93

Вх. № 1386
29/VII-53 г.

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

СБОРНИК
II

ВОПРОСЫ
РЕГИОНАЛЬНОЙ
МЕТАЛЛОГЕНИИ

ГОСГЕОЛИЗДАТ – 1953

СЕКРЕТНО
Экз. № 261

СОВЕТСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

СБОРНИК

II

ВОПРОСЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва
1953

Редколлегия

Е. Т. Шаталов (главный редактор)
М. Е. Альтовский, А. А. Амирасланов, А. А. Бакиров, В. В. Белоусов, А. Г. Бетехтин, Г. В. Богомолов, М. Б. Бородаевская, В. Д. Голубятников, Г. П. Горшков, А. Д. Ершов (зам. главного редактора), *Д. М. Карпушин, И. А. Кузнецов, М. П. Ложечкин, Г. А. Мирлин, П. М. Постнов, Л. П. Серебряков* (ученый секретарь редколлегии), *М. Л. Скобников, Г. А. Соколов, Е. В. Шанцер.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем сборнике помещены доклады коллектива научных сотрудников отдела металлогении ВСЕГЕИ, сделанные на совещании по вопросам рудообразования и региональной металлогении, происходившем в Ленинграде 21—26 апреля 1952 г., а также обсуждения докладов. Они были посвящены вопросам общей закономерности распределения эндогенных месторождений в подвижных зонах земной коры и металлогении отдельных регионов Кавказа, Урала, Восточного Казахстана, Тянь-Шаня, Тувинской автономной области, Забайкалья и Дальнего Востока.

На совещании участвовало 450 представителей — от основных геологических организаций СССР, научно-исследовательских институтов и геологических факультетов московских и ленинградских вузов. Впервые на этом совещании подверглись широкому обсуждению некоторые общие вопросы учения о металлогении и вопросы металлогении основных рудоносных регионов Советского Союза.

Закономерности распределения и образования рудных месторождений в различных частях необъятной территории нашей Родины давно привлекали внимание русских исследователей. Впервые эти вопросы затрагивались в трудах М. В. Ломоносова, а также П. Н. Аносова (для Урала, 1826 г.), позднее они более или менее подробно освещались в работах В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, В. А. Обручева, А. Н. Заварицкого и многих других исследователей. Наиболее углубленной разработкой вопросов металлогении в советское время мы обязаны С. С. Смирнову и его прямому преемнику по этой проблеме Ю. А. Билибину, которых и следует считать основоположниками данной отрасли учения о рудных месторождениях в Советском Союзе.

В связи с необходимостью в наиболее короткие сроки выяснить перспективы рудоносности различных частей территории СССР и обосновать направление ведущихся и намечаемых в громадном объеме поисковых и разведочных работ на рудное сырье изучением металлогении главных рудоносных регионов Советского Союза были заняты коллектив сотрудников ВСЕГЕИ, многие научные работники ИГН Академии наук СССР и большая армия геологов районных геологических управлений.

Работами коллектива геологов ВСЕГЕИ, возглавлявшегося до 1951 г. Ю. А. Билибиным, были охвачены главные складчатые геосинклинальные области Советского Союза (за исключением северо-востока Азии). Изучались закономерности распределения во времени и пространстве в основном эндогенного оруденения в связи со всей совокупностью геологических процессов, обусловливающих его возникновение и локализацию.

Результаты этих металлогенических работ по отдельным регионам и были в сжатом виде изложены в докладах, публикуемых в настоящем сборнике, а также иллюстрированы на совещании схематическими металлогеническими картами.

Надо надеяться, что дискуссия, возникшая по этим докладам на совещании, будет продолжена в печати и на следующих совещаниях по этим вопросам и принесет пользу в деле дальнейшего развития и углубления металлогенических исследований, необходимых для познания рудных богатств нашей Великой Родины и их широкого использования социалистической промышленностью.

В. И. СЕРПУХОВ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПОДВИЖНЫХ ЗОНАХ ЗЕМНОЙ КОРЫ И НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭНДОГЕННОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ

Настоящий доклад представляет собой первые итоги изучения металлогении ряда крупных регионов СССР коллективом геологов отдела металлогении ВСЕГЕИ (Т. А. Билибина, Д. В. Вознесенский, В. Г. Грушевой, К. И. Дворцова, В. С. Домарев, М. И.Ициксон, Е. Д. Карпова, Н. К. Морозенко, Г. Л. Падалка, Л. И. Салоп, А. И. Семенов, В. М. Сергиевский). Эта большая исследовальская работа, которой руководил Ю. А. Билибин, велась в тесном контакте с работниками геологических управлений и экспедиций.

В настоящее время в связи с бурным ростом промышленности и исключительно высокими темпами разработки богатейших недр нашей страны проблема повышения эффективности поисковых работ стоит чрезвычайно остро. Немудрено поэтому, что существует много металлогенических представлений и идей, направленных к выявлению закономерностей распределения минеральных месторождений. Не только в нашей, но и в зарубежной литературе можно найти более или менее обоснованные гипотезы о связи месторождений с магматической деятельностью, осадконакоплением, выветриванием и метаморфизмом. Говорят о структурном контроле локализации месторождений, о магматическом контроле, о контроле вмещающих пород, о значениии зональности как поискового признака, о металлогенических эпохах и провинциях и т. д. Однако зарубежные геологи не смогли установить закономерностей распределения рудных месторождений главным образом потому, что они рассматривали их в отрыве от геологического развития земной коры. Сложнейший процесс развития эндогенной минерализации анализировался не в его историческом развитии, а с точки зрения отдельных факторов. Таковы, например, взгляды Ван Хайза, Добрэ и др. о том, что основную роль в образовании месторождений играют не магматические, а атмосферные воды, проникающие в недра земли, выщелачивающие там из горных пород металлы и переотлагающие их в трещинах и других полостях.

Таков идеализированный батолит Эммонса и не менее идеализированная связь оруденения с интрузиями Баддингтона. Таковы «рудные магмы» Спёрра, мнения современных сторонников гранитизации и многие другие.

Иными путями пошла советская металлогеническая наука. Ее основоположник С. С. Смирнов убедительно показал несостоятельность металлогенических схем американских ученых, их непригодность для решения важнейшей задачи обеспечения бурно растущей промышленности СССР рудным сырьем. С. С. Смирнов наметил пути развития советской металлогенической науки, поставил перед нами ряд крупнейших проблем. Его выдающееся металлогеническое обобщение «Тихоокеанский пояс» послужило для нашего коллектива исходной точкой, определив дальнейшее направление работ.

Развивая идею Смирнова о внутренней и внешней зонах Тихоокеанского пояса и сравнивая этот пояс со Средиземноморским, Ю. А. Билибин выявил особенности геологического строения и металлогении ряда других поясов — Уральского, Скандинавского и Саянского, а также метал-

логении платформенных областей и пришел к выводу о существовании четырех типов эндогенной минерализации: западноевропейского, дальневосточного, уральского и платформенного. Под «типом минерализации» он понимал определенный тип «тектоно-магматического и металлогенического развития, дающего различные по характеру и возрасту, но закономерно сменяющие друг друга во времени магматические и минеральные комплексы, совокупность которых и определяет тип минерализации».

Развивая металлогенические идеи С. С. Смирнова и Ю. А. Билибина, наш коллектив положил в основу своей работы следующий принцип: «в сложном, длительном и исключительно многообразном процессе развития эндогенной минерализации в земной коре и, в частности, в ее подвижных зонах ни один геологический фактор нельзя рассматривать отдельно, как определяющий все главнейшие особенности возникновения рудных месторождений. Только подходя к изучению развития процессов эндогенной минерализации, как к одной из сторон геологического развития земной коры и ее подвижных зон, с учетом той сложной геологической обстановки, в которой процессы минерализации протекают, при той обстановке, непрерывно, хотя и неравномерно меняющейся в ходе геологического развития, можно притти к правильному решению проблемы эндогенной минерализации» (Ю. А. Билибин, 1948).

Тщательно изучая геологическое строение и металлогению Дальнего Востока, Восточной и Западной Сибири, Тувы, Казахстана, Средней Азии, Урала, Кавказа, Карелии и Кольского полуострова, коллектив в дальнейшем пошел по пути еще более дробного анализа отдельных подвижных зон с целью выяснения общих закономерностей распределения на их территории минеральных месторождений. В процессе этой работы были выделены для перечисленных выше регионов рудные и минеральные комплексы, объединяющие известные эндогенные месторождения и рудопроявления в естественные природные ассоциации, характеризующиеся общностью родоначального магматического очага, рудоконтролирующей структуры, времени образования и т. д.

Аналогичным образом были сгруппированы в магматические комплексы и интрузивные породы.

В специальных порайонных таблицах выделенные рудные и магматические комплексы были расположены в порядке их возникновения в процессе геологического развития изучаемых подвижных зон.

Сравнение порайонных таблиц показало, что в различных регионах присутствуют вполне сопоставимые минеральные и интрузивные комплексы, причем независимо от возраста они сменяют друг друга в какой-то определенной последовательности, позволившей свести их в одной общей таблице, которая отражает наиболее обычную смену этих комплексов во времени.

При этом выяснилось, что сходные минеральные и интрузивные комплексы приурочены во всех рассмотренных регионах к сходным же этапам геологического развития соответствующих подвижных зон, хотя геологический возраст и пространственное положение их различны.

Так появилась общая схема развития структур, магматизма и металлогении подвижных зон (земной коры) с выделением ранних, средних и поздних этапов этого развития.

1. К ранним этапам относится период наиболее резко выраженного геосинклинального режима с его повышенной тектонической подвижностью, интенсивно проявленным геосинклинальным вулканизмом, частыми изменениями режима седиментации.

В связи с этим среди нормальных осадочных образований чаще встречаются песчаники и конгломераты. Глинистые сланцы имеют подчиненное значение. Карбонатные породы представлены широко, особенно в конце этапов.

В стратиграфическом разрезе ранних этапов обычно резко преобладают лавы и туфы и связанные с ними яшмовые и кремнистые образования.

Эффузивные породы характеризуются преобладанием различных диабазов и порфиритов, претерпевших зеленокаменное изменение (спилиты). Они связываются непрерывными переходами с более кислыми породами той же серии — альбитофирами и кварцевыми альбитофирами.

Породы дацитового и липаритового состава встречаются редко и имеют явно подчиненное значение. Более характерно наличие пород повышенной щелочности (трахитов, трахилипаритов и др.), а иногда и типичных щелочных (ортофировый комплекс восточного склона Урала, Памбакский комплекс Малого Кавказа).

Интрузивные породы представлены ультраосновными породами (серпентиниты, пироксениты, перидотиты, дуниты и др.) габбро, габбро-диабазами, габбро-диоритами, норитами, анортозитами, диоритами, тоналитами, плагиогранитами, сиенитами, граносиенитами, щелочными гранитами и щелочными сиенитами, т. е. породами, аналогичными по составу (за исключением гипербазитов) эффузивным.

В рудных месторождениях ранних этапов представлены главным образом металлы, характерные для ультраосновных, основных и средних магм, а также их кислых натровых и щелочных калиевых дифференциатов: медь, железо (магнетит, пирит), никель, платина, хром, титан, золото, молибден, мышьяк, кобальт, а в некоторых регионах — свинец и цинк (колчеданные залежи).

2. Средние этапы отличаются значительно меньшей подвижностью, более выдержанным режимом седиментации и совершенно иными проявлениями вулканизма.

Среди нормальных осадков характерны глинистые сланцы с подчиненными им другими терригенными породами. Лавовые и туфовые образования заметно проявляются лишь в конце этапов и представлены в основном наземными вулканогенными толщами. Типична последовательная смена морских осадков лагунными, наземно-пресноводными и чисто континентальными.

Интрузивные породы последовательно меняются по составу от кварцевых диоритов через нормальные гранодиориты до кислых и ультракислых калиевых гранитов. Отклонения в сторону плагиогранитов, сиенитов и щелочных гранитов не характерны. По форме интрузии преобладают батолиты, но малые интрузии (дайки и штоки) часто образуют самостоятельные комплексы, предшествующие, перемежающиеся и следующие за батолитами, как это прекрасно показал в ряде своих работ Ю. А. Билибин. Характерной металлогенической ассоциацией средних этапов является золото — молибден — (висмут) — вольфрам — олово.

3. Поздние этапы характеризуются развитием возникшего из геосинклинали складчатого пояса. Пликативные дислокации сменяются дизъюнктивными, осадки (там, где они сохранились) представлены лагунно-континентальными и континентальными отложениями. Вулканизм иногда чрезвычайно интенсивный, причем в первой половине типичны андезито-дацито-липаритовые комплексы, которые позднее сменяются андезито-базальтовыми, базальтовыми и трахибазальтовыми, иногда включающими более кислые дифференциаты типа трахитов, трахилипаритов, комендитов и др. Интрузивные проявления представлены малыми трещинными интрузиями, часто вовсе не связанными с батолитами, по составу существенно не отличающимися от эффузивов (граниты — гранодиориты — кварцевые диориты, щелочные граниты — граносиениты — сиениты — сиенитодиориты — щелочные сиениты, диабазы — габбродиабазы — габбро).

Рудные месторождения поздних этапов отчетливо распадаются на две группы: 1) более раннюю, сходную с месторождениями средних этапов

и связанную с самостоятельными малыми интрузиями — золотые, золото-молибденовые, молибденовые и оловянные (сульфидно-касситеритовой формации) месторождения; 2) более позднюю, в которой хорошо представлены серебро, свинец, цинк, медь, кобальт, никель, железо, марганец, барит, флюорит, но практически отсутствуют металлы, характерные как для ранних (платина, хром, титан), так и для средних золото, молибден, вольфрам, олово) этапов развития земной коры.

Промежуточное положение занимают контактово-метасоматические месторождения железа, группа свинцово-цинковых месторождений, вторичные кварциты, золото-серебряные эпитермальные месторождения, сурьмяно-ртутные и мышьяковые месторождения, встречающиеся и на ранних и на поздних этапах.

Другое существенное обстоятельство, выяснившееся на первом этапе работы при анализе рассмотренных регионов с намеченных позиций геологического строения и металлогении, заключалось в том, что каждый из интрузивных и рудных комплексов проявлен отнюдь не на всей площади подвижной зоны, а приурочен к определенным геологическим структурам, за пределами которых комплекс или отсутствует или незначительно развит. В некоторых регионах это было проявлено достаточно отчетливо, в других — едва намечалось и требовало еще большой и упорной работы по расшифровке геологических структур. Работа эта сильно усложнялась недостаточной и неравномерной геологической изученностью различных регионов.

Все же коллективом были составлены тогда первые металлогенические схемы с выделением на них перспективных районов для поисков различных эндогенных месторождений. Эти схемы и намечающаяся методика были частично использованы при составлении планов поисковых работ и при производстве самих работ и привели к открытию не только новых месторождений, но и новых рудоносных структур и районов. Именно в то время была определена перспективность Тувинской области и обнаружены в ее пределах новые крупные месторождения железа, кобальта и ртути, в Казахстане наметились новые перспективные районы на участках, казавшихся ранее мало надежными, и были найдены новые месторождения редких металлов. То же самое можно сказать и о Средней Азии, о Байкальской горной стране и других регионах.

Все это достаточно убедительно говорило о том, что в распределении эндогенных магматических и рудных комплексов существуют закономерности не только во времени, но и в пространстве, что коллектив встал на правильный путь исследований.

Заканчивая на этом характеристику первой стадии работы коллектива, хочу подчеркнуть, что выделенные нами тогда ранние, средние и поздние этапы развития подвижных зон никто из нас не понимал как непреложную, извечно повторяющуюся закономерность, единую для всех времен и пространств. Эти этапы в разных регионах проявлялись по-разному. Иногда выпадали крупные интрузивные и рудные комплексы и оставались лишь структурные и фациальные признаки того или иного этапа (Дальний Восток, Кавказ), в других случаях одинаковые интрузивные и рудные комплексы повторялись в пределах одного этапа многократно (Урал). Интенсивность проявления различных интрузивных и рудных комплексов была далеко не одинаковой для разных регионов. Короче говоря, имели место весьма большие отклонения от принятой схемы, причины которых следовало выяснить.

Еще более неясными были закономерности распределения различных минеральных комплексов в пространстве. Установить эти закономерности представлялось возможным лишь в результате тщательного анализа истории геологического развития разных регионов, изученной часто совсем недостаточно и неравномерно.

Тем не менее, в результате первой стадии работы коллектив смог сделать два очень существенных вывода:

1. В период геосинклинального развития земной коры процессы, происходящие в различных геосинклиналях и их орогенах, вполне сопоставимы и, следовательно, могут быть положены в основу исторического подхода к решению проблемы регионального металлогенического анализа.

2. Эндогенные процессы и связанные с ними рудные месторождения располагаются не беспорядочно и случайно, а вполне закономерно, группируясь в определенных структурных зонах, возникающих последовательно во времени и пространстве и связанных с определенными интрузивными породами, типами структур и, повидимому, с определенными режимами седиментации.

При этом в достаточно удаленных один от другого регионах между зонами одних этапов, возникшими в разное время, но в сходных геологических условиях, намечались вполне сопоставимые черты сходства, настолько большие, что их оказалось возможным использовать для решения некоторых практических задач.

Таким образом, на первом этапе работы основное внимание коллектива было обращено на выявление сходных черт в геологическом развитии и металлогении подвижных зон. В дальнейшем внимание фиксировалось и на различиях, намечающихся в процессе работы. Много времени было уделено также вмещающим породам — вопросу влияния среды на процессы образования рудных месторождений.

