площади и дополнительными пуансонами. Перекрещивающуюся штриховку делают двумя цветами, соответствующими двум основным комплексируемым методам. Двойной линией этих же цветов показывают контур съемки. Данные других методов, применяемых в комплексе, отмечают пуансонами соответствующего цвета, равномерно располагаемыми на площади съемки.

Б. КАРТА МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

Как уже отмечено выше, эту карту мы рассматриваем как вспомогательную к обзорной металлогенической карте. Соответственно такие карты мы рекомендуем, как правило, составлять в мелком масштабе: 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000. Условные обозначения к ним приведены в приложении 9 (стр. 30).

Карта металлогенического геофизического районирования может быть составлена по данным исследований каким-либо одним геофизическим методом или по данным комплекса геофизических наблюдений. В первом случае в качестве основы целесообразно использовать результативную геофизическую карту соответствующей территории. Такие геофизические карты составляют обычно в виде карт графиков или изолиний. Во втором случае в качестве основы лучше использовать геологическую карту той же площади.

На карте металлогенического геофизического районирования должны быть представлены:

- а) области развития комплексов пород, контролирующих оруденение того или иного типа;
- б) региональные структуры (пликативные и разрывные), с которыми может быть связано оруденение;
- в) региональные элементы группирования и классификации аномалий — пояса аномалий, области аномалий, зоны аномалий, районы аномалий, узлы аномалий и наиболее крупные полосы аномалий, связанные с тем или иным типом оруденения.

В случае использования геофизической основы рекомендуется применять следующие типы результативных геофизических карт:

- а) карты графиков аномального поля;
- б) карты в изолиниях аномального поля.

I. Составление карты металлогенического геофизического районирования по данным исследований одним геофизическим методом

1. Результативная геофизическая карта, представленная картой графиков аномального поля

Области развития того или иного комплекса пород, выделенного по данным качественной или количественной интерпретации результатов геофизических исследований, представленных на итоговой карте,

лучше всего показывать с помощью легенды, принятой на данной территории при составлении геологических, металлогенических и прогнозных карт.

Если характер контактов выделенных комплексов пород точно не установлен и по геофизическим данным выяснены только факт их сопряжения и примерное положение разделяющей их границы, то последнюю следует показать на результативной геофизической карте (основе) черным точечным пунктиром.

В случае, если по геофизическим данным установлен характер сопряжения различных комплексов пород, предлагается различать две разновидности сопряжений:

а) в зоне сопряжения не зафиксировано разрывное нарушение, выделенное соответствующей аномалией, или зона измененных пород, характеризуемая особой ассоциацией физических свойств;

б) соответствующей аномалией отчетливо выделена переходная зона, расположенная между двумя разными комплексами пород и отвечающая зоне приконтактового изменения пород или разрывному нарушению.

Сопряжения первого рода рекомендуется обозначать на картах сплошной черной линией с указанием направления и угла падения контактов поверхности, там где их удается определить по геофизическим данным. Сопряжения второго рода следует обозначать на карте соответствующим геологическим условным знаком в зависимости от характера граничной зоны (стр. 32, табл. IV, знак 3).

Характер выделенных комплексов пород нужно показывать также с помощью принятой геологической легенды на фоне графиков геофизических параметров с выделением стратиграфических и литологических признаков. Примеры таких обозначений представлены на стр. 32 (табл. IV, знаки 1, 2, 3).

Отдельные потенциально рудоносные или рудоконтролирующие горизонты могут быть выделены на карте в составе разделяемых комплексов пород или самостоятельно. Пример обозначения такого рода приведен на стр. 32 (табл. IV, знак 4).

В случаях установленного структурного контроля оруденения на картах могут быть показаны складчатые структуры в виде элементов гипсометрии тех или иных горизонтов, построенных по данным геофизических исследований. На геофизической основе в виде карты графиков эти элементы гипсометрии (структурные карты складок) можно представить изогипсами, как показано на стр. 32 (табл. IV, знак 5).

На мелкомасштабных картах ($1:2\,500\,000$ и мельче) металлогенического районирования территории по геофизическим данным могут быть выделены пояса аномалий. Границы выделенного пояса на геофизических картах графиков предлагается проводить, как показано на стр. 32 (табл. IV, знак 7), цветом, соответствующим методу исследований. Внутри этого контура пики характерных для выделенного пояса аномалий на геофизических графиках закрашиваются тем же цветом.

На более крупномасштабных картах аналогично выделяются области и зоны аномалий; изменение при этом вносят только в условное обозначение контура (стр. 32, табл. IV, знак 8).

На еще более крупных картах пояса аномалий обычно уже не могут быть выражены; эти карты в большинстве случаев захватывают только часть какой-либо области или зоны аномалии. Зато на них могут быть показаны районы аномалий определенного типа, узлы и полосы аномалий.

Мы считаем, что в тех случаях, когда вся площадь составляемой карты металлогенического геофизического районирования располагается в пределах одной области аномалий или зоны аномалий и границы последней не пересекают границ карты, отображать на карте существ-

вование области или зоны аномалий не следует. Это можно отметить в прилагаемой к карте пояснительной записке и показать на отдельном рисунке.

Если граница выделенной области или зоны аномалий, в пределах которой расположены представляемые на карте районы аномалий, узлы или полосы аномалий, пересекает составляемую карту (лист); то эта граница должна быть изображена на карте, а площадь области (зоны) аномалий слабо иллюминирована цветом, которым эта область (зона) обозначена на карте более мелкого масштаба. Пример такого обозначения показан на стр. 32 (табл. IV, знак 10).

Районы аномалий, узлы аномалий, полосы аномалий, выделенные в результате геофизических съемок площади составляемой карты, изображают соответствующими контурами; характерные аномальные пики на геофизических графиках при этом раскрашивают или растушевывают, как показано на стр. 32 (табл. IV, знак 9).

2. Результативная геофизическая карта, представленная картой в изолиниях аномального поля

Области развития различных комплексов пород, отдельные стратиграфические и литологические разности разреза наносятся такими же условными знаками, как в предыдущем случае, т. е. соответственно знаками 1, 2, 3 и 4 (стр. 32, табл. IV). Так же, теми же знаками, что и в предыдущем случае, на карте металлогенического районирования изображают линии и зоны сопряжения различных комплексов пород и разрывные нарушения.

Пояса аномалий, области и зоны аномалий, узлы и полосы аномалий на составляемой карте отмечаются контурами (стр. 32, табл. III, 3), соответствующими принятым для тех же границ на картах, в которых в качестве основы используется карта геофизических графиков (стр. 32, табл. IV, знаки 7—10). Внутри этих контуров следует иллюминировать типичные аномалии данной системы (пояса, области, района и т. д.) путем раскраски или растушевывания площадей, оконтуренных аномальными изолиниями, с последовательным повышением густоты тона для аномальных контуров с возрастающими значениями интенсивности физического поля. Характер этих условных знаков показан на стр. 32 (табл. IV, знаки 11—12).

II. Составление карты металлогенического геофизического районирования по данным комплексных геофизических исследований

Как уже сказано выше, в этом случае в качестве основы для составления карты металлогенического районирования по геофизическим данным, видимо, удобнее использовать геологическую карту поверхности или при большой загрузке ее — просто топографическую основу такой карты.

На карте и в этом случае должны быть изображены выделенные по геофизическим данным:

области развития различных комплексов пород, а также отдельные стратиграфические или литологические разности, контролирующие оруденение;

границы между этими комплексами, дизъюнктивные зоны или приконтактовые зоны измененных пород, расположенные в сопряжении различных комплексов пород;

рудоконтролирующие складчатые структуры разных порядков и их сочетания;

рудоконтролирующие разломы и другие разрывные нарушения;

региональные элементы группирования и классификации аномалий — от поясов аномалий на мелкомасштабных картах до полос аномалий на наиболее крупномасштабных.

При изображении всех этих элементов, выделенных на основании комплексных исследований, следует применять те же условные знаки, которые предложены выше для карт, составляемых по данным одного какого-либо метода. Все указанные обозначения на многоцветных картах даются фиолетовым цветом, как показано на стр. 32 (табл. IV, знак 13).

Исключения составляют: а) области распространения различных комплексов пород, для которых применяют цвета и знаки, принятые для геологических карт соответствующих районов (в этом случае только контуры областей, установленные по комплексным геофизическим данным, изображают фиолетовым цветом); б) аномалии, объединяемые в региональных элементах их группирования и классификации — поясах, областях, зонах, районах, узлах и полосах: контуры этих элементов даются, как показано на стр. 32 (табл. IV, знаки 7—10, 12), а внутри контуров изображаются наиболее типичные группируемые аномалии в виде изолиний или графиков изменения физического поля, цвет которых зависит от метода, которым они выделены (см. стр. 32, табл. IV, знак 13).

В. КАРТА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Эту карту, как указано выше, мы параллелизуем с металлогенической и прогнозной картами; составлять ее следует в относительно крупном масштабе для конкретной металлогенической области (района) или рудного поля, а может быть и месторождения.

На этой карте должны быть представлены прямые или косвенные признаки рудной минерализации, выделенные по геофизическим данным.

Под термином «прямые признаки рудной минерализации» мы понимаем: во-первых, аномалии, прямо указывающие на присутствие тех или иных минералов, например магнетита, в местах выявления локальных магнитных аномалий весьма высокой интенсивности или радиоактивных минералов на участках интенсивных аномалий радиоактивного излучения; во-вторых, однозначно установленные геофизическими методами рудоконтролирующие структуры (дизъюнктивные и пликативные) и рудоконтролирующие стратиграфические или литологические горизонты (толщи). В числе таких признаков на карте могут быть представлены также ореолы рассеяния соответствующих металлов или элементов-спутников в тех случаях, когда в комплексе с геофизическими исследованиями проводилась и металлометрическая съемка.

Под термином «косвенные признаки рудной минерализации» мы понимаем такие особенности геологического строения аномального поля (полученные путем интерпретации геофизических данных), которые могут быть связаны с рудной минерализацией, однако связь эта не доказывается теми геофизическими и геологическими данными, которыми мы располагаем к моменту составления карты.

Прямые признаки рудной минерализации — рудные тела, рассчитанные по геофизическим данным, рудопроявления, зафиксированные прямыми геофизическими (радиометрическими, магниторазведкой на магнетиты) или геохимическими (металлометрией) методами, рудоконтролирующие структуры и горизонты — предпочтительно изображать в условных обозначениях металлогенических и прогнозных карт. Только в порядке исключения в особых случаях, когда количественная интерпретация геофизических данных невозможна, допускается нанесение на

карту прямых геофизических признаков в условных знаках, используемых для косвенных признаков.

Косвенные признаки рудной минерализации структурного и фациально-литологического характера, когда они могут быть определены путем количественной интерпретации геофизических данных, желательно также изображать геологическими условными знаками. В тех случаях, когда такой возможности нет, следует представлять эти признаки как результат качественной интерпретации геофизических данных: показывать оси аномалий, зоны пониженных или повышенных значений определенных физических свойств горных пород, зоны и линии экстремальных значений измеряемых геофизических параметров, интервалы полос или участков резких изменений этих параметров (зоны высоких градиентов) и, наконец, контуры перспективных или рудоконтролирующих геофизических аномалий.

Рекомендуемые условные знаки для изображения прямых признаков рудной минерализации приведены на стр. 31, в табл. III, 2. В этой же таблице представлены наши предложения по выделению косвенных признаков рудной минерализации. Обратим внимание на то, что единственным приемлемым способом изображения на этих картах собственно геофизических аномалий мы считаем так называемый контурный, суть которого видна из приведенных условных знаков. Применение здесь графиков изменения геофизических параметров или даже изолиний нежелательно. При контурном изображении границу аномалии выбирают обычно с таким расчетом, чтобы площадь ее как можно ближе подходила к вероятной площади оруденения; цвет или другие условные изображения аномалии должны указывать, каким методом она обнаружена; тональность цвета может быть использована либо для показа ее интенсивности, либо для характеристики ее перспективности.

Г. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА СОБСТВЕННО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ПРОГНОЗНЫХ КАРТАХ

Как указано выше, мы считаем изображение геофизических данных на собственно металлогенических и прогнозных картах необходимым только тогда, когда количество геофизических данных весьма ограничено и составлять специальные геофизические карты нецелесообразно. При нанесении геофизических данных на металлогенические и прогнозные карты следует стремиться к тому, чтобы они были выражены знаками обычной для этих карт легенды. Геофизическую природу этих данных следует отмечать, как указывалось, специальным индексом, например, буквой «Ф».

Только в тех случаях, когда интерпретация результатов геофизических исследований затруднена, надо пользоваться условными знаками, рекомендованными для изображения косвенных признаков на картах рудной минерализации по геофизическим данным; можно также на металлогенических картах применить способы изображения элементов регионального группирования или классификации аномалий, приведенные на стр. 32 (табл. IV, знаки 14, 15).

Д. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ К КАРТЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ И К КАРТЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Как уже было указано, на этих картах частично могут быть изображены одни и те же данные, в связи с чем целесообразно выработать для них одну систему условных обозначений.

Карты эти по существу являются комбинированными. Основой для таких карт в большинстве случаев будет служить результативная гео-

физическая карта, на которой данные геофизических измерений представлены или графиками изменения изучаемого параметра, или изолиниями аномального физического поля. В минимальном количестве на карте должны быть представлены данные, характеризующие геологическое строение территории. На этот фон наносят полученные в результате геофизических исследований данные, имеющие металлогеническое значение: металлогеническое геофизическое районирование; аномалии, которые можно связать с прямыми или косвенными признаками рудной минерализации; результаты интерпретации таких аномалий в виде контуров рудных тел, рудоконтролирующих структур и т. п.

Естественно, что при разработке условных знаков для этих карт основное внимание было уделено изображению данных, имеющих металлогеническое значение, поскольку для изображения других элементов можно применять знаки, получившие широкое распространение при составлении геологических и геофизических карт.

Принципы использования предлагаемых условных знаков характеризуют примеры, сопровождающие описание рекомендуемых карт. Поэтому ниже мы ограничимся кратким описанием этих знаков, показанных в соответствующих таблицах.

1. Общие геофизические данные (стр. 30—31, табл. 1)

Если в качестве основы для составления специальных геофизических металлогенических карт используются результативные карты геофизических исследований в графиках или изолиниях аномального поля, топогеодезические данные сохраняются в том виде, в каком они выполнены на этих картах. При использовании в качестве основы геологической карты следует снимать с нее изогипсы рельефа дневной поверхности.

Результативные геофизические данные, служащие основой составляемой специальной карты, рекомендуется изображать условными знаками, описываемыми ниже.

1. Магниторазведка

а) Графики изменения аномальных значений приращения модуля полного напряжения магнитного поля Земли можно показать двумя способами:

— плавной одноцветной кривой, построенной относительно изображенной на карте линии профиля, которая принимается за нормальное магнитное поле (для автоматически зарегистрированных данных аэромагнитной съемки);

— ломаной линией, отрезки которой соединяют наблюденные значения аномалий приращения модуля полного напряжения магнитного поля Земли, приращения вертикальной или горизонтальной составляющих этого вектора, изображенные в виде точек над соответствующими пунктами профилей (для наземной съемки).

б) На картах в изолиниях аномального магнитного поля положительные значения полного напряжения Ta , вертикальной составляющей этого напряжения Za или горизонтальной его составляющей Ha — изображают сплошной линией, отрицательные значения — пунктирной линией (простой пунктир); нулевые изолинии наносят пунктиром в виде чередующихся тире и точек.

Толщина линий графиков и изолиний 0,3—0,5 мм. Горизонтальный масштаб графиков должен быть равен масштабу карты. Вертикальный их масштаб подбирают опытным путем, так чтобы он обеспечивал четкое выделение всех аномалий, использованных для выявления особенностей геологического строения и для металлогенического районирования

или в качестве прямых и косвенных признаков рудной минерализации, кроме того, выбранный вертикальный масштаб должен гарантировать отсутствие на карте запутанных мест с многочисленными пересечениями кривых разных профилей.

Сечение изолиний аномального магнитного поля следует выбирать также исходя из сложности форм и интенсивности аномалий, причем при высокой контрастности аномального поля это сечение может быть неравномерным (возрастать на крупных аномалиях).

2. Гравиразведка

а) Графики изменения значений аномалий силы тяжести (Δg) или значений горизонтального градиента этой величины ($\frac{\partial g}{\partial x}$) изображаются ломаной линией, отрезки которой соединяют измеренные значения указанных параметров, нанесенные в виде точек над пунктами наблюдений по профилям.

б) Изолинии аномалий гравитационного поля (Δg) даются плавными кривыми линиями одного цвета и характера. Значения изолиний и знаки поля показываются оцифровкой.

Изолинии значений горизонтального градиента ускорения силы тяжести ($\frac{\partial g}{\partial x}$) изображают плавными кривыми линиями, сплошными в области положительных значений этой величины, пунктирными — на площадях ее отрицательных значений и комбинированными — для нулевых значений.

Толщина линий в этих условных знаках может быть выбрана в тех же пределах, что и для магниторазведки. Обычно для изолиний и графиков Δg применяют несколько более толстые линии, чем для изолиний и графиков градиента.

Сечения изолиний поля ускорения силы тяжести принимают в зависимости от масштаба съемки: для масштабов 1 : 1 000 000—1 : 500 000 оно равно 5 мгл, для масштаба 1 : 200 000—2 мгл, для 1 : 100 000—1 мгл, для 1 : 50 000 и крупнее — 0,5 мгл. Для карт изолиний градиента ускорения силы тяжести сечение выбирается опытным путем, аналогично тому, как это делается для магниторазведочных карт.

3. Электроразведка

а) Графики изменения значений различных параметров электростатических, электрических и электромагнитных полей (естественных и заданных, постоянных и переменных) изображаются: при работе симметричными или односторонними установками — ломаной линией, отрезки которой соединяют измеренные значения регистрируемого параметра, нанесенные в виде точек над пунктами измерений по профилям; при работе двусторонними установками — двумя ломаными линиями — сплошной, представляющей результаты измерений прямой установкой, и пунктирной, — отражающей результаты измерений обратной установкой.

б) Изолинии аномальных потенциальных полей и других параметров даются плавными линиями, сплошными на площадях положительных значений параметра, пунктирными — в районах отрицательных его значений и комбинированными — для нулевых значений.

Изолинии равных значений кажущихся электрических сопротивлений (изоомы) изображают сплошными линиями, различающимися по оцифровке аналогично изолиниям аномального гравитационного поля.

Масштабы графиков, сечения изолиний на электроразведочных картах следует выбирать опытным путем в зависимости от сложности и контрастности поля.

4. Сейсморазведка

Изогипсы поверхности отражения или преломления упругих волн показываются плавными сплошными линиями с отметками абсолютных высот. Сечение изогипс выбирают в зависимости от точности произведенных определений и амплитуды относительных превышений на закартированной поверхности в пределах площади карты.

5. Радиометрия

а) Графики изменения значений интенсивности тех или иных видов радиоактивных излучений, концентраций радиоактивных элементов в рудах, горных породах, первичных и вторичных ореолах рассеяния, концентраций радиоактивных эманаций — изображаются:

при непрерывной записи автоматическими регистраторами (аэро-радиометрическая и автогамма съемки) — плавной одноцветной кривой, построенной по каждому маршруту относительно линии профиля, отметка которой принята за натуральный фон;

при наземных измерениях или глубинных исследованиях — ломаной одноцветной линией, отрезки которой соединяют значения, замеренные в различных пунктах профилей и нанесенные на карте графиков в виде точек над соответствующими пунктами.

б) Изолинии интенсивности радиоактивного излучения наносятся плавными линиями одного цвета, различаемыми по оцифровке; изолинии равной концентрации радиоактивных элементов — плавными линиями, различаемыми также только по оцифровке.

Толщину изолиний сечения, а также масштабы графиков выбирают опытным путем, подобно тому, как это было рекомендовано выше для других методов.

Все перечисленные условные знаки следует наносить различными цветами, соответствующими использованному методу геофизических исследований. В соответствии с атласом Д. Г. Жвания для изображения собственно геофизических результативных данных рекомендуется использовать следующие цвета:

- для магниторазведки — синий (табл. 43, знак 12);
- для электроразведки — красный (42—А—V);
- для гравиразведки — коричневый (28—А—VI),
- для сейсморазведки — зеленый (43—А—V),
- для радиометрии — оранжевый (47—А—VI).

В случае составления специальных геофизических металлогенических карт по комплексным данным, с использованием в качестве основы геологических карт, собственно геофизические данные могут быть нанесены на отдельных участках с целью подтверждения сделанных на их основании металлогенических или прогнозных построений. Для этой цели рекомендуется применять те обозначения, которые предложены выше для каждого из методов в отдельности.

II. Данные по общему геологическому строению (стр. 31, табл. II)

Данные по общему геологическому строению, характеризующие комплексы горных пород, развитых в пределах изучаемой территории, и региональные тектонические структуры этой территории, целесообразно наносить на специальные геофизические карты с помощью общепринятых условных обозначений; они приведены в приложениях 1 и 2 и здесь не повторяются.

III. Данные, характеризующие особенности геологического строения, рудную минерализацию и металлогеническое районирование территории, выявленные по результатам геофизических исследований

1. Особенности геологического строения (стр. 31, табл. III, 1)

В результате анализа геофизических данных на территории металлогенических исследований и их качественной и количественной интерпретации, как правило, оказывается возможным выделить и охарактеризовать многие детали геологического строения, в той или иной мере контролирующие рудную минерализацию, и условия локализации крупных скоплений рудных минералов (образования рудных тел). Особенно большое значение выявление этих особенностей геологического строения и нанесение их на специальную геофизическую металлогеническую карту имеет в пределах закрытых территорий, где обычными методами геологического картирования и поисков выявить их очень трудно.

Для изображения всего многообразия таких геологических объектов на специальных геофизических картах нет необходимости изобретать специальную систему условных обозначений. Во всех случаях, когда качественная геологическая природа выявленного объекта установлена достаточно достоверно, наносить его на карту металлогенического геофизического районирования или на карту геофизических признаков рудной минерализации следует с помощью тех же условных знаков, которые используются для таких особенностей геологического строения на собственно металлогенических или обзорных металлогенических картах.

Дополнительно можно ввести условные знаки для таких особенностей геологического строения, которые имеют достаточно точное геофизическое определение, но пока не могут быть однозначно охарактеризованы геологически. Из числа таких объектов мы предлагаем специальные условные знаки для контактов пород с различными физическими свойствами, стратиграфическая принадлежность и даже литологическая характеристика которых по геофизическим данным не может быть установлена однозначно; для складчатых структур, сложенных горизонтами (породами) с определенными физическими свойствами, но недостаточно охарактеризованными геологически; для тектонических нарушений; для контактовых рудных зон и для характеристики некоторых других особенностей распределения физических свойств горных пород.

2. Рудная минерализация (стр. 31, табл. III, 2)

В этом разделе охарактеризованы условные обозначения прямых и некоторых косвенных признаков рудной минерализации, выявленных в результате геофизических исследований.

К числу таких признаков относятся: рудные тела, прямо выделенные по данным количественной и качественной интерпретации геофизических данных — магнитометрических, радиометрических, гравиметрических, комплексных; перспективные рудоконтролирующие складчатые структуры, интерпретированные по данным сейсморазведки, электроразведки (ВЭС), гравиразведки или комплекса методов; зоны контактового метаморфизма, установленные по данным электроразведки или комплекса методов; потенциально рудные магнитные, гравитационные, электрические (включая и оси электрических аномалий двустороннего профилирования) и радиометрические аномалии.

Все эти рудные тела, зоны, аномалии и другие признаки рудной минерализации целесообразно показывать как на специальных геофизических, так и на металлогенических картах с соблюдением их фактических размеров (площадь, длина), установленных в результате измерений или количественной интерпретации. В исключительных случаях на мелкомасштабных картах можно для внemасштабного их изображения пользоваться условными пуансонами соответствующего цвета.

3. Металлогеническое районирование (стр. 32, табл. III, 3)

В этом разделе выделены только условные знаки, характеризующие региональные элементы группирования и классификации аномалий, поскольку все другие данные, относящиеся к металлогеническому районированию и составлению соответствующих карт, могут быть показаны с помощью собственно геофизических условных знаков, охарактеризованных выше, или с помощью условных знаков собственно металлогенических карт, также описанных в предыдущих разделах. К числу выделенных специальных условных знаков этого типа относятся обозначения границ поясов аномалий, областей и зон аномалий, узлов и полос аномалий.

IV. Примеры изображения геофизических данных, имеющих металлогеническое значение (стр. 32, табл. IV)

В этом разделе приведено несколько примеров изображения геофизических данных, относящихся к картам металлогенического геофизического районирования и к картам геофизических признаков рудной минерализации, с помощью предлагаемых условных обозначений. Примеры эти уже были использованы выше при характеристике специальных геофизических карт, где на них были сделаны соответствующие ссылки.

ОПИСАНИЕ МАКЕТОВ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ РУДНЫХ РАЙОНОВ

А. ОБЗОРНАЯ КАРТА МАСШТАБА 1:500 000

A. B. Орлова

Представленный макет обзорной карты имеет нарочито сложное строение. Сделано это для того, чтобы на примере одной карты показать применение возможно большего количества рекомендованных условных знаков. К сожалению, это вызвало и некоторую перегрузку карты.

Ниже кратко описываются некоторые данные по тектоническому районированию, геологическому строению и металлогеническим особенностям, относящиеся к территории, охватываемой обзорной картой.

Тектоническое районирование. Территория, характеризуемая обзорной картой, резко делится на три различные по геологическому строению области: область каледонской складчатости, область герцинской складчатости и область, вовлеченнную в неотектонические движения. Это сразу бросается в глаза, так как основа карты тектоническая и все осадочные и осадочно-вулканогенные породы, независимо от их возраста, окрашены в различные оттенки трех цветов: породы той области, где последней проявившейся складчатостью была каледонская — сине-фиолетового; породы, захваченные герцинской складчатостью, — коричневого; область новейших (третичных) прогибов четко выделяется своим желтым цветом (усл. знак 2). Таким образом, окраска карты сразу же дает представление о крупном плане тектонического районирования.

Однако для масштабов 1:500 000 и 1:1 000 000 это недостаточно и в областях развития одноименной складчатости выделены более дробные структурно-тектонические единицы. Так, например, в области развития каледонской складчатости наблюдаются три структурных яруса и, кроме того, ядра антиклиниориев и послескладчатые внутренние впадины (усл. знаки 20—34).

В области герцинской складчатости выделены: ядра антиклиниориев, сложенные породами протерозоя (усл. знак 19); нижний структурный ярус, разделенный на два структурных подъяруса — кембрий и силур (усл. знаки 18 и 16); средний структурный ярус, объединяющий различные отделы девона и нижний карбон (усл. знаки 11—15), и верхний структурный ярус, представленный двумя подъярусами — средним карбоном (усл. знаки 8 и 9) и эфузивной толщей верхнекарбонового-нижнепермского возраста (усл. знак 5).

В связи с различием геологической истории областей каледонской и герцинской складчатости породы одинакового возраста слагают раз-

ные структурные ярусы этих областей¹. Так, если в области герцинской складчатости породы протерозоя слагают ядра антиклиниориев, то в области каледонской складчатости они образуют нижний структурный ярус (усл. знаки 32 и 33), а в ядрах антиклиниориев здесь выходят на поверхность архейские образования (усл. знак 34). Кембрий и ордовик образуют в области каледонской складчатости средний структурный ярус (усл. знаки 26, 28, 29), а силурийские отложения по своему залеганию относятся уже не к нижнему, как в герцинской области складчатости, а к верхнему структурному ярусу. Все более молодые отложения, расположенные в пределах области каледонской складчатости — карбон (усл. знаки 20—22), палеоген и неоген (усл. зн. 2), — выполняют области послескладчатых прогибов.

Обособление выделенных структурных единиц показывается и характером разделяющих их стратиграфических контактов: жирной, ясно заметной линией изображается контакт со структурным несогласием (усл. знак 35г).

Наглядной иллюстрацией к проведенному тектоническому районированию являются первые шесть колонок левой части схемы возрастного положения оруденения, помещенной в зарамочном оформлении карты на том же листе. В схеме не только еще раз подчеркивается принятное структурно-тектоническое деление пород, но и приводится сбрасование этого деления: в пятой колонке схемы показано время проявления фаз складчатости. Кроме того, здесь же, в шестой колонке, показано структурное состояние региона в различные этапы развития подвижной области, вплоть до ее перехода в платформенное состояние.

Осадочные и осадочно-вулканогенные породы характеризуются, как отмечено выше, занимаемой ими геологической позицией (на карте и схеме) и тектоническими условиями осадкообразования (только на схеме). Кроме того, на карте указываются возраст и состав осадочных пород.

Возраст отложений показывается геохронологическим индексом, состав — крапом и индексом: к индексу системы, слева от него, вверху и внизу добавляются буквы, указывающие: внизу — на условия осадкообразования (с — континентальные, л — литоральные, м — морские и т. д.), вверху — на состав отложений (в — вулканогенный, тв — терригенно-вулканогенный, т — терригенный, с — карбонатный и т. д.).

Различие в составе пород позволило отобразить на карте более наглядно (не только индексом, но и графически) количество стратиграфических подразделений, входящих в один структурный ярус или подъярус.

Так, например, средний структурный ярус области герцинской складчатости объединяет пять стратиграфических единиц: терригенно-вулканогенные отложения нижнего девона (усл. знак 15), вулканогенные отложения нижнего и среднего девона (усл. знак 14), красноцветные континентальные песчаники франского яруса верхнего девона (усл. знак 13), морские терригенно-карбонатные отложения фаменского яруса (усл. знак 12) и морские терригенно-карбонатные отложения нижнего карбона (усл. знак 11).

Их одинаковая окраска, как и характер разделяющих их стратиграфических контактов (усл. знаки 35а и 35б), указывают на то, что все эти подразделения занимают одинаковую структурную позицию. Но в связи с различием в составе площади выхода пород отдельных стратиграфических подразделений покрыты разным крапом. Это позволяет не только определить их состав, но и легко отличить их друг от друга

¹ В связи с этим невозможно было создать общую схему возрастного положения оруденения и пришлось составить отдельные схемы для каждой из упомянутых складчатых областей.

на карте, благодаря чему и возрастное положение свит, образующих один ярус или подъярус, становится более наглядным.

Крап применен и там, где нужно показать фациальные различия в составе пород одного возраста; так, например, для среднего карбона области герцинской складчатости разными знаками показаны площади распространения кислых и основных эфузивов (ул. знаки 8 и 9).

И, наоборот, там, где структурный ярус или подъярус состоит из пород одного возраста и состава (нижний и верхний подъярусы нижнего структурного яруса герцинской области складчатости, — усл. знаки 16 и 18), крап во избежание излишней перегрузки не нанесен, и их состав приведен только в легенде. От этого карта ничего не потеряла, так как крап, одинаковый для всей площади выделенного подразделения, ничего не прибавит к его характеристике (в подобных случаях крап следует применять только как исключение, при необходимости оттенить литологическую благоприятность пород какого-либо яруса или подъяруса¹.

Таким образом, осадочные и осадочно-вулканогенные породы на рассматриваемом макете обзорной металлогенической карты характеризуются (с применением возможно меньшего количества знаков) по тектоническим условиям образования, по возрасту и составу пород, по их принадлежности к какому-либо структурному ярусу или подъярусу и по характеру складчатых структур.

Интузивные породы. В пределах закартированной площади, начиная с послепротерозойского времени, известны проявления не менее восьми интузивных комплексов: четырех — в области каледонской складчатости и четырех — в герцинской.

В области каледонской складчатости наиболее древними интузивными породами, не считая гнейсов и амфиболитов архея, являются ультраосновные породы послепротерозойского возраста, образующие очень небольшой массив, прорывающий породы верхнего протерозоя. Состав интузива показан индексом и цветом массива, возраст — индексом и, кроме того, цветом линии интузивного контакта (оранжевым, что указывает на байкальский возраст интузии; усл. знак 31).

К интузиям байкальского возраста относятся также гранитоиды, прорывающие архейские породы, которые образуют антиклинальный выступ среди сплошного поля пород неогена (ул. знак 30). Байкальский возраст интузии установлен по аналогии с данными соседнего региона, но непосредственно в пределах карты она нигде не пересекает протерозойских образований. Это обстоятельство нашло выражение в схеме возрастного положения оруденения (области каледонской складчатости, — седьмая колонка), где столбик, отвечающий данной интузии (пятый столбик), окрашен только на участке, соответствующем распространению архейских пород, согласно второй колонке левой части схемы. Это означает, что интузивные контакты у пород данного интузивного комплекса в пределах закартированной площади наблюдаются только с породами архея. Кембрийские интузивные породы в области каледонской складчатости неизвестны.

Интузивы ордовикского возраста представлены габбро-диоритовыми телами комплекса малых интузивов (ул. знак 27). Залегают они исключительно среди пород среднего и верхнего ордовика (ул. знак 28), образуя штоки, дайки, пластовые залежи. Как правило, размеры их настолько незначительны, что они не могут быть показаны на карте данного масштаба. Интузивные тела несут на себе следы складчатых деформаций и в ряде случаев залегают согласно с вмещающими

¹ Нужно заметить, что поскольку нагрузка металлогенической карты, как правило, будет большей, чем нагрузка геологической карты, данные, нанесение которых не вскрывает каких-либо новых или интересных с металлогенической точки зрения особенностей, на металлогеническую карту помещать нецелесообразно.

их породами, т. е. являются доскладчатыми. Это и отражено на карте соответствующим знаком (белой вертикальной штриховкой). Металлогенической особенностью данного комплекса малых интрузивов является связь с ними золотого оруденения, при этом и интрузивные тела и проявления золотой минерализации тяготеют к зонам глубинных разломов.

Следующий по возрасту гранитоидный интрузивный комплекс, породы которого залегают также в области каледонской складчатости, характеризуется двумя стадиями внедрения (ул. знаки 24 и 25). Возраст пород этого комплекса определяется более или менее точно: гранитоиды перекрываются эфузивами силура и прорывают кембрийские и ордовикские образования, в том числе и эфузивы верхнего ордовика. Интрузивы имеют общую северо-северо-восточную ориентировку; это позволяет предположить, что их размещение контролируется зонами глубинных разломов, имеющими такое же простижение. Складчатость, деформированная вмещающие интрузивы породы, не оказала влияния на залегание массивов, что в сочетании с другими геологическими факторами свидетельствует о том, что они являются послескладчатыми. Графически это отражено горизонтальной белой (негативной) штриховкой, наложенной на поле массива.

Как уже было указано, в состав этого интрузивного комплекса входят породы двух стадий внедрения, при этом породы первой стадии имеют более основной состав и представлены в основном гранодиоритами, породы второй стадии состоят из гранитов. Их возрастные взаимоотношения устанавливаются непосредственно, так как есть участки, где они контактируют.

В области герцинской складчатости наиболее древний интрузивный комплекс представлен кембрийскими гранитами, биотитовыми, сильно катаклизированными (ул. знак 17). Здесь, так же как и для байкальских интрузивных комплексов, временные соотношения с главной фазой складчатости (синхронной данной фазе интрузивной деятельности) не установлены. Массивы гранитов этого интрузивного комплекса выходят на поверхность только в области герцинской складчатости, в ядрах антиклиниориев. От остальных интрузивных массивов, расположенных в этой области, они отличаются на карте не только цветом и индексом, но и цветом интрузивного контакта: он проведен яркой сине-фиолетовой линией, что указывает на сопряженность интрузивной деятельности с каледонской складчатостью (точнее — с таконской фазой, но это отображено только на схеме возрастного положения оруденения). Граниты обладают определенной металлогенической специализацией: характерными аксессорными минералами для них являются тантало-ниобаты (что отражено в индексе).

Герцинские гранитоиды, размещающиеся исключительно в области герцинской складчатости, представлены несколькими интрузивными комплексами. Наиболее древний из них имеет досреднекарбоновый возраст и представлен гранитами и гранодиоритами с широко развитой гибридизацией, что также нашло отражение на карте (ул. знак 10).

Следующими по возрасту будут лейкократовые граниты среднекарбонового возраста (ул. знак 7), а затем гранит-порфиры доверхнекарбонового комплекса малых интрузивов (ул. знак 6), строго контролируемые послескладчательными разрывами северо-западного простириания. Это позволяет считать, что они являются послескладчательными (по отношению к фазе складчатости, имевшей место между средним и верхним карбоном).

Наиболее молодыми интрузивными породами являются послескладчательные пермские граниты, образовавшиеся в две стадии внедрения и представленные лейкократовыми гранитами и гранит-порфирами, которые можно отнести к малым интрузивам. Малые интрузивы, как пра-

вило, должны закрашиваться более ярко, и малые интрузивы пермского возраста (усл. знак 3) закрашены значительно более ярким цветом, чем граниты, относящиеся к этому же интрузивному комплексу (усл. знак 4).

С пермскими гранитами связывается редкометальная минерализация; на карте это видно из того, что все месторождения находятся или на контакте с интрузивами или непосредственно на площади их выхода, а схема возрастного положения оруденения показывает, что предполагается не только пространственная, но и генетическая связь оруденения с данным интрузивным комплексом. Генетические связи оруденения с данной интрузивной деятельностью можно было бы показать еще более отчетливо, если бы имелись данные о металлогенической специализации этого интрузивного комплекса.

Таким образом, на макете отражены следующие особенности интрузивных пород: состав (цвет); возраст (индекс); принадлежность к определенному тектоно-магматическому циклу (цвет линии интрузивного контакта); фаза или стадия внедрения (индекс); соотношение с главной фазой складчатости, с которой во времени связана интрузивная деятельность (способ закраски). Выделены малые интрузивы (интенсивность закраски); явления гибридизма (дополнительный крап соответствующего цвета); металлогеническая специализация (особое дополнение к индексу). Особенности геологической позиции интрузивных тел видны из их пространственных взаимоотношений с другими геологическими факторами, показанными на карте. Рудоносность интрузии отражается на карте в том, что индекс интрузива и символ генетически связанного с ним месторождения подчеркиваются одинаковой чертой.

Тектоническое районирование и размещение интрузивных проявлений во времени позволяют сказать, что территория, изображенная на карте, своими характерными геологическими чертами обязана двум тектоно-магматическим циклам: каледонскому и герцинскому.

Северная часть территории, где последней проявившейся складчатостью была каледонская, наиболее ярко отражает все особенности каледонского тектоно-магматического цикла—отдельные этапы его развития, магматизм, металлогению.

На южной половине территории проявились оба тектоно-магматических цикла, но каледонский цикл не получил полного развития и магматические проявления как интрузивные, так и эфузивные, связанные с этим тектоно-магматическим циклом, на данной территории почти отсутствуют, так же как рудная минерализация этого возраста. Подавляющая часть магматических проявлений и рудопроявлений рассматриваемой металлогенической области образована в течение герцинского тектоно-магматического цикла. Вопрос о связи оруденения с отдельными этапами тектоно-магматических циклов рассмотрен ниже при описании металлогенического районирования.

Структурные особенности территории охарактеризованы также достаточно подробно: показаны элементы залегания (усл. знак 36), нанесены оси складок (усл. знак 37 и 38); разрывные нарушения разделены по возрасту, соотношению с главной фазой складчатости и масштабу (основные и более мелкие, сопряженные с ними,— усл. знаки 39, 40, 41а, 42). Кроме того, особо выделены разломы, движения по которым происходили неоднократно (усл. знак 41б).

В связи с мелкоблоковой структурой региона на карте довольно трудно видеть генеральное направление разрывных нарушений, относимых к разряду глубинных разломов, которые контролируют размещение магматических образований, и связанного с ними эндогенного оруденения. Поэтому в заголовочном оформлении карты помещается схема расположения глубинных разломов, составленная в более мелком масштабе. На схеме показано не только размещение разломов и их

возраст, но и обоснование их выделения (главным образом линейное размещение одновозрастных интрузивных массивов и линейная ориентировка крупных интрузивных и эфузивных полей). На схеме отчетливо видно, что большая часть глубинных магмоподводящих разломов относится к долгоживущим, движения по которым происходили неоднократно. Так, например, есть глубинные разломы, с достоверностью приоткрывавшиеся в нижнем и среднем девоне, среднем карбоне и верхнем карбоне — перми (в этом случае на схеме вдоль линии разлома проведены соответственно две или три линии).

Метасоматические и измененные породы трудно охарактеризовать на карте такого мелкого масштаба. Здесь оказалось возможным выделить только массивы вторичных кварцитов, зоны ороговикования и осветленные породы (усл. знаки 43—45).

На карту нанесены и некоторые экзогенные образования, а именно железные шляпы, очень важные в пределах данной области для поисков свинцовых месторождений. В связи с этим среди них особо выделены железные шляпы, содержащие свинцовую минерализацию (усл. знак 46).

Рудные месторождения и рудопроявления изображены на карте в соответствии с тем, к какому генетическому типу и к какой рудной формации они относятся. Эти признаки определяют форму (генетический тип) и цвет (рудная формация) знака месторождения.

Кроме того, с помощью дополнительных усложнений знака показаны морфология рудных тел и в некоторых случаях температура образования и структурные условия локализации месторождений.

Главнейшими рудными элементами, месторождения которых имеют наибольшее значение на данной территории, являются вольфрам, молибден, золото и свинец.

Из них только золотые месторождения и рудопроявления располагаются в области каледонской складчатости. Представлены они одной золото-кварцевой формацией. На предполагаемую генетическую связь их с малыми интрузиями габбро-диоритового состава указывает одинаковая пунктирная линия, подчеркивающая как индекс интрузива, так и химический символ, характеризующий ведущее полезное ископаемое месторождения.

В области герцинской складчатости имеется несколько крупных месторождений и много рудопроявлений вольфрама¹. Все они генетически связываются с интрузивной деятельностью пермского возраста (индекс интрузива и химический символ полезного ископаемого подчеркнуты одинаковой чертой). Вольфрамовые месторождения в зависимости от условий образования представлены несколькими формациями: формацией вольфрамоносных пегматитов, приуроченных к эндоконтакту гранит-порфиров; кварцево-вольфрамитовой формацией, месторождения которой располагаются в эндо- и экзоконтактах интрузивов; кварцево-шебелитовой формацией, представленной штокверковыми рудными телами, которые располагаются в значительном удалении от интрузивов.

Весьма эффективным методом поисков вольфрамовых месторождений является шлиховая съемка, и данные этой съемки в обобщенном виде нанесены на карту (усл. знак 47).

Молибденовое оруденение представлено только одним месторождением, принадлежащим к формации медно-молибденовых вкрапленных порфировых руд, связанных с вторичными кварцитами (усл. знак 52).

Свинцовые месторождения относятся к некоторым генетически не связанным между собой рудным формациям. Среди них можно выде-

¹ Промышленное значение месторождений отражено в величине знака.

лить контактово-метасоматическую галенит-сфалеритовую формацию (ул. знаки 55 и 59а), месторождения которой обычно приурочены к экзоконтактам гибридизированных гранодиоритовых интрузивов среднего карбона и, как правило, залегают в известняках фаменского яруса верхнего девона. К этим же породам приурочены осадочные и осадочно-метаморфические месторождения и рудопроявления свинца (ул. знаки 56 и 57), а также свинецсодержащие железные шляпы (ул. знак 46). Наиболее уверенно осадочное происхождение приписывается свинцовому месторождению, расположенному в области молодых прогибов, наложенных на западную часть области каледонской складчатости. Месторождение здесь расположено в удалении от интрузивов, крупных тектонических швов и залегает в породах, малозатронутых складчатыми деформациями.

Кроме того, можно выделить гидротермальные месторождения галенит-сфалеритовой формации, размещающиеся исключительно в пределах эфузивных пород среднего карбона и представленные прожилково-вкрапленными рудами (ул. знаки 58 и 59б).

Помимо этого, на карте показаны различные медно-свинцовые рудопроявления (ул. знак 60).

Металлогеническое районирование. На представленном макете обзорной металлогенической карты на основании тектонического районирования и закономерностей размещения оруденения проведено металлогеническое районирование. В связи с перегрузкой карты в зарамочном оформлении для большей наглядности приведена схема этого деления.

Территория карты соответствующей линией (ул. знак 61) делится на две металлогенические области: каледонскую, золотоносную, и герцинскую, несущую редкометальное (молибдено-вольфрамовое) и свинцово-цинковое оруденение. Деление это, как уже указывалось выше, весьма четкое.

В пределах каледонской металлогенической области выделяются перспективные на золото рудные зоны, вытянутые вдоль глубинных разломов северо-восточного простирания и расположенные в пределах развития среднего и верхнего ордовика (ул. знак 63). Породы этого возраста представлены главным образом терригенными и вулканогенными образованиями с подчиненным количеством отложений карбонатного состава. Слагают они верхний структурный подъярус среднего структурного яруса (см. схему) и сформированы в средние этапы развития складчатых зон (по Ю. А. Билибину).