Придерживаясь принятой шкалы развития геосинклинального процесса, выделяющей характерные для всех подвижных зон последовательные этапы их развития (геосинклинальное прогибание, складчатость и глыбовая перестройка), наш коллектив составил для изучаемых регионов графики, отражающие их специфические особенности. В этих графиках, демонстрировавшихся на конференции, было отражено развитие структур, магматизма, осадконакопления и эндогенной минерализации исследуемых подвижных зон в сопоставлении с металлогеническими картами этих зон, которые тоже демонстрировались.

Из этих графиков прежде всего стали видны крупные несоответствия между различными подвижными зонами.

В первую очередь бросается в глаза неравномерность развития различных подвижных зон во времени. Оказалось, что для каждой крупной зоны оно начинается одновременно с завершением формирования структур, заложенных ранее в других регионах.

Моментов покоя — перерывов между концом формирования одних подвижных зон и началом формирования других — в природе не существует. Общепринятое выделение каледонской, варисской, киммерийской и альпийской тектонических эпох весьма условно и соответствует лишь наиболее интенсивно проявившимся моментам развития некоторых геосинклиналей без учета продолжительности их формирования и начала возникновения новых, сменяющих их геосинклиналей. Например, развитие протерозойской складчатости на Урале и в Байкальской горной стране, по данным В. М. Сергиевского и Л. И. Салопа, завершилось в кембрийское время, а в Туве кембрийский период не отделим от образования каледонских структур. Развитие каледонских структур Тувы закончилось в верхнем девоне, а в соседних регионах (Монголия, Алтай, Казахстан) в нижнем и начале среднего девона началось формирование варисской геосинклинали. В бортовых частях Южно-Тяньшанской геосинклинали, по данным Е. Д. Карповой, последние проявления каледонского магматизма (гранитоиды) совпадают по времени с ранними этапами варисского вулканизма (основные эффузивы) в осевой зоне геосинклинали.

Длительность формирования подвижных зон, как правило, не укладывается в рамки принятых тектонических эпох и растягивается на более или менее продолжительное время. На Урале, например, развитие варисцид (по В. М. Сергиевскому) началось в верхнем силуре и закончилось в перми, т. е. оно охватывает вторую половину каледонской и варисской эпох. В Туве начало формирования каледонской геосинклинали приходится на самые низы кембрия (может быть даже на верхи протерозоя), а завершение развития каледонского орогенеза совпадает с началом верхнего девона. В Забайкалье орогенические процессы, по данным Ю. А. Билибина и Г. Л. Падалки, продолжались непрерывно, развиваясь от нижнего девона до верхней юры. То же самое отмечается В. Г. Грушевым для Большого Кавказа.

Однако геологическая карта достаточно четко фиксирует участки земной поверхности, на которых орогенические процессы завершились в то или иное время, подчеркивая неравномерность развития подвижных зон также и в пространстве.

Различия в формировании разных подвижных зон достаточно отчетливо выражены не только в неодновременности их возникновения и продолжительности существования, но и в характере структур, проявлений вулканизма, металлогении и осадконакопления в пределах каждой из зон. Эти существенные качественные различия определяют специфику металлогенических провинций.

Различия в характере формирования отдельных подвижных зон мы пытались увязать с историей геологического развития того или иного региона до момента зарождения в нем подвижной зоны. Поскольку непосредственным выражением этой истории являются строение и структура фундамента, было обращено внимание на характер соотношения структур подвижных зон с их фундаментами.

В пределах рассмотренных регионов намечается четыре типа соотношений подвижных зон со структурами их фундаментов, повидимому, определяющие в какой-то мере специфические особенности проявления магматизма, металлогении, осадконакопления и распределения структурно-фациальных зон в указанных подвижных зонах:

1) подвижные зоны, примыкающие к непосредственно предшествовавшим им более древним подвижным зонам, перекрывающие их лишь частично и построенные в одном с ними плане;

2) подвижные зоны, развившиеся на месте непосредственно предшествовавших им более древних подвижных зон и построенные в одном с ними плане;

3) подвижные зоны, возникшие на месте непосредственно предшествовавших им более древних подвижных зон, но заложенные по новому структурному плану;

4) подвижные зоны, заложенные на месте древних платформ после большого перерыва.

Перечисленные типы соотношений подвижных зон с их фундаментами обычно связаны взаимопереходами и «в чистом виде» встречаются лишь в отдельных более или менее крупных участках геосинклиналей.

Характерным примером первого типа может служить Урал, в строении которого, по последним данным В. М. Сергиевского, принимают участие две сменяющие одна другую подвижные зоны — кембро-протерозойская и частично перекрывающая ее варисская.

Развитие зон этого типа начинается глубокими расколами в фундаменте, определяющими положение начальных геосинклинальных прогибов, ориентированных по простиранию новых и древних структур, близ периферии последних. Разрывы подновляются и проявляются неоднократно, сопровождаются мощными проявлениями геосинклинального вулканизма и определяют своеобразную специфику осадконакопления, магматизма и металлогении, выраженную в резкой зональности, в явном

преобладании среди магматических образований пород ранних этапов развития, которые на Урале проявляются многократно, так же как и связанные с ними рудные комплексы. Особенности истории геологического развития Урала, возможно, определяются также непосредственной близостью границы Русской платформы.

Второй тип носит черты сходства с первым и отличается от него более слабым и менее долговременным развитием глубоких разломов, которые появляются уже не на периферии предшествовавшей складчатой зоны, имеющей тенденцию к опусканию (передовые прогибы) и отличающейся повышенной мобильностью, а среди интенсивно складчатой более устойчивой области.

Зональность в этом типе также хорошо выражена, но уже менее отчетливо, чем в первом. Резко снижена сравнительно и роль магматизма в металлогении ранних этапов. Далеко не так правильны геосинклинальные прогибы начальной стадии развития. Они представлены глубокими узкими желобами, в которых сосредоточены проявления магматизма ранних этапов и свойственной им минерализации на протяжении всей длительной истории формирования подобных зон. Эти прогибы, по мере развития геосинклинального процесса, разрастаются вширь, причем проявления магматизма и, особенно, минерализации средних этапов также соответственно сдвигаются. Чрезвычайно характерно образование в процессе орогенеза внутренних платформ — консолидированных участков, в пределах которых особенно интенсивно и четко проявлены магматизм и металлогения конечных этапов развития подобных зон.

В связи с описанным характером этого развития минерализация ранних этапов проявлена слабо. Значительно интенсивнее минерализация средних этапов и наиболее ярко представлена минерализация поздних и конечных этапов (пример — Южный Тянь-Шань).

Третий тип подвижных зон характеризуется чрезвычайно широким проявлением глубоких разломов, связанных как со структурами фундамента, так и с вновь формирующимися структурами, заложенными по другому плану. В связи с этим здесь нет уже узких начальных прогибов, свойственных двум первым типам. Геосинклинальный вулканизм отмечается повсеместно, на всей огромной площади подобных участков подвижных зон. Развитие геосинклинального прогиба происходит не в сторону расширения площади опускания, как в геосинклиналях второго типа, а наоборот, в сторону сужения этой площади, что, в результате ряда последовательных орогенических фаз, приводит от общего широкого прогиба к узкому, остаточному и наиболее длительно существующему прогибу, замыканием которого завершаются средние этапы развития подобных подвижных зон. В связи с этим интрузии и связанные с ними месторождения средних этапов в подвижных зонах этого типа выражены очень слабо по сравнению с чрезвычайно широко распространенными интрузиями ранних этапов.

В поздние этапы развития подвижные зоны этого типа становятся снова ареной интенсивного проявления разломов на всей своей территории, причем разломы попрежнему подчинены обоим структурным планам, т. е. ориентированы в двух пересекающихся направлениях. Это характеризует специфику проявления структур, магматизма и эндогенной минерализации (Тува, юг Красноярского края).

В четвертом типе подвижных зон, в связи, возможно, с прочностью древнего фундамента, проявление глубоких разломов в начальных стадиях геосинклинального прогибания отмечается далеко не повсеместно. Поэтому появление геосинклинального вулканизма в ранних этапах развития не характерно, так же как и интрузивная деятельность. Эти этапы устанавливаются лишь по структурно-фациальным признакам (мощные толщи терригенных осадков). Магматические проявления начинаются с кислых интрузий. Минерализация ранних этапов или вовсе отсутствует,

или выражена крайне слабо, в отличие от минерализаци средних этапов, чрезвычайно мощной и яркой в подобных зонах (подвижные зоны Северо-Востока Советского Союза).

Таким образом, крупные несоответствия между различными подвижными зонами находят объяснение, повидимому, в истории геологического развития регионов до заложения в их пределах рассматриваемых геосинклинальных поясов, т. е. в соотношении подвижных зон с их фундаментами. Эти вопросы очень трудоемки, далеко еще не ясны и едва затронуты коллективом, но все же их анализ уже на первых шагах позволил наметить определенные зависимости истории и направленности формирования молодых подвижных зон от характера их фундамента и найти объяснение некоторым специфическим особенностям их геологического строения и, в частности, металлогении. Эти различия заключаются в интенсивности и характере проявления различных этапов развития в разных регионах, резко сказывающиеся на специфике и интенсивности проявления эндогенной минерализации: в одних подчеркнута роль ранних этапов (Урал, Кавказ, Саяны, Тува), в других — средних (Забайкалье, Северо-Восток Советского Союза). В одних резко выражена зональность в распределении структурно-металлогенических и фациальных подзон (Урал, отчасти Средняя Азия), в других эта зональность не такая четкая и определяется не только молодыми структурами, но и не совпадающими с ними структурами фундамента (Тува, юг Красноярского края).

Все это до некоторой степени определяет провинциальные особенности эндогенной металлогении разных регионов, перенося центр тяжести то на одни, то на другие минеральные ассоциации, то на одни, то на другие типы региональных и локальных структур рудоносных районов.

Другая существенная группа различий — это неравномерное и неоднородное развитие структурно-фациальных и связанных с ними структурно-металлогенических подзон в пределах отдельных подвижных зон, проявляющихся как в крупном, так и в более мелком плане.

В крупном плане такие различия проявлены наиболее четко в Байкальской кембро-протерозойской подвижной зоне, где они тщательно проанализированы впервые подметившим их Л. И. Салопом.

В составе Байкальской подвижной зоны установлено наличие двух разнородных структурно-фациальных областей — приплатформенной и внешней, граница между которыми определяется серией мощных разломов. Развитие обеих областей происходило одновременно, начавшись в нижнем протерозое и закончившись в кембрии, но характер развития был совершенно разный.

Внешняя зона начала свое развитие мощной вспышкой геосинклинального вулканизма, излияниями пород спилито-кератофировой формации, которые вместе с их туфогенными разностями слагают основную часть разреза, соответствующего начальным стадиям развития этой зоны. Эффузивная деятельность закончилась интрузиями базитов и гипербазитов (типичные офиолиты), явно приуроченных к зонам глубоких разломов. Гипербазитовые интрузии сменились сложным комплексом плагиогранитов с преобладанием пород монцонитового состава. Далее следует перерыв в осадконакоплении, после которого в верхах протерозоя началось отложение уже нормально-осадочных пород и мощных интрузий калиевых гранитоидов (верхний протерозой—кембрий). Проявления вулканизма завершились внедрением в верхнем кембрии многочисленных малых интрузий различного состава с преобладанием щелочных пород.

Рудные образования довольно разнообразны. С более ранними интрузиями основного состава связаны платина и осмистый иридий, с предбатолитовыми интрузиями конца развития этой зоны — золото, а с кислыми — молибден, свинец, цинк, серебро.

Зарождение приплатформенной зоны началось отложением мощной толщи терригенных пород, в том числе медистых и железистых песчани-

ков, происхождение которых за счет эрозии прилегающих участков архея Алданской плиты сомнений не вызывает. Эффузивы, столь характерные для внешней зоны, практически отсутствуют. Интрузивная деятельность началась мощными интрузиями анортозитов и титано-магнетитового габбро, т. е. породами, резко отличными от синхронных им офиолитовых интрузий внешней зоны.

Внедрению крупных интрузий плагиогранитов во внешней зоне соответствует по времени появление в приплатформенной зоне калиевых гранитов метасоматического типа и широкое распространение явлений гранитизации, не характерных для внешней зоны. Поэтому здесь широко развиты процессы натрового и калиевого метасоматоза в связи как с основными (натровый), так и с кислыми породами (натровый и калиевый). С последними связана также силицификация и другие виды метаморфизма.

Вместе с тем, наряду с типичными магматогенными рудными образованиями (титано-магнетиты, платина, молибден, отчасти золото), здесь широко развиты метаморфогенные, возникшие из осадочных пород под влиянием терм, связанных с интрузивными процессами (медь и др.). Различны и магматогенные месторождения. Например, с комплексом офиолитов геосинклинальной зоны связаны месторождения самородной платины, а с габбро-анортозитами приплатформенной зоны — сперрилита.

Таким образом, обе рассмотренные смежные, одновременно развивающиеся и безусловно тесно связанные между собой зоны протерозойской геосинклинали Байкальской горной страны резко различны, причем приплатформенная зона обнаруживает много сходных черт со строением прилегающих к ней районов архея Алданской плиты (широкое развитие процессов гранитизации и рудного метасоматоза), тогда как внешняя зона по направленности и характеру развития мало чем отличается от некоторых более молодых геосинклинальных областей.

Таким образом, здесь отчетливо проявлены две крупные структурно-фациальные области, представляющие характерную особенность данной геосинклинали. Они прослеживаются и выдерживаются на огромном расстоянии, являясь типичной структурной особенностью так называемого «протерозойского окаймления Алданской плиты» и протягиваясь далеко к востоку от Байкальской горной области («анортозитовый» пояс и пояс «древнестановых гранитов» Северного Приамурья и Удского края).

Под мелкими структурно-фациальными подзонами мы понимаем составные части подвижных зон (и крупных структурно-фациальных подзон), хотя и взаимосвязанных, но более или менее резко различных по характеру своего развития, режиму осадконакопления, проявлением магматической деятельности и, что для нас особенно важно, по характеру и типу минерализации. К числу подобных структурно-фациальных подзон мы относим начальные прогибы, краевые прогибы, области внутренних поднятий, краевые части подвижных зон, межгорные и передовые прогибы, внутренние платформы и т. д.

Каждая подвижная зона представляет собой комплекс структурно-фациальных подзон, отражающих различные стадии и стороны процесса ее развития, те мелкие градации, которые в сумме определяют приведенные выше различия подвижных зон. И если мы не знаем одинаковых подвижных зон, тем более нет и одинаковых структурно-фациальных подзон.

Например, начальные прогибы Урала, Южного Тянь-Шаня и Тувы глубоко различны, хотя и отвечают начальным стадиям прогибания и имеют некоторые черты сходства, позволяющие сопоставлять их и относить к одной категории явлений. На Урале и в Южном Тянь-Шане передовые прогибы приурочены к узким и длинным впадинам, в Туве — ко всей площади подвижной зоны. На Урале они испытывали многократное погружение, сопровождавшееся однообразными повторными проявл-

лениями магматизма, в Южном Тянь-Шане и в Туве отмечается одно опускание. Минерализация прогибов во всех трех регионах хотя и однотипна, но резко отличается как по качеству, так и по интенсивности проявления, причем металлогения начальных прогибов Урала ближе к Туве, нежели к Южному Тянь-Шаню. Точно так же более или менее резко отличаются по характеру формирования и по другим особенностям в области поднятий и другие структурно-фациальные подзоны. Они различны в разных регионах в зависимости от типа и истории геологического развития подвижных зон, но являются характерной составной частью каждой из них и имеют огромное значение для поисков эндогенных месторождений полезных ископаемых, так как отражают характернейшие особенности формирования и металлогении подвижных зон.

Таким образом, изучение подвижных зон выявило неравномерность формирования не только их самих, но и входящих в их состав структурно-фациальных подзон. Оказалось, что проявления магматизма, металлогении и в меньшей степени осадконакопления в различных структурно-фациальных подзонах одной подвижной зоны различны и не вполне сопоставимы во времени. Начало, например, средних этапов развития в одних структурно-фациальных подзонах (одной подвижной зоны) часто опережает завершение ранних этапов в других. Подобные же соотношения имеют место и для средних и поздних этапов. Развитие отдельных, часто смежных структурно-фациальных подзон в пределах одной подвижной зоны на некоторых отрезках времени происходит параллельно, хотя общая последовательность смены этапов развития и сохраняется.

Так, в Байкальской горной стране в приплатформенной области кембро-протерозойской подвижной зоны калиевые граниты средних этапов интрудировали одновременно с плагиогранитами ранних этапов в смежной внешней подзоне этой геосинклинали. Подобные же соотношения отмечаются Е. Д. Карповой для начальных прогибов Южно-Тяньшанской геосинклинали и смежных с ними зон краевых прогибов. На Урале послевизейские гипербазиты структурно-фациальной подзоны восточного начального прогиба (на восточном склоне хребта) по времени почти совпадают с гранитными интрузиями средних этапов в подзоне геоантиклиального поднятия восточного склона. На Кавказе интрузии верхнеэоценовых гипербазитов вдоль зоны разломов на границе Сомхетско-Карабахской и Севано-Курдистанской зон происходят одновременно с плагиогранитными интрузиями Малого Кавказа и даже после внедрения некоторых из них. Вместе с тем намечается и связь в проявлении магматизма и металлогении (сходство конечной стадии ранних этапов со средними этапами).