С данной Ю. А. Билибиным характеристикой магматизма средних этапов вполне согласуется интрузивная деятельность, проявившаяся в рассматриваемый период: в первую фазу интрузивной деятельности сформировались малые интрузивы диоритового состава, образующие один интрузивный комплекс. Во вторую фазу магматической деятельности образовались батолитовые интрузивы гранитоидного состава.

Золотое оруденение связано с внедрением малых интрузивов диоритов и габбро-диоритов первой фазы интрузивной деятельности. Интрузивный комплекс второй фазы, по имеющимся в настоящее время данным, не сопровождался проявлениями рудной минерализации. Не наблюдается оруденение и в породах, возникших в течение начальных и конечных этапов каледонского тектономагматического цикла. Таким образом, известное в пределах каледонской металлогенической области оруденение (золотое) связывается только со средними этапами развития складчатой области, с первой фазой интрузивной деятельности этих этапов, т. е. все известные промышленные месторождения этой металлогенической области обязаны своим происхождением одной фазе рудообразования, а возможно, даже одному этапу минерализации.

В металлогенической области, особенности которой связаны с герцинским тектоно-магматическим циклом, выделено два рудных района, разделенных соответствующей линией (усл. знак 62).

Один из них, редкометально-полиметаллический, приурочен к антиклиниорию изометричных очертаний, окруженному узкими вытянутыми вдоль его границ синклинальными зонами. Антиклинальное поднятие сложено породами нижнего структурного яруса и еще более древними породами, представляющими собой каледонское складчатое основание. Синклинальные зоны сложены породами среднего структурного яруса (различные отложения девонского возраста и нижний карбон).

В пределах этого рудного района проявлено вольфрамовое, молибденовое и свинцовое (приуроченное к отложениям верхнего девона) оруденение. Здесь выделены рудные зоны и узлы, перспективные на вольфрам (усл. знак 64), и горизонт, вмещающий свинцовое оруденение (усл. знак 66).

Основанием для выделения рудных зон и узлов, перспективных на вольфрам послужили: размещение уже известных месторождений и рудопроявлений вольфрама; размещение пермских интрузивов, с которыми генетически связано оруденение; наличие шлиховых ореолов. С меньшей долей надежности выделены рудные зоны, протягивающиеся вдоль зон глубинных разломов (см. карту и схему расположения глубинных разломов).

Второй рудный район сложен эфузивными породами верхнего структурного яруса (средний карбон, верхний карбон и пермь)¹. На его площади выделен один рудный узел (усл. знак 65), обладающий наибольшими перспективами в отношении свинцового оруденения, так как именно здесь сконцентрировались свинцовые рудопроявления.

Как видно из описания, рудные районы отличаются один от другого не только по составу минерализации, но и по структурному положению рудовмещающих пород; это, по-видимому, нужно объяснить тем, что минерализация связана с различными этапами развития складчатой области.

В редкометально-полиметаллическом рудном районе, расположенным в западной части металлогенической области, наиболее древним из проявленного промышленного оруденения, является свинцовое, приуроченное к верхнедевонским (фаменским) отложениям. При отсутствии связи минерализации с интрузивной деятельностью и повсеместно повышенном содержании свинца в этом горизонте наиболее вероятно, что оруденение, во всяком случае рассеянное, сингенетично образованию рудовмещающих пород.

Девонские и нижнекарбоновые отложения в свою очередь являются наиболее древними образованиями осадочного цикла, сопряженного с герцинским тектоно-магматическим циклом. Зоны осадконакопления в это время ограничивались узкими прогибами, окаймляющими каледонское складчатое основание.

Девонские и нижнекарбоновые отложения по литологическим особенностям можно разделить на две группы пород, разделенные стратиграфическим несогласием: а) эфузивные образования нижнего и среднего девона и б) терригенно-карбонатные породы верхнего девона и нижнего карбона. Возраст пород позволяет считать, что они залегают в основании пород герцинского цикла, а обращаясь к характеристике, данной Ю. А. Билибина,м отдельным этапам развития складча-

¹ По терминологии, предложенной И. Т. Томсоном (См. «Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогенезу», 1963), в области герцинской складчатости можно выделить два структурных этажа — каледонский и герцинский. Однако в связи с пока еще не установленными различиями между понятиями «структурный этаж» и «структурный ярус» на представленном макете структурные ярусы не объединены в структурные этажи.

тых зон, первую группу, группу вулканогенных пород нижнего и среднего девона можно отнести к начальным этапам, а терригенно-карбонатные породы верхнего девона — нижнего карбона, с одним из горизонтов которых связано оруденение, — к ранним этапам развития рассматриваемого тектономагматического цикла.

Редкометальное молибдено-вольфрамовое оруденение этого же рудного района пространственно и генетически связано с послескладчатым интрузивным комплексом пермского возраста, который образовался в магматическую fazu, связанную с завершающей fazой складчатости герцинского тектономагматического цикла. Таким образом, оруденение относится к конечным этапам развития рассматриваемой складчатой области. Интрузивный комплекс состоит из пород, образовавшихся в две стадии внедрения, — массивов лейкократовых гранитов, более или менее значительных по площади, и трещинных малых интрузивов гранит-порфиров. Обе стадии магматической деятельности, судя по размещению месторождений и рудопоявлений, сопровождались редкометальной минерализацией, составляющей одну fazu рудообразования.

Свинцовая минерализация второго (восточного) района этой металлогенической области связана пространственно, а возможно, и генетически с вулканогенной толщой средних этапов развития данной металлогенической области в герцинский тектономагматический цикл.

Таким образом, проявления рудной минерализации были присущи всем этапам герцинского тектономагматического цикла — начальным (и ранним), средним, конечным (и поздним). Следовательно, здесь можно уже говорить о металлогенической эпохе, сопряженной с герцинским тектономагматическим циклом и характеризующейся развитием редкометальной и свинцовой минерализацией. Деление рассматриваемой металлогенической области на рудные районы определяется территориальным обособлением пород, образовавшихся в течение разных этапов тектономагматического цикла.

На представленном макете рудные районы примыкают друг к другу вплотную, что связано с повсеместным развитием оруденения, в пределах металлогенической области. Но вполне возможны и даже более распространены случаи, когда рудные районы отделяются друг от друга безрудными площадями.

Практические рекомендации. На основании проведенного металлогенического районирования можно дать рекомендации относительно направления съемочных и поисковых работ на этой территории. Поскольку геологическая съемка масштаба 1 : 200 000 проводится повсеместно (и большая часть площадей уже заснята в этом масштабе), эти рекомендации будут относиться только к съемкам масштаба 1 : 50 000.

Естественно, что площади, на которых геологическую съемку масштаба 1 : 50 000 следует провести в первую очередь, располагаются в соответствии с выделенными рудными узлами и рудными зонами. При этом для рудных зон и узлов различного типа можно рекомендовать различный комплекс сопровождающих съемку поисковых работ.

Так, например, на площадях, перспективных в отношении вольфрамового оруденения, помимо обязательного шлихового опробования, следует провести детальное изучение металлогенической специализации интрузивного комплекса, с которым связано оруденение, и метасоматической зональности, имеющей большое значение для выявления скрытого оруденения.

Для площадей развития гидротермального свинцового оруденения особенно важно выделить зоны разрывных нарушений, с которыми

связана минерализация, и выявить геохимические критерии поисков месторождений.

При проведении поисков месторождений, приуроченных к отложениям фаменского яруса целесообразно с возможно большей полнотой применять металлометрическое опробование.

Таким образом, обзорные металлогенические карты можно использовать не только для обоснования металлогенического районирования и определения геологической позиции рудного района, но и для планирования крупномасштабных геологических съемок.

Б. МАСШТАБНАЯ И ПРОГНОЗНАЯ КАРТЫ МАСШТАБА 1 : 200 000

К. В. Яблоков

На данных макетах изображен условный район, в котором ведущим фактором в размещении оруденения является связь месторождений с магматическими породами и значительно меньше проявлено влияние осадочных образований.

Степень металлогенической нагрузки макета в целом соответствует геологической изученности территории согласно требованиям к геологической карте масштаба 1 : 200 000; дополнительно был проведен небольшой объем детальных поверхностных разведочных работ и на ограниченной площади выполнены специальные тематические исследования по магматизму.

Настоящее описание не является объяснительной запиской к металлогенической карте. Здесь на примере геологического строения условного района показывается принцип составления комплекта металлогенических карт. Показывается, как то или иное методическое положение применяется к практической работе.

В комплект металлогенических карт включены:

1) собственно металлогеническая карта. На полях ее построены: мелкомасштабная обзорная схема положения района в общей структуре региона, схема возрастного положения оруденения и крупномасштабная схема наиболее интересного месторождения;

2) схема размещения благоприятных признаков;

3) карта прогнозов.

Положение района в общей структуре региона показано на схеме размещения интрузивных образований. В связи с тем, что основное значение в размещении оруденения имеет интрузивная деятельность, осадочные комплексы на схеме показаны обобщенно.

Из рассмотрения схемы видно, что район расположен в зоне сочленения осадочных комплексов, относящихся к нижнему и среднему структурным ярусам. Незначительным распространением пользуются туфогенные образования верхнего структурного яруса. Интрузивные образования представлены гранитоидами верхнеюрского — нижнемелового и верхнемелового возраста. Первые образуют большие вытянутые тела, расположенные в основном вдоль зоны сочленения — нижнего и среднего структурных ярусов. Вторые, представленные небольшими по размеру телами, образуют поперечные (по отношению к зоне сочленения) «цепочки». Непосредственно на макете металлогенической карты показаны как те, так и другие магматические образования. Но на относительно небольшой площади крупномасштабной карты их пространственные взаимоотношения выступают нечетко, и только дополнительная схема более мелкого масштаба позволяет показать размещение интрузивов.

Осадочные и вулканогенные толщи на макете металлогенической карты представлены отложениями девона, триаса, ниж-

него, среднего и верхнего отделов юры и вулканогенными отложениями верхнего мела.

Большая часть территории занята отложениями юры (усл. знаки 5—8). Это однообразные терригенные морские отложения, выраженные глинистыми и песчано-глинистыми сланцами и песчаниками, среди которых в средней юре появляются прослои и линзы вулканогенных образований, занимающие в осадках верхней юры уже значительное место. Состав осадочных пород не имеет решающего значения в локализации оруденения, отличается однообразием, и поэтому на макете показан только буквами, расположенными слева от возрастного индекса. В тех случаях, когда надо подчеркнуть распространение некоторых разновидностей пород, выделяющихся среди монотонных толщ, состав отложений наряду с буквенной индексацией, подчеркивается крапом. Для средней юры подобными породами являются локализованные в определенных местах линзы и прослои мелкозернистых и тонкозернистых кремнистых песчаников и туффитов (усл. знаки 6—7). Среди меловых вулканогенных отложений с помощью крапа различаются площади, сложенные основными, кислыми и нерасчлененными по составу эфузивами.

Структурные данные. В том случае, когда установлены элементы залегания осадочных пород, условный знак, характеризующий состав отложений, наносится параллельно линиям простирации. Это позволяет одновременно с литологией одним и тем же знаком отразить простиранние геологических структур района. На макете этот принцип использован для показа относительно спокойных складчатых структур в карбонатных породах девона. В области развития молодых отложений юрского возраста общая тектоническая картина отчетливо выявляется из конфигурации границ отложений отделов, площади выходов которых показаны на макете различными цветами.

На площадях развития пород средней юры, в местах развития туффитов, наблюдается мелкая складчатость, которая подчеркнута контуром распространения отдельных горизонтов.

В центральной части карты, где не удалось выделить маркирующие горизонты, простирание небольших складок показано с помощью линий, соответствующих осям синклинальных или антиклинальных структур (усл. знаки 36—37). Показана также ось антиклинали в районе флексурного перегиба в северной части рассматриваемой площади.

Разрывные нарушения изображены одним знаком, так как для расчленения их по возрасту в рассматриваемом районе нет объективных данных.

Взаимоотношения отдельных толщ по разрезу отражены различным обозначением разделяющих их стратиграфических контактов. Так, например, на макете видно, что вулканогенные отложения верхнего мела с размывом и резким угловым несогласием перекрывают нижележащие образования (усл. знак 12). Между верхней, средней и нижней юрой наблюдаются нормальные стратиграфические контакты.

Помимо карты, последовательность осадконакопления и взаимоотношения различных толщ в обобщенном виде показываются в левой части схемы возрастного положения оруденения. Для обозначения осадочных толщ и разделяющих их контактов в ней сохранены знаки, примененные на макете; кроме того, здесь дополнительно выделены перерывы в осадконакоплении и указана мощность пород. В этой же схеме отмечены фазы складкообразования, общий характер колебательных движений, время проявления глубинных разломов и деление на структурные ярусы.

Инtrузивные образования выделены на макете цветной гаммой, обычной для геологических карт. Цвет в сочетании с индексом

и наложенным крапом показывает состав, зернистость, стадию внедрения и возраст пород.

Рисунок границы интрузивного тела соответствует положению плоскости контакта и глубине эрозионного среза. Дополнительная цветная обводка по внутренней стороне линии контакта отражает результаты геохимического опробования. Так, например, рассматривая выход интрузивных пород, примыкающий к восточной рамке макета, можно видеть, что:

1) плоскость интрузивного контакта падает под вмещающие породы, при этом в южной части, в бассейне реки, угол падения плоскости контакта не превышает 10°;

2) массив эродирован незначительно и обнажена его апикальная часть;

3) массив сложен среднезернистыми биотитовыми гранитами нижнемелового возраста, относящимися ко второй стадии внедрения гранитоидов. В приконтактовой части развиты мелкозернистые разности тех же гранитов;

4) гранитоиды второй стадии прорваны небольшими телами аляскитовых гранитов, относящихся к третьей стадии внедрения;

5) для среднезернистых гранитов второй стадии характерно присутствие таких элементов, как Be, Sn, Cu, Mo, иногда TR, причем их содержания превышают фоновые в 10 раз;

6) для мелкозернистых разностей гранитов характерны Sn, Mo, W, Be, TR и Zr, содержание которых превышает фоновое в 10—100 раз.

Интрузивные тела, в породах которых содержание рассеянных элементов равно фоновому, на карте выделены обводкой желтого цвета¹. Отсутствие внутренней цветной обводки интрузивного контакта показывает, что геохимическое опробование массивов не проводилось.

Обобщенные данные о времени внедрения интрузивных тел, последовательности их становления, взаимоотношении с осадочными породами и друг с другом показаны на схеме возрастного положения оруденения.

В левой части схемы интрузивные комплексы занимают место согласно времени их внедрения. На схеме показано: время внедрения магмы, к образованию какого структурного яруса эти комплексы относятся и с какой фазой складчатости или группой глубинных разрывов связаны.

В правой части схемы возрастного положения оруденения отражена последовательность образования интрузивных комплексов и указано, с какими породами в данном районе они имеют активные контакты.

Интрузивные образования на схеме изображены в виде столбиков. Т-образное окончание столбика в верхней части показывает время внедрения по геохронологической шкале, расположенной в левой части схемы. Каждый правый столбик изображает интрузию более молодую, чем столбик, расположенный с левой стороны. Закрашенная часть столбика показывает, с какими породами в районе установлены непосредственные активные контакты образований той или иной интрузивной стадии. Например, на схеме видно, что гранит-порфиры, имеющие абсолютный возраст 130—140 млн. лет, непосредственно контактируют в районе только с отложениями средней юры; гранитоиды второй стадии нижнемелового возраста имеют активные контакты со всеми осадочными и интрузивными породами домелового возраста и с гранодиоритами первой стадии, в то время как для аляскитовых гранитов третьей стадии установлены активные контакты только с гранитоидами второй стадии.

¹ Может быть выбран и другой цвет. Важно, чтобы он был хорошо заметен на фоне карты.

Дайки, изображенные на макете, расчленены по составу (цветом и индексом) и по отношению к нижнемеловым батолитоподобным гранитоидам. Выделены: дайки, внедрившиеся до образования батолитов (усл. знак 29), во время их становления (усл. знак 28) и после главной, второй стадии (усл. знак 27). Каждая из выделенных групп даек на макете характеризуется определенным рисунком границ. Особым знаком показаны корни эфузивов (усл. знак 26).

В правой части схемы возрастного положения оруденения каждая группа даек изображена узким вертикальным столбиком, положение которого на схеме зависит от установленной последовательности внедрения по отношению к интрузивным образованиям.

Контактово измененные породы играют значительную роль в анализе закономерностей размещения полезных ископаемых. Степень метаморфизма, характерные минеральные ассоциации измененных пород отражены на карте с максимально возможной полнотой. Важное значение имеет точное установление площади распространения этих образований. На макете метаморфизованные породы показаны наложенным крапом (ороговиковые породы, роговики, скарны); в зависимости от конкретной обстановки их группы можно значительно расширить (усл. знаки 32—34). Характерные минеральные ассоциации выделены дополнительными буквенными индексами. Так, например, часто расположенные точки с буквенным индексом со — ad обозначают кордиерит-андалузитовые роговики, знак скарнов с индексом gr — гранатовые скарны и т. д.

Результаты металлометрической съемки рыхлых отложений показаны на макете в виде ореолов рассеяния, оконтуренных цветной штриховой линией с символом того элемента, для которого выявлены аномальные содержания (усл. знаки 40—41). В северной части макета подобным образом оконтурены площади с повышенным содержанием в рыхлых отложениях Mo, Sn, Pb, Ni и Co.

Рудная минерализация. Ведущим признаком, положенным в основу разделения месторождений и рудопроявлений на макете, является принадлежность их к той или иной рудной формации. Отнесение месторождения или рудопроявления к определенной формации базируется на анализе ряда признаков, из которых главнейшими являются: 1) устойчивое проявление минеральных ассоциаций, характерных для определенных групп месторождений; 2) физико-химические условия формирования (температура, глубина отложений и т. д.); 3) геологические особенности, влияющие на образование месторождений определенной формации.

Для правильного отнесения месторождений к той или иной рудной формации, помимо указанного выше, большое значение имеют морфология рудных тел, способы их образования и сопутствующие гидротермальные изменения пород.

Знаки, с помощью которых на макете изображены месторождения и рудопроявления (усл. знаки 43—51), отражают следующие признаки:

1) генетический тип месторождений и рудопроявлений (гидротермальные, скарновые, пегматитовые), который показывается формой знака; 2) рудную формацию — внутренней закраской знака; 3) морфологию рудного тела — внутренним рисунком в знаке; 4) температуру образования — наружными дополнительными штрихами в верхней части знака; 5) главнейшие рудные компоненты — индексами, которые ставят рядом со знаком и располагают в порядке убывающего значения компонентов; 6) связь с тем или иным комплексом магматических пород — цветной чертой под индексом месторождения или рудопроявления; цвет черты соответствует знаку закраски интрузивного тела; 7) размер месторождений — величиной основного знака.

Непосредственно на макете показаны месторождения и рудопроявления следующих формаций:

1) гидротермальные жильные рудопроявления касситеритово-сульфидной формации (усл. знак 43);

2) гидротермальные месторождения и рудопроявления кварцево-касситеритовой формации, среди которых выделены: а) жильные среднетемпературные; б) жильные высокотемпературные (грейзены); в) высокотемпературные минерализованные зоны дробления; и г) высокотемпературные штокверки (усл. знак 44);

3) гидротермальные жильные месторождения и рудопроявления кварцево-вольфрамитовой формации (усл. знак 45);

4) гидротермальные рудопроявления галенит-сфалеритовой формации, среди которых выделены: а) жильные; б) минерализованные зоны дробления (усл. знак 46);

5) гидротермальные жильные рудопроявления кварц-турмалин-хлоритовой кобальтоносной формации (усл. знак 47);

6) жильные рудопроявления олово-вольфрамовых пегматитов (усл. знак 49);

7) рудопроявления контактово-метасоматической магнетитовой формации с оловом (усл. знак 48).

В правой части схемы возрастного положения оруденения показаны все перечисленные формации, объединенные в группы по признаку генетической или парагенетической связи выделенных формаций с установленными магматическими образованиями. Знак рудной формации, стоящий непосредственно на столбике, изображающем интрузивные породы, показывает, что рудопроявления и месторождения данной формации связаны с этим комплексом и его породы являются для них вмещающими. Если знак рудной формации стоит справа от столбика, которым показан интрузивный комплекс, то оруденение образовано в результате внедрения этого комплекса. Вертикально расположенные крестики рядом со знаком рудной формации показывают, среди каких пород, изображенных в левой части схемы, встречаются рудопроявления и месторождения данной формации.

На схеме видно, что для одних формаций наблюдается четко проявленная повторяемость связи с различными интрузивными комплексами или их стадиями, другие связаны лишь с одной стадией.

На схеме видно также, что рудопроявления и месторождения кварцево-касситеритовой формации связаны почти со всеми гранитоидными породами среднего структурного яруса. Известные же промышленные скопления обнаружены только в связи с гранит-порфирами послеверхнеюрского возраста и с третьей стадией аляскитовых гранитов нижнемелового возраста. С гранитами второй стадии, хотя и связаны небольшие рудопроявления этой формации, но, как правило, ведущим металлом в них является не олово, а свинец.

Рудопроявления касситеритово-сульфидной формации связаны как с первой стадией внедрения нижнемеловых гранитоидов, так и с гранодиоритами секущих рядов верхнемелового возраста. А рудопроявления кварц-турмалино-хлоритовой кобальтоносной формации связаны только с гранитами первой стадии нижнемелового возраста.

Таким образом, схема наглядно показывает, что для одних рудных формаций характерна повторяемость однотипной минерализации, связанной с разновозрастными интрузивными комплексами, для других — четкая связь лишь с одной из стадий внедрения изверженных пород.

Россыпные месторождения и рудопроявления показаны на макете особыми условными знаками. Среди них выделены промышленные россыпи (усл. знак 52), непромышленные россыпи (усл. знак 53) и весовые количества полезных компонентов в шлихе (усл. знак 42).

За рамку основной карты вынесена схема геологического строения центральной части рудного поля месторождения 22 в крупном масштабе, и на ней показана геологическая обстановка на одном из перспективных месторождений района.

Рудоконтролирующие факторы и благоприятные для размещения оруденения признаки. На основании имеющихся данных по геологии и полезным ископаемым определяются рудоконтролирующие факторы и благоприятные для размещения оруденения признаки. Для эндогенной минерализации, представленной на макете, их можно объединить в две группы:

1) рудоконтролирующие факторы и благоприятные признаки, отражающие зависимость размещения оруденения от состава, времени становления и геохимических особенностей интрузивных тел;

2) общегеологические и структурные признаки, показывающие закономерности размещения как месторождений, так и тех магматических пород, с которыми непосредственно связано оруденение.