Таким образом, анализ истории подвижных зон земной коры чрезвычайно отчетливо подчеркнул неравномерность и неодновременность их формирования при одинаковой направленности процесса формирования каждой из них. Это обстоятельство чрезвычайно затрудняет учет качественных различий в проявлении минерализации разного возраста. Путь, по которому мы уже однажды пробовали итти, — объединение известных месторождений по возрасту в определенные группы («синоптические таблицы», демонстрировавшиеся на прошлой конференции) — не позволяет пока сделать сколько-нибудь надежные выводы.

Влияние поддающихся непосредственному наблюдению вмещающих пород на процесс рудообразования в разных регионах различно.

В некоторых случаях эти породы и сами могут быть источником рудообразования, как это показал Г. Л. Падалка, установивший происхождение ряда кварцевых меденосных и других жил в протерозое Байкальской горной страны за счет широко распространенных там осадочных образований, обогащенных железом, медью и марганцем, под влиянием терм, связанных с интрузивной деятельностью.

Подобные явления, тесно связанные с процессами метаморфизма, имеют, видимо, наибольшее значение в районах развития докембрийских образований. В породах верхних ярусов их роль, очевидно, значительно скромнее. Тем не менее, процессы переотложения рудных компонентов при явлениях метаморфизма имеют место, и это необходимо учитывать, особенно для таких металлов, которые способны давать крупные осадочные месторождения (железо, медь, ванадий, марганец и др.).

Мы пробуем решить эту проблему и экспериментальным путем, как об этом докладывал Н. И. Хитаров, работавший в тесном контакте с нашим коллективом.

Значение вмещающих пород в процессе рудоотложения из гидротермальных растворов весьма велико и часто становится решающим, например, для образования некоторых телетермальных месторождений, при поисках которых в распоряжении геолога имеется лишь два критерия— структурный и стратиграфический контроль (вмещающие породы).

Роль вмещающих пород прежде всего выражается в способности их к замещению и к осаждению ими рудных компонентов из растворов. Как известно, наиболее легко замещаются, с одной стороны, карбонатные породы (контактово-метасоматические и свинцово-цинковые месторождения замещения в известняках, золоторудные метасоматические залежи типа Алдана и др.), с другой стороны, — кислые и средние лавы и их туфы (пиритовые, полиметаллические, баритово-полиметаллические залежи). К сожалению, эта способность пород изучена еще очень слабо и в разных регионах проявляется неодинаково. Г. С. Лабазин отмечает, например, полную инертность известняковых толщ и резко повышенное значение силикатных пород в образовании полиметаллических месторождений Салаира, тогда как во многих других регионах имеют место обратные соотношения.

Другие свойства вмещающих пород при движении рудоносных растворов разбирались достаточно подробно в докладах А. Г. Бетехтина, Н. Н. Курека. Все это всегда учитывалось работниками нашего коллектива, поскольку это было возможно для наших целей — для металлогенической характеристики того или иного рудного комплекса в различных регионах.

Литологические факторы определяют, кроме того, и целый ряд структурных особенностей той или иной толщи, того или иного стратиграфического горизонта (формы складчатых структур, характер трещиноватости и пр.), играющих часто решающую роль в распределении оруденения. Поэтому строгий учет литологического состава, пористости, компетентности, вязкости, хрупкости и пр. отдельных горизонтов разреза при региональном металлогеническом анализе имеет огромное значение. Хорошо, например, известна подмеченная еще С. С. Смирновым на Северо-Востоке приуроченность промышленных кобальтовых руд к карбонатным породам, прекрасно проявленная и в Тувинской области. В Северном Казахстане, по данным Ю. А. Билибина, золоторудные кварцевые жилы, связанные с диоритами нижнедевонского возраста, приурочены преимущественно к толще карадока, интенсивно трещиноватой и перекрытой относительно плотными, слабо трещиноватыми породами верхнего силура, в значительной мере экранирующими оруденение.

Подобных примеров приуроченности оруденения к определенным литологическим горизонтам или к толщам стратиграфического разреза можно привести очень много, и учет их в ряде случаев чрезвычайно важен. Достаточно вспомнить, например, Балейское месторождение, в котором проверка предположения о приуроченности жил к определенному горизонту, полого погружающемуся к югу, обнаружила ряд слепых рудных тел и резко повысила перспективы месторождения.

Наш коллектив проделал в этом отношении большую работу. Для большинства регионов и входящих в их состав структурно-фациальных

подзон составлены стратиграфические разрезы с учетом литологии содержащихся в них осадочных образований и с размещением в этих разрезах известных месторождений.

Мы не успели еще обобщить весь накопленный материал, но несомненно одно: при составлении металлогенических и прогнозных карт необходим всесторонний учет литологии осадочных образований в каждой выделяемой структурно-металлогенической зоне с учетом структурных поверхностей, могущих экранировать оруденение, горизонтов и толщ, благоприятных для замещения и осаждения, пористости, вязкости и хрупкости пород, степени их трещиноватости. При этом нужно одновременно выделять и структурные ярусы, дислоцированные в различной степени.

Выполнение этой работы весьма часто затрудняется совершенно недостаточной и неравномерной изученностью литологии огромного большинства анализируемых регионов; между тем, это весьма существенное обстоятельство, на которое следует обратить самое серьезное внимание при геологическом картировании.

Влияние вмещающих пород на процесс рудообразования, конечно, далеко не исчерпывается породами, доступными непосредственному наблюдению. Эндогенные процессы развиваются и протекают в недрах, так или иначе захватывая самые различные горизонты земной коры, трудно поддающиеся учету. Тщательное изучение и сопоставление районов с разной глубиной эрозионного среза в пределах одной какой-нибудь структурно-фациальной и металлогенической зоны чрезвычайно затруднено из-за отсутствия в огромном большинстве случаев подобных срезов. Там, где они имеются, мы начали их изучение, но это очень сложная работа, и мы еще далеки от сколько-нибудь существенных выводов и обобщений.

Таким образом, несмотря на давно известное большое кажущееся сходство между различными подвижными зонами, анализ их геологической истории, структур, магматизма, осадконакопления и металлогении показывает весьма убедительно, что одинаковых подвижных зон нет.

Следует ли отсюда сделать заключение, что подвижные зоны несопоставимы, что между ними нет ничего общего, что каждую из них надо изучать отдельно, применяя различные методы, и что общей поисковой методики из сопоставления различных подвижных зон создать нельзя?

Подобный вывод ошибочен и вреден, так как в геосинклинальный период развития земной коры существует общая направленность процесса, единая для всех подвижных зон, сколь бы они ни были различны. Эта направленность, которую мы сегодня еще не можем точно установить, проявляется повсеместно и выражена, в частности, в наличии довольно ограниченного количества комбинаций ряда геологических факторов, хотя и изменяющихся, но вполне сопоставимых и проявляющихся с известной последовательностью по мере развития любой подвижной зоны. Она определяет, в частности, и то бросающееся в глаза кажущееся сходство, о котором так много спорят в настоящее время.

Для проведения регионального металлогенического анализа эндогенной минерализации подобные сопоставимые комбинации заключаются в сочетании определенных минеральных ассоциаций, сообществ интрузивных пород, определенных геологических структур и осадочных образований, хотя роль последних в процессах рудообразования и чрезвычайно трудно учесть, так как непосредственному наблюдению доступна лишь ничтожная часть осадочной толщи, принимающей участие в процессе рудообразования. Но даже и эта ничтожная часть иногда решает распределение эндогенных месторождений и концентрацию в них тех или иных рудных компонентов.

Ни один из перечисленных факторов нельзя рассматривать отдельно, как решающий, но их взаимная связь, намеченная на первом этапе работы нашего коллектива, при последующем более детальном анализе

стала еще более несомненной. Эта связь вытекает из анализа истории геологического развития любой подвижной зоны и из сопоставления этой истории с развитием других зон, сколь бы различными эти зоны ни были. Сравнение различных зон показало, что намеченные ассоциации перечисленных факторов представлены в разных подвижных зонах с различной интенсивностью и полнотой проявления отдельных факторов, но всегда последовательно, развиваясь параллельно лишь на ничтожных отрезках времени. Они занимают более или менее определенное положение и в пространстве, причем углубленный анализ лишь уточнил и расширил наши представления о несомненной приуроченности любого из выделенных комплексов к определенному месту на территории каждой данной подвижной зоны, характеризующемуся типом геологических структур, формирование которых подготовляется всем ходом геологического развития региона. Одни приурочены к глубоким расколам фундамента и к начальным прогибам, другие — к внутренним платформам, третьи — к структурным швам, к краевым прогибам и т. д.

Ассоциации сопоставимых интрузивных, седиментационных, структурных и минеральных комплексов мы выделяем в «структурно-металлогенические формации».

Подобных формаций выделено до настоящего времени 15. Каждая из них включает ряд структурно-металлогенических зон, различных в разных регионах, в зависимости от специфики их формирования — от истории геологического развития, но вполне сопоставимых.

Формации отражают общую направленность процесса развития подвижных зон земной коры и грубо соответствуют различным стадиям этого процесса, т. е. ранним, средним и поздним этапам.

Структурно-металлогенические формации принадлежат конкретным подвижным зонам и показывают специфику истории геологического и металлогенического развития каждого данного региона, каждой данной структурно-фациальной подзоны.

Рассмотрим кратко некоторые из них.

Формация, связанная с комплексом ультраосновных интрузий, включает главную массу месторождений осмистого иридия и других платиноидов, хромитов, асбеста, изредка титаномагнетитов (Кочканар). При сохранении коры выветривания характерны крупные месторождения никеля с промышленной примесью кобальта (Халилово, Уфалей). Интенсивность минерализации в зависимости от типа подвижных зон весьма различна. На Урале, где соответственно специфике его геологического развития, указанная формация проявлена с наибольшей полнотой и прекрасно изучена, резко выступает ее связь с расколами фундамента. Это отчетливо наблюдается и в других регионах — на Кавказе (разломы вдоль границы Севано-Курдистанской и Сомхетско-Карабахской зон), в Туве, в Байкальской горной стране, в Южном Тянь-Шане.

Там, где нет разломов ранних этапов, отсутствует и эта формация. Связь ее с глубинными разломами чрезвычайно типична и в некоторых случаях подчеркивается появлением гипербазитов параллельно с более поздними интрузиями.

На Урале гипербазиты появляются четыре раза, причем рудоносность разновозрастных интрузий резко различна. По данным В. М. Сергиевского, с наиболее ранними гипербазитами связаны наиболее крупные месторождения хромитов (95% промышленных запасов). В лудлоу гипербазиты ассоциируются с габбро, причем с ними связано подавляющее большинство месторождений платины. Девонские гипербазиты несут осмистый иридий, небольшие месторождения хромита и мелкие медные месторождения, нижнекаменноугольные — безрудны.

В Южном Тянь-Шане гипербазиты интрудировали лишь в нижнем или среднем карбоне, т. е. значительно позднее образования начальных прогибов, к которым они приурочены. С ними связаны там незначитель-

ные, непромышленные месторождения хрома и платины. В Туве известны интрузии гипербазитов лишь одного возраста, приуроченные ко второй половине кембрия. Для них характерно повсеместное присутствие хромитов, появление в шлихах платины и крупнейшие месторождения асбеста.

Следующая формация не всегда обнаруживает столь отчетливое тяготение к глубоким разломам, она обычно тесно связана с предыдущей, хотя иногда и встречается обособленно в различных структурно-фациальных условиях; таков, например, габбро-анортозитовый пояс протерозойского складчатого обрамления Алданской платформы. Эта формация включает основную массу месторождений платины, основную массу медно-никелевых руд (60% для СССР) в медно-никелевых месторождениях (Печенга, Монче-Тундра) и сравнительно небольшую часть меди и железа.

Колчеданная формация содержит крупные месторождения пиритовых, медных, серебро-свинцово-цинковых, золотых руд, барита, кобальта (примесь) и др. В одних регионах развиты преимущественно пиритовые, медноколчеданные и медно-цинковые залежи (Урал, Саяны, Тува, Приамурье), в других — главным образом полиметаллические (Рудный Алтай, Салаир), в третьих — и те и другие (Центральный Казахстан, Закавказье). Генетическая связь месторождений с интрузиями не устанавливается, но пространственная связь с кислыми и средними эффузивами везде бросается в глаза. А. Н. Заварицкий, а в настоящее время и В. М. Сергиевский считают месторождения этого типа связанными с эффузивами, в которых они находятся. Для Алтая и Салаира эта связь не ясна и разными авторами трактуется различно. Во многих случаях характерно их тяготение к глубоким разломам (Урал, Алтай, Тува). Особенно велико значение этой формации для свинца (50—60% запасов в СССР), меди (около 40%), пирита, барита, менее — для золота (около 10%) и т. д.

Следующая формация возникает, пожалуй, в наиболее сложный и характерный период формирования подвижных зон: в момент смены опускания поднятием, на кардинальном переломе жизни геосинклиналей. Это чрезвычайно осложняет выделение рассматриваемой формации, так как она, с одной стороны, включает элементы предшествовавшего развития, а с другой, элементы новой стадии развития геосинклинали. Так как развитие подвижных зон происходило крайне неравномерно, то в составе рассматриваемой формации в разных регионах или резко подчеркнута роль осадочных и магматических комплексов ранних и начальных стадий указанного развития или эти комплексы ближе к новым, существенно отличным стадиям процесса развития подвижных зон. Такое обстоятельство вызывает споры о том, куда относить рассматриваемую формацию. Но именно подобное положение на переломе делает ее чрезвычайно характерной и позволяет включить в ее состав совершенно определенные осадочные и магматические комплексы разных регионов. На Урале эта формация проявляется многократно вместе с предыдущими формациями. В Южном Тянь-Шане она растягивается во времени, но пространственно тяготеет к зонам проявления начальных и ранних этапов. В Туве и на юге Красноярского края, так же как и на Урале, она завершает формирование начальных и ранних этапов. На Северо-Востоке Советского Союза, где ранние этапы проявлены в крайне ослабленной степени, эта формация пока и не отделена от формаций средних этапов, более поздних.

Чрезвычайно характерна пространственная приуроченность интрузий этой формации к местам проявления начальных прогибов (к зонам развития геосинклинального вулканизма, основных и ультраосновных пород, с которыми они обнаруживают несомненную генетическую связь). Вместе с тем, показательны постепенные переходы к интрузиям средних

этапов, выраженные в последовательном появлении все более кислых дериватов. В некоторых регионах характерны проявления гибридизма и гранитизации. Эта формация включает основную массу эндогенных железных руд в контактово-метасоматических месторождениях (Магнитная, Благодать, Высокая, Дашкесан и др.). С ней связаны месторождения золота, иногда крупные (Красноярский край). Типично присутствие кобальта, а также небольших месторождений меди, вольфрама, свинца, цинка (Джида), хотя чаще эти металлы дают непромышленные концентрации.

Формации, тяготеющие к средним этапам развития подвижных зон — к кислым интрузиям батолитового типа и добатолитовым, межбатолитовым и послебатолитовым дайковым комплексам, — достаточно подробно описаны в ряде работ Ю. А. Билибина, на которых ввиду недостаточности времени я останавливаться не буду.

Из более поздних формаций известны формации сульфидно-касситеритовая и вторичных кварцитов.

Формация низкотемпературной сурьмяно-ртутной минерализации характеризуется, повидимому, повсеместной приуроченностью к зонам разломов, возникших на месте начальных прогибов. В ее состав практически входят все запасы ртути и сурьмы (Хайдаркан, Чаувай, Тува, Кадамджай, Кассансай, Магин и др.).

Для конечных стадий развития подвижных зон мы выделяем три формации.

Первая приурочена к участкам повышенной жесткости внутри подвижных зон, обычно характеризующимся уменьшенными мощностями стратиграфических разрезов, исключительно широким развитием магматизма предыдущих этапов и очень большой подвижностью (Южно-Гиссарская и Чаткальская зоны). Типично наличие многочисленных разломов, по которым проникли весьма обильные эффузивы и малые интрузии. Месторождения конечных этапов представлены рудами висмута, свинца, мышьяка, флюорита, гематита и барита; эти месторождения обычно не обнаруживают прямой связи с интрузиями и контролирующимися разломами.

Вторая формация месторождений депрессионных зон отличается от первой значительно сниженной ролью изверженных пород предыдущих этапов, гораздо более слабой дислоцированностью, отсутствием месторождений предыдущих этапов и отсутствием эффузивов. Минерализация также отлична — крупные месторождения кобальта, флюорита, железа (гематит, сидерит), никеля, серебра, барита и др.

Наконец, последняя формация телетермальных месторождений обычно располагается вне области развития интрузий и контролируется структурами и вмещающими породами. Она имеет существенное значение по флюориту (Амдерма), меди (Джезказган), полиметаллам (Кара-Тау), барите (Копет-Даг) и др.

Такова весьма краткая характеристика намечающихся формаций, обобщающих сопоставимые типы структурно-металлогенических зон различных регионов. Они прежде всего группируют известные в подвижных зонах СССР эндогенные месторождения в характерные сообщества, объединенные расположением в однотипных, вполне сопоставимых структурах, возникающих с некоторой определенной последовательностью в процессе развития подвижных зон и отличающихся одинаковым режимом осадконакопления, проявлениями однородных и вполне сравнимых интрузивных комплексов.

Входящие в состав формаций структурно-металлогенические зоны, характеризующие специфику эндогенных минеральных ассоциаций различных регионов, обычно обнаруживают частные более или менее значительные различия.