Для анализа размещения оруденения в пространстве площади развития выделенных рудоконтролирующих факторов и благоприятных признаков переносятся на схему размещения благоприятных признаков (приложение 11а).

На схеме нанесены площади развития благоприятных признаков (этую схему следует составлять на прозрачном материале)¹. Площадь развития анализируемого признака определяется границей, проведенной по крайним точкам его распространения.

На схеме размещения благоприятных признаков выделены следующие площади, характеризующиеся развитием признаков первой группы:

1) участки распространения аляскитов и аляскитовых гранитов третьей стадии, с которыми генетически связаны месторождения кварцево-кассiterитовой формации;

2) участки распространения гранитов второй стадии и контактово измененных пород рядом с ними. С гранитоидами этой стадии связаны рудопроявления и месторождения формаций: кварцево-кассiterитовой, кварцево-вольфрамитовой, галенит-сфалеритовой и контактово-метасоматической магнетитовой с оловом, а также олово-вольфрамовых пегматитов;

3) первичные и вторичные ореолы рассеяния полезных компонентов;

4) апикальные части интрузивов второй стадии.

Вторая группа объединяет признаки общегеологического и структурного характера. На схеме выделяются площади: 1) развития разрывных нарушений; 2) замыкания складок; 3) флексурных перегибов; 4) развития дайковых образований; 5) распространения регионально метаморфизованных пород; 6) распространения гранодиоритов секущих рядов мелового возраста, с которыми пространственно связаны рудопроявления кассiterитово-сульфидной формации.

На схеме можно показать и другие признаки, такие, как площади распространения полезного компонента в шлихах; зоны сноса полезных компонентов; площади развития рудопроявлений определенной формации и т. д. Но практически в данном конкретном случае они не меняют картины, так как помещаются внутри выделенных площадей.

Уже при первом взгляде на составленную схему отчетливо видны площади, где концентрируются несколько благоприятных признаков, и площади, не содержащие таковых.

Распространение благоприятных признаков и рудоконтролирующих факторов по площади положено в основу металлогенического районирования; на макете выделены рудные зоны, узлы и поля. Особым кон-

¹ В настоящем издании по техническим причинам она изготовлена на плотной бумаге.

туром показаны потенциальные рудные зоны и узлы. Для удобства описания выделенным площадям присвоены порядковые номера.

Рудные зоны. Первая рудная зона в виде полосы широтного направления проходит вдоль северной рамки макета. К признакам, характерным для всей зоны, относятся: а) благоприятный вещественный состав гранитоидов второй стадии, с которыми связаны многочисленные рудопроявления и отдельные месторождения кварцево-вольфрамитовой, галенит-сфалеритовой, кварцево-кассiterитовой формаций и олово-вольфрамовых пегматитов; б) контактово измененные породы. Кроме того, в этой зоне наблюдаются: ореолы вторичного рассеяния полезных компонентов; выходы апикальных частей интрузивов; площади развития дайковых образований. Здесь же сконцентрированы коренные и россыпные рудопроявления и небольшие по размеру месторождения.

Граница рудной зоны проведена по контуру развития контактово измененных пород — превалирующему в территориальном отношении признаку. Только на северо-западе макета на небольшом участке внешний контур зоны проходит по границе распространения вторичных ореолов рассеяния.

Вторая рудная зона расположена в западной части макета. В отличие от первой она характеризуется комплексом признаков, отражающих ее подвижность в отрезок времени от средней юры до верхнего мела. При рассмотрении ее строения выявляется, что уже во время образования терригенных отложений средней юры в пределах зоны имеют локальное развитие вулканогенные осадки, не встреченные на других площадях. В момент образования складчатых структур в ней опять наблюдаются аномальные явления — замыкание складок. Дальнейшая интрузивная деятельность также концентрируется в пределах зоны. В ней наблюдается сгущение даек, в ее пределах произошло внедрение малых интрузивов мелового возраста. Наконец, вся зона характеризуется развитием процессов регионального метаморфизма и повышенной трещиноватостью осадочных образований. Известные рудопроявления расположены также в пределах выделенной зоны и относятся к касситеритово-сульфидной формации.

В средней части зона разделяется на две почти параллельные ветви, в месте сочленения которых образуется небольшая апофиза широтного направления.

В южной и западной частях граница рудной зоны проведена по контуру площади, внутри которой происходит замыкание складок; на небольшом отрезке она переходит на контур регионально метаморфизованных пород, далее вновь возвращается на прежний контур, после чего основанием для ограничения зоны служат поля развития разрывных нарушений. На северо-востоке граница зоны повторяет контур развития регионально измененных пород, по которому она протягивается вплоть до северного ограничения макета.

Небольшая площадь развития дайковых образований на северо-востоке зоны, выступ контура разрывных нарушений в этом же районе, на основании геологических предпосылок при проведении границы были исключены из общего контура.

Потенциально рудные зоны. Третья зона в виде широкой полосы расположена по диагонали макета. Как и вторая рудная зона, она в основном характеризуется структурными признаками. Главным признаком для ее выделения послужило наличие во всех трех отделах юры флексурного перегиба, ось которого расположена под углом к направлению основной складчатости. Флексурный перегиб, отдельные пятна регионально метаморфизованных пород, наличие зон с развитием дислокационных нарушений позволяют предположить, что природа выделенной зоны определяется скрытым разломом фундамента.

Рудопроявления, известные в настоящее время, расположены в южной части зоны, в том месте, где она пересекается с ответвлением второй рудной зоны. Непосредственно в выделяемой зоне рудопроявлений пока не обнаружено, но по геологическим данным их можно предполагать.

Границы зоны проведены аналогично первым двум зонам.

Четвертая зона расположена вдоль южной рамки макета. В отличие от описанных выше зон, в которых контуры рудоконтролирующих факторов и благоприятных признаков расположены практически на всей площади, выделяемая зона объединяет разобщенные участки развития разрывных нарушений и один небольшой выход гранитов второй, продуктивной в отношении оруденения, стадии. Объединение разобщенных участков произведено на основании анализа геологической обстановки — все выделенные участки расположены вдоль границы двух структурных ярусов. Их разобщенность вызвана плохими условиями обнаженности и частично перекрытием тектонического контакта эфузивными образованиями верхнего мела.

Граница зоны проведена по крайним точкам с известными благоприятными факторами.

На макете не проведено пометальное разделение рудных и потенциально рудных зон. Это вызвано тем, что известные рудопроявления близки по своей природе и во всех выделенных зонах, как и в районе в целом, господствующим металлом является олово.

Рудные узлы. Рудные узлы, показанные на макете, можно разделить по геологическому положению на две группы: 1) рудные узлы, расположенные внутри рудных и потенциально рудных зон; 2) рудные узлы, занимающие обособленное положение в районе.

В первой группе ведущее место принадлежит узлам, находящимся на пересечении рудных или потенциально рудных зон между собой. К ним относятся 5-й и 6-й рудные узлы, лежащие на пересечении первой рудной зоны с соответственно второй рудной и третьей потенциально рудной зонами и 7-й — на пересечении апофизы второй зоны с потенциально рудной третьей зоной. К этой же группе можно отнести рудный узел 8, расположенный в месте сочленения второй рудной зоны с восточной апофизой этой же зоны.

Как правило, все перечисленные узлы характеризуются повышенным количеством благоприятных признаков, проявлениями рудоконтролирующих факторов, наличием месторождений и рудопроявлений.

При проведении границ рудных узлов в каждом случае приходится подходить индивидуально. Например, для 6-го рудного узла границей послужил контур распространения апикальной части гранитов второй стадии. Только на востоке в площадь рудного узла вошла небольшая территория, сложенная контактово измененными породами, которые перекрывают граниты.

Выбор в качестве ведущего признака для определения границы узла распространения апикальной части интрузива объясняется тем, что оруденение на его площади представлено пегматитовыми жильными рудопроявлениями, развитыми только в апикальных частях гранитов.

В отличие от этого граница 8-го рудного узла проведена по известным рудопроявлениям, развитым близ контакта с малыми интрузивами верхнемелового возраста с привлечением данных по площади распространения дизъюнктивных тектонических структур.

В пределах первой рудной зоны выделен рудный узел 9 вне видимой связи с пересечением рудных зон. Он приурочен к развитию в гранитах мощных зон дробления, рядом с которыми наблюдаются повышенные содержания полезных компонентов в рыхлых отложениях.

Для него граница определена по сочетанию контура вторичного ореола рассеяния с контуром развития дизъюнктивных нарушений.

Особое место занимает потенциальный рудный узел 10 на юге второй рудной зоны. Для его выделения имеются только геологические предпосылки, базирующиеся на ряде рудоконтролирующих факторов и благоприятных признаков. Действительно, в этом месте ко второй рудной зоне подходят четвертая и третья потенциально рудные зоны. Непосредственно сама вторая зона имеет в этом месте несколько благоприятных признаков.

В районе развиты выходы верхнемеловых гранитоидов, обнаружена рудная точка с кассiterитово-сульфидным оруденением и встречены весовые содержания олова и вольфрама почти по всем речным долинам. Достаточных данных для определения границы узла нет. Поэтому для ее проведения взят один частный признак — площадь развития контактово измененных пород вокруг гранитоидов.

Ко второй группе рудных узлов, расположенных вне выделенных рудных и потенциально рудных зон относится территория на востоке планшета (11). Эта изометрическая по форме рудоносная площадь, тяготеющая к выходу на дневную поверхность массива гранитов второй фазы нижнемелового возраста. Из многочисленных рудоконтролирующих факторов для проведения границы выбран наиболее широко распространенный по площади — контур развития контактово метаморфизованных пород.

Внутри рудного узла выделено рудное поле, граница которого определена по контуру распространения аляскитов и аляскитовых гранитов, с которыми непосредственно связаны жилы оловянного месторождения кварцево-касситеритовой формации.

В отличие от рудных и потенциально рудных зон, выделенных на макете без указания ведущего полезного ископаемого, рудные узлы характеризуются не только по ведущему металлу, но и по формации, к которой относятся его рудопроявления и месторождения. Так, например, 5-й рудный узел представлен месторождениями вольфрама и полиметаллов, относящимися к кварцево-вольфрамитовой и галенит-сфalerитовой формации; в 6-м рудном узле развиты оловянные рудопроявления олово-вольфрамовых пегматитов при подчиненном значении месторождений кварцево-касситеритовой формации; 8-й рудный узел характеризуется развитием касситеритово-сульфидной формации и т. д.

Таким образом, в результате проведенного металлогенического районирования на карте выделены площади к которым приурочиваются благоприятные для локализации оруденения признаки и рудоконтролирующие факторы, позволяющие, с одной стороны, обобщить имеющийся материал по геологическому строению района и, с другой, дать основу для прогнозирования и оценки выделенных площадей, которые более точно показаны на карте прогнозов.

Карта прогноза. Карта прогноза характеризует степень перспективности площадей внутри рудного района и содержит некоторые рекомендации по дальнейшему проведению поисковых и геологоразведочных работ. Она должна быть составлена на прозрачном материале,¹ так как при рассмотрении карта прогноза накладывается на основную металлогеническую карту, составляя с ней неразрывное целое.

На прогнозную карту перенесены контуры выделенных при металлогеническом районировании рудных и потенциально рудных зон, узлов и полей, по которым и производится оценка перспектив.

Первая рудная зона характеризуется мощным проявлением магматизма верхнеюрского возраста. Установлено, что известные руд-

¹ В настоящем издании по техническим причинам карта изготовлена на плотной бумаге.

проявления кварцево-касситеритовой, галенит-сфалеритовой, кварцево-вольфрамитовой формаций и олово-вольфрамовых пегматитов генетически связаны с внедрением гранитов второй стадии. Наиболее интенсивное проявление рудной минерализации концентрируется в трех рудных узлах (5, 9 и 6). Один рудный узел (5) расположен при пересечении первой и второй рудных зон и будет описан при описании последней, второй (9) — в центральной части первой зоны и третий (6) — в районе пересечения первой рудной зоны с третьей потенциально рудной зоной.

Кроме наиболее благоприятных для оруденения площадей, выделенных в рудные узлы, на площади рудной зоны имеются участки распространения гранодиоритов первой стадии внедрения, по имеющимся данным, совершенно стерильные в отношении рудной минерализации.

Центральный рудный узел (9) является наиболее хорошо изученной территорией зоны. В результате проведенных работ выяснено, что оловянное и полиметаллическое оруденение, генетически связанное с гранитами второй стадии, локализуется в протяженных нарушенных минерализованных зонах. В районе рудопроявления 14 поверхностные работы показали, что в пересчете на 1 пог. км в нарушенной зоне содержится около 5 тыс. т олова и 3 тыс. т свинца¹. Учитывая общую протяженность известных в настоящее время минерализованных зон, в том числе и выявленных геофизическим методом, можно оценить прогнозные запасы рудного узла по олову в 30 тыс. т и по свинцу — в 18 тыс. т.

Район развития нарушенных зон заслуживает постановки детальных поисково-разведочных работ и в первую очередь изучения минерализации на глубину (категория А-II). Наиболее перспективным рудопроявлением является рудопроявление 14, которое рекомендуется для разведки.

Рудный узел 6, расположенный на пересечении первой рудной зоны с третьей потенциально рудной, имеет иной характер. В нем обнаружено много высокотемпературных рудопроявлений олова и несколько россыпей касситерита, в том числе одна промышленная. Характер минерализации не дает основания ожидать обнаружения крупных месторождений олова в этом районе. В то же время возможны находки мелких и средних по промышленному значению месторождений, разработка которых совместно с россыпями может оказаться рентабельной.

По аналогии с известными районами можно предполагать, что прогнозные запасы в данном рудном узле составят около 5—10 тыс. т металла. Район заслуживает проведения детальных, в первую очередь геофизических работ, направленных на выявление коренных месторождений (категория А-II).

На площади рудной зоны, между центральным и восточным рудными узлами, проведенные детальные работы дали отрицательные результаты (категория Б-II).

Восточная часть рудной зоны изучена еще недостаточно и для определения ее перспектив требуется проведение более детальных геологосъемочных работ (категория А-IV).

В западной части рудной зоны необходимо провести более детальные поисковые работы на площадях выхода гранитов второй стадии внедрения и примыкающих к ним метаморфизованных пород (категория А-III).

¹ Здесь и далее цифры запасов условные.

Площади развития гранодиоритов первой стадии из поисковых работ можно исключить, как неблагоприятные по геологическим предпосылкам (категория Б-1), за исключением площади, на которой развиты разрывные нарушения, связанные с развитием второй рудной зоны (категория А-III).

Вторая рудная зона протягивается широкой полосой в субмеридиональном направлении. Вся она характеризуется комплексом признаков, по которым можно прогнозировать в ее пределах размещение месторождений кассiterитово-сульфидной формации, генетически связанных с внедрением верхнемеловых гранитоидов повышенной основности. Полученные при геологической съемке масштаба 1 : 200 000 данные позволяют наметить один рудный узел в средней части зоны и один потенциально рудный узел в ее южной части. Выделенные рудные узлы не исчерпывают полностью перспектив рудной зоны, и для ее оценки необходимо провести более детальные, в первую очередь геофизические работы (категория А-III).

Рудный узел 8 в средней части зоны приурочен к сочленению основной рудной зоны с отходящей от нее апофизой. В его пределах найдено несколько рудопроявлений олова. Как правило, рудопроявления расположены в некотором удалении от интрузивных выходов, в зоне контактово-метаморфизованных пород. Поверхностные работы, проведенные на рудопроявлениях, позволяют оценить рудопроявление 9 как наиболее перспективное, а весь узел отнести к категории А-II.

Потенциально рудный узел 10, расположенный на юге зоны, занимает очень благоприятную геологическую позицию, находясь в месте сочленения трех зон. Находки коренного проявления олова, повышенное содержание кассiterита по долинам рек, выходы на поверхность гранитоидов верхнемелового возраста позволяют оценить его площадь по категории А-II с рекомендацией проведения соответствующих геологопоисковых и разведочных работ.

По характеру геологического положения и обнаруженного оруднения выделенную зону можно рассматривать как продолжение хорошо изученной структуры, примыкающей к планшету с юга. Там месторождения кассiterитово-сульфидной формации содержат крупные скопления руд в коренном залегании, которые сопровождаются богатыми россыпями. Средние по величине месторождения обычно не содержат рядом промышленных россыпей.

По аналогии с известным районом в пределах выделенной зоны нет оснований надеяться на открытие крупного оловянного месторождения. Можно говорить о возможности нахождения двух-трех средних месторождений с прогнозными запасами в 3—5 тыс. т металла в каждом. Анализ данных шлихового опробования позволяет предполагать одно из них в южном потенциально рудном узле (10) и два в среднем рудном узле (8). На прогнозной карте эти соображения выражены прогнозной цифрой запасов соответственно по каждому рудному узлу.

На севере зоны, в месте пересечения ее с первой зоной, четко выделяется рудный узел с развитием полиметаллического оруднения (5). Проведенные работы позволяют рекомендовать эту площадь для постановки детальных работ (категория А-II) и оценить его прогнозные запасы, по аналогии с соседним районом в 20 тыс. т.

Северный отрезок зоны изучен недостаточно для его промышленной оценки и рекомендуется для проведения съемки более крупного масштаба (категория А-IV).

Третья потенциально рудная зона вытянута полосой с юго-запада на северо-восток района. В месте пересечения с восточной апофизой второй рудной зоны она образует рудный узел 7. Последний выделяется повышенной концентрацией даек, наличием мелких интрузивных тел и

рудопроявлениями кварц-турмалин-хлоритовой кобальтоносной и касситеритово-сульфидной формаций. Для оценки перспектив рудного узла были проведены специальные геологические работы масштаба 1 : 100 000. Они показали, что кобальтовые рудопроявления не представляют промышленного интереса ни по содержаниям, ни по минеральному составу (руды труднообогатимые). Рудный узел на кобальт оценивается отрицательно.

Значительно большего внимания заслуживают находки касситерита, которые, как и во второй зоне, приурочены к небольшим выходам гранодиоритов верхнемелового возраста, расположенным в северной части рудного узла. Полученные в результате предварительных поверхностных работ данные позволяют отнести выделенный район к категории А-II и оценить его прогнозные запасы в 5 тыс. т олова плюс 1 тыс. т висмута (в комплексных рудах).

В средней части зоны, в пределах развития метаморфизованных пород, по аналогии с соседними районами рекомендуется поставить детальные поисковые работы (категория А-III).

Остальная территория зоны, по имеющимся данным, неблагоприятна для локализации оруденения и относится к категории Б-II.

Четвертая потенциально рудная зона изучена очень слабо, однако занимаемое ею структурное положение заставляет более внимательно изучить площадь ее распространения. Возможно, что в зоне сочленения палеозоя и мезозоя, представленной многочисленными разломами, будет обнаружено гидротермальное ртутное оруденение (категория А-IV).

Восточный рудный узел (11), в пределах которого разведано и оценено месторождение олова 22, изучен достаточно хорошо и не требует дополнительных исследований. Выявленные закономерности показывают, что все оруденение концентрируется в пределах рудного поля месторождения 22 и полностью разведенного месторождения 28. Рудные тела на месторождении 22 представлены жилами среди небольших по площади выходов лейкократовых и аляскитовых гранитов. Жилы довольно равномерно распределены среди всех известных выходов лейкократовых и аляскитовых гранитов и на разведенной части месторождения в пересчете на 1 км² выхода содержат около 1050 т олова. Зная общую площадь их выходов в рудном поле, можно оценить перспективы рудного узла в 25 тыс. т олова (вместе с уже разведенными запасами, составляющими по месторождению 22 10 тыс. т). Имеющиеся данные позволяют рекомендовать выделенное поле для проведения разведочных работ непосредственно дающих прирост запасов (категория А-I).

Площади вне рудных и потенциально рудных зон и узлов не имеют благоприятных признаков для оруденения и по геологическим предпосылкам являются бесперспективными в отношении известной в районе минерализации (категория В).

В результате проведенного анализа прогнозируемые запасы оформляются в виде кадастра, описанного на стр. 201. Полученные цифры позволяют решить вопрос об экономической целесообразности проведения работ на тех или иных территориях, составить перспективный план производства геологосъемочных и поисковых работ для данного района.

Таким образом, представленный комплект карт — металлогеническая, прогнозная и карта размещения благоприятных признаков — позволил охарактеризовать геологическое строение изученного района и выявить рудоконтролирующие структуры, на основании которых проведено металлогеническое районирование и определена перспективность района.

A. B. Орлова

1. Металлогеническая карта

Территория, изображенная на макете металлогенической карты масштаба 1 : 50 000, представляет собой небольшой по размерам и перспективам рудный район (условный), входящий в состав области герцинской складчатости. Проявленное оруденение — золотое, медное, свинцово-цинковое — закономерно приурочивается к определенным по составу и возрасту породам среднего палеозоя.

Карта составлена на геологической основе, так как в этом масштабе любая другая основа, неизбежно несущая элементы обобщения, привела бы к меньшей разрешающей способности карты. Даже на тектонической основе, весьма наглядно отображающей региональные закономерности размещения оруденения, невозможно было бы выразительно показать литолого-стратиграфический контроль оруденения, играющий здесь определяющую роль.

Специализированная геологическая основа позволяет достаточно ясно выявить общий структурный план территории. Так, совершенно ясно показано, что закартированная площадь сложена породами двух структурных ярусов. На карте это находит отражение в том, что стратиграфический контакт, характеризующий структурное несогласие (усл. знак 23), проведен лишь между породами силура и перекрывающими их образованиями девона. Более четко это показано на схеме возрастного положения оруденения, в колонке, содержащей структурно-тектонические данные, где выделены все структурные подразделения и, кроме того, указаны направленность колебательных движений и время проявления глубинных разломов.

Район исследований сложен двумя литологически различными терригенными толщами силура, несколькими сменяющими друг друга по разрезу пачками девонских образований и двумя фациальными разновидностями пород нижнего карбона. Наиболее молодым, не считая неогеновых и четвертичных отложений, является дайкообразный интрузив гранит-порфиров среднекарбонового возраста, секущий породы силура вдоль образуемой ими антиклинальной структуры.

Ниже приводится несколько более детальное описание пород, охарактеризованных на металлогенической карте.

Силурейские отложения, как уже указывалось, представлены двумя толщами.

Нижняя сложена в основном терригенными отложениями континентального происхождения, что, помимо края, показывается возрастным индексом (с — континентальные, т — терригенные). Каких-либо рудных проявлений, связанных пространственно или генетически с этой толщей, не наблюдается, и ее состав (песчаники, алевролиты, аргиллиты, сланцы) характеризуется только в легенде, а на карте не расченен (усл. знак 17).

Верхняя толща силура образовалась уже в иных условиях, судя по характеру терригенных образований — в прибрежной части моря. Смена условий осадкообразования была вызвана не коренной сменой тектонического режима, а колебательными движениями. На карте это находит отражение в том, что эти две толщи разделены между собой стратиграфическим контактом с незначительным угловым несогласием (усл. знак 22). Ко времени образования осадков верхней толщи были приурочены проявления вулканической деятельности, в результате чего монотонная толща глинистых и алевролитовых сланцев заключает в себе прослои кремнистых сланцев и туфов среднего и основного состава (усл. знак 16).

Именно с этими прослойями и связана известная в районе золотая минерализация. Поэтому в литологически не расчлененной прибрежно-морской терригенной толще особо выделены горизонты кремнистых сланцев и туфов, иногда даже с некоторым преувеличением масштаба.

Девонские отложения залегают на силурийских породах со структурным несогласием, следовательно, между временем их образования проявилась фаза складчатости. Это отражено и в характере разделяющего их контакта (усл. знак 23), и на схеме возрастного положения оруденения. Разрез девонских отложений начинается мощной толщей нижне- и среднедевонских туфов кварцевых порфиров с прослойями лав, песчаников и конгломератов (усл. знак 13). Местами среди них наблюдаются отдельные линзы кварцевых порфиров и обычно ассоциирующихся с ними туфоагломератов. К местам выхода кварцевых порфиров на некоторых участках приурочено вкрапленное медное оруденение. Поэтому, естественно, участки развития кварцевых порфиров и туфоагломератов повсеместно выделены на карте (усл. знаки 14 и 15).

На вулканогенной толще со стратиграфическим несогласием (усл. знак 21) залегает толща пестроцветных континентальных песчаников франского яруса верхнего девона (усл. знак 11). Нигде в пределах изучаемого района в них не наблюдается рудной минерализации, и эти отложения на карте не расчленены.

Франские отложения согласно (усл. знак 20) перекрываются фаменскими карбонатными отложениями, которые включают две пачки: толстослоистые морские известняки (усл. знак 9) и тонкослоистые известняки, обычно сильно глинистые, с прослойями мергелей и глинистых сланцев, образовавшиеся в прибрежной части моря (усл. знак 6). Очень редко в пределах верхней части наблюдаются небольшие линзы эфузивных кварцевых порфиров (усл. знак 8). С верхней пачкой связана свинцовая минерализация, причем среди ее отложений трудно выделить какую-либо литологически более благоприятную разновидность пород, за исключением баритовых линз, которые выявлены только на месторождении в тесной ассоциации со свинцовыми оруденением. Местами залеганиеrudовмещающей пачки пород прослежено под покровом рыхлых отложений с помощью электропрофилирования. Такие контакты отмечаются на карте буквой «ф» (усл. знак 22б).

Отложения нижнего карбона (турнейский ярус) представлены двумя фациальными разновидностями: морскими известняками (усл. знак 3) и терригенно-туфогенными отложениями (усл. знак 4), содержащими прослои эфузивных кварцевых порфиров (усл. знак 5). Рудная минерализация, приуроченная к туфопесчаникам нижнего карбона, проявляется исключительно на контакте с оруденелыми породами фамена и, по-видимому, генетически связана с последними. Представлена она тонкими баритовыми прожилками с вкрапленностью галенита и халькопирита. Все три разновидности пород нижнего карбона выделены на карте.

Таким образом, детальность нанесения фациально-литологических данных не равномерна, а зависит от степени перспективности осадочно-вулканогенных пород: наиболее перспективные нанесены более детально, иногда даже с некоторым преувеличением масштаба.

Площадь рудного узла, содержащего промышленное свинцовое оруденение, в значительной мере задернована, и для определения ее перспектив появилась необходимость выделить площади предполагаемого развитияrudовмещающего и соседних с ним горизонтов. Такие участки в отличие от установленных выходов этих пород не покрыты крапом, а характеризуются лишь соответствующим цветом и индексом (усл. знаки 7, 10, 12).

Магматические проявления на исследованной площади представлены главным образом вулканогенными образованиями.

К интрузивным породам принадлежит упомянутое выше дайкообразное тело гранит-порфиров среднекарбонового возраста (усл. знак 18). Рудной минерализации, генетически или пространственно связанной с этим интрузивом, в пределах данного района не наблюдается, и интрузив изображен так же, как и на геологической карте. Отличием является более подробная морфологическая характеристика интрузивного контакта (усл. знак 19) и отображение геологического положения интрузива на схеме возрастного положения оруденения.

На схеме возрастного положения оруденения охарактеризована также геологическая позиция последовательного ряда вулканогенных пород и связь с ними оруденения.

Тектоническое строение характеризуется достаточно сложным развитием складчатых структур северо-восточного простирания. Породы нижнего структурного яруса образуют относительно спокойные антиклинальные складки. В мульдах между ними заключены породы девона и нижнего карбона, при этом участки, сложенные породами фаменского яруса, имеют очень прихотливые очертания. Складчатые структуры очень четко вырисовываются на карте; кроме того, оси синклинальных и антиклинальных складок выделены особо (усл. знаки 24 и 25). Время проявления фаз складчатости показано на схеме возрастного положения оруденения.

Складчатые структуры осложнены большим количеством сбросо-сдвигов и соскладчатых надвигов герцинского возраста (усл. знаки 28 и 29). В пределах рудного поля выявлена пластовая зона дробления (усл. знак 30).

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что поперечные перегибы, осложняющие очертания складок, образуют единую зону северо-западного простирания, почти перпендикулярную к общему простирианию складчатых структур. В этой же зоне располагаются участки, отличающиеся по своим фациально-литологическим особенностям от общего для района состава пород. Именно здесь сосредоточены прослои кремнистых сланцев и туфов в породах силура, единственный выход кварцевых порфиров среди образований фаменского яруса, и вулканогенные образования нижнего карбона. Наконец, большая часть выявленных месторождений и рудопроявлений также приурочена к этой зоне.

Можно предположить, что размещение различных фациальных разновидностей и рудной минерализации контролируется скрытым глубинным разломом длительного развития (эффузивные образования вдоль этой зоны наблюдаются в породах силура, девона и карбона). В соответствии с вышеуказанными признаками зона предполагаемого глубинного разлома ориентировано нанесена на карту (усл. знак 27).

Рудная минерализация на исследованной площади представлена золотыми, свинцово-баритовыми и медными месторождениями.

Выявленное золотое месторождение относится к золото-кварцевой формации и характеризуется присутствием антимонита (усл. знак 39). Приурочено оно к прослою туфов в сланцевой толще силура.

Месторождение галенит-баритовой формации представляет собой пластовую залежь (усл. знак 34), приуроченную к верхней части фамен-этренской пачки карбонатно-глинистых пород. Сопутствующими элементами являются медь и цинк. Месторождение имеет много черт, свидетельствующих об его осадочно-метаморфическом происхождении: перекрывающие рудную залежь песчаники местами содержат гальку барита, сама рудная залежь вдоль зоны соскладчатого надвига, образовавшегося по флексуре (см. карту-врезку 1-го участка), содержит

зеркала скольжения, особенно хорошо заметные в баритовой линзе. Пересягающие рудную залежь песчаники (в лежачем крыле опрокинутой складки) испещрены вблизи нее прожилками барита с вкрапленностью галенита и халькопирита; это говорит о том, что в процессе складкообразования происходило перемещение материала.

По всей вероятности, первичное свинцовое оруденение, давшее рассеянную сингенетическую примесь свинца, генетически связано с вулканической деятельностью, о проявлении которой свидетельствует примесь туфогенного материала к отдельным карбонатным прослойям фаменских пород и наличие эффузивных кварцевых порфиров. Этим и можно объяснить приуроченность месторождения к зоне влияния глубинного разлома.

Медные месторождения принадлежат к медно-порфировой формации (усл. знак 37), связаны они с кварцевыми порфирами нижнего и среднего девона.

Мелкие рудопроявления представлены баритовыми прожилками с галенитом (усл. знак 38), железными шляпами (усл. знак 42) и отдельными проявлениями галенит-баритовой и антимонитовой минерализации (усл. знаки 40 и 41), которые можно рассматривать как надежные поисковые критерии. Как поисковые критерии нанесены на карту первичные ореолы рассеяния свинца и бария и гидрохимические ореолы рассеяния свинца, ванадия и бария (усл. знаки 32 и 33). При этом гидрохимическая съемка была проведена лишь на незначительном участке (усл. знак 41).

Металлогеническое районирование и перспективность района. При составлении карты главное внимание было направлено на то, чтобы при изображении осадочных и вулканогенных пород, складчатых и разрывных нарушений, геохимических данных наиболее четко были подчеркнуты те их особенности, которые в какой-то мере контролировали размещение оруденения.

Почти вся площадь карты входит в состав одной рудной зоны, северо-восточная граница которой нанесена на карту (усл. знак 49).

Рудные узлы выделены на основании структурных и фациально-литологических особенностей в сочетании с данными по рудной минерализации. Площади, перспективные на свинец, золото или медь, даны отдельно, при этом они разделены на площади с проявленной рудной минерализацией и площади, перспективные по геологическим данным (усл. знаки 43—48). Обоснования для их выделения содержатся на металлогенической карте, но все они как результат металлогенического анализа вынесены на прогнозную карту, которая составляет единое целое с металлогенической картой. Во избежание повторений обоснование для выделения перспективных площадей приведено при описании прогнозной карты. Там же будут даны пояснения к картам-врезкам.

При составлении объяснительной записи к комплексу прогнозно-металлогенических карт рудного района нецелесообразно отдельно характеризовать данные металлогенической и прогнозной карт, так как эти карты можно рассматривать только в единстве.

2. Карта прогноза

Карта прогноза при рассмотрении накладывается на металлогеническую.¹ На нее нанесены все содержащиеся на металлогенической карте перспективные площади (усл. знаки 1—4) и даны рекомендации по дальнейшему направлению работ.

Площадь карты по степени перспективности разделена на четыре категории:

¹ Карта прогноза должна изготавляться на прозрачном материале. В настоящем издании по техническим причинам она напечатана на плотной бумаге.

участки, перспективные в отношении прироста запасов, рекомендуемые к постановке поисково-разведочных работ (усл. знак 5);

площади выхода рудовмещающих пород с проявленным оруденением, рекомендуемые к постановке поверхностных поисково-разведочных и геофизических работ (усл. знак 6);

площади, перспективные по геологическим данным, рекомендуемые для дополнительного опробования (усл. знак 7). Отдельным знаком показано залегание перспективного горизонта на глубине (усл. знак 8);

площади, недостаточно изученные для определения их промышленных перспектив; на них постановка работ целесообразна после изучения других перспективных участков, с использованием новых выявленных закономерностей размещения оруденения (усл. знак 9).

В пределах рассматриваемой рудной зоны выделены также площади, геологическое строение которых, по известным в настоящее время данным, неблагоприятно для промышленных концентраций рудных элементов, в связи с чем постановка дальнейших геологоразведочных работ на них нецелесообразна (усл. знак 10).

Отдельно показаны бесперспективные площади, расположенные вне описываемой рудной зоны (усл. знак 11).

Ниже рассматривается перспективность отдельных рудоносных площадей (рудных полей и узлов) для каждого металла в отдельности. Выделенные площади перенумерованы в порядке их расположения на карте (слева направо и сверху вниз, независимо от металла и масштаба перспектив).

Свинец и барит

Рудные поля 6 и 8, А-I (Pb). Обоснования для их выделения наиболее отчетливо видны на картах-врезках, помещенных на полях металлогенической карты.

Рудное поле 6 представляет собой опрокинутую мульду, в северном крыле которой располагается промышленное свинцово-баритовое месторождение. Свинцово-баритовая минерализация наблюдается также в южном крыле складки, подтверждая приуроченность оруденения к определенной пачке пород. Туфопесчаники, залегающие в лежачем боку рудной залежи, пронизаны прожилками барита с вкрапленностью сульфидов.

В рудном поле 8 на поверхность выходят только туфопесчаники нижнего карбона, хотя по отдельным обнажениям и главным образом высыпкам можно судить о наличии и структурном положении верхнедевонских пород. Интересно, что среди туфопесчаников нижнего карбона на этом участке также распространены минерализованные баритовые прожилки и даже баритовые жилы с богатой вкрапленностью галенита. По составу эти прожилки и жилы полностью идентичны прожилкам, приуроченным к туфопесчаникам рудного поля 6, где они генетически связаны с пластовым оруденением пород фаменского яруса. Отсюда можно сделать заключение, что фаменские отложения рудного поля 8, прикрытые покровом четвертичных отложений, должны быть интенсивно минерализованы. На эту же мысль наталкивает общность структурного положения обоих участков. Для проверки этого положения рекомендуется пробурить ряд скважин. Предполагаемые запасы свинца этих условно существующих рудных полей нанесены на карту.

Участок 7, А-II (Pb) расположен в том же рудном узле (рудный узел 5), где и вышеописанные рудные поля. Связывая их между собой, участок обладает большими перспективами, чем остальная часть территории рудного узла, в связи с чем он и выделен отдельно. Площадь выхода рудоносного горизонта в его пределах полностью перекрыта четвертичными, а возможно даже третичными отложениями, имеющими суммарную мощность не более 10—15 м. Рудоносный гори-

зонт залегает здесь в зоне влияния глубинного разлома, как указывалось выше, и соединяет два рудных поля, благодаря чему здесь возможно нахождение новых свинцово-баритовых месторождений. Учитывая тяжелый удельный вес барита, здесь можно рекомендовать проведение поисков с помощью гравиметрии.

Рудный узел 5, А-III (Pb) охватывает всю площадь выхода фаменских отложений, совпадающую с зоной влияния предполагаемого глубинного разлома. Здесь можно рекомендовать проведение поверхностных горных выработок на отдельных участках и металлометрическое опробование всей площади выхода верхней пачки фаменских отложений. Предполагаемое залегание рудовмещающих пород на глубине нанесено на карту в отличие от данных, характеризующих поверхность, красным цветом.

Если по условиям изученности можно вынести на поверхность карты данные для нескольких глубинных горизонтов, целесообразно для большей наглядности изображения сделать это разными цветами.

Золото

Все участки, перспективные на золото, приурочиваются к площадям развития осадочно-вулканогенных фациальных разновидностей пород верхней толщи силурийских отложений (туфов, кремнистых сланцев). Размещаются они в виде изолированных линз исключительно в пределах вытянутой в северо-западном направлении зоны влияния предполагаемого глубинного разлома. Площади развития отложений верхней толщи силура, залегающие в указанной зоне, и выделены как установленные (при наличии минерализации) и потенциальные рудные узлы, перспективные на золото. В их пределах, в свою очередь, особо показаны (как наиболее перспективные) прослои туфов и кремнистых сланцев, с которыми непосредственно может быть связано оруденение. Несмотря на то, что распространенность этих наиболее благоприятных разновидностей пород на поверхности уже установлена, ограничивать перспективы только площадями их непосредственного выхода на поверхность будет неверно, так как, учитывая линзовидный характер залегания выходов туфов и кремнистых сланцев, можно предположить наличие прослоев, не вскрытых эрозией.

На территории, характеризуемой картой, выделено четыре небольших рудных узла, перспективных на золото.

Рудный узел 3, А-II (Au) представляет собой участок с проявленной золотой минерализацией, на котором рекомендуется провести поверхностные горные выработки с целью опробования отдельных перспективных горизонтов. Расположенное здесь золотое месторождение рекомендуется для проведения разведочных работ в первую очередь (усл. знак 14а).

Рудные узлы 2 и 4, А-III (Au) заслуживают внимания в связи с наличием перспективных в отношении золота горизонтов силурийских пород, нуждающихся для их оценки в проведении опробования.

Строго говоря, рудные узлы 2, 3 и 4 составляют единый рудный узел. Но знание закономерности размещения золотого оруденения позволяет оконтурить в его пределах собственно перспективные площади — они и выделены на карте как рудные узлы 2, 3 и 4. Дать им название рудных полей преждевременно, так как масштабы оруденения и площади минерализации не определены.

Рудный узел 9, А-III (Au) также характеризуется развитием перспективного на золото горизонта; помимо того, здесь местами выявлена антимонитовая минерализация, являющаяся прямым поисковым критерием на золото в этом рудном районе. Участок рекомендуется для опробования.

Медь

Медная минерализация как в месторождениях, так и в отдельных рудопроявлениях представлена медно-порфировой формацией и зако-номерно приурочивается к выходам кварцевых порфиров нижне- и среднедевонских эфузивов кислого состава. Кварцевые порфиры повсюду залегают в тесной пространственной связи с туфоагломератами. Поэтому участки развития кварцевых порфиров и туфоагломератов оконтурены как перспективные. Выделено несколько небольших рудных узлов.

Рудный узел 11, А-II (Cu) в пределах этого рудного узла располагается небольшое, по имеющимся данным, промышленное месторождение медно-порфировой формации. Месторождение рекомендуется под разведку второй очереди (усл. знак 14б), остальная территория участка — для металлометрического опробования.

Рудные узлы 1 и 10, А-III (Cu) — площади выхода кварцевых порфиров и туфоагломератов, рекомендуемые для проведения купро-метрической съемки.

Остальная территория рудной зоны в пределах исследованной тер-ритории в настоящее время не заслуживает постановки поисковых и разведочных работ. Но ее также можно подразделить на площади различной степени перспективности.

Участок 12, А-IV. Под этим номером на карте выделены безрудные части рудной зоны. Здесь развиты отложения, к которым на дру-гих участках приурочивается рудная минерализация (верхняя толща силура, нижне-среднедевонские вулканогенные отложения, пачка карбонатно-глинистых пород фаменского яруса), что, учитывая прояв-ленный литолого-стратиграфический контроль, не позволяет считать территорию участка бесперспективной. Однако признаков, указываю-щих на развитие рудной минерализации, здесь не наблюдается, и даль-нейшие работы целесообразно проводить лишь после того, как деталь-ное изучение других рудоносных участков позволит выделить новые поисковые критерии, с помощью которых можно будет переоценить пер-спективность этого участка.

Участок 13, Б-І. В пределах исследованной части рудной зоны имеются выходы пестроцветных песчаников франского яруса. По имею-щимся данным, они не содержат рудной минерализации и не требуют проведения дополнительных работ.

Участок 14, В находится за пределами установленной рудной зоны и, по имеющимся данным, бесперспективен в отношении полезных ископаемых. Дополнительные работы здесь ставить нецелесообразно.

Г. ПРОГНОЗНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ НА КАРТАХ КРУПНОГО МАСШТАБА НА ПРИМЕРЕ КАВАЛЕРОВСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

И. Н. Томсон

В основу составления карт прогнозов крупных масштабов в рас-сматриваемом ниже примере кладутся приемы картирования глубин-ных разломов методом, который изложен в книге «Литологические и структурные факторы размещения оруденения в рудных районах»¹. Как показано в этой книге, рудные узлы нередко локализуются в уча-стках пересечения рудоконтролирующих глубинных разломов (обычно скрытых). Приемом прогноза в этом случае будет совмещение благо-приятных (для локализации оруденения) контуров, которые одновре-

¹ Орлова А. В., Томсон И. Н., Вольфсон Ф. И. и Лукин Л. И. «Литологические и структурные факторы размещения оруденения», 1964.

менно служат признаками проявления активизации вдоль зоны глубинного разлома в то или иное время (например, контур зоны фациальных замещений; контур дайкового пояса). Естественно, что наиболее плотным будет совмещение контуров в местах пересечения глубинных разломов — т. е. в участках, которые могут рассматриваться как потенциальные рудные узлы (при наличии дополнительных условий — приуроченности к блоку рудного района и т. д.). Путем «совмещения благоприятных контуров» можно сделать выводы не только о вероятных условиях локализации рудных узлов; в отдельных случаях (при достаточной детальности исследований) можно использовать этот прием для прогнозирования отдельных рудных полей в пределах рудного узла.

Ниже приводится пример исследования такого рода, которое имело целью выявление новых рудных полей в пределах уже известного рудного узла (и района).

Хотя в примере прогноза, на который мы будем опираться, выделенные перспективные площади еще не прошли широкой проверки поисково-разведочными работами, позиция уже известных месторождений (как и самого рудного узла) хорошо объясняется с точки зрения контроля глубинными нарушениями. Рассматриваемый ниже пример составления карты прогноза опирается на материалы по изучению Кавалеровского рудного района Приморья.

1. Геологическое строение района и методика работ

Кавалеровский рудный район является типичным оловорудным районом Сихотэ-Алиньского синклиниория. Геологические границы рудного района совпадают с контурами развития верхнемеловых — третичных эфузивных покровов, которые окаймляют блок осадочных толщ, грубо напоминающий по форме прямоугольник.

В строении района принимают участие интенсивно дислоцированные мезозойские терригенные толщи, содержащие прослои вулканогенных пород. Обычное направление осей складок в районе северо-восточное. В ядрах наиболее глубоко эродированных антиклиналей вскрываются вёрхнепалеозойские отложения, по составу и степени дислокации мало отличающиеся от несогласно налегающих на них мезозойских толщ. Верхнепалеозойские интрузивные породы в районе отсутствуют. Крупных интрузивных массивов вообще не известно, но очень широко развиты верхнемеловые и третичные дайки и штоки интрузивных и субвулканических пород. Каких-либо региональных разрывов в районе не установлено, однако поясовой характер размещения рудопроявлений и даек выступает достаточно отчетливо.

В металлогеническом отношении район может быть охарактеризован как преимущественно оловорудный. Здесь развиты оловорудные проявления двух формаций: кассiterитово-сульфидной и касситеритово-силикатной, образующие рудные тела жильного типа. Проявления этих двух формаций пространственно обособлены и концентрируются преимущественно в пределах двух линейных зон — широтной и меридиональной, — секущих складчатые структуры. Совокупность полученных данных приводит к убеждению, что решающее значение для размещения рудопроявлений имеют скрытые разломы фундамента, контролирующие пояса развития минерализации; поэтому большое внимание уделялось документации скрытых нарушений этого типа.

Пересечением рудоносных зон скрытых нарушений определяется положение рудного узла, обнимающего рудные поля месторождений Хрустального, Лудьевского, Верхне-Цинкового, Силинского. И уже детальные особенности строения отдельных участков глубинных нарушений определяют позиции отдельных рудных полей. Поэтому, при

составлении карты прогнозов решающее значение придавалось структурным факторам контроля оруденения.