Например, месторождения, связанные с кислыми калиевыми гранитами Урала, Забайкалья и Калбы, входящие в одну формацию, представлены в каждом из названных регионов по-разному: на Урале отсутствуют кварцево-касситеритовые месторождения, известные в Забайкалье и Калбе, тогда как пегматиты и кварцево-вольфрамитовые месторождения во всех трех регионах очень сходны, а батолитовые интрузии, сопровождаемые гранитизацией и мигматизацией, почти не отличимы.

Гипербазитовые структурно-металлогенические зоны Урала, Южного Тянь-Шаня и Байкальской горной страны чрезвычайно сходны и по типу слагающих их вулканогенных и осадочных образований, и по приуроченности к глубоким расколам в фундаменте, и даже по составу минерализации. Однако история их формирования совершенно различна, резко различна и интенсивность минерализации в каждом из перечисленных регионов.

То же самое можно сказать и о структурно-металлогенических зонах, входящих в состав колчеданной формации, и о всех других. Мало того, даже в пределах одного региона повторяющиеся во времени структурно-металлогенические зоны качественно различны, как это прекрасно видно на примере Урала.

Таким образом, повторений нет, но черты определенного, вполне сопоставимого сходства существуют.

Выясняется еще одна характерная особенность: распределение структурно-металлогенических зон в пространстве подчиняется не только общей закономерности развития земной коры, но отражает также специфические особенности каждой данной подвижной зоны, так как каждая из них развивалась неравномерно, неодновременно и неоднородно.

Однако эти зоны более или менее четко выделяются в пределах данного региона, как это хорошо видно на демонстрировавшихся металлогенических картах, отличающихся от обычных геологических карт тем, что на них выделяются перечисленные металлогенические формации.

В условиях различного эрозионного среза и подчас очень сложной тектонической обстановки, с которыми приходится сталкиваться на практике, мы не всегда встречаем на каждом участке рассматриваемой подвижной зоны все факторы, характеризующие металлогенические формации в совместном проявлении. Точно так же иногда наблюдается несколько различных комбинаций в пределах одного района. Все это усложняет, конечно, производство регионального металлогенического анализа, но отнюдь не опровергает его.

Приведенные формации, конечно, в дальнейшем следует уточнять, вероятно и расчленять (например, анортозиты отделить от офиолитов и пр.).

Существует много универсальных гипотез о направленности развития земной коры. Не будем касаться старых и новых тектонических и космогонических представлений, хорошо известных и имеющих лишь косвенное отношение к затрагиваемым нашим коллективом практическим вопросам, поскольку ни одна из этих гипотез еще не пошла в своем развитии дальше стадии разрешения самых схематических философских идей. Мы можем в настоящее время взять лишь общее — гравитационную зональность строения земной коры, ее геосферы (сиаль, сима и пр.).

В существующих гипотезах рудообразования, непосредственно относящихся к региональному металлогеническому анализу, довольно существенное значение имеет представление о генезисе месторождений полезных ископаемых. Многовековой практикой были установлены две основные группы месторождений: а) возникшие в результате эндогенных процессов и б) экзогенного, поверхностного происхождения (включая и биогенные).

Когда выяснилось, что эндогенные и экзогенные процессы тесно взаимосвязаны, появилась третья группа метаморфогенных месторож-

дений, которая рассматривалась с точки зрения преобладания в их образовании или поверхностных процессов или эндогенных.

Поскольку все перечисленные процессы тесно связаны между собой и всегда проявляются совместно, то, естественно, резкой грани между всеми группами месторождений провести невозможно, так как на каждом из них сказываются как эндогенные, так и экзогенные процессы. Именно поэтому на совещании и разгорелась основная дискуссия, особенно широко развернувшаяся в наши дни. Одни высказываются за эндогенное происхождение гидротермальных месторождений за счет дифференциации магматического расплава, другие принимают за основу осадочные породы, наконец, третьи считают и то другое источниками рудообразования, но обычно делают крен либо в одну, либо в другую сторону.

Позиция нашего коллектива вполне определенная и была уже изложена в начале доклада: и эндогенные и экзогенные процессы развиваются в определенной обстановке, от которой (и только от которой) зависит эффективность каждого из них. А эта обстановка не постоянна и меняется в ходе геологического развития земной коры, создавая благоприятные условия для проявления то одних, то других процессов рудообразования.

Следовательно, чтобы понять эти процессы, следует прежде всего изучать их в их историческом развитии и в тесной связи с общим ходом геологического развития участков, в которых они проявлены.

Поскольку развитие земной коры происходит не стихийно и случайно, а направленно и закономерно, результаты его должны найти какое-то определенное выражение во времени, т. е. в геологическом разрезе и в пространстве, т. е. на наблюдаемой на поверхности земли части этого разреза, отраженной геологическими картами. Эти результаты должны показывать закономерность развития, т. е. проявляться тоже закономерно. Мало того, они также неизбежно должны быть сопоставимы для сходных стадий развития процесса.

Все имеющиеся достижения в длительной практике разработки и изучения рудных месторождений, достижения научной мысли, о которых говорилось в докладах на настоящей конференции, наш коллектив стремится приложить на практике к металлогеническому анализу изучаемых регионов. Мы привязываем известные месторождения к геологическому разрезу, наносим их на карту, сопоставляем полученные в разных регионах данные и тщательно анализируем их для выяснения общих закономерностей процесса рудообразования и распределения различных эндогенных месторождений. Подтвердившиеся и наметившиеся закономерности мы берем за основу, проверяя и уточняя их все время; в этом сущность нашего метода.

Наш коллектив основное внимание уделял и разработке методики производства регионального металлогенического анализа эндогенной минерализации подвижных зон. В связи с этим вопросы металлогении платформ, так же как и вопросы экзогенной металлогении, почти не затрагивались.

Это является одним из существенных недостатков работы коллектива, который им всегда сознавался. Мы все время настаивали на привлечении к разрешению металлогенической проблемы не только теоретиков-специалистов в области геологии, но и практиков-работников производства и смежных специальностей (геохимиков, геофизиков и пр.). для согласованных коллективных исследований.

Работа нашего коллектива только начата. Мы не закрываем глаза на стоящие перед нами трудности. Но коллектив уверенно идет вперед, и эта уверенность подкрепляется на практике удачным в ряде случаев применением выбранной методики, новыми непрерывно растущими перспективами и возможностями дальнейшего развития и уточнения указанной методики.

В. Г. ГРУШЕВОЙ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ КАВКАЗА В СВЯЗИ С ИСТОРИЕЙ ЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на давность промышленной эксплуатации рудных месторождений Кавказа (медных, свинцово-цинковых), находившихся с конца XIX в. главным образом в руках иностранных концессионных компаний, в дореволюционное время было проведено геологическое изучение только отдельных месторождений: Кедабекского — Е. С. Федоровым, Стратановичем, Н. Успенским и А. Эрном, Алавердского — Морозовым, Шамлугского — О. Т. Карапетяном, Зангезурского — А. Эрном, Садонского — В. М. Дервиз и др. Лишь после Великой Октябрьской революции на основе широко развернувшихся работ по геологическому изучению Кавказа стало возможным приступить и к более широким обобщениям по вопросам металлогении для отдельных районов Кавказа. Первые обобщения приводятся в работах А. П. Герасимова, И. Г. Кузнецова, К. Н. Паффенгольца. Специально этим вопросам посвящен ряд работ Л. А. Варданянца, П. С. Саакяна, А. Д. Ершова — по Большому Кавказу, К. Н. Паффенгольца, В. Н. Котляра, И. Г. Магакяна, В. Г. Грушевого — по Малому Кавказу.

Настоящий доклад имеет своей целью показать основные наметившиеся закономерности распределения эндогенных рудных месторождений Кавказа на фоне кратко охарактеризованной истории геологического развития главных структурно-геологических комплексов этой территории. На примере Кавказа можно привести материал, освещающий некоторые общие вопросы рудообразования: 1) о закономерной связи процессов рудообразования с общим ходом геологического развития отдельных структурных зон; 2) о связи эндогенной рудной минерализации с магматизмом; 3) о влиянии вмещающих пород на локализацию эндогенного оруденения.

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КАВКАЗА

Кавказ является в настоящее время одной из наиболее хорошо геологически изученных складчатых горных областей Советского Союза. Кавказ в целом, как известно, представляет собой небольшой отрезок северной периферической части обширного Средиземноморского альпийского (мезо-кайнозойского) геосинклинального пояса земли с широко и разнообразно развитыми проявлениями разновозрастной магматической деятельности и эндогенного оруденения. Главные современные структурно-геологические комплексы Кавказа — Большой Кавказ (крупный сложный веерообразно построенный антиклинорий), Закавказский или Рионо-Куринский межгорный прогиб (крупный синклинорий) и Малый Кавказ (крупный сложный антиклинорий) — подразделяются, согласно существующим схемам ряда геологов (В. В. Белоусова, Л. А. Варданянца, М. В. Муратова, К. Н. Паффенгольца, В. Е. Хаина и Л. И. Леонтьева), на большое число примерно параллельно расположенных структурных зон — отдельных геоантиклиналей и геосинклиналей (по терминологии В. В. Белоусова и В. Е. Хаина — интра- и парагеоантиклиналей

и геосинклиналей и краевых геосинклиналей). Из них уместно назвать лишь следующие главнейшие (с севера на юг): 1) Северо-Кавказская мезо-кайнозойская моноклинальная (геосинклинальная) зона, к которой на карте условно присоединяются и зоны северо-западной оконечности Кавказа; 2) палеозойская зона Передового хребта (с промежуточной зоной на Северо-Западном Кавказе); 3) древняя осевая геоантиклинальная зона кристаллических пород Большого Кавказа; 4) мезозойская зона (точнее ряд зон) юго-восточной части Большого Кавказа; 5) мезозойская зона (флишевая) южного склона Большого Кавказа; 6) Абхазско-Рачинско-Юго-Осетинская мезозойская зона рионо-куринского комплекса; 7) зона Дзирульского поднятия; 8) Карталинско-Куринская мезо-кайнозойская депрессионная зона того же комплекса; 9) Аджаро-Триалетская геоантиклинальная зона; 10) Сомхетско-Карабахская сложная геоантиклинальная зона; 11) Севано-Курдистанская геосинклинальная зона; 12) Мисхано-Зангезурская геоантиклинальная зона; 13) Еревано-Ордубадская геосинклинальная зона; 14) Нахичеванская геоантиклинальная зона (с выходами палеозойского ядра).

МЕТАЛЛОГЕНИЯ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Древняя домезозойская история геологического развития Кавказа очень мало известна ввиду сравнительной ограниченности площадей распространения древних пород (особенно на Малом Кавказе) и недостаточно детальной их изученности, а также и ввиду того, что эти площади подверглись интенсивным воздействиям позднейших тектонических и магматических процессов на протяжении времени от палеозоя до кайнозоя. Металлогения глубоко эродированных древних, повидимому докембрийских кристаллических сланцев, и трудно отделимых от них, возможно и более молодых (палеозойских) метаморфических сланцев, и прорывающих все эти породы гранитоидных интрузий осевой зоны Главного Кавказского хребта, возраст которых точно до сих пор не установлен (палеозой или докембрий), во многом еще неясна. В районах развития этих пород домезозойского фундамента встречаются несомненно и более молодые, мезозойские и, вероятно, третичные интрузии, тоже сопровождаемые оруденением, притом часто сходным по составу. С древними гранитоидами более отчетливо связано редкометальное оруденение в пегматитовых жилах (Nb, Ta, Be, Sn), в высокотемпературных кварцевых жилах (с гранатом, амфиболами, турмалином и др.) в зонах вкрапленных руд (As, W, Mo, Au, реже Cu и Zn). Примеры — месторождения Кургашин-Чат, Чегет-Джора, Куспарты и др. в Кабарде, кварцево-шеелито-молибденовые и золотоносные жилы в верховьях р. Б. Лабы.

На геосинклинальный характер отложений почти всего палеозоя (во всяком случае начиная с нижнего девона) и триаса Большого Кавказа указывают мощные накопления в карбоне и триасе вулканогенных и терригенных карбонатных толщ в зоне Передового хребта на Северо-Западном Кавказе. В этой палеозойской зоне и в отдельных, поднятых по сбросам участках палеозоя и пород древнего фундамента в соседней Северо-Кавказской моноклинальной зоне намечается наличие трех разновозрастных, заведомо палеозойских интрузивных комплексов (докарбонового?, предсреднекарбонового и пермского), очевидно связанных с разными фазами варисских складчатых движений.

Состав пород небольших интрузий первых двух комплексов меняется от ультраосновных (серпентиниты) до средних и кислых. К последним в наиболее распространенном предсреднекарбоновом комплексе относятся так называемые «северные» или «красные» граниты (Малкинская и Даховская интрузии и ряд мелких).

В наиболее молодом комплексе горы Ятыргварты и хребта Магишо представлены породы от габбро до кварцевого диорита. Интересна повто-

ряемость ультраосновных и основных пород в начале каждого комплекса. С гипербазитами связаны слабые проявления хромита, арсенидов никеля и хризотил-асбеста; мало интенсивное редкометальное оруденение (W, Mo), мышьяковое (?) и медное оруденение сопровождаются с более кислыми интрузиями (сиенито-диориты, гранодиориты и красные граниты).

Промышленно интересное медное оруденение в виде колчеданных залежей (с Zn, Pb, Mo и Co) в девонских вулканогенных осадочных породах по рр. Урупу и Б. Лабе не обнаруживает видимой связи с интрузиями. Эти палеозойские интрузивные и рудные комплексы по совокупности признаков следует отнести к ранним этапам развития подвижных зон.

Мезозойская геосинклиналь Большого Кавказа была унаследована от палеозойской. О преобладании режима опусканий, начиная с триаса (на северо-западе), свидетельствует мощное накопление терригенных осадков в течение всей юры и мела (в верхней юре и в мелу также и карбонатных), с перерывами, обусловленными местными поднятиями в нижнем лейасе, перед келловеем и в конце нижнего мела. В связи с образованием таких поднятий (интрагеоантиклиналей) в срединной части геосинклинали, объединившихся в верхнемеловое время в общее поднятие, область отложения осадков постепенно отступала к северу и к югу, причем прогибанием захватывались края соседних платформ (древних Ставропольского и Закавказского поднятий), служивших ранее основными областями сноса материала.

С периодами перерывов в осадконакоплении (с поднятиями) в мезозойской геосинклинали совпадают и эпохи складкообразования, сопровождаемого разломами. С этими эпохами, в свою очередь, связаны проявления эффузивной и интрузивной магматической деятельности. В Главном хребте известны основные (порфирит) и кислые эффузивы (кварцевые кератофиры) в верхнем лейасе и особенно перед келловеем. В соседней части Рионо-Куринского прогиба особенно мощны были порфиритовые извержения в байосе. С верхнелейасовыми тектоническими движениями связывают обычно внедрение небольшой Тырныаузской гранитной интрузии и сопровождающих ее малых интрузий лейкократовых порфировидных пород и поднятую по крупным разломам узкую зону палеозойских образований, являющуюся юго-восточным продолжением указанной выше зоны палеозоя Северо-Западного Кавказа. В контактовом ореоле этих интрузий, в скарнах (образовавшихся из карбоновых известняков) и роговиках находится крупное Тырныаузское молибденошеелитовое месторождение (с содержанием сульфидов и других металлов). В этой же зоне известны еще и другие мелкие рудопроявления олова, меди, полиметаллов и молибдена.

Предкелловейские интрузии (от довольно основных до кислых) Абхазии и Сванетии сопровождаются лишь слабыми рудопроявлениями (Mo, Sn, Cu, W). Возраст свинцово-цинкового оруденения в кальцито-кварцевых жилах Келасурской гранитоидной интрузии остается неясным. С предкелловейской эпохой тектонических движений связывают также образование главных полиметаллических жильных месторождений Садонско-Дигорской зоны Северного Кавказа (Садон, Згид, Холст, Дигорская группа), приуроченных в основном к древним гранитам в локальной связи с секущими их разломами. Вероятно юрский возраст имеет медно-пирротиновое и отчасти полиметаллическое оруденение (Бурон, Лабагом, Девдораки, Белоканы, месторождения горной Кахетии и Южного Дагестана), образующее две протяженные зоны частью в древней, но главным образом в юрской флишевой сланцевой толще, в локальной связи с поясами диабазов и порфиритов. В Кахетинско-Дагестанской зоне известны и малые интрузии габбро-диоритов и кварцевых альбит-порфиров.

Геологическое развитие мезозойской геосинклинали Большого Кавказа представляется преемственным от верхнепалеозойского времени и относится целиком к р а н н и м э т а п а м развития подвижных зон земной коры с характерными для них признаками: преобладанием опусканий с отдельными временными поднятиями и складкообразованием в геосинклиналях; мощным осадконакоплением; проявлениями эффузивного вулканизма с преобладанием пород основного состава спилито-кератофировой формации; отсутствием крупных гранитоидных интрузий и часто довольно основным и средним составом их, причем гипербазитовые интрузии представлены почти исключительно в палеозое — в начале данного этапа развития геосинклинали; преобладанием медного и полиметаллического оруденения колчеданного типа.

С начала третичного периода и особенно с конца эоцена Большой Кавказ вступил в следующую стадию своего развития — общее поднятие. Осадконакопление (в основном терригенных толщ), уже начиная с верхнего мела по периферии Центрального Кавказа и на протяжении всего Большого Кавказа, в палеогене и неогене сосредоточилось в краевых прогибах на севере и на юге. Ввиду отсутствия геологических данных в горной части Большого Кавказа не удается отделить палеогеновые тектонические движения, проявления магматизма и оруденения от неогеновых.