Аналоги Кавалеровского рудного района известны в области мезозойской складчатости обрамления Тихого океана (Северо-Восток СССР, Хабаровский край, Приморский край). Особенностью ряда оловорудных районов этого типа является довлеющее значение структурного фактора в контроле оруденения при подчиненном значении литологического и стратиграфического факторов и не всегда отчетливо выраженным факторе магматического контроля. При значительном вертикальном размахе оруденения и локализации его часто в пределах одного структурного яруса не удается оценить значение эрозионного среза. Хотя в отдельных рудных телах местами устанавливаются отчетливые признаки зональности, когда «пустые» в поверхностных выходах жилы сопровождаются богатым оруденением на глубине, все же не существует какого-либо общего «гипсометрического» уровня, контролирующего распространение оруденения в серии соседних рудных тел. Иными словами, в соседних рудных телах богатое оруденение находится на разных уровнях; таким образом, вся система рудных жил несет промышленное оруденение в весьма значительном вертикальном интервале.

Основным приемом при подготовке к составлению карты прогнозов была документация зон скрытых глубинных разломов по серии косвенных признаков. Эта работа была проведена на основе составленной геологической карты.

Для составления металлогенической карты во время полевых работ проводились дополнительные специальные наблюдения. Последние заключались, например, в систематическом фиксировании характера и интенсивности развития рассеянной поровой минерализации, а также в проведении площадного картирования мелкой трещиноватости.

Наблюдения показывают, что, помимо отчетливо выраженной в отдельных обнажениях прожилковой минерализации, гораздо более широкое (площадное) распространение имеет скрытая, «поровая», минерализация, избирательно приуроченная к относительно «жестким» прослоям. Именно в прослоях песчаника, изобилующих мелкими открытыми трещинками отрыва, избирательно локализовались гидротермальные продукты (кварц, хлорит, кальцит, сульфиды). Присутствие «поровой» минерализации в обнажениях легко установить при внимательном осмотре прослоев песчаников. При систематических наблюдениях удается закартировать ореолы «поровой» минерализации.

Выделенные таким образом ореолы минерализации используются (в совокупности с другими признаками) при оконтуривании перспективных участков в пределах региональных ослабленных зон. При детальном картировании систематические визуальные наблюдения над рассеянной минерализацией дополняются аналитическими данными по первичным ореолам рассеяния и материалами по ореолам гидротермально измененных пород.

Другим специальным приемом, который был применен при металлогенической съемке, было площадное картирование мелкой трещиноватости. Метод площадного картирования мелкой трещиноватости охарактеризован нами в упомянутой выше работе А. В. Орловой и др.

Площадное картирование мелкой трещиноватости позволило установить группировку серий параллельных трещин в широкие и протяженные зоны, которые не удавалось фиксировать иными способами. Кulisно сменяющие друг друга по простиранию отдельные зоны мелкой трещиноватости прослеживаются на значительном расстоянии, составляя в совокупности ослабленную зону регионального значения.

Собранные данные позволили наметить в Кавалеровском районе региональную широтную полосу развития зон мелкой трещиноватости.

Эта зона проходит через несколько месторождений (в том числе Силинское) и сопровождается полосой развития касситеритово-силикатной минерализации. Детальная геологическая карта, на которой нанесены результаты площадного картирования мелкой трещиноватости, ореолов минерализации и другая специальная нагрузка, послужили основой для выделения важных рудоконтролирующих структур типа скрытых разломов фундамента.

Основным методическим приемом, который обеспечил получение материалов для составления карты прогноза, явилось составление структурных схем, цель которых — документация скрытых разломов фундамента по разнообразным признакам.

Кроме мелкой трещиноватости и поясового характера распределения рудной минерализации, для документации скрытых нарушений фундамента были привлечены данные по особенностям распределения фаций базальной толщи триаса, а также по характеру изменения мощностей этих же отложений. Кроме того, специально были рассмотрены условия локализации структурных аномалий, таких, как флексурообразные изгибы толщ, места крутого перегиба осей складок. Весьма важные дополнительные данные были получены при изучении распределения малых интрузивов и даек в районе. Все они обнаруживали в своем размещении четкую зависимость от скрытых нарушений. Ниже рассмотрим содержание структурных схем и графические приемы, применявшиеся при их составлении. Следует подчеркнуть, что при документации скрытых нарушений необходимо привлекать возможно большее число разнообразных признаков. Это нужно для того, чтобы установить, какие из скрытых нарушений или какие участки этих нарушений наиболее часто активизировались. Иначе говоря, на этой основе проводится сравнительная оценка скрытых нарушений. Опыт показывает, что минерализация чаще бывает приурочена к тем участкам скрытых нарушений, которые испытывали многократное оживление.

2. Распределение мощностей базальных слоев триаса

На геологической карте отчетливо выступает неравномерность распределения мощностей отложений нижней пачки эрдагоуской свиты. Эрдагоусская свита на большей части площади района непосредственно налегает на палеозойские отложения, но фациальный характер осадков и их мощность резко меняются. Так, на крыльях Силинской антиклинали мощность этих отложений незначительна и они представлены песчаниками и алевролитами. К востоку и западу от ядра Силинской антиклинали мощность отложений резко возрастает, причем в их составе важную роль начинают играть вулканогенные фации, большая роль принадлежит конгломератам. Характерно, что изопахиты в этой части района протягиваются строго меридионально. Они, таким образом, оказываются здесь параллельны одному из основных скрытых нарушений района — Хрустальненской зоне.

Особенно резко увеличивается мощность нижней пачки эрдагоуской свиты в локальном прогибе северо-восточного простирания, расположенным в правобережье р. Кинчуе. Судя по сближению изопахит, вероятно, этот прогиб имел крутые борта и был связан со ступенями в древнем рельфе, которые, в свою очередь, могли быть образованы в связи с разрывами.

3. Особенности размещения вулканогенных фаций триаса

Разновозрастные отложения в районе представлены монотонными толщами чередующихся песчаников и сланцев, на фоне которых отчетливо выступают вулканогенные прослои. Наибольшее развитие эти прослои получили в триасовых отложениях, где они подвержены рез-

ким изменениям в мощности. В отдельных участках вулканогенные прослои полностью вытесняются терригенными отложениями. При рассмотрении фациальных переходов вулканогенного горизонта в терригенную толщу отчетливо видно, что участки выклинивания вулканогенных прослоев и замещения их терригенными отложениями располагаются на одних и тех же меридиональных линиях, секущих по отношению к направлению складок. Зона развития вулканогенных фаций образует узкую полосу, вытянутую в меридиональном направлении.

Размещение площадей распространения вулканогенных фаций в дальнейшем используется при анализе особенностей развития скрытых нарушений и их сравнительной оценки.

4. Условия локализации флексурообразных перегибов складчатой толщи

Для того чтобы продокументировать флексурообразные перегибы толщ, составляется схема, на которой выделяются только линии простирации слоев¹. На такой схеме в Кавалеровском районе отчетливо выступают меридиональные флексуры, в пределах которых простижение толщ меняется от обычного северо-восточного (40°) на меридиональное. Эти флексуры располагаются в виде протяженного пояса или составляют отдельные вытянутые зоны, которые как бы кулисно сменяют друг друга по простиранию.

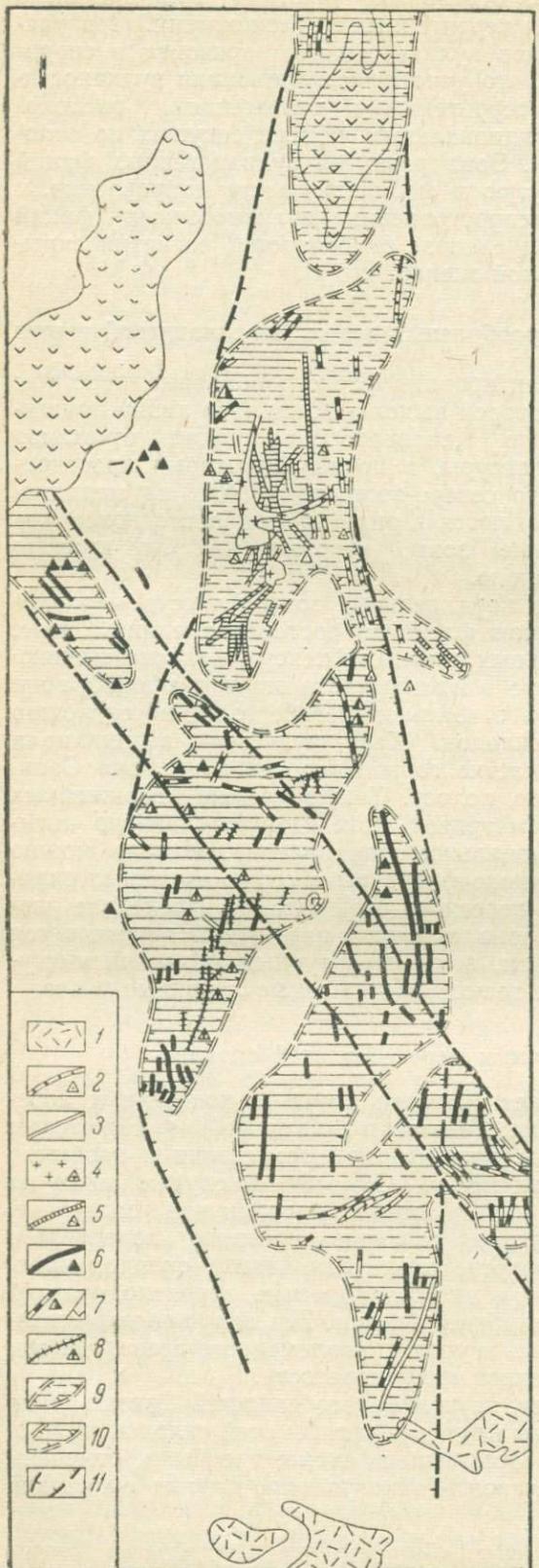
Отчетливо намечаются две параллельные зоны флексур меридионального простирания. Восточная флексура составляет единый пояс, а западная слагается из отдельных частных флексур, кулисно сменяющих друг друга. Характерно, что в южной части эта затухающая зона флексуры не проявляется уже в отчетливом изгибе толщ, но ее можно наметить по серии кулисных складок. Так, кулисные антиклинали с палеозойскими ядрами на участке горы Поворотной — ключа Санькина образуют меридиональную полосу. Такую серию сближенных кулисных складок можно рассматривать как единую сложную антиклиналь, вытянутую в меридиональном направлении. Иногда можно наблюдать переход по простиранию флексуры в серию кулисных складок и далее в зону поперечных перегибов осей складок. Последние развиваются в тех участках, где зона скрытого нарушения простирается поперек складок. Таким образом, зоны структурных аномалий выступают в отдельных случаях как весьма протяженные линейные пояса.

5. Характер поперечных перегибов осей складок

Особое внимание привлекает строение участков поперечных перегибов складок и общее их размещение на площади района. Некоторые складки в районе выделяются тупой формой замыкания и необычно крутым залеганием толщ в этих местах. Отмечаются случаи, когда на участках замыкания складок слои имеют опрокинутое залегание. В этих местах получают широкое развитие трещины поперечного направления. В продольном разрезе окончания таких складок представляют собой крутые ступени, и их возникновение, вероятно, связано со смещением по скрытым на глубине сбросам. Эти нарушения расщепляются и затухают, приближаясь к уровню современного среза, где они появляются в форме зон поперечной трещиноватости.

Интересный материал дает изучение особенностей размещения участков, к которым приурочены крутые перегибы осей складок на площади района. Для этой цели составлялась схема, где были отмечены только участки замыкания складок. Такие участки крутых окончаний

¹ Подобная схема приведена в книге «Литологические и структурные факторы размещения оруденения в рудных районах», 1964.



складок оказались не беспорядочно разбросанными на площади района, а сгруппированными преимущественно в пределах линейных полос широтного и северо-западного направления. Таким образом, намечается существование линейных зон поперечных перегибов осей складок. По аналогии с отдельными крутыми перегибами, связанными с поперечными сбросами, можно заключить, что и вся зона развития поперечных перегибов осей складок является выражением сложной зоны скрытых дизъюнктивных нарушений. Об этом свидетельствует и сама линейная вытянутость участков поперечных перегибов осей складок. Оконтуриенные на схеме зоны поперечных перегибов рассматриваются как один из признаков, указывающих на существование скрытых нарушений.

6. Особенности размещения даек и малых интрузивов

Специальному рассмотрению подверглись также условия размещения даек и малых интрузивов в районе. Для этой цели составлена специальная схема, на которой показаны все дайки и интрузивы района, а также пункты, где найдены свалы дайковых пород (рис. 1).

На схеме отчетливо выступает группировка даек

Рис. 1. Схема размещения полей даек в центральной части Кавалеровского рудного района

1 — покровы кварцевых порфиров; 2 — дайки (и свалы даек) фельзитов; 3 — дайки дацитовых порфиров; 4 — гранодиорит-порфиры (малые интрузивы); 5 — дайки (и свалы даек) кварцевых порфиров; 6 — дайки (и свалы даек) порfirитов; 7 — дайки андезитов, свалы даек и покровы эфузивов; 8 — дайки (и свалы даек) диоритовых порfirитов; 9 — поля даек кислого состава; 10 — поля даек основного состава; 11 — пояса и цепочки дайковых полей

в пределах отдельных узких участков, которые имеют форму поясов или овальных полей. Так, меридиональный пояс даек намечается за северной границей района. На юге он прослеживается по цепочке кулисно сменяющих друг друга полей даек, вытянутых каждое в отдельности уже в северо-северо-восточном направлении. Дайковые поля располагаются линейными цепочками и в других участках района. На приводимой схеме показаны две цепочки дайковых полей — меридионального и северо-западного направления (см. рис. 2).

Поскольку сами дайки являются трещинными телами, особенности их распределения косвенно указывают на строение региональных ослабленных трещинных зон. Так, например, кулисные цепочки дайковых полей свидетельствуют о том, что ослабленные зоны над скрытыми нарушениями не являются сплошными; затухая вверх по разрезу, они распадались на отдельные кулисные трещинные зоны.

Среди оконтуренных на схеме дайковых полей особым условным знаком выполнены те, в которых присутствуют дайки порфиритов, имеющих внутрирудный возраст. Эти дайковые поля могут расцениваться как наиболее благоприятные для локализации оруденения.

7. Особенности размещения мелкой трещиноватости

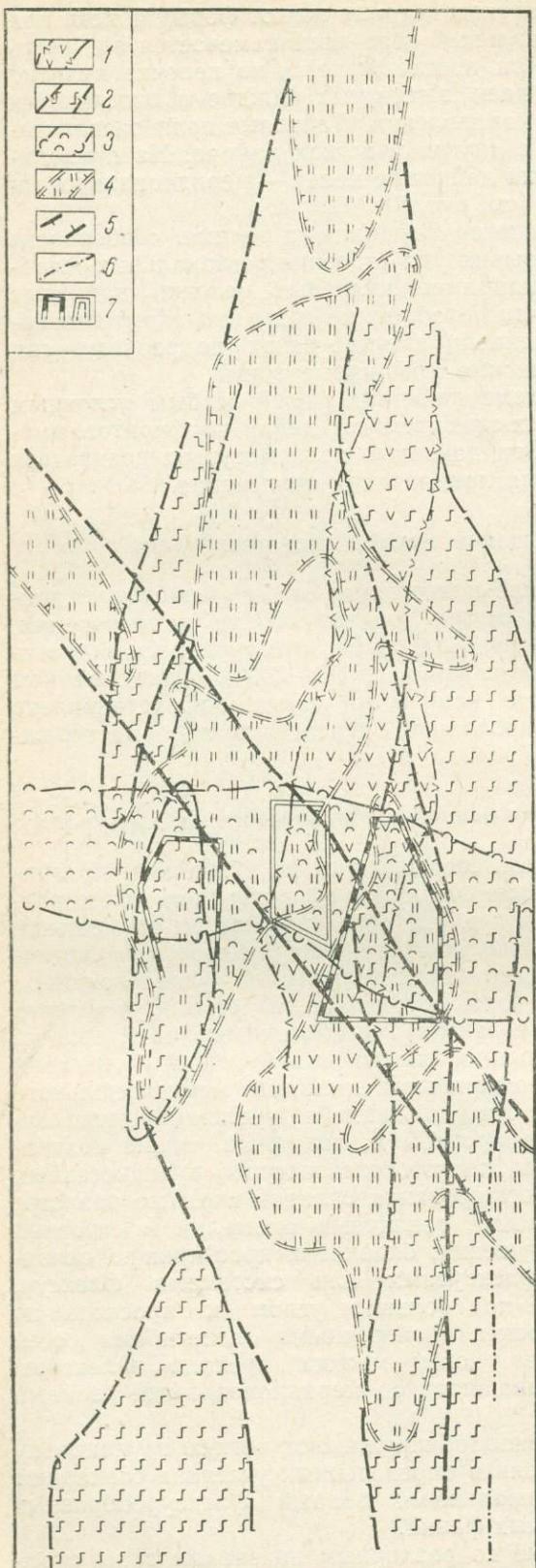
Специальному изучению была подвергнута также мелкая трещиноватость, причем был применен метод площадного ее картирования, кратко охарактеризованный выше. Благодаря этому удалось выявить зоны мелких параллельных трещин шириной 50—200 м и протяжением до первых километров. Большое количество таких зон установлено в пределах широтной полосы, проходящей через Силинское месторождение.

8. Прогнозная оценка путем совмещения «благоприятных контуров»

Каждая из структурных схем, составленных по различным признакам, позволила выявить линейные элементы в пространственном размещении фаций, дайковых полей и т. д. Проведенное затем совмещение оконтуренных на схемах зон позволяет установить полное или частичное их совпадение, что указывает на длительное и унаследованное развитие контролирующих эти зоны глубинных разломов фундамента (рис. 2). Действительно, зоны развития вулканогенных фаций триаса, а также изопахиты имеют меридиональную вытянутость (в крыльях Силинской антиклинали) или ограничены линиями меридионального простирания, что указывает на существование в древнем рельфе ступеней, ограничивавших частные прогибы и, возможно, также контролировавших подводящие каналы, по которым поступал вулканогенный материал. Позднее в период формирования складок скрытые разломы фундамента вызывали образование различных аномалий в строении складчатой толщи, причем нарушения, близкие к простиранию складчатой серии, сопровождались флексурами или системами флексур, а нарушения, ориентированные под большим углом к простиранию складок, сопровождались резкими поперечными перегибами осей складок, с которыми совпадают зоны мелких трещин. Флексуры в нашем случае частично совпадают с меридиональными зонами фациальных переходов.

Дайки и трещинные интрузивы обнаруживают четкую группировку в пояса и поля. Эти пояса и поля в определенных участках совпадают с ранее выделенными меридиональными зонами флексурообразных изгибов и развития вулканогенных фаций.

Таким образом, намечаемые по различным признакам зоны скрытых разломов фундамента развивались длительно. Широкое площадное



развитие рассеянной минерализации и гидротермальной проработки в пределах широтной и меридиональной зон убеждает, что именно эти зоны были благоприятными для инфильтрации гидротермальных растворов, которая совершилась здесь через всю толщу пород.

После выделения линейных зон скрытых нарушений фундамента особую задачу представляет выделение узлов интенсивной гидротермальной деятельности, благоприятных для локализации промышленного оруденения. Таким узлом в Кавалеровском рудном районе может быть признано место пересечения широтной Силинской зоны скрытого нарушения и меридиональной Хрустальненской. Через место их пересечения протягивается и еще одна ослабленная зона северо-западного простирания (рис. 3), которая пока намечается менее отчетливо. В пределах этого рудного узла, который может быть назван Хрустальненским, расположены тесно сближенные рудные поля Хрустальное, Лудьевское, Верхне-Цинковое, Силинское, а также некоторые перспективные площади.

В условиях довольно детальной изученности, которой может характеризоваться Кавалеровский рудный район, выяснение структурной позиции уже известного рудного узла не

Рис. 2. Схема совмещения «структурных контуров» для Хрустальненского рудного узла (структурная основа прогнозной карты)

1 - зона развития вулканогенных фаций триаса; 2 - полосы флексуоребраного изгиба толщи; 3 - зона попечерных перегибов осей складок; 4 - поля даек; 5 - пояса дайковых полей; 6 - крупные разрывы; 7 - участки оловуродных месторождений (известные и прогнозируемые)

может быть окончательной целью прогноза. Поэтому при составлении прогнозно-металлогенической карты рудного района была поставлена задача выявить небольшие перспективные участки в качестве возможных рудных полей.

Вопрос о том, можно ли при этом опираться на глубинные нарушения, определяющие локализацию самого рудного узла, вначале был не вполне ясен. Казалось, что структурный контроль зонами скрытых нарушений (имеющих ширину в 5 км) относится лишь к рудным узлам и что рудные поля, площадь которых иногда измеряется первыми квадратными километрами, определяется уже отдельными структурными деталями рудовмещающей толщи. Однако при детальном изучении скрытых глубинных нарушений оказалось, что совсем не так.

Действительно, каждое из скрытых нарушений представляет собой довольно сложно построенную структуру, состоящую из отдельных кулисно сменяющих друг друга ослабленных зон (уже относительно небольших размеров), что можно видеть по особенностям локализации флексур, даек и т. д. Кроме того, совмещение контуров, полученных на структурных схемах, показывает, что лишь отдельные участки скрытых нарушений обнаруживают многократную активизацию. Эти данные позволили пока в опытном порядке при выяснении условий локализации рудных полей опереться на особенности строения скрытых нарушений. Важно отметить, что прогнозной оценке подлежала не только территория Хрустальненского рудного узла, но более обширная площадь значительной части Кавалеровского рудного района.

При совмещении структурных схем, отражающих зоны флексур и поперечных перегибов, пояса даек и другие признаки, отчетливо выступают участки, где имеет место многократное наложение подобных контуров. Такое совпадение контуров отражает унаследованное проявление тектонической активности отдельных участков зон скрытых разломов фундамента в разные эпохи. Степень унаследованности, определяющаяся числом совмещенных контуров, может меняться по простиранию подобных зон для отдельных их частей. Участки наибольшей плотности совмещенных контуров обычно также совпадают с местами пересечений зон скрытых глубинных нарушений. При этом чем больше число структурных контуров накладывается друг на друга, тем больше зон открытых нарушений разных направлений пересекаются в одном пункте.