По периферии Большого Кавказа выделяется несколько фаз неогеновых складчатых движений, с которыми связано образование или вернее окончательное формирование крупных региональных разломов, хотя наиболее вероятно, что некоторые из них образовались в палеогене, а заложились еще в мезозое, но движения по ним неоднократно повторялись (примером может служить крупнейший разрыв вдоль южного склона Главного хребта, по которому породы древнего фундамента надвинуты на мезозойскую флишевую толщу). В связи с общим поднятием Кавказа и разломами проявилась и магматическая деятельность в виде малых (или неясных по размерам), чаще кислых интрузий гранитоидных и порфировых пород в осевой части Главного хребта и по его периферии, причем эти интрузии нередко пересекают разломы (Центральный Кавказ). Наиболее поздние поверхностные извержения (вплоть до четвертичных) были, вероятно, синхронными с дайками дацитов, альбитофиров и липаритов, которые рассматриваются как корни этих излияний.

С неоинтрузиями Центрального Кавказа связано, за отдельными исключениями, обычно мало интенсивное редкометальное оруденение (Mo, W, Sn, Bi), как, например, Сангутидонское месторождение, ряд месторождений В. Рачи и Сванетии, арсенопиритовое (Цанское месторождение, группа Танадонских) и медное оруденение в горной Кабарде и Сванетии, прослеживаемое частично в породах древнего фундамента, а также в юрских сланцевых толщах (от Сванетии и Кабарды на западе до Военно-Грузинской дороги). На этом же примерно протяжении в сланцевой толще прослеживается более узкая зона сурьмяно-ртутно-мышьякового (реальгарового) оруденения, условно связываемого с теми же неоинтрузиями.

Третичный возраст приписывается и редким на Кавказе свинцово-цинковым месторождениям телетермального типа в титонских и нижнемеловых доломитизированных известняках Абхазии и полиметаллическим жилам в среднеюрской вулканической толще Юго-Осетии (Верхняя Квайса и др.). Те и другие располагаются вдоль зон крупных разломов. Генезис их не приходится связывать ни с какими интрузиями. Для телетермальных месторождений Абхазии некоторыми геологами допускается возможность осадочного образования. Несмотря на неоднократные посещения этих месторождений, мне не удалось выявить убедительных данных, подтверждающих эти предположения.

Образование Юго-Осетинских жил невозможно объяснить иначе как отложением из восходящих термальных растворов. По совокупности признаков (связь с интенсивными поднятиями и образованием глубоких разломов при общем затухании складчатых движений) все третичные проявления магматизма и оруденения должны быть отнесены к поздним этапам развития геосинклиналей области Большого Кавказа.

Довольно существенно отличается история геологического развития и соответственно металлогения Малого Кавказа. В палеозое и триасе бóльшая часть Малого Кавказа представляла не геосинклиналь, а поднятую область (Закавказскую геоантиклиналь или платформу), и лишь на юге, в Нахичеванской зоне и по западной окраине Зангезурской зоны, существовали геосинклинали. Первая зона заполнена мощной почти непрерывной серией в основном карбонатных, отчасти и терригенных осадков от нижнего девона до триаса включительно (по последним данным, с выпадением среднего и верхнего карбона); вторая — вулканогенными породами, сланцами, кварцитами и известняками девона. В связи с древними гранитоидными интрузиями (Храмский, Локский, Арзаканский массивы) оруденения не установлено. Цинково-свинцовое оруденение телетермального типа в девонских известняках Нахичеванской зоны (Гюмушлуг), повидимому, имеет значительно более молодой возраст (третичный ?).

В отличие от Большого Кавказа мезозойские геосинклинали на Малом Кавказе заложились в разных частях его территории разновременно на месте указанного палеозойского поднятия, в южной же части Закавказья (за исключением области Зангезура) на месте палеозойской геосинклинали в мезозое преобладал геоантиклинальный режим с временными перерывами.

Наибольшее погружение в юрское время (с лейаса) испытала северная Сомхетско-Карабахская геосинклиналь и южная Зангезурская, заполненные мощными, главным образом вулканогенными толщами (преобладают порфириты и их туфы, в байосе развиты и кварцевые порфириты). С начала верхней юры в средних частях этих зон образовались геоантиклинальные поднятия, постепенно объединявшиеся, а области погружения и накопления меловых и палеогеновых отложений отодвигались к северу и югу.

Аджаро-Триалетская зона в северо-западной части Малого Кавказа была геосинклиналью в течение верхнего мела и палеогена, заполненной в основном мощной толщей вулканогенных пород (типа андезитов) и частично терригенными осадками. Позже, в конце палеогена и в неогене, происходили интенсивное поднятие и складчатость, сопровождавшиеся образованием крупных весьма протяженных разломов.

Складчатость на Малом Кавказе началась в Сомхетско-Карабахской зоне с конце средней юры в связи с местными поднятиями и продолжалась с перерывами в течение верхней юры и нижнего мела, распространившись на соседние к югу структурные зоны. После ослабления в верхнемеловое время складчатость особенно интенсивно проявилась в конце эоцена и еще раз в нижнем миоцене, отступая в связи с общим поднятием Малого Кавказа на его края и в сохранившиеся срединные синклинальные прогибы. Образование крупных разрывных нарушений связано с поздними фазами орогенических движений: система Севанских надвигов и сбросов по южному краю Сомхетско-Карабахской зоны относится к предолигоценовой фазе, крупные надвиги и разломы в Аджаро-Триалетской зоне, в Прикуринской депрессии, в Зангезуре, Даралагезе, Нахичеванской зоне образовались, повидимому, главным образом уже в неогеновое время.

Возраст многих интрузий, прорывающих только юрские отложения, однозначно не может быть определен. За последнее время некоторые геологи склонны приписывать части ультраосновных интрузий и особенно

большинству гранитоидных интрузий верхнемезозойский возраст (верхняя юра и нижний мел). Другие же (в том числе и докладчик) связывают большинство интрузий с наиболее интенсивными тектоническими движениями в верхнем эоцене и нижнем миоцене. Заведомо мезозойскими являются лишь среднеюрские мелкие основные интрузии и одна более значительная нижнемеловая гранитоидная интрузия в Нагорном Карабахе, с сопровождающим ее медно-пиритовым и полиметаллическим жильным оруденением (небольшие месторождения Гюльятаг-Мехмана).

Все остальные гранитоидные интрузии Сомхетско-Карабахской зоны, расположенные полосой обычно в антиклинальных поднятиях (одна Дашкесанская интрузия — в синклинали), вероятно являются верхнеэоценовыми. С отдельными группами этих интрузий совпадает и расположение ряда крупных промышленных и многих мелких рудных месторождений, составляющих в совокупности протяженную металлогеническую зону. Сюда относятся медные месторождения типа колчеданных залежей — Кедабек, Алаверды, Шамлуг, барито-металлические — Болнисское и Ахтальское, железорудные — Дашкесанское, Чатахское и ряд мелких, пиритовые — Чарагидзорское и Чибухлинское, мышьяково-кобальтовое — Дашкесанское (Северный рудник), а также баритовые жилы. Генетическая связь оруденения с интрузиями достаточно ясна для Дашкесанского месторождения магнетита (и других, подобных ему) в скарнированных верхнеюрских известняках около интрузии. Не вызывает особых сомнений и магматогенный характер месторождений колчеданного типа, так как рудные залежи в них обычно тесно сочетаются с жилами того же состава (Алаверды, Шамлуг, Чибухлы) и приурочены к зонам разломов и, кроме того, ряд месторождений располагается в зонах интенсивно гидротермально измененных пород вдоль контактов с интрузиями (Кедабек, Шагалинские жилы и др.).

В последне время возникло мало обоснованное представление, изложенное П. С. Саакяном, об осадочно-метаморфогенном образовании указанных железорудных и колчеданных месторождений.

По этому вопросу можно сказать следующее.

Общеизвестно, что закавказские колчеданные месторождения, в отличие от уральских (Среднего Урала), в формировании которых теперь большое значение приписывается процессам регионального метаморфизма, залегают в совершенно не метаморфизованных и только гидротермально измененных близ рудных тел юрских порфиритовых толщах. Руды этих месторождений не несут признаков метаморфизма (хорошо сохранились колломорфные текстуры).

Одним из основных доводов, приводимых П. С. Саакяном в пользу осадочного образования как железорудных, так и медноколчеданных месторождений, является приуроченность первых к определенному горизонту верхнемеловых вулканогенных пород, трансгрессивно налегающих на верхнеюрские известняки, а вторых — к определенному горизонту кислых туфовых пород на границе нижней и средней юры. Ни то, ни другое не соответствует имеющимся данным о геологическом строении районов этих месторождений (К. Н. Паффенгольц, Е. Г. Багратуни, Г. Н. Крутова — для района Дашкесана и В. Г. Грушевого, О. С. Степаняна, Сопко и других геологов — для Алавердского района). В отношении колчеданных месторождений можно сказать, что Чирагидзор, Кедабек, Ахтала залегают и в кварцевых порфирах средней юры, Шамлуг — в кварцевых порфиритах (альбитофирах) более высокого горизонта средней юры, Алаверды — в туфовых породах с отдельными участками кварцевого альбитофира. Колчеданные жилы в тесном сочетании с рудными залежами того же состава известны в Алавердах и Шамлуге.

Приведенный П. С. Саакяном случай нахождения обломков баритовых кристаллов в Ахтале в трансгрессивно налегающих на рудоносную толщу порфиритах непонятен. Мало вероятно, чтобы в потоке порфири-

товой лавы, излившейся на поверхность (очевидно, эродированную) кварц-порфиров с барито-полиметаллическими рудными телами и имевшей температуру около 1000°, могли бы сохраниться недиссоциированными кристаллы барита. Было бы понятнее, если бы здесь предполагалось послерудное тектоническое нарушение типа надвига, но П. С. Саакян ведь этого не имеет в виду.

Обилие гипса в Алавердском и Шамлугском месторождениях рассматривается П. С. Саакяном как доказательство осадочного их происхождения, что совершенно неубедительно. Скопления гипса (особенно обильные в Алавердах) приурочены исключительно к рудоносным тектоническим зонам и даже, более того, наблюдаются в тесном соседстве с рудными залежами, обволакивая их и проникая в них в виде прожилков. При изучении этих месторождений я приписывал гипсу гидротермальное происхождение, рассматривая его как гидратизированный ангидрит, остатки которого в гипсе действительно сохраняются на нижних горизонтах Алавердского рудника.

У геологов, посещавших и изучавших эти месторождения, возникали сомнения в первичности гипса; некоторые считали его вторичным, образовавшимся в процессе окисления сульфидных залежей, однако никто до П. С. Саакяна не высказывал предположения об его осадочном происхождении. Указанная приуроченность гипса (как и барита в Ахтале) исключительно к самим рудным месторождениям при полном отсутствии пластовых залежей его в других местах в юрской осадочно-порфиритовой толще никак не позволяет рассматривать гипс как обычное для этого минерала осадочное образование, свойственное соленосным формациям.

Таковы замечания по докладу П. С. Саакяна.

Верхнеэоценовый возраст имеет и Памбакский интрузивный комплекс, расположенный в более южной антиклинальной эоценовой зоне (породы состава от габброидов до щелочных гранитов, сиенитов и нефелиновых сиенитов), сопровождаемый слабым медным оруденением (со следами молибдена — Мисхана).

Ультраосновные интрузии и габбро (до диоритов) образуют весьма протяженный Севано-Карабахский офиолитовый пояс в основном мелких вытянутых тел, приуроченных к зоне глубоких разломов предолигоценового возраста. Возрастные взаимоотношения этих гипербазитов с гранитоидными интрузиями недостаточно ясны, хотя до сих пор они и считались более ранними, чем последние. С гипербазитами связано хромитовое оруденение. В Аджаро-Триалетской зоне со среднеэоценовыми интрузиями сиенито-диоритов в андезитовой толще связано медное и полиметаллическое оруденение (жильные месторождения Аджарии), а с габброидными породами (более поздними — верхнеэоценовыми) — мало интенсивное магнетитовое оруденение в скарнированных породах. В этой зоне не только щелочные анальцимовые сиениты, но и дайки щелочных габбро, тефритов и базальтов имеют несколько более поздний возраст, чем сиенито-диориты.

Все указанные мезо-кайнозойские интрузивные и рудные комплексы можно отнести к образованиям ранних этапов развития геосинклинальных зон.

С послеолигоценовыми (нижнемиоценовыми) тектоническими движениями связано образование гранитоидных интрузий Юго-Восточного Закавказья. К этому интрузивному комплексу относятся крупнейший на Кавказе сложный Ордубадско-Мегринский массив (породы от редких ультраосновных и основных до гранитов и щелочных сиенитов, с преобладанием гранодиоритов и монцонитов) и соседние более мелкие интрузии Зангезура, Сисианского района, Даралагеза и Нахичеванской АССР, а также обособленный Дали-Дагский массив. Характерной особенностью всех этих интрузий является несколько повышенное содержание калия и распространенность пород типа монцонитов. Широко распространены

порфировые породы наиболее поздней фазы внедрения (вдоль разломов).

Интрузии сопровождаются довольно разнообразным оруденением. Наибольшее промышленное значение имеют молибдено-медные месторождения типа прожилково-вкрапленных руд, реже жильные. Крупнейшие месторождения первого типа (Каджаран, Агарак, Джин-Дара) и несколько мелких образуют определенную зону в Ордубадско-Мегринском массиве вдоль разлома. На продолжении этой зоны к северу находится медно-молибденовое Дастакертское месторождение в Сисианском районе. Вдоль западного контакта массива находятся жильные и прожилковые молибденовые месторождения Парагачайское, Алчалыхское и др. В некотором удалении от контакта в эоценовой туфогенной толще недавно открыто полиметаллическое оруденение.

Известное промышленное Кафанское жильное медноколчеданное месторождение в юрских кварцевых порфирах расположено в удалении от Мегринского массива; рядом с ним известны лишь редкие мелкие выходы интрузивов.

В Даралагезе полиметаллическое оруденение представлено в виде довольно многочисленных, но пока небольших жильных месторождений вблизи от малых интрузий (часто в них самих); недавно здесь открыто и сурьмяное оруденение. Мощное развитие кислых и относительно богатых калием интрузий при воздымании всей этой области, сопровождаемом складкообразованием с предшествовавшим неглубоким погружением, заставляет отнести формирование ее к средним этапам развития.

Магматогенный характер всего указанного оруденения не вызывает сомнений, так как почти все его проявления (за исключением некоторых, как, например, Кафан) тесно локально связаны с интрузиями, находясь часто в них самих или иногда в скарнированных породах контактовых зон, отчетливо контролируются разрывными нарушениями и сопровождаются интенсивным гидротермальным изменением вмещающих пород.

Из изложенного видно, что в обеих рассмотренных частях Кавказа — на Большом и Малом Кавказе — можно выделить структурно-металлогенические зоны с характерным для каждой из них преобладающим типом оруденения. Расположение этих зон и время главного рудообразования в каждой из них определяется особенностями геологического развития обеих названных частей, в котором, подобно тому как в других регионах, могут быть выделены ранние, средние и поздние этапы.

Что касается вопроса о различиях, которые должны иметь место в развитии геосинклинальных зон разного геологического возраста (протерозойских и палеозойских, с одной стороны, и молодых мезо-кайнозойских — с другой), то, исходя из общих основных положений диалектики о ходе развития природных процессов на протяжении длительной истории земной коры, мною и другими исследователями делались попытки подметить такие различия.

Я не буду утверждать, что указываемые ниже отклонения от общей схемы развития подвижных зон земной коры могут быть распространены и на другие молодые геосинклинальные пояса, но для Кавказа были подмечены следующие характерные особенности в ходе развития геосинклинальных зон, отличающие их от других подвижных поясов СССР, формировавшихся в палеозое.

1. При погружении мезозойской геосинклинали Большого Кавказа, относимом к ранним этапам ее развития, резко преобладало накопление мощных терригенных осадков (флишевых) над слабо представленными излияниями вулканических пород спилито-кератофировой формации, столь характерной для ранних этапов развития палеозойских геосинклиналей (Урал, Казахстан, Тува). В северных геосинклиналях Малого Кавказа (юрской — Сомхетско-Карабахской и эоценовой — Аджаро-Триалетской) преобладает обычное отложение вулканических пород, но опять-таки не спилито-кератофировой, а нормальной порфиритовой

(андезито-дацитовой) формации, хотя местами встречаются и породы первой формации.

2. В образовании интрузивных пород ранних этапов на Малом Кавказе отчетливо не устанавливается (за исключением отдельных случаев, как, например, в Памбакском комплексе) нормальной последовательности развития от ультраосновных интрузий к кислым, так как Севано-Карабахский пояс гипербазитовых интрузий приурочен к зоне глубоких разломов, следовавших за складкообразованием, и возрастные взаимоотношения их с верхнеэоценовыми гранитоидными интрузиями неясны.

3. Геологические образования средних этапов развития на Большом Кавказе в палеозое и мезозое вообще не представлены, а на Малом Кавказе выделяются лишь на юго-востоке, в краевой его зоне.

4. Образования поздних этапов развития, отчетливо представленные на Большом Кавказе в виде лавовых излияний, малых трещинных интрузий и сопровождающего их оруденения, установлены на Малом Кавказе лишь в виде мощных поверхностных извержений верхнетретичного и четвертичного времени.