Выясняя положение уже известных рудных полей на «схеме совмещенных структурных контуров», легко заметить, что рудные поля совпадают с участками многократного наложения таких контуров в местах пересечения зон скрытых нарушений по крайней мере трех

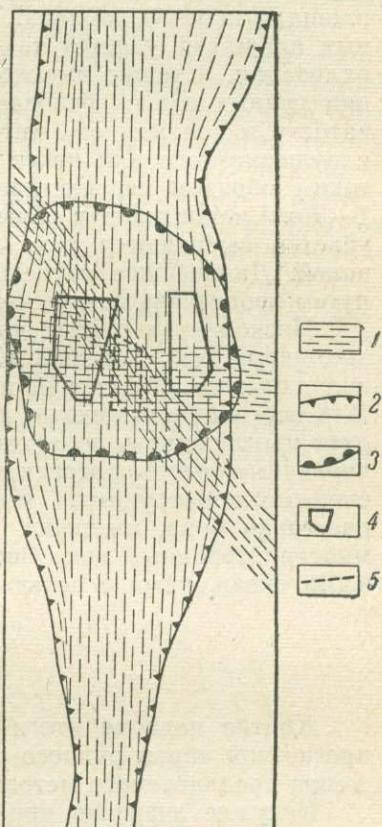


Рис. 3. Схема размещения рудно-носовых площадей в центральной части Кавалеровского рудного района

1 — зоны скрытых глубинных нарушений; 2 — Хрустальненский рудная зона; 3 — Хрустальненский рудный узел; 4 — рудные поля; 5 — перспективная площадь, выдвигаемая как возможное рудное поле

направлений. Это эмпирическое правило было использовано для прогноза новых рудных полей как в пределах рудного узла, так и за его контурами. Кроме того, при оценке конкретных участков в пределах рудного района важными оказались следующие признаки:

1) принадлежность перспективного участка к одной из двух главных рудных зон района — к меридиональной зоне развития касситеритово-сульфидного оруденения или к широтной зоне проявлений касситеритово-силикатной минерализации. Этим одновременно определяется вероятность развития оруденения того или иного типа в выделяемом перспективном участке;

2) наличие признаков гидротермальной минерализации и ореолов рассеяния полезных минералов в пределах выделенной площади.

Если намеченные по структурным контурам площади одновременно принадлежат к одной из главных рудных зон района и несут признаки гидротермальной деятельности, то они выделяются как перспективные площади первого порядка. Таким образом, при выделении перспективных площадей удается также наметить вероятный тип рудной минерализации, а также высказать предположение о возможном простирации рудных тел на основании материалов по картированию трециноватости и данных об интенсивности проявления зоны глубинного нарушения того или иного направления. Характерно, что выделяемые таким образом перспективные участки составляют по площади всего 1—5 км² и занимают в общем небольшую часть территории района. Эти участки выделяются как перспективные для нахождения рудных полей. Дальнейшее изучение этих участков целесообразно проводить путем проведения поисково-разведочных работ.

Поскольку в районе довольно часто встречаются рудные тела, не выходящие на поверхность, следует учесть возможность существования скрытого оруденения и на выдвигаемых перспективных участках. Для этого обнаруженные крупные минерализованные нарушения следует прослеживать поверхностными выработками и изучать вдоль них первичные ореолы рассеяния. В конкретных условиях района над полуслепыми оловорудными жилами можно ожидать развития ореолов рассеяния бора, мышьяка, олова и т. д. Выделенные, таким образом, минерализованные швы впоследствии должны разбуриваться единичными скважинами с целью обнаружения скрытого оруденения.

Заключение

Кратко подводя итоги изложения материалов по составлению прогнозной карты рудного района, еще раз подчеркнем основные положения предлагаемого метода.

Ведущее значение при составлении прогнозно-металлогенической карты принадлежит общегеологическим факторам контроля оруденения при решающей роли структурного фактора. Данные по вторичным ореолам рассеяния имеют вспомогательное значение.

При составлении геологической карты рудного района в масштабе 1 : 25 000 или 1 : 50 000 проводятся специальные металлогенические наблюдения и детальные структурные исследования.

Исходным моментом при составлении карты прогноза является выделение скрытых глубинных и долгоживущих нарушений, имеющих рудоконтролирующее значение. Такие нарушения намечаются путем анализа геологической карты и составления специальных схем, в основу которых кладутся следующие признаки:

- а) характер распределения мощностей отложений (с целью выявления участков с резкими изменениями мощности толщ);
- б) условия фациальных переходов;

- в) особенности размещения структурных «аномалий» (флексур и поперечных перегибов складок) в складчатой толще;
- г) характер распределения даек и интрузивов, а также минерализованных пород и рудопроявлений;
- д) особенности локализации геофизических аномалий;
- е) особенности развития зон мелкой трещиноватости и разрывов и ряд других признаков.

Если полученные данные позволяют сделать вывод о поясовом характере размещения тех или иных из выделенных выше «признаков», то они должны особо учитываться, так как в ряде случаев документируют скрытые глубинные разломы фундамента.

Совмещение поясов фациальных переходов, зон поперечных перегибов складок, поясов концентрации даек и других линейных элементов в случае их пространственного совпадения позволяет делать вывод об унаследованном характере и длительности развития контролирующих их скрытых нарушений и подвижных зон в фундаменте.

Рудный узел оказался приуроченным к месту пересечения скрытых нарушений трех различных направлений. Участки рудных полей, как показывает опыт, локализуются в местах наиболее плотного перекрытия линейных зон, а именно в участках пересечения поясов различных направлений. Перспективные участки, в том числе перспективные в отношении скрытого оруденения, намечаются по этому признаку (места пересечения скрытых подвижных зон фундамента разных направлений) с учетом имеющихся данных по первичным и вторичным ореолам рассеяния полезных компонентов.

В тех районах, где, кроме структурных факторов, важную роль играют эрозионный срез, литологический контроль оруденения, отдельные типы складок и т. д., необходимо составлять дополнительно специальные накладки на карту прогнозов. В этих случаях в качестве перспективных площадей надо выделять те участки пересечения глубинных ослабленных зон, которые будут совпадать с благоприятными для оруденения зонами, выделенными на накладках.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдуллаев Х. М. Генетическая связь оруденения с гранитоидными интрузиями. М., Госгеолтехиздат, 1954.
- Абдуллаев Х. М. Дайки и оруденение. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Абдуллаев Х. М. Металлогенические карты и их основы. «Узб. геол. ж.», 1958, № 5.
- Абдуллаев Х. М., Мацокина Т. М. и Карабина М. Г. Металлогенические особенности и вопросы прогнозирования рудных месторождений Чаткало-Курминских гор. В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.
- Абдуллаев Х. М. Некоторые вопросы классификации структурно-геологических зон, рудно-петрографических провинций и рудных районов. В кн.: «Закономерности размещения месторождений полезных ископаемых». Киев, Изд-во АН УССР, 1960.
- Ажгирей Г. Д. Структурная геология. Изд-во МГУ, 1956.
- Амираланов А. А., Бородаевская М. Б. и Бессмертная М. С. Итоги работы сессии Комиссии по изучению закономерностей размещения эндогенных месторождений, созданной при Отделении геолого-географических наук АН СССР. «Сов. геология», 1960, № 12.
- Андрющенко П. Ф. Совещание по методике составления металлогенических карт никеленосной коры выветривания и прогнозных карт на площадях развития ультрабазитов. «Геология рудных месторождений», 1960, № 4.
- Андрющенко П. Ф. Совещание по прогнозу никелевых месторождений коры выветривания. «Геология рудных месторождений», 1961, № 4.
- Андрющенко П. Ф. Совещание по составлению металлогенических и прогнозных карт гипергенных никелевых месторождений. «Геология рудных месторождений», 1962, № 5.
- Архангельский А. Д. [и др.]. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. Изд-во АН СССР, 1937.
- Афанасьев Г. Д. Геологическое значение исследований абсолютного возраста горных пород. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).
- Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Изд. 2. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Беляевский Н. А. Итоги 1-й Всесоюзной конференции по геологии и металлогении Тихоокеанского рудного пояса. «Сов. геология», 1961, № 1.
- Бессмертный В. В. и Камшилина Е. М. Краткий отчет о деятельности Междуведомственного научного совета по изучению закономерностей размещения полезных ископаемых и его отраслевых комиссий в 1959—1960 гг. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 5. Изд-во АН СССР, 1962.
- Бетехтин А. Г. К вопросу об изучении рудных месторождений. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1939, № 2.
- Бетехтин А. Г. О минерографии. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1945, № 6.
- Бетехтин А. Г. Минералогия. М., Госгеолиздат, 1950.
- Бетехтин А. Г. О генетической связи гидротермальных образований с интрузиями. В сб.: «Основные проблемы в учении магматогенных рудных месторождений». Изд-во АН СССР, 1953.
- Бетехтин А. Г. и Вольфсон Ф. И. К истории развития учения о рудных месторождениях в нашей стране. В сб.: «Основные проблемы в учении магматогенных рудных месторождений». Изд-во АН СССР, 1953.
- Бетехтин А. Г. [и др.]. Текстуры и структуры руд. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Билибин Ю. А. Локализация золотоносности в связи с тектоникой Северо-Востока СССР. «Пробл. сов. геологии», 1937, № 5—6.
- Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. М.—Л., ГОНТИ, 1938.
- Билибин Ю. А. О роли батолитов в золотом оруденении в СССР. «Докл. АН СССР», т. 50, 1945.

- Билибин Ю. А. Общие принципы металлогенических исследований. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1947₁, № 5.
- Билибин Ю. А. О некоторых чертах металлогении золота. «Зап. Всеросс. минерал. об-ва», ч. 76, № 1, 1947₂.
- Билибин Ю. А. Вопросы металлогенической эволюции геосинклинальных зон. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1948₁, № 4.
- Билибин Ю. А. Работы С. С. Смирнова в области металлогении. «Зап. Всеросс. минерал. об-ва», ч. 77, № 1, 1948₂.
- Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. М., Госгеолтехиздат, 1955.
- Билибин Ю. А. Общие вопросы металлогенеза золота. «Избр. труды», т. 2. Изд-во АН СССР, 1959₁.
- Билибин Ю. А. О геохимических типах орогенических зон. «Избр. труды», т. 2. Изд-во АН СССР, 1959₂.
- Болдырев А. К. и Григорьев И. Ф. Карта главнейших полиметаллических месторождений Рудного Алтая. «Мат-лы по общ. и прикл. геол.», вып. 67, 1927. (Геол. комитет).
- Бородаевская М. Б. и Бородаевский Н. И. Петрогенезис, структурные типы и металлогенез малых интрузий. В сб.: «Прикладная геология. Вопросы металлогении». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Междунар. геол. конгр. XXI сессия. Докл. советских геологов. Проблема 20).
- Бородаевская М. Б. и Шмидт А. И. Сессия, посвященная закономерностям размещения медноколчеданных и меднопорфировых месторождений. «Геология рудных месторождений», 1960, № 4.
- Варданянц Л. А. Опыт металлогенической характеристики Центрального Кавказа. М.—Л., 1931. (Тр. ГГРУ, вып. 22).
- Варданянц Л. А. О металлогенезе Кавказа. «Изв. АН СССР», VII серия, 1933, № 8.
- Великий А. С. Структуры рудных полей (в складчатых областях). Изд. Ленингр. ун-та, 1961.
- Волков В. М. [и др.]. Опыт и методика крупномасштабного прогнозирования на Березовско-Белоусовском рудном поле. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1962. (Тр. Алтайского горно-металлург. науч.-исслед. ин-та АН КазССР, т. 12).
- Вольфсон Ф. И. Основные черты металлогенеза Западного Тянь-Шаня. «Изв. АН СССР. Серия геол.», № 3, 1940.
- Вольфсон Ф. И. Проблемы изучения гидротермальных месторождений. Изд-во АН СССР, 1953.
- Вольфсон Ф. И. Некоторые закономерности размещения эндогенных месторождений различных генетических типов. Изд-во АН СССР, 1955. (Тр. ИГН, вып. 162, серия рудных месторождений, № 17).
- Вольфсон Ф. И., Крейтер В. М. и Лукин Л. И. Основные итоги изучения структур рудных полей и месторождений в СССР. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1957, № 11.
- Вопросы методики составления металлогенических и прогнозных карт (Докл. 2-й Всесоюз. общед. сессии по законом. размеш. полезн. ископ. и прогноз. картам, ч. 3). Киев, Изд-во АН СССР, 1960.
- Геологическая карта СССР масштаба 1 : 2 500 000. М., Госгеолтехиздат, 1956.
- Геохимические поиски рудных месторождений. М., Госгеолтехиздат, 1957. (Тр. 1-го Всесоюз. съезда по геохим. методам поисков рудных месторождений).
- Гинзбург И. И. Древняя кора выветривания и минералы и месторождения полезных ископаемых. (Юбилейн. сб., посвящ. 30-летию Великой Октябрьской революции). М., Изд-во АН СССР, 1947.
- Гинзбург И. И. Опыт разработки теоретических основ геохимических методов поисков. М., Госгеолтехиздат, 1957.
- Гончарова Т. Я. Совещание о региональных закономерностях формирования и размещения медных месторождений. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1960, № 9.
- Горжевский Д. И. и Козеренко В. Н. О некоторых закономерностях размещения полиметаллических и редкометаллических провинций. «Докл. АН СССР», т. 107, № 5, 1956.
- Григорьев И. Ф. Основные черты металлогенеза Рудного Алтая и Калбы. В сб.: «Большой Алтай». Т. 1. Изд-во АН СССР, 1934.
- Грушевский В. Г. Краткий очерк металлогенеза Закавказья. «Пробл. сов. геологии», 1935, № 10.
- Заварицкий А. Н. Общие задачи геологоразведочных работ на Урале, необходимых для нужд рудной промышленности. «Горн. ж.», 1922, № 10—12.
- Заварицкий А. Н. О картах прогноза. «Вестн. АН СССР», № 8—9, 1939.
- Заварицкий А. Н. Некоторые факты, которые надо учитывать при тектонических построениях. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1946, № 2.
- Заварицкий А. Н. Заметки о геологической терминологии. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1947, № 2.
- Закономерности размещения месторождений в платформенных чехлах (Докл. 2-й Всесоюз. общед. сессии по законом. размеш. полезн. ископ. и прогноз. картам, ч. 2). Киев, Изд-во АН УССР, 1960.

Закономерности размещения полезных ископаемых (Сборники статей). Изд-во АН СССР, 1958 (сб. 1); 1959 (сб. 2); 1960 (сб. 3); 1962 (сб. 5 и 6); Госгеолтехиздат 1960 (сб. 4).

Захаров Е. Е. К вопросу классификации месторождений полезных ископаемых. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1953, № 5.

Захаров Е. Е. О некоторых закономерностях в регионально-геологическом размещении месторождений черных и цветных металлов. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 1. Изд-во АН СССР, 1958.

Захаров Е. Е. Опыт металлогенического районирования Европы. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 2. Изд-во АН СССР, 1959.

Иванкин П. Ф., Каюпов А. К. и Щерба Г. Н. Прогнозные металлогенические карты Рудного Алтая. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958. (Мат-лы науч. сессии по металлоген. и прогнозн. картам).

Иванкин П. Ф. [и др.]. Вопросы геологии и металлогенации Рудного Алтая. Изд-во АН КазССР, 1960. (Тр. Алтайск. горн.-металлург. науч.-исслед. ин-та, т. 8).

Иванкин П. Ф., Инишин П. В. и Кузебай В. С. Рудные формации Рудного Алтая. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1961.

Инструкция по организации и производству геологических съемок масштабов 1 : 50 000 и 1 : 25 000. М., Госгеолтехиздат, 1956.

Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ в масштабе 1 : 200 000 и 1 : 100 000. М., Госгеолтехиздат, 1955.

Инструкция по составлению и подготовке к изданию геологических карт и карт полезных ископаемых масштаба 1 : 200 000. Варшава, 1958.

Ициксон М. И. Первая Всесоюзная конференция по геологии и металлогенации Тихоокеанского рудного пояса. «Геология рудных месторождений», 1961, № 1.

Камшилина Е. М. Научная сессия по проблеме изучения закономерностей размещения россыпей. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1960, № 9.

Карпова Е. Д. Металлогеническое районирование Тянь-Шаня и Памира. «Сов. геология», 1959, № 8.

Кассин Н. Г. Металлогенические циклы Казахстана. «Пробл. сов. геологии», 1935, № 2.

Кассин Н. Г. Металлогенические процессы Казахстана. «Зап. Всеросс. минерал-об-ва», ч. 67, № 2, 1938.

Константинов Р. М. Основные термины и понятия, применяемые для характеристики эндогенного оруденения и сопутствующих гидротермальных изменений вмещающих пород. В кн. «Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогенению». М., Изд-во АН СССР, 1963.

Коптев-Дворников В. С. К вопросу о некоторых закономерностях формирования интрузивных комплексов гранитоидов (на примере Центрального Казахстана). «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1952, № 4.

Коптев-Дворников В. С. [и др.] Интрузивы гранитной формации малых глубин, поведение в их породах элементов-примесей и критерии генетических связей рудообразования с ними. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Коптев-Дворников В. С. Явления дифференциации в гранитных интрузивах формации малых глубин. «Сов. геология», 1961, № 1.

Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. В сб.: «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1953.

Коржинский Д. С. Кислотность—щелочность как главнейший фактор магматических и послемагматических процессов. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Королев А. В. Основные положения работы «Структура и металлогенез Алмалыка». Ташкент, 1941. (Тр. Сред.-Аз. индустр. ин-та. Горный факультет. Вып. 13).

Котляр В. Н. Экструзивы, эфузивы и оруденение. «Изв. высш. учеб. завед. Геология и разведка», 1960, № 9.

Котульский В. К. Месторождения полиметаллических руд Алтая. В кн.: «Естеств. произв. силы России». Т. 4, № 8, 1918.

Кравченко Г. Г. О работах по составлению купномасштабных металлогенических и прогнозных карт. «Геология рудных месторождений», 1960, № 2.

Крейтер В. М. О классификации структур рудных полей и месторождений. В сб.: «Советская геология», № 6, 1941.

Крейтер В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. Ч. I. М., Госгеолтехиздат, 1960.

Крейтер В. И., Горжеевский Д. И. и Козеренко В. Н. Главнейшие типы благоприятной геологической обстановки при поисках промышленных месторождений полезных ископаемых. «Геология рудных месторождений», 1963, № 3.

Кропоткин П. Н. Современные геофизические данные о строении Земли и проблема происхождения базальтовой и гранитной магмы. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1953, № 1.

Кропоткин П. Н. К вопросу о поясовой зональности оруденения в древних складчатых областях. В сб.: «Советская геология», № 43, 1955.

Кузнецов Ю. А. Основные закономерности тектонического размещения и классификации магматических формаций. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Магакьян И. Г. Главные промышленные семейства руд. «Зап. Всесоюз. минерал. об-ва», ч. 79, № 4, 1950.

Магакьян И. Г. Основы металлогенеза материков. Изд-во АН АрмССР, 1959.

Магакьян И. Г. Металлогеническая карта мира и некоторые закономерности распределения рудных месторождений в земной коре. В сб.: «Прикладная геология. Вопросы металлогенеза». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Междунар. геол. конгр. XXI сессия. докл. Советских геологов. Проблема 2).

Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Изд-во АН СССР, 1955. (Тр. 1-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Матвеенко В. Т. Металлогеническая карта Северо-Востока СССР масштаба 1:2 500 000 (предварительные итоги ее составления). В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата. Изд-во АН КазССР. 1959.

Материалы к Всесоюзному совещанию по разработке научных основ поисков слепых рудных тел (тезисы докладов и сообщений). М., Госгеолтехиздат, 1958.

Материалы к 1-й Всесоюзной конференции по геологии и металлогенезу Тихоокеанского рудного пояса. Вып. 1 и 2. Владивосток, Приморское книжное издательство, 1960.

Материалы научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам (доклады). Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958.

Международный геологический конгресс. XXI сессия. Доклады советских геологов. Проблема 2: «Геологические результаты прикладной геохимии и геофизики». Раздел 1, Геохимия. М., Госгеолтехиздат, 1960. Проблема 13: «Петрографические провинции, изверженные и метаморфические горные породы». Изд-во АН СССР, 1960. Проблема 14: «Гранито-гнейсы». Изд-во АН УССР, 1960. Проблема 16: «Генетические проблемы руд». М., Госгеолтехиздат, 1960. Проблема 18: «Структура земной коры и деформации горных пород». Изд-во АН СССР, 1960. Проблема 20: «Прикладная геология. Вопросы металлогенеза». М., Госгеолтехиздат, 1960.

Металлогенические и прогнозные карты. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959. (Тр. Объед. науч. сессии по металлоген. и прогнозн. картам).

Металлогенез докембрийских щитов и древних подвижных зон (Докл. 2-й Всесоюз. объед. сессии по закономер. размещ. полезн. ископ. и прогнозн. картам, ч. I). Киев, Изд-во АН УССР, 1960.

Методическое руководство по геологической съемке и поискам. (Составлено группой геологов ВСЕГЕИ под общим руководством С. А. Музылева). М., Госгеолтехиздат, 1954.

Минералы. Справочник. Т. I. Изд-во АН СССР, 1960.

Наукин Д. В. Учение о фациях. Тт. 1 и 2. Изд-во АН СССР, 1955, 1956. Наследов Б. Н. Контуры металлогенеза и металлорудных возможностей Средней Азии. Ташкент, 1932. (Средазгеолразведка).

Некоторые В. П. Тектоника и металлогенез Юго-Западного Алтая. «Изв. ВГРО», т. 51, вып. 15, 1932.

Николаев В. А. О закономерностях развития структурно-фациальных зон в подвижных поясах земной коры В сб.: «Советская геология», № 1, 1944.

Николаев В. А. О некоторых чертах строения и развития подвижных поясов земной коры. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1953, № 2.

Обзор геологических понятий и терминов в применении к металлогенезу. Под ред. Е. Т. Шаталова. Изд-во АН СССР, 1963.

Обручев В. А. Металлогенические эпохи и области Сибири. 1926. (Тр. Ин-та прикл. минерал. и металлургии, вып. 21).

Общие принципы регионального металлогенического анализа и методика составления металлогенических карт для складчатых областей. Под ред. П. М. Татаринова, В. Г. Грушевого и Г. С. Лабазина. М., Госгеолтехиздат, 1957. (Мат-лы ВСЕГЕИ. нов. серия, вып. 22).

Орлова А. В. и Шаталов Е. Т. Методические основы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 2. Изд-во АН СССР, 1959.

Орлова А. В. и Шаталов Е. Т. Основные принципы составления и условные обозначения металлогенических и прогнозных карт рудных районов. Изд-во АН СССР, 1963.

Основные вопросы и методы изучения структур рудных полей и месторождений. (Методический сборник. Составлен под руководством Ф. И. Вольфсона и Л. И. Лукшина). М., Госгеолтехиздат, 1960.

Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. (Сборник статей). Изд-во АН СССР, 1953.

Павлов Д. И. О координации исследований по эндогенной металлогенезу. «Геология рудных месторождений», 1960, № 2.

Пейве А. В. и Синицын В. М. Некоторые основные вопросы учения о геосинклиналях. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1950, № 4.

Пейве А. В. Связь осадконакопления, складчатости, магматизма и минеральных месторождений с глубинными разломами. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1956, № 3.

Пейве А. В. Разломы и их роль в строении и развитии земной коры. В сб.: «Структуры земной коры и деформации горных пород». Изд-во АН СССР, 1960. (Междунар. геол. конгр. XXI сессия. Докл. советских геологов. Проблема 18).

Постнов П. М. Итоги совещания по вопросам теории рудообразования и региональной металлогенеза. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1952, № 6.

Принципы составления минерагенических карт территории Якутской АССР. Под ред. И. С. Рожкова. Якутск. Книжное изд-во, 1962.

Проблемы генезиса рудных месторождений и некоторые смежные вопросы на XXI сессии Международного геологического конгресса «Геология рудных месторождений», 1960, № 6.

Пушаровский Ю. М. Деятельность комиссии по проблеме «Закономерности размещения главнейших полезных ископаемых в земной коре как основа для их прогноза на территории СССР» (за 1956 г.). В сб.: «Советская геология», № 59, 1957.

Пушаровский Ю. М. Деятельность Межведомственной комиссии по проблеме «Закономерности размещения полезных ископаемых» в 1957 г. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1958, № 7.

Пушаровский Ю. М. Первая всесоюзная конференция по геологии и металлогенезу Тихоокеанского пояса. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1961, № 3.

Радкевич Е. А. Совещание о типах металлогенических карт. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1957, № 5.

Радкевич Е. А. Металлогенез рудных районов, как новое направление металлогенических исследований. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 1. Изд-во АН СССР, 1958.

Радкевич Е. А. и Томсон И. Н. О крупномасштабном и металлогеническом картировании Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958. (Мат-лы науч. сессии по металлоген. и прогноз. картам).

Радкевич Е. А. К вопросу о типах металлогенических провинций и рудных районов. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 2. Изд-во АН СССР, 1959.

Радкевич Е. А. О Всесоюзной металлогенической конференции в г. Алма-Ата. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1959, № 5.

Радкевич Е. А. О различных металлогенических картах и типах рудоносных территорий. В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.

Решение 2-й Всесоюзной объединенной сессии по закономерностям размещения полезных ископаемых и прогнозным картам. Киев, Изд-во АН УССР, 1960.

Решение Объединенной научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам. В кн.: «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.

Рожков И. С. (и др.). К методике составления специализированной тектонической карты территории Якутской АССР в масштабе 1 : 1 000 000. В кн.: «Совещание по геологическому строению и минеральным ресурсам Сибирской платформы» (тезисы докладов). Вып. 4. Иркутск, 1960.

Романов Б. М. К проблеме металлогенической характеристики магматического Урала «Поверхность и недра», т. 5, № 5—6, 1927.

Руб М. Г. О петрохимических критериях связи оруденения с интрузиями. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1956, № 4.

Русанов Б. С. Сессия по изучению закономерностей размещения россыпей. «Геология рудных месторождений», 1960, № 2.

Сатпаев К. И. О методологии, фактической базе и основных выводах металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана. «Изв АН КазССР. Серия геол.», 1955, № 20.

Сатпаев К. И. Комплексные металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958. (Мат-лы науч. сессии по металлоген. и прогноз. картам).

Сатпаев К. И. Комплексные металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана. В сб.: «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.

Семенов А. И. Принципы и методика составления металлогенической карты Восточного Казахстана. В сб.: «Советская геология», № 58, 1957.

Семенов А. И. и Лабазин Г. С. Основные проблемы исследований в области региональной металлогенеза. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 2. Изд-во АН СССР, 1959.

Семенов А. И. (и др.). О металлогенической карте СССР масштаба 1 : 5 000 000. «Сов. геология». 1960, № 8.

Семенов А. И. О типах металлогенических провинций в складчатых областях СССР. «Геология рудных месторождений», 1963, № 4.

- Смирнов В. И. Рудные пояса. В сб.: «Вопросы теоретической и прикладной геологии». № 1. М., 1947 (МГРИ).
- Смирнов В. И. Геологические основы поисков и разведок рудных месторождений. Изд-во МГУ, 1957.
- Смирнов В. И. Принципы и методы составления прогнозных и металлогенических карт «Вестн. АН СССР», 1959, № 3. (Мат-лы Алма-Атинского металлоген. совещ.).
- Смирнов В. И. Некоторые проблемы металлогенеза геосинклиналей. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1961, № 10.
- Смирнов В. И. Металлогенез геосинклиналей. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 5. Изд-во АН СССР, 1962.
- Смирнов С. С. К металлогенезу Восточного Забайкалья. 1932. (Тр. Вост.-Сиб. науч.-исслед. съезда, вып. (1).
- Смирнов С. С. Схема металлогенеза Восточного Забайкалья. «Пробл. сов. геологии», 1936, № 10.
- Смирнов С. С. Цветные металлы Колымы. «Колыма», 1936₂, № 4.
- Смирнов С. С. Некоторые замечания о сульфидно-касситеритовых месторождениях. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1937₁, № 5.
- Смирнов С. С. К вопросу о зональности рудных месторождений. Изв. АН СССР. Серия геол.», 1937₂, № 6.
- Смирнов С. С. и Цареградский В. А. Северо-Восток Азии, его металлогенез и оловоносность. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1937, № 5.
- Смирнов С. С. К оценке оловорудных районов. В сб.: «Советская геология», № 3, 1941.
- Смирнов С. С. Очерк металлогенеза Восточного Забайкалья. Госгеолиздат, 1944.
- Смирнов С. С. Об олово-вольфрамовом оруденении Востока СССР. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1945, № 6.
- Смирнов С. С. О Тихоокеанском рудном поясе. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1946₁, № 2.
- Смирнов С. С. Заметки по некоторым вопросам учения о рудных месторождениях. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1946₂, № 3.
- Смирнов С. С. Некоторые общие вопросы изучения рудных месторождений. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1946₃, № 5.
- Смирнов С. С. Рецензия на статью П. Ниггли «Систематика магматогенных рудных месторождений». «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1947, № 1.
- Смолин П. П. Закономерности размещения магнезиально-силикатных полезных ископаемых. «Геология рудных месторождений», 1961, № 2.
- Старицкий Ю. Г. Некоторые особенности магматизма и металлогенеза платформенных областей. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 1, Изд-во АН СССР, 1958.
- Старицкий Ю. Г. [и др.]. О принципах составления металлогенических карт для платформ. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1958. (Мат-лы науч. сессии по металлоген. и прогноз. картам).
- Стратиграфическое и геохронологическое подразделения (их принципы, содержащие, терминология и правила применения). Под ред. Л. С. Либровича. М., Госгеолиздат, 1954.
- Страхов Н. М. Основы теории лингенеза. Изд-во АН СССР. Тт. 1, 2, 1960; т. 3, 1962.
- Татаринов П. М. и Магакьян И. Г. Опыт классификации постмагматических месторождений. «Зап. Минерал. об-ва», ч. 78, № 3, 1949.
- Татаринов П. М. Условия образования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. М., Госгеолиздат, 1955.
- Твалчрелидзе Г. А. Совещание по металлогенезу Кавказа. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1958₁, № 3.
- Твалчрелидзе Г. А. Основные черты эндогенной металлогенеза Грузии. М., Госгеолиздат, 1958₂.
- Твалчрелидзе Г. А. О методике составления металлогенической карты Кавказа. «Геол. сб., КИМС», № 1. М., Госгеолиздат, 1959.
- Твалчрелидзе Г. А. Эндогенная металлогенез Грузии. М., Госгеолиздат, 1961.
- Тезисы докладов на З-м Всесоюзном совещании по закономерностям формирования и размещения эндогенных месторождений альпийской геосинклинальной зоны территории СССР. Баку, Изд-во АН Азерб. ССР, 1962.
- Тезисы докладов совещания по проблемам тектоники (1—6 февраля 1963 г.). Изд-во АН СССР, 1962.

Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1 : 5 000 000. Объяснительная записка. М., Госгеолтехиздат, 1957.

Тихомиров В. В. и Хайн В. Е. Краткий очерк геологии. М., Госгеолтехиздат, 1956.

Тюнор Ф. С. Металлогенические провинции и эпохи. В сб.: «Проблемы рудных месторождений». М., Изд-во иностр. лит., 1958.

Усов М. А. Главнейшие геохимические эпохи Западно-Сибирского края. М., 1940. (Междунар. геол. Тр. XVII сессии, конгр., т. 5).

Фаворская М. А. К вопросу о взаимоотношении эндогенного оруденения с эффузивными формациями. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых» (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.). М., Госгеолтехиздат, 1960.

Фаворская М. А. [и др.]. Новые данные о связи магматизма с оруденением в пределах Тихоокеанского рудного пояса. Владивосток, 1960. (Мат-лы к I-й Всесоюз. конф. по геол. и металлогеническому районированию Тихоокеанского рудного пояса, вып. 2).

Ферсман А. Е. Монголо-Охотский металлический пояс. «Поверхность и недра», т. 4, № 3 (19), 1926.

Ферсман А. Е. Перспективы распространения полезных ископаемых на территории Союза. Л., Изд-во АН СССР, 1932.

Хабаков А. В. Очерки по истории геологоразведочных знаний в России (материалы для истории геологии). Ч. I. Изд. МОИП, 1950.

Хайн В. Е. Геотектонические основы поисков нефти. Баку, Азнефтеиздат, 1954.

Хайн В. Е. Основные типы тектонических структур, особенности и причины их развития. В сб.: «Структура земной коры и деформации горных пород». Изд-во АН СССР, 1960. (Междунар. геол. конгр. XXI сессия. Докл. советских геологов. Проблема 18).

Хайн В. Е. и Шейнманн Ю. М. Сто лет учения о геосинклиналях. «Сов. геология», 1960, № 11.

Хайн В. Е. О тектонической основе металлогенического районирования складчатых зон. «Геология рудных месторождений», 1962, № 4.

Херасков П. П. Роль тектоники в изучении закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре. В кн.: «Закономерности размещения полезных ископаемых». Сб. 1. Изд-во АН СССР, 1958.

Химия земной коры. Изд-во АН СССР, 1963. (Тр. геохим. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. В. И. Вернадского, т. I).

Шадлун Т. Н. Всесоюзное совещание по разработке научных основ поисков скрытого оруденения. «Геология рудных месторождений», 1959, № 1.

Шаталов Е. Т. О металлогении рудных районов. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1958, № 9.

Шаталов Е. Т. Объединенная научная сессия по металлогеническим и прогнозным картам. «Геология рудных месторождений», 1959, № 2.

Шаталов Е. Т. О металлогеническом районировании. «Геология рудных месторождений», 1959, № 3.

Шаталов Е. Т. Первая металлогеническая карта СССР. «Геология рудных месторождений», 1960, № 2.

Шаталов Е. Т. Вторая объединенная сессия по закономерностям размещения полезных ископаемых и картам прогноза. «Геология рудных месторождений», 1960, № 5.

Шаталов Е. Т. Некоторые предложения о принципах классификации рудоносных площадей. «Узб. геол. ж.», 1961, № 6.

Шаталов Е. Т. [и др.]. Некоторые понятия и термины, применяемые при металлогенических исследованиях. Изд. ИГЕМ АН СССР на ротаторе. М., 1960.

Шатский Н. С. Гипотеза Вегенера и геосинклинали. «Изв. АН СССР, серия геол.», 1946, № 4.

Шатский Н. С. [и др.]. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1 : 5 000 000 (с объяснительной запиской). М., Госгеолтехиздат, 1956—1957.

Шатский Н. С. Парагенезы осадочных и вулканогенных пород и формаций. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1960, № 5.

Шейнманн Ю. М. I. Некоторые черты эволюции магматизма складчатых поясов. О связи щелочных магматических формаций с крупнейшими структурами материков. В сб.: «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых». М., Госгеолтехиздат, 1960. (Тр. 2-го Всесоюз. петрогр. совещ.).

Шипулин Ф. К. О малых интрузиях Юго-Восточного Приморья. Изд-во АН СССР, 1956. (Тр. ИГЕМ, вып. 3).

Шихин Ю. С. Выступление на Объединенной научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам. В сб. «Металлогенические и прогнозные карты». Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1959.

Шеглов А. Д. О статье Е. Е. Захарова «К вопросу о классификации месторождений полезных ископаемых». «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1954, № 4.

Шеглов А. Д. О сравнительном изучении рудных месторождений при металлогенических исследованиях. «Геология рудных месторождений», 1960, № 4.

Шерба Г. Н. Формирование редкометальных месторождений Центрального Казахстана. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1960.

Шербаков Д. И. Особенности металлогенеза Средней Азии. В сб.: «Таджико-Памирская экспедиция 1934 г.» М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935.

Шербаков Д. И. Принципы и методы составления металлогенической карты. В сб.: «Советская геология», № 5, 1945.

Шербаков Д. И. О картах прогноза для магматогенных рудных месторождений. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1952, № 4.

Яковлев Г. Ф. Научная сессия Комиссии по изучению закономерностей размещения эндогенных месторождений. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1959₁, № 9.

Яковлев Г. Ф. О металлогеническом совещании в г. Новосибирске. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1959₂, № 12.

Яковлев Г. Ф. О металлогенической карте СССР. «Изв. АН СССР. Серия геол.», 1960, № 5.

Laffitte P., Pergmingeat F. La carte des sites minéraux de France 1/320 000. Report of the twenty-first session Norden. Part XX. Copenhagen, 1960.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие. Е. Т. Шаталов	3
Предмет и задачи металлогенеза, ее положение среди других ветвей геологических наук Е. Т. Шаталов	8
Краткий обзор металлогенических исследований в СССР Е. Т. Шаталов	11
1. Первые работы по металлогенезу	11
2. О создании теоретических основ региональной металлогенеза	13
3. Широкое развитие металлогенических исследований. Постановка проблемы «Закономерности размещения полезных ископаемых в земной коре как основа для их прогноза на территории СССР»	14
4. Обзор основных направлений и вопросов металлогенических исследований по работам всесоюзных совещаний	17
5. О некоторых работах в других областях геологических наук, важных для металлогенеза	26
Заключение	29
Основные задачи металлогенеза рудных районов, краткая характеристика методов их исследований. Е. Т. Шаталов	32
1. Определение понятий о рудоносных площадях	32
2. Основные задачи металлогенических исследований рудных районов	39
3. О значении рудоконтролирующих факторов и критерии	49
4. Металлогенические и прогнозные карты, их масштабы и назначение	57
Метод металлогенического анализа рудоконтролирующих факторов. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова, К. В. Яблоков	62
1. Определение типа рудного района. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	63
2. Выявление главнейших рудоконтролирующих факторов. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	65
3. Сопоставление рудоконтролирующих факторов. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	72
4. Составление металлогенической карты рудного района. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	79
5. Составление схемы возрастного положения оруденения. К. В. Яблоков	85
6. Металлогеническое районирование и его особенности при составлении карт средних и крупных масштабов. К. В. Яблоков	89
7. Методика составления прогнозной карты. К. В. Яблоков	93
Содержание обзорной металлогенической карты масштаба 1 : 500 000—1 : 1 000 000 (до 1 : 200 000). Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	100
I. Геологическое строение	101
1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы	101
2. Структурно-тектонические данные	104
3. Интрузивные породы	105
4. Метаморфические и метаморфизованные породы	106
II. Рудные месторождения, рудопроявления и некоторые поисковые критерии	107
1. Минералогические данные и другие поисковые критерии	107
2. Рудные месторождения, рудопроявления и металлогеническое районирование	108
Содержание металлогенической и прогнозной карт масштаба 1 : 50 000—1 : 25 000 (1 : 200 000—1 : 100 000). Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова, К. В. Яблоков	110
A. Металлогеническая карта. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	110
I. Геологическое строение	111
1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы	111
2. Интрузивные породы	114

3. Метаморфические и метасоматические породы	119
4. Структурные факторы	121
II. Рудные месторождения, рудопроявления и поисковые критерии	122
1. Минералогические критерии	122
2. Экзогенные изменения пород	123
3. Геофизические данные	123
4. Рудные месторождения и рудопроявления	124
5. Металлогеническое районирование	130
Б. Прогнозная карта. К. В. Яблоков	131
1. Металлогеническое районирование	131
2. Площади, выделяемые внутри рудных и потенциально рудных зон и узлов	131
3. Площади вне рудных и потенциально рудных зон и узлов	132
4. Рудные месторождения и рудопроявления	132
Индексация возраста и состава интрузивных пород. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	133
Состав осадочных пород. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	133
Состав вулканогенных пород. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	133
Буквенные обозначения минералов. Е. Т. Шаталов, А. В. Орлова	133
Геофизические карты. А. И. Диюков	134
А. Карта фактического материала геофизических исследований	135
Б. Карта металлогенического геофизического районирования	136
I. Составление карты металлогенического геофизического районирования по данным исследований одним геофизическим методом	136
1. Результативная геофизическая карта, представленная картой графиков аномального поля	136
2. Результативная геофизическая карта, представленная картой в изоляциях аномального поля	138
II. Составление карты металлогенического геофизического районирования по данным комплексных геофизических исследований	138
В. Карта геофизических признаков рудной минерализации	139
Г. Изображение геофизических данных на собственно металлогенических и прогнозных картах	140
Д. Условные знаки к карте металлогенического геофизического районирования и к карте геофизических признаков рудной минерализации	140
I. Общие геофизические данные	141
1. Магниторазведка	141
2. Гравиразведка	142
3. Электроразведка	142
4. Сейсморазведка	143
5. Радиометрия	143
II. Данные по общему геологическому строению	143
III. Данные, характеризующие особенности геологического строения, рудную минерализацию и металлогеническое районирование территории, выявленные по результатам геофизических исследований	143
1. Особенности геологического строения	144
2. Рудная минерализация	144
3. Металлогеническое районирование	145
IV. Примеры изображения геофизических данных, имеющих металлогеническое значение	145
Описание макетов прогнозно-металлогенических карт рудных районов	146
А. Обзорная карта масштаба 1 : 500 000. А. В. Орлова	146
Б. Металлогеническая и прогнозная карта масштаба 1 : 200 000. К. В. Яблоков .	155
В. Металлогеническая и прогнозная карты масштаба 1 : 50 000. А. В. Орлова .	167
1. Металлогеническая карта	167
2. Карта прогноза	170
Свинец и барит	171
Золото	172
Медь	173
Г. Прогнозные построения на картах крупного масштаба на примере Кавказовского рудного района. И. Н. Томсон	173
1. Геологическое строение района и методика работ	174
2. Распределение мощностей базальных слоев триаса	176

3. Особенности размещения вулканогенных фаций триаса	176
4. Условия локализации флексураобразных перегибов складчатой толщи	177
5. Характер поперечных перегибов осей складок	177
6. Особенности размещения даек и малых интрузивов	178
7. Особенности размещения мелкой трещиноватости	179
8. Прогнозная оценка путем совмещения «благоприятных контуров»	179
Заключение	182
Литература	184

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Условные обозначения к металлогеническим картам масштабов 1 : 1 000 000—1 : 500 000 (до 1 : 200 000)	1
I. Геологическое строение	1
1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы	1
2. Структурно-тектонические данные	7
3. Интрузивные породы	8
II. Рудные месторождения, рудопроявления и некоторые поисковые критерии	9
1. Минералогические данные и другие поисковые критерии	9
2. Рудные месторождения, рудопроявления и металлогеническое районирование	9
Приложение 2. Условные обозначения к металлогеническим картам масштабов 1 : 50 000—1 : 25 000 (1 : 200 000—1 : 100 000)	10
I. Геологическое строение	10
1. Осадочные и вулканогенные (стратифицирующиеся) породы	10
2. Интрузивные породы	12
3. Метаморфические и метасоматические породы	15
4. Структурные факторы	17
II. Рудные месторождения, рудопроявления и поисковые критерии	18
1. Минералогические критерии	18
2. Эзогенные изменения пород	19
3. Геофизические данные	20
4. Рудные месторождения и рудопроявления	20
5. Металлогеническое районирование	23
Приложение 3. Условные обозначения к картам прогноза	24
1. Металлогеническое районирование	24
2. Площади, выделяемые внутри рудных и потенциально рудных зон и узлов	24
3. Площади вне рудных и потенциально рудных зон и узлов	24
4. Рудные месторождения и рудопроявления	24
Приложение 4. Индексация возраста и состава интрузивных пород	25
Приложение 5. Состав осадочных пород	25
Приложение 6. Состав вулканогенных пород	27
Приложение 7. Буквенные обозначения минералов	28
Приложение 8. Условные обозначения к карте фактического материала геофизических данных	29
Приложение 9. Условные обозначения к карте металлогенического геофизического районирования и к карте геофизических признаков рудной минерализации	30
I. Общие геофизические данные	30
II. Данные по общему геологическому строению	31
III. Данные, характеризующие особенности геологического строения, рудную минерализацию и металлогеническое районирование, выявленные по результатам геофизических исследований	31
1. Особенности геологического строения	31
2. Рудная минерализация	31
3. Металлогеническое районирование	32
IV. Примеры изображения геофизических данных, имеющих металлогеническое значение	32

Опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
44	1 снизу	(см. стр. 125—135).	(см. стр. 57—61).
123	1 снизу	(1947, 1956) и др.	(1947, 1957) и др.
66	табл. 4 шапка	Металлогенические пояса и металлогенические провинции ¹	Металлогенические пояса и металлогенические провинции
66	табл. 4 шапка (графа 4)	Типы (и подтипы) минерали- зации по Ю. А. Билибину ²	Типы (и подтипы) минерализа- ции по Ю. А. Билибину ¹

Коллектив авторов

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ,
СОДЕРЖАНИЕ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ
РУДНЫХ РАЙОНОВ

Редакторы издательства *М. Л. Энтин и З. Д. Соломатина*

Технические редакторы *Т. М. Шмакова и В. В. Быкова*

Корректор *И. М. Аveyde*

Сдано в набор 6/XII 1963 г. Подп. к печ. 22/X 1964 г.
Формат бумаги 70×108¹/₁₆ Бум. л. 15,13 с прилож.

Печ. л. 12,25+9 печ. л. прилож.

Условн. печ. л. 17,15+12,6 прилож.

Уч.-изд. л. 27,59 с прилож.

T-15426. Тираж 2000 экз. Зак. 1200/2219-4

Объявлено в темплане б. Госгеолтехиздата
на 1964 г. № 187

Издательство «Недра». Москва, Центр, ул. Кирова, 24.
Типография фабрики № 9 ГУГК

L.D.L. 47

1206