Таким образом, только при сопоставлении разновременно проявившихся в пространственно-разобщенных структурных зонах этапов развития может быть восстановлена общая последовательность развития всей подвижной зоны Кавказа. При этом, как видно, средние этапы развития представлены относительно слабо.

На примере Кавказа, на основании приведенных выше данных, достаточно отчетливо устанавливается связь процесса эндогенного рудообразования для большей части его проявлений с интрузивной магматической деятельностью, в свою очередь тесно связанной с тектоническими движениями (колебательными, складкообразованием и образованием разломов), закономерно приуроченными во времени к определенным периодам развития всей подвижной зоны Кавказа. Лишь для месторождений типа колчеданных залежей, некоторых полиметаллических жильных в сланцевых или эффузивных толщах и телетермального типа в карбонатных породах, а также сурьмяно-ртутно-мышьяковых связь с интрузиями недостаточно ясна, однако образование их восходящими рудоносными растворами, так или иначе связанными с глубинным магматизмом, представляется наиболее вероятным.

Роль вмещающих пород в локализации эндогенных месторождений довольно отчетливо проявляется в приуроченности закавказских месторождений типа колчеданных залежей к кислым эффузивным и туфовым породам, причем интересно, что и некоторые наиболее крупные жильные медноколчеданные месторождения залегают в кварцевых порфиритах (Кафанское).

Вероятно влияние не только физических (механических) свойств пород для локализации оруденения (в виде способности их к образованию трещиноватости, пористости и т. д.), но и влияние химического состава пород на осаждение рудных веществ из растворов.

Общеизвестна также приуроченность телетермальных цинково-свинцовых месторождений к доломитизированным известнякам. Месторождения всех других типов встречаются в самых разнообразных породах. Для суждения о возможном влиянии на рудообразование состава толщ различных пород на глубине при прохождении через них рудоносных растворов достаточных данных не имеется.

Значение ассимиляционных процессов и гранитизации при становлении некоторых интрузий можно считать доказанным на ряде примеров на Кавказе (Г. В. Афанасьев о древних гранитах В. Кавказа, мои данные об ассимиляции крупных ксенолитов в Мегринской интрузии и др.), но заметного влияния этих процессов на вещественный состав оруденения пока не отмечалось. Роль процессов метаморфизма в образовании (или вернее в преобразовании) некоторых типов месторождений принимается

сейчас многими (например, для уральских колчеданных месторождений), но на примерах кавказских месторождений убедительно ничем пока не доказана, несмотря на попытки, сделанные в этом направлении некоторыми геологами (П. С. Саакян).

Установленные геологические закономерности в распределении структурно-металлогенических зон на Кавказе позволяют рекомендовать некоторые из этих зон, как наиболее перспективные для дальнейших поисковых работ на отдельные металлы.

На Большом Кавказе для этой цели выделяются следующие зоны:

1) Палеозойская зона Северного Кавказа — на медные и полиметаллические месторождения колчеданного типа и отчасти на редкие металлы.

2) Зона мезозойских полиметаллических и медно-пирротиновых со свинцом, цинком, оловом месторождений Северного Кавказа — на свинец, цинк, отчасти медь и попутно олово.

3) Кахетинско-Дагестанская зона медно-пирротиновых и полиметаллических месторождений — на медь, свинец, цинк.

4) Третичная зона редкометального (W, Mo, Sn) и примерно совпадающего с ней ртутно-сурьмяно-мышьякового оруденения Центрального Кавказа.

5) Абхазско-Лечхумско-Юго-Осетинская зона с полиметаллическим баритовым и отчасти редкометальным (W, Mo, As) оруденением (неясного возраста).

6) Зона древних кристаллических пород северо-западной и центральной частей Главного хребта — на месторождения редких и цветных металлов как древнего, так и позднейших периодов образования.

На Малом Кавказе (с северо-запада на юго-восток) выделяются:

1) Северо-западная часть Сомхетско-Карабахской структурной зоны (Болнисский и Дманисский районы Грузии) — на свинец, цинк, барит, медь, железо.

2) Средняя часть той же зоны (от Алавердского района до долины р. Тертер) — на медь, железо, свинец, цинк, барит, кобальт.

3) Верхнеэоценовая зона Памбакского хребта — на медь, молибден, отчасти свинец, цинк.

4) Даралагезский и Сосианский районы — на свинец, цинк, медь, сурьму, а второй из них — кроме того, на молибден.

5) Район Ордубадско-Мегринского послеолигоценового интрузивного массива — на медь, молибден, вольфрам, свинец, цинк, мышьяк.

В. М. СЕРГИЕВСКИЙ

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ УРАЛА

Некоторые закономерные особенности размещения различных типов рудных месторождений Урала в различных геологических структурах были подмечены уже геологами XVIII века, но лишь сейчас явилась возможность сопоставить эти закономерности с историей формирования геологических структур Урала и, сравнивая с металлогеническими особенностями других подвижных поясов, выяснить их более широкое значение. Изучение геологии и металлогении Урала дает материал для выяснения ряда общих вопросов теории рудообразования.

На примере двух разновозрастных подвижных поясов, более древнего кембро-протерозойского и более молодого варисского, мы видим, что оба они в истории своего развития проходят сходные этапы, и одинаковым этапам развития соответствуют близкие по составу интрузивные и минеральные комплексы с очень характерными, однако, между ними различиями.

История формирования варисского подвижного пояса особенно ярко вскрывает закономерности последовательного развития (по этапам) тектонических структур, интрузивных и минеральных комплексов и закономерности размещения различных и разновозрастных типов минерализации в различных по времени образования тектонических структурах.

Наблюдается ряд закономерных связей между магматическими, в частности интрузивными породами, и рудными месторождениями, параллелизм в петрографической эволюции сложных многофазных интрузивных комплексов и связанных с ними рудных месторождений, металлогеническая специализация интрузий.

Намечается существование более общих закономерностей металлогенической эволюции, вследствие чего характер минерализации, свойственный тому или иному типу магматических (интрузивных) пород, в значительной степени зависит не только от петрографических особенностей этих пород или от их глубинности, но и от времени проявления их в ходе развития подвижного пояса и места, занимаемого ими в крупных тектонических структурах региона.

В истории развития подвижных поясов Урала типы тектонических движений, магматизма, осадконакопления и минерализации последовательно сменяют друг друга и обнаруживают тесную взаимосвязь.

Наряду с закономерностями смены типов геологического развития подвижных поясов во времени наблюдаются столь же характерные пространственные закономерности размещения различных типов оруденения в геологических структурах, имеющих различную историю развития, с более редкими, но характерными случаями перекрытия разновозрастной минерализацией одних и тех же геологических структур.

В целях металлогенического районирования на Урале следует прежде всего выделить подвижные пояса различного возраста. Более древний, кембро-протерозойский, охватывает Тиман, Башкирское поднятие и зону Урал-Тау и располагается на западе. Значительная его часть, за исключением Тиманской ветви и мало известных нам палеозойских структур Печорской низменности, была вовлечена в интенсивную варисскую

складчатость, представляя в варисской структуре внешнюю зону подвижного пояса, перед которой в верхнем палеозое возник предгорный прогиб с существенно более различным типом отложений в пределах древней платформы, чем в Печорской низменности. Более молодой варисский пояс возник восточнее. Он, очевидно, простирается на восток до структур Центрального Казахстана. Его внутренние зоны, отвечающие восточному склону Урала, очевидно заложены на кембро-протерозойских структурах существенно иного характера, чем в области Башкирского поднятия и в зоне Урал-Тау, почти не содержащих древней минерализации. В пределах подвижных поясов на примере Урала особо необходимо различать следующие типы геологических структур, хорошо индивидуализированные в более изученном варисском поясе.

1. Ранние прогибы, возникающие во внутренней части вновь формирующегося подвижного пояса со спилитовым и андезитовым типами вулканизма, ультраосновными и основными интрузиями и связанными с ними диоритами и плагиогранитами и частично щелочными интрузивными комплексами, сопровождаемыми характерной минерализацией. В этих же прогибах размещаются гипабиссальные и субвулканические интрузии, часто тесно связанные с эффузивами среднего и кислого состава, и соответствующее оруденение. Иногда эта последняя стадия формирования прогиба отчетливо обособляется в самостоятельный этап его развития.

2. Срединные геоантиклинали подвижного пояса, в пределах которых размещаются батолитовые интрузии гранитоидов, а на их флангах — постбатолитовые малые интрузии и рудные месторождения.

3. Поздние прогибы, начало формирования которых несколько опережает внедрение батолитовых интрузий или следует за ним. В пределах этих прогибов происходят последние вулканические явления, внедряются гипабиссальные интрузии большей частью кислого и щелочного состава и локализуется минерализация малой глубинности и близповерхностная, имеющая обычно постбатолитовый возраст. Эти прогибы возникают по соседству с поясами батолитовых интрузий, повидимому, обычно в зонах, не прошедших на предшествующих этапах полной геосинклинальной стадии. Заключительные (конечные) стадии развития магматизма и металлогении с особым типом минерализации иногда отделены от времени внедрения батолитов целыми геологическими периодами. Подобный прогиб варисского подвижного пояса, очевидно, располагается в Зауралье, под покровом третичных и верхнемезозойских отложений.

4. Платформы и предгорные прогибы, так как по их окраинам локализуются зоны телетермальной минерализации.

Образование ранних прогибов варисского подвижного пояса начинается во второй половине или в середине ордовика с возникновения меридиональных расколов в фундаменте. Действительно, можно видеть эти расколы в тех случаях, когда оси синклинориев, возникших на месте ранних прогибов, вздымаются (район Белорецка в Зилаирском прогибе, Аниховский грабен в Северных Мугоджарах). По расколам начинается опускание, очевидно, довольно широких зон и одновременно в прогибах проявляется вулканизм. Вначале, по крайней мере на окраинах прогиба, где только и можно видеть отношения этих вулканогенных толщ с подстилающими их отложениями, вулканизм носит диабазово-спилитовый характер. Два таких прогиба, западный (меденосный) и восточный, возникли на восточном склоне Урала, третий, Зилаирский, заложен в геосинклинальных структурах «салаирского» подвижного пояса, несогласно с ними.

Формирование срединного антиклинория намечается несколько позднее. Древнейшие силурийские вулканогенные отложения этой зоны существенно не отличаются от одновозрастных отложений прогибов, но в конце девона и в начале карбона центральный геоантиклинорий обнаружи-

вается как область размыва, а верхневизейские отложения в его пределах залегают трансгрессивно на самых различных породах. Ряд фактов заставляет предполагать, что центральный геоантиклинорий наметился уже в конце силура.

Характер и возраст минерализации начальных и ранних этапов несколько различен в трех названных прогибах. Наиболее разнообразна, богата и сложна минерализация в западном меденосном прогибе. В силуре и девоне здесь выделяются следующие главные интрузивные и рудные комплексы.

1. Долудловские (лландоверийские или уинлокские) гипербазиты, сопровождаемые габбро и плагиогранитами. Они прорывают нижние горизонты диабаз-спилитовой толщи, заключающие фауну лландоверийских граптолитов. Обломки их и хромит содержатся в гравелитах, подстилающих рудоносную баймак-буребаевскую свиту, вероятно лудловского возраста. С гипербазитами этого (Кемпирсайского) пояса, занимающего крайнее западное положение в прогибе, связаны самые крупные на Урале месторождения хромита, а также супергенные месторождения никеля, крупнейшие месторождения талька и второстепенные месторождения асбеста. Габбро и плагиограниты, сопровождающие гипербазиты кемпирсайского комплекса, практически безрудны. Близкий возраст имеют колчеданные месторождения и алюмокварциты Кабанской группы. Они залегают в нижних, доуинлокских горизонтах эффузивной свиты. Обломки вторичных кварцитов и околорудных кварцево-серицитовых пород встречаются в обломочных породах, непосредственно покрывающих свиту диабазов и альбитофиров, заключающую колчеданные месторождения. В. П. Логинов указывает, что колчеданное оруденение моложе даек альбитофиров, пересекающих вмещающую толщу, и старше даек диабазов, сопряженных с залегающими непосредственно выше покровами диабазов.

2. Лудловская платиноносная габбро-перидотитовая сложная дифференцированная интрузия. С дунитами этой интрузии связаны уральские месторождения платины; с пироксенитами и частично с габбро — месторождения мало титанистых магнетитов, с габбро — медные вкрапленники. С этой интрузией тесно связан более молодой лудловский комплекс плагиогранитов, кварцевых диоритов и гранодиоритов с контактово-метасоматическими месторождениями железа и медистыми магнетитами. С этими же интрузиями связаны второстепенные кварцево-жильные золоторудные, иногда золотортутные и медные месторождения. Интрузивные породы этого комплекса не поднимаются выше вулканогенных свит среднего лудлоу; галька их встречена в конгломератах, подстилающих эйфельские известняки. Они старше сиенитов тагило-кушвинского комплекса, возраст которых, по геологическим данным и определениям абсолютного возраста, устанавливается как верхний лудлоу — нижний девон.

Нижне- или среднелудловский возраст имеет также значительная часть колчеданных и золото-баритовых месторождений, а также вторичные кварциты, обычно тесно связанные с районами развития диабазов и альбитофиров лудлоу.

Месторождения залегают в вулканогенных толщах нижнего и среднего лудлоу, а обломки и окатанные гальки вторичных кварцитов и околорудных кварцево-серицитовых пород встречены в залегающих непосредственно выше отложениях верхнего лудлоу и дацитового горизонта (на Южном Урале). Возможно, что к этому же времени близка ртутная минерализация Северного Урала.

Вслед за формированием этих интрузивных и рудных комплексов по окраинам западного прогиба происходят тектонические движения, обусловившие несогласное залегание вышележащих свит верхнего лудлоу.

3. Верхнелудловский или нижнедевонский тагило-кушвинский комплекс. Сопровождает трахитовые порфиры верхнего лудлоу с крупнейшими контактовыми метасоматическими месторождениями железа и второстепенными месторождениями медистых магнетитов. Те и другие содержат кобальт. Характерной особенностью этого щелочного комплекса, завершающего собой формирование сложных интрузий, в состав которых входят габбро, перидотиты и плагиограниты, является присутствие эндогенных месторождений марганца.

4. Сибайский колчеданный комплекс, месторождения которого залегают в диабаз-альбитофировой свите кобленцского возраста.

5. Нижнедевонские или, быть может, несколько более молодые гипербазиты, образующие пояс, занимающий внутреннее положение в прогибе. Они содержат второстепенные по своим размерам месторождения хромита, мелкие гнезда медистых магнетитов (иногда с сульфидами кобальта и никеля) и небольшие жильные месторождения меди. Сопровождающие их кварцевые габбро, кварцевые диориты и плагиограниты и гранодиориты вмещают довольно крупные золоторудные месторождения (Северо-Миасская группа), золото-мышьяковые (Большой Коран и др.), прожилковые и вкрапленные месторождения меди (Вознесенское). Характерным второстепенным металлом является молибден.

Образованием этого комплекса заканчиваются начальные этапы формирования западного прогиба, и он вступает в следующую стадию своего развития. Как мы видели, на начальных этапах три раза повторяются близкие по возрасту однотипные интрузивные и минеральные комплексы: ультраосновные или основные интрузии, плагиограниты и колчеданные месторождения. В лудловском этапе процесс этот еще осложнен появлением щелочного сиенитового комплекса в интрузивной фазе и трахитового в эффузивной. Это соответствует повторяющимся в прогибе сходным тектоническим движениям.

Именно, на начальных стадиях (конец ордовика, силур, начало девона) формирование прогиба идет таким образом, что последовательное дифференциальное интенсивное опускание испытывают все более внутренние и все более узкие полосы, так что прогиб с течением времени постепенно сужается. Приблизительно у краев вновь возникающей полосы опускания последовательно образуются все более молодые интрузивные и минеральные зоны, смещающиеся скачками от краев прогиба к его средней части. Соответственно в прогибе одновозрастные и однотипные интрузии и рудные зоны часто возникают попарно, причем лучше выявлены западные зоны.

Образование этих интрузивных и рудных зон связано с движениями, однообразно проявившимися на протяжении сотен и тысяч километров, соответственно и сами зоны выдержаны на громадном протяжении. Более конкретная попытка разобраться в характере этих движений была сделана для Южного Урала с применением метода линий равных мощностей (изопахит) для наиболее характерных прогибов свит порфиритов и их туфов — ирендыкской (верхний лудлоу — жединский ярус) и улутауской (средний девон).

Первая, долудловская или даже доуинлокская, стадия формирования прогиба сопровождается диабаз-спилитовыми излияниями по его западной окраине (долина р. Сакмары, Орско-Халиловский район), мощность которых достигает 500 *м*. Но уже довольно рано намечается формирование второй, более внутренней ступени прогиба, окраина которой совпадает с западным подножием хребта Ирендык. В этой зоне прогиба излияния представлены пироксеновыми порфиритами и их туфами, видимой мощностью до 2 *км*. Вероятно вдоль краев этой ступени прогиба проникли долудловские гипербазиты, распространяющиеся на западе в сторону антиклинала хребта Урал-Тау, по границе между фундаментом и силурийской вулканогенной толщей, образуя полого лежащие

широкие интрузии в пределах Баймакской зоны и узкие, вытянутые, наклоненные на восток — на границе с зоной Урал-Тау.

Конфигурация лудловского прогиба выясняется на карте изопахит ирендыкской свиты. При образовании его западная (Баймакская) зона в значительной степени стабилизируется, отставая в темпах опускания от Ирендыкской. Прогиб этот состоит из двух ветвей, западной в зоне хребта Ирендык и восточной, между которыми остается срединное поднятие с сокращенной мощностью ирендыкской свиты. По западному краю лудловского прогиба и на срединном поднятии излияния носят диабаз-альбитофировый характер, в Ирендыкском прогибе они сменяются порфиритовыми и туфовыми толщами. По западному краю Ирендыкского прогиба возникает Баймакская зона колчеданных месторождений. Такая же зона (Учалинская) возникает по восточному краю срединного поднятия (западное ограничение этого поднятия скрыто более молодыми породами). Это обстоятельство позволило считать вероятным существование по восточному ограничению прогиба колчеданной зоны. Первыми же поисками в 1950 г. такие месторождения здесь действительно были найдены (Субутак, Теренсай).

При формировании девонского прогиба стабилизируется и Ирендыкская зона, несогласно перекрывающаяся маломощными отложениями бугулыгырской толщи. Край внутреннего прогиба проходит по восточному подножию хребта Ирендык. Начальные стадии формирования девонского прогиба сопровождаются диабаз-альбитофировыми излияниями карамалыташской свиты, мощно развитой по его западной окраине. Девонский прогиб, судя по карте изопахит улутауской свиты, также состоит из двух ветвей, между которыми сохраняется срединное поднятие, но обе эти ветви сдвигаются к центральной части прогиба и срединное поднятие сужается. По западному краю прогиба внедряются гипербазиты внутреннего пояса. Колчеданные месторождения, отвечающие этой стадии формирования прогиба, Бакр-Узяк и Сибай, располагаются на восточном крае западной ветви прогиба.

Формирование прогиба на Среднем и Северном Урале вероятно проходит аналогично, но с одним существенным различием. Западный край долудловского прогиба здесь находится много западнее края лудловского прогиба, приблизительно у границы зеленокаменного синклинория с зоной Урал-Тау. Вдоль него располагаются гипербазиты хребта Салатим и Кабанская колчеданная зона, а края лудловского и девонского прогибов приблизительно совпадают.

Соответственно на Среднем и Северном Урале получила развитие лудловская габбро-перидотитовая интрузия, а девонская гипербазитовая и кобленцская диабаз-альбитофировая свиты отсутствуют. На Южном же Урале, где лудловский прогиб имеет унаследованный характер, выпадает лудловская габбро-перидотитовая интрузия.

Лудловская габбро-перидотитовая интрузия, сопровождаемая плагиогранитами, и лудловская колчеданная зона расположились вдоль края лудловского прогиба.

Среди рудных проявлений начальных этапов особое внимание привлекают колчеданные месторождения. Интересен вопрос о соотношениях между ними и несомненно близкими по возрасту и отчасти по характеру минерализации комплексами вторичных кварцитов и плагиогранитов. В своем первоначальном виде эти месторождения обнаруживают ряд признаков приповерхностного генезиса. Они вместе с вмещающими породами подверглись метаморфизму, перекристаллизации и деформации. Дальнейшее изучение геологии этих месторождений приводит к заключению, что они в масштабах геологического времени почти синхроничны с вмещающими вулканогенными толщами.

В вышележащие отложения, часто залегающие над колчеданоносными толщами трансгрессивно, минерализация не проникает, хотя бы они были

представлены петрографически сходными породами. В обломочных породах, залегающих выше трансгрессивного среза, в ряде пунктов на всем протяжении Урала обнаружены обломки и хорошо окатанная галька пиритизированных кварцево-серицитовых сланцев.

По В. П. Логинову, близкий к вмещающим породам возраст месторождений в нескольких случаях устанавливается по соотношению с дайками, сопряженными с покровами, из которых одни являются дорудными, а другие пострудными. Вместе с тем, в особенности для крупных месторождений, не получило конкретного подтверждения предположение о возможной локальной связи месторождений со структурами вулканических аппаратов. Вторичные кварциты, связанные с малыми интрузиями кварцевых альбитофиров, нередко также самым тесным образом связаны с колчеданными месторождениями обычно не крупного размера. Кажется естественным предполагать генетическое родство этих двух типов минерализации, из которых вторичные кварциты имеют признаки более высокотемпературного генезиса. Плагиограниты, наоборот, не обнаруживают явной связи с колчеданными месторождениями и отсутствуют в ряде колчеданных районов.

Со среднего девона и до его конца развитие прогиба идет по плану, наметившемуся в начале девона. По западной окраине прогиба средний девон ложится несогласно и трансгрессивно на стабилизирующихся структурах Баймакской и Ирендыкской зон. Среднедевонская трансгрессия захватывает область салаирских структур и окраины платформы. Со второй половины девона интенсивность вулканизма в прогибе заметно спадает, непрерывная ранее вулканогенная зона распадается на отдельные звенья. Широкое развитие получают флишеобразные толщи туффитов с прослоями кремнистых сланцев, известняков и конгломератов.

В металлогеническом отношении ведущая роль переходит к малым, частично субвулканическим интрузиям диоритов, кварцевых диоритов, гранодиоритов и сиенито-диоритов, часто располагающихся в центрах излияния сходных по составу эффузивов. Соответственно такому характеру геологического развития рудные комплексы этого времени не образуют вытянутых линейных зон, а располагаются узлами на отдельных участках прогиба. К этим этапам относятся следующие интрузивные и минеральные комплексы.

1. Турьинский кварцево-диоритовый и гранодиоритовый комплекс конца среднего девона с контактово-метасоматическими месторождениями меди и отчасти железа (с содержанием кобальта и молибдена), сопровождаемыми жильными золоторудными, цинковыми и свинцово-баритовыми месторождениями и рудопроявлениями.

2. Диабазовый комплекс франского или верхнеживетского возраста с контактово-метасоматическими месторождениями железа (1-й Северный рудник, Кара-Саир) и золото-кварцевыми жилами.

3. К фаменскому веку на Южном Урале относятся малые интрузии диоритов и сиенито-диоритов с золоторудной минерализацией и медно-никелевыми залежами (Сунар-Узяк).

4. Вероятно в западном прогибе проявились мелкие дайковые интрузии гипербазитов карбона, лишенные промышленной минерализации.

Если на начальных этапах ведущая роль принадлежала гипербазитовым и габбровым интрузиям, кислым и щелочным продуктам их дифференциации, то на следующих этапах она переходит к гипабиссальным интрузиям, связанным с андезитовой магмой, само появление которой в глубокой части прогиба обусловливается, возможно, вдавливанием сиалической оболочки в базальтовую постель, ее частичным расплавлением и смешением с базальтовой магмой.

В нижнем карбоне, несогласно по отношению к силурийским и девонским геологическим структурам, в восточной части прогиба возни-

кает наложенная депрессия, в которой развиваются вулканические явления.

С вулканогенной диабаз-порфировой толщей нижнего карбона пространственно, петрографически, геологически и, вероятно, генетически связаны гипабиссальные интрузии магнитогорско-гумбейского граносиенитового комплекса конца нижнего или начала среднего карбона. В состав многофазных гипабиссальных интрузий магнитогорского комплекса входит очень разнообразная серия пород от габбро и диоритов до гранитов и сиенитов, иногда щелочного состава, а также разнообразные и разновозрастные интрузивные порфиры.

С различными группами этого сложного интрузивного комплекса связаны различные типы оруденения: медные вкрапленники в габбро, контактово-метасоматические месторождения железа — с гранитами и сиенитами нормального состава, золоторудные и золото-шеелитовые месторождения, баритовые жилы, а также золотоносные вторичные кварциты — с интрузивными порфирами. В металлогении этого комплекса повторяется ряд типов, характерных для ранних этапов, и появляются некоторые новые (редкометальные месторождения), сближающие его с гранитами средних этапов. Несмотря на большое петрографическое сходство диабаз-порфировой эффузивной свиты нижнего карбона с колчеданоносными свитами силура и девона, в ней не отмечено признаков типичной колчеданной минерализации, что можно объяснить совершенно иной геологической и тектонической обстановкой.

Очень интересны качественные и количественные различия в металлогении сходных интрузивных комплексов, последовательно повторяющихся в западном прогибе и залегающих в отложениях аналогичного или одного и того же состава. Более 95% промышленных запасов хромита связаны с самым первым (кемпирсайским) гипербазитовым комплексом, а другие типы минерализации здесь почти не известны; габбро и плагиограниты этого комплекса практически безрудны. Почти все 100% промышленно ценной минерализации, характерной для габбровых интрузий, связаны с лудловской (платиноносной) габбро-перидотитовой интрузией, тогда как габбро других комплексов практически почти безрудны.

Для девонских гипербазитов, наряду с месторождениями хромита, характерен осмистый иридий и мелкие медные месторождения. Мелкие дайковые интрузии гипербазитов, прорывающие в западном прогибе верхний девон и карбон, безрудны, а такие же мелкие интрузии горы Саранной несут громадные месторождения хромита. Еще более интересна металлогеническая эволюция последовательно проявляющихся плагиогранитных и близких к ним диоритовых, гранодиоритовых, сиенитодиоритовых, граносиенитовых комплексов западного прогиба. Первый плагиогранитовый комплекс практически безруден. Для второго характерны контактово-метасоматические месторождения железа с второстепенными проявлениями медной минерализации в виде медистых магнетитов, а также второстепенные месторождения золота, иногда с ртутью, и убогие кварцевые жилы с халькопиритом. Сходную минерализацию имеют сиениты тагило-кушвинского комплекса с учетом эндогенных месторождений марганца.

В девонском плагиогранитном комплексе не найдено контактово-метасоматических месторождений железа, и на первое место выступают довольно крупные месторождения золота, золото-мышьяковые, медные прожилкового типа, для которых характерна примесь молибдена. Сущность этой эволюции заключается в том, что металлогения плагиогранитов, вначале близкая к металлогении габброидов, с течением времени все более приближается к металлогении гранитов средних этапов. Эту же тенденцию продолжают интрузивные и рудные комплексы среднего и верхнего девона, наиболее ярко и в петрографическом и в металлоге-

ническом отношении она выражена для самого молодого магнитогорско-гумбейского комплекса.

Таким образом, намечается металлогеническая специализация для самых различных по составу интрузий, закономерная и направленная эволюция их металлогении. Поскольку все эти интрузии залегают в сходных по составу породах, мы склонны полагать, что отмеченные факты связаны с процессами, идущими на больших глубинах.

Начальные и вместе с тем наиболее интенсивные стадии формирования Зилаирского прогиба относятся к концу ордовика и началу силура. Интрузивные, эффузивные и минеральные комплексы Зилаирского прогиба одновозрастны и однотипны с комплексами одновременно формирующегося прогиба западной вулканогенной зоны. Но в Зилаирском прогибе проявились лишь самые ранние из них, отвечающие времени наиболее интенсивного формирования прогиба (долудловские гипербазиты, лудловский колчеданный комплекс).

В восточном прогибе, где магматическая и тектоническая деятельность в силуре и девоне проявлена слабее, чем в западном, известна минерализация сходного типа, обнаруженная лишь в последние годы, и, вероятно, близкого возраста (колчеданные месторождения, контактово-метасоматические месторождения железа), но более бедная. Существенным отличием является возобновление опусканий в нижнем карбоне, карбоновые проявления вулканизма в диабазовой и андезитовой формациях, наличие нижнекарбоновых гипербазитов с довольно крупными месторождениями хромита. В результате воздействия на гипербазиты гранитных интрузий возникли крупнейшие месторождения асбеста и месторождения талька.

С конца нижнего карбона начинается вздымание геоантиклинальных структур и отложение в прогибах обломочных толщ, а в конце среднего карбона осадконакопление на восточном склоне надолго прерывается. В это время, очевидно, внедряются батолитовые гранитные и щелочные интрузии средних этапов, размещающиеся во вздымающемся центральном антиклинории восточного склона Урала двумя поясами. Среди этих интрузий отчетливо выделяется глубинный тип гранитных и щелочных интрузий с явлениями мигматизации и пегматитовым типом минерализации почти при полном отсутствии промышленно ценной гидротермальной минерализации.

Большая часть интрузий носит характер диапировых плутонов и является многофазной. Намечается металлогеническая специализация отдельных интрузивных фаз. С первой интрузивной фазой плагиоклазовых гранитоидов связаны золото-мышьяковые, золото-шеелитовые и золоторудные жилы и свинцово-цинковые метасоматические залежи в известняках. Металлогения нормальных гранитов сравнительно слабо выражена (второстепенные золоторудные и шеелитовые месторождения). Очень характерна металлогения небольших интрузий третьей фазы, имеющих лейкократовый состав (вольфрам, молибден, висмут, изредка олово при очень слабом развитии золоторудной минерализации). Она сохраняет свой характер вне зависимости от состава вмещающих пород (в Юго-Коневской группе — обычно основные эффузивы и амфиболиты, для ряда интрузий — граниты, для Айдырлинской группы — сланцы и песчаники карбона).

По геологическим соотношениям к постбатолитовой группе, сопровождающей батолитовые интрузии и формирующейся обычно на флангах последних, на Урале можно отнести лишь немногие интрузивные и рудные комплексы, как, например, золоторудный Березовский.

Выделение этой группы интрузий и рудных месторождений по геологическим данным большей частью затруднительно вследствие слабого развития на восточном склоне Урала верхнепалеозойских отложений. Однако, исходя из особенностей минерализации, структурной приурочен-

ности интрузий и месторождений и сопоставления с другими районами, можно предполагать, что постбатолитовое оруденение этой группы на Урале достаточно мощно и разнообразно. Ниже мы располагаем месторождения, предположительно относящиеся к этой группе, в ряд, возможно отвечающий их относительному возрасту:

1) Сульфидные месторождения пышминско-ключевского типа, залегающие в зонах разрыва на флангах крупной интрузии гранитов, вне видимой связи с интрузиями, с очень своеобразным «гибридным» типом минерализации: Au, Ag, Cu, Co, Ni, Mo, платиноиды и даже хромит.

2) Месторождения, связанные с малыми интрузиями кварц-диоритового и гранодиоритового очень изменчивого состава, залегающие на флангах крупной интрузии гранитов с шеелитом, золотом, медью, баритом (Кособродская интрузия).

3) Турмалиновая группа месторождений Южного Урала, связанная с малыми интрузиями гранодиоритов, гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров (медь, молибден, золото). Возможно сюда же следует отнести шеелитовые жилы Березовского и Кедровского месторождений, из которых второе связано с малым куполом гранитов, а первое находится в поле постбатолитовой дайковой свиты. Сюда же следует отнести месторождения, связанные с дайковыми полями гранитоидов: золоторудный Березовский и Благодатненский (Au, Cu, Mo) комплексы, а также золото-сурьмяные (Арамашевское), золото-сурьмяно-ртутные (Аятское) и небольшие свинцовые месторождения, структурно локализующиеся с дайками или же не обнаруживающие связи с каким-либо интрузиями. Ряд черт сходства с березовским комплексом имеет миасский комплекс золоторудных месторождений, залегающих в серпентинитах и продуктах их гидротермального метаморфизма, а генетически связанный, по Н. И. Бородаевскому, с малыми интрузиями гранитоидов, среди которых есть и типичные березиты, но для утверждения, что комплекс имеет постбатолитовый возраст, определенных данных нет.

Для всей этой группы месторождений особенно характерно золото. Обычно присутствие в разных сочетаниях мышьяка, сурьмы, висмута, молибдена, свинца, а в некоторых типах и кобальта, никеля, иногда примеси хрома и платиноидов, что является признаком «гибридного» типа минерализации. Оруденение это локализуется на склонах брахиантиклиналов с батолитовыми интрузиями и в прилегающих частях синклинориев и проявляется обычно изолированными рудными узлами (турмалиновые месторождения, Кособродская интрузия) или сравнительно короткими рудными зонами (березовский комплекс).

К категории поздних прогибов, очевидно, относится Восточное Зауралье. Обнаженный из-под покрова третичных и мезозойских отложений в Притоболье западный участок Зауралья по типу его геологического развития в среднем палеозое нельзя сопоставить ни с ранними прогибами, ни с геоантиклиналями. Средний палеозой имеет здесь умеренную мощность, сложен преимущественно осадочными породами, прослеживается на протяжении от начала силура до визе, разделенными несколькими перерывами.

В восточной части Притоболья появляется мощная вулканогенная толща, содержащая прослои известняков визе и ассоциирующая с верхнепалеозойскими красноцветными отложениями. Еще далее на восток, по данным бурения, под юрскими угленосными отложениями развита более молодая кайнотипная эффузивная толща базальтов, андезитов и липаритов, залегающая, повидимому, на верхнепалеозойских (или нижнетриасовых) красноцветных отложениях. Есть данные пыльцевого анализа, указывающие на ее мезозойский (триасовый) возраст. Интрузивные и минеральные комплексы среднепалеозойского возраста западной части Зауралья по составу и возрасту близки или тождественны с соответствующими комплексами прогибов восточного склона Урала (девонские

и карбоновые гипербазиты с хромитами, плагиограниты, гранодиориты с контактово-метасоматическими месторождениями железа и золоторудными жилами). Верхнепалеозойское оруденение, связанное с гранитами, слабо выявлено и не лишено своеобразия.

В пределах самого позднего прогиба с карбоновым, верхнепалеозойским и нижнемезозойским вулканизмом пока обнаружены лишь крупные контактово-метасоматические месторождения железа, наиболее легко открываемые в условиях Зауралья, связанные с гипабиссальными интрузиями сиенитов, сиенит-порфиров и гранит-порфиров послевизейского возраста, может быть принадлежащие уже к поздним этапам. Судя по истории геологического развития, здесь должны быть проявлены также поздние рудные комплексы из группы приповерхностных и гипабиссальных. Среди них, судя по металлогении родственных Уралу варисских регионов Средней Азии и Казахстана, надо ожидать проявления поздних вторичных кварцитов, полиметаллических и, может быть, оловорудных месторождений гипабиссальной и приповерхностной групп.

В самой восточной части Зауралья, по восточной периферии Уральского складчатого пояса следует ожидать наличие оруденения завершающих этапов, связанное с молодыми эффузивными комплексами и малыми интрузиями. В свете этих представлений иное освещение получают некоторые открытия, сделанные в Зауралье, которым ранее не придавалось значения: деревянистого касситерита в шлихах, минерала, характерного для гипабиссальных и приповерхностных оловорудных месторождений; свинцового оруденения в кварцевых порфирах у Далматова монастыря, а также окварцованных и минерализованных галек липаритов в юрской угленосной толще Тургайских месторождений.

К завершающим этапам варисской эпохи минерализации, вероятно, относится также пояс телетермальных месторождений (сидерит, магнезит, барит, свинец, цинк, флюорит), локализующийся на самой внешней западной стороне варисского пояса, в структурах, прилегающих к предгорному прогибу, и у краев Зилаирской депрессии, а отчасти даже в структурах платформы, к западу от предгорного прогиба (баритовые жилы в верхнепермских отложениях). Месторождения обычно залегают в карбонатных породах различного возраста, начиная от протерозойских и кончая известняками карбона и пермскими отложениями. Относительно генезиса и возраста этих месторождений имеются многочисленные разногласия, но часть этого оруденения (флюорит, свинец, цинк и барит) бесспорно имеет гидротермальный характер и молодой возраст, залегая в отложениях карбона, нижней и даже верхней перми.

В составе кембро-протерозойского пояса выделяется внешняя краевая зона, сложенная преимущественно осадочными породами, в среднем палеозое причленившаяся к платформе и перекрытая среднепалеозойскими отложениями платформенного типа, и внутренняя зона со значительным развитием изверженных пород, вовлеченная в интенсивную варисскую складчатость и сильно ею деформированная. Они разделены посторогенным прогибом, по типу своего развития представляющим варисский ранний прогиб.

Протерозойский этап развития Урала и протерозойскую металлогению мы не рассматриваем ввиду недостаточной ясности вопроса о возрасте интрузивных и рудных комплексов и отношении их к структурам протерозойского пояса. Более определенно вырисовывается история развития кембрийского (салаирского) подвижного пояса, в котором в среднем кембрии можно заметить этап формирования внутреннего прогиба с андезитовым типом вулканизма в центральной его части и диабаз-порфировым по западной периферии. По краям этого прогиба происходят интрузии серпентинитов и основных пород, а также мелкие внедрения средних и кислых гипабиссальных пород. С габбро-диабазами связано небольшое (Юбрышкинское) месторождение титанистых магнетитов. В диабаз-пор-

фировой толще довольно обычны пиритизированные кварцево-серицитовые сланцы, напоминающие породы колчеданоносных районов.

Все перечисленные интрузии, предшествующие внедрению гранитов дотремадокского возраста, очевидно, следует отнести к ранним этапам. Большой перерыв в осадконакоплении в центральной зоне подвижного пояса приходится на верхний кембрий и соответствует времени внедрения дотремадокских гранитов средних этапов. Первая интрузивная фаза (плагиоклазовые гранитоиды) имеет незначительное развитие и сопровождается кварцево-арсенопиритовыми жилами. Преобладают микроклин-пертитовые биотитовые калиевые граниты. С лейкократовыми гранитами связано редкометальное оруденение (месторождения Харбейское, Торговское — Mo, Bi, W, Sn), причем молибденовое оруденение имеет промышленное значение. В восточной части Ляпинского края в ордовике наблюдается формирование позднего прогиба с ордовикским посторогенным вулканизмом и малыми интрузиями трещинных гранитов, сопровождаемых кварцево-гематитовыми жилами и признаками полиметаллического оруденения. По своему типу эти интрузии и минерализация близки к конечным этапам.

История развития салаирского подвижного пояса, его магматизм и минерализация несомненно, аналогичны варисскому. До получения более определенных стратиграфических данных однотипные интрузии обоих поясов считались одновозрастными. Но между обоими поясами наблюдаются и значительные различия. Весь процесс развития салаирского пояса, особенно на ранних этапах, значительно более прост. Однотипные по своему положению в истории развития интрузивные и рудные комплексы различны, в частности, в металлогеническом отношении. Так, золото — главный промышленный металл в металлогении варисских гранитов — чрезвычайно слабо проявлено в металлогении салаирских гранитов. Наоборот, молибден, вообще очень слабо проявленный в металлогении варисского подвижного пояса, в настоящее время является важнейшим металлом.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На каждом этапе развития варисского подвижного пояса интрузивные и рудные зоны возникают там, где происходят наиболее значительные тектонические движения, в особенности относительные вертикальные перемещения масс. Крупные нисходящие вертикальные движения и процессы минерализации начинаются во внутренних ранних прогибах и, вероятно, сопровождаются глубокими расколами в фундаменте. На средних этапах основные процессы минерализации, как и движения, смещаются в область срединного антиклинория. Вертикальные движения в зоне срединного антиклинория тесно переплетаются с пликативными дислокациями и с движениями гранитной магмы.

Внутренняя тектоника гранитных массивов определяет структуру некоторых изученных с этой точки зрения жильных полей Урала. На поздних этапах малые интрузии и связанные с ними процессы оруденения смещаются на фланги разрастающегося срединного антиклинория, причем в локализации оруденения возрастает роль разрывных дислокаций. Одновременно в поздних прогибах начинается новый этап магматической деятельности, представленный эффузивами, и, вероятно, гипабиссальными интрузиями с соответствующими процессами оруденения. На заключительных этапах развития варисского подвижного пояса процессы оруденения перемещаются на запад, к окраинам предгорного прогиба и, вероятно, на восточный край подвижного пояса, в область верхнепалеозойского и нижнемезозойского вулканогенного пояса.

Большинство эндогенных рудных месторождений Урала обнаруживает тесную и закономерную связь с интрузиями, располагаясь в теле интру-

зий, на их контактах или закономерно размещаясь в ореоле крупных интрузий. Вместе с тем, определенные типы рудных месторождений, как правило, не обнаруживают связи с интрузиями (колчеданные месторождения, тесно связанные с эффузивами определенного типа и возраста, телетермальные месторождения, месторождения ртути и некоторые другие).

Намечается ряд закономерных соотношений между типом магматических пород Урала и их эволюционными рядами и характером минерализации.

1. Необычайному разнообразию и интенсивности магматизма на начальных и ранних этапах развития варисского подвижного пояса отвечает богатство и разнообразие металлогении этих этапов (хромит, платина, титано-магнетиты, колчеданы, контактово-метасоматические месторождения и др.), ставящие Урал на первое место по этому типу оруденения в СССР и на одно из первых мест в мире.

2. Отсутствие в обнаженных структурах Урала гипабиссальных и приповерхностных магматических комплексов поздних и заключительных этапов, вероятно располагающихся в зоне Тургайского прогиба, обусловливает отсутствие ряда типов месторождений, характерных для сходных с Уралом варисских регионов Средней Азии и Казахстана.

3. Намечается ряд характерных эволюционных рядов магматических пород, сопровождаемых столь же характерными сериями рудных месторождений, в которых наблюдаются определенные повторяющиеся соответствия между типом интрузивных пород и характером сопровождающих их месторождений, обычно несущих и общие черты геохимической близости. Примерами являются три серии интрузивных и рудных комплексов начальных этапов: основные и ультраосновные интрузии, плагиограниты, колчеданные месторождения, магнитогорский комплекс, батолитовый гранитный комплекс, серия постбатолитовых интрузий и месторождений.

4. Тип минерализации и интенсивность ее проявления, свойственные тому или иному типу магматических (интрузивных) пород, существенно зависят не только от петрографических особенностей последних или от их глубинности, но также от времени и места появления интрузии в процессе развития подвижного пояса. Примером этого являются различия в металлогении гипербазитов, габбро, плагиогранитов и других близких им гипабиссальных интрузий. Так, например, металлогения диабазовых интрузий франского яруса гораздо ближе к металлогении предшествующих и следующих за ними интрузий плагиогранитного ряда, чем к металлогении диабазов другого возраста и в других геологических структурах.

Перечисленные и повторяющиеся закономерности заставляют признать генетические или парагенетические соотношения между магматическими породами и эндогенными рудными месторождениями и принцип металлогенической специализации магматических комплексов. Вместе с тем они указывают на существование более глубоких закономерностей металлогенической эволюции подвижных поясов, причины которых предстоит вскрыть и объяснить. Предположение о генетической связи рудных месторождений и магматических пород, открывая путь для более детального ее изучения, заслуживает исследования в первую очередь.

Существенная роль вмещающих пород, благоприятно влияющих на локализацию месторождений, в ряде случаев выступает вполне отчетливо. Все крупные контактово-метасоматические месторождения Урала, вне зависимости от их возраста и состава интрузий, образовались в весьма сходной обстановке. Вмещающими породами является толща туфов и эффузивов, переслаивающаяся с известковистыми осадками, по возрасту близкая с прорывающими ее металлоносными интрузиями среднего, кислого или щелочного состава. Большинство колчеданных месторождений залегает среди альбитофиров и их туфов; телетермальные

месторождения обычно залегают среди карбонатных отложений различного возраста. Своеобразие среды отложений иногда создает своеобразные типы месторождений (золоторудные месторождения в серпентинитах и продуктах их гидротермального метаморфизма) при сохранении общего типа металлоносности.

Роль метаморфизма может быть продемонстрирована на нескольких примерах. Изучение влияния метаморфизма на колчеданные месторождения приводит к выводу, что при этом происходит перекристаллизация руд, некоторое переотложение пирита с рассеянием его во вмещающих породах и перераспределение меди и цинка в колчеданных залежах. Концентрация железа в скарновых зонах за счет выноса его из вмещающих обеленных околоскарновых роговиков, типичных для контактово-метасоматических месторождений железа, вряд ли подлежит сомнению, но одним этим процессом невозможно объяснить накопления железа в скарновых зонах.

Гидротермальный метаморфизм пород с резко повышенным кларком металлогенного элемента никеля в перидотитах, с превращением их в серпентиниты, приводит к потере ими большей части никеля, который, очевидно, рассеивается и нигде не дает промышленных концентраций. В процессе образования гидротермальных месторождений золота в серпентинитах также не наблюдается концентрации никеля, и сульфиды никеля в этих месторождениях представляют редкость. Роль метаморфизма, таким образом, достаточно многообразна. Значение и роль метаморфизма следует изучать на конкретных примерах.

Структурно-металлогенический анализ Урала, проведенный на основании изложенных принципов, позволил дать подтвердившиеся затем прогнозы о положении некоторых не выявленных ранее колчеданных зон и, кроме того, высказать прогноз о вероятном характере металлогении Зауралья. Некоторые подтверждения этого прогноза уже имеются, дальнейшие можно ожидать в связи с развитием поисково-разведочных и геофизических работ в Зауралье.

Мне представляется, что выполненная работа по структурно-металлогеническому анализу Урала помогла вскрыть многие закономерности локализации оруденения.

А. И. СЕМЕНОВ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

В результате углубленных геологических исследований, проведенных советскими геологами за последние 25 лет на территории Восточного Казахстана, накоплен огромный фактический материал по геологии этого района и выявлены многочисленные месторождения цветных, редких и черных металлов, на базе которых возникла крупная горнодобывающая промышленность.

Первые весьма ценные обобщения по геологии и металлогении всей территории были выполнены Н. Г. Кассиным.

Вопросам металлогении и рудным месторождениям отдельных районов Казахстана посвящен ряд обстоятельных работ, в создании которых участвовал большой коллектив геологов (Г. С. Лабазин, Н. И. Наковник, И. И. Бок, К. Н. Озеров, И. И. Князев, М. Н. Альтгаузен, Ж. А. Айталиев, А. П. Никольский, Ф. И. Вольфсон, Н. В. Смирняков, И. В. Дюгаев, С. Г. Анкинович, А. Г. Бетехтин, К. И. Сатпаев, И. С. Яговкин, Ю. А. Билибин, Ф. В. Чухров, В. П. Нехорошев, Н. Н. Курек, Н. К. Морозенко, Е. Д. Шлыгин, И. И. Чупилин и др.).

Большие исследования по вопросам общей геологии и в особенности по тектонике выполнены и выполняются в настоящее время работниками институтов геологических наук АН СССР и Казахской ССР (Н. С. Шатский, А. А. Богданов, Р. А. Борукаев, Н. Г. Маркова, А. В. Пейве, И. Ф. Трусова, В. С. Коптев-Дворников, Н. А. Штрейс, Г. Ц. Медоев, З. М. Старостина и др.).

Не так давно была закончена работа по тектонике и металлогении обширной территории Центрального Казахстана П. Н. Кропоткиным.

В течение последних лет мною (совместно с коллективом сотрудников отдела металлогении ВСЕГЕИ), на основе критической переработки имеющегося большого геологического материала и личных многолетних полевых исследований, в тесной связи с работами производственных геологических организаций, были выполнены некоторые обобщения по металлогении территории Восточного Казахстана. Целью этих обобщений являлось выяснение основных закономерностей в распределении эндогенных месторождений полезных ископаемых в пространстве и во времени и установление взаимосвязи рудообразования с другими геологическими процессами. При этом рудообразование рассматривалось как одна из сторон единого и сложного процесса геологического развития земной коры. В результате проведенной работы была составлена первая схематическая металлогеническая карта в масштабе 1 : 1 000 000 с отдельными поясняющими ее таблицами и разрезами.

СТРУКТУРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Сложные складчатые структуры Восточного Казахстана формировались в течение длительного времени: заложение геосинклинали относится к докембрию, а полное ее отмирание (превращение в консолидированную складчатую область платформенного типа) произошло в конце палео-

зоя и на отдельных участках даже в начале мезозоя. В период геосинклинального развития территории происходило неуклонное, но неравномерное во времени наращивание складчатых зон в направлении с северо-запада на юго-восток, а следовательно и смещение собственно геосинклинали к юго-востоку.

В отдельные этапы геологического развития возникали качественно различные структуры со специфическим характером металлогении. Но и при относительно одновременном формировании ряда крупных локальных структур, в зависимости от существовавшей конкретной геологической обстановки, также отмечаются иногда существенные различия, что будет показано в дальнейшем при характеристике этих структур.

На основе существующих в характере структур различий, обусловленных особенностями исторического развития, предлагается общая схема структурно-геологического районирования территории как необходимая основа при металлогеническом анализе.

На этой схеме выделяются:

1. Докембрийские структуры (Кокчетавское поднятие в Джезказган-Улутавской горной гряде и в восточной части пустыни Бетпак-Дала).
2. Каледонские структуры (Селеты-Ишимский и Бощекульский районы, Джезказган-Улутауская горная гряда, хребет Кара-Тау, Чу-Илийский и Чу-Балхашский водоразделы, Северное Прибалхашье, хребты Чингиз и Тарбагатай, Горный Алтай).
3. Герцинские структуры, возникшие в геосинклинальных прогибах, унаследовавших позднекаледонские, наиболее мобильные зоны (Верхне-Иртышские, Джунгарские и Северо-Балхашские структуры).
4. Наложенные герцинские структуры, возникшие в удаленных от геосинклиналей прогибах, на глубоко эродированном жестком каледонском фундаменте (Сарысу-Тенизские, Верхне-Чидертинские и Каратауские структуры).
5. Области развития мезозойских и кайнозойских отложений платформенного типа.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ОТДЕЛЬНЫХ СТРУКТУР

Особенности формирования докембрийских структур, выступающих в северо-западных районах изолированно среди каледонид, во многом еще не ясны. Среди докембрийских глубоко метаморфизованных пород в верхних частях разреза известны железорудные месторождения, вероятно, первично-осадочные метаморфизованные (Карсакпай и др.).

Докембрийские интрузии представлены разнообразными типами. Среди них известны ультраосновные и основные интрузии, как например Иман-Тау и, повидимому, некоторые интрузивные тела в пределах Джезказган-Улутавской горной гряды. С этими интрузиями связано медно-никелевое оруденение (Иман-Тау). Значительно более широким распространением в докембрийских структурах пользуются интрузивные породы кислого состава, которые по имеющимся материалам расчленить затруднительно. С калиевыми гранитами, вероятно наиболее молодыми, устанавливается связь оловянного оруденения (Атасу и в бассейне р. Ишим).

Предположительно к докембрийским образованиям относятся полиметаллические месторождения Кургасын и некоторые золоторудные месторождения (Кууспек и др.).

В начале каледонского периода геологического развития территория Восточного Казахстана представляла более или менее единую обширную геосинклинальную область с редкими жесткими докембрийскими массивами типа геоантиклиналей. Отдельные части геосинклинальной системы в последующем неравномерно развивались во времени. Для раннего периода ее развития было характерно мощное проявление вулканической деятельности в морских условиях, в результате чего возникли лавы

и туфы преимущественно основного состава и тесно связанные с ними яшмо-кварциты с подчиненными осадочными образованиями. В северных районах вулканическая деятельность проявилась в кембрии, а южнее — в силуре.

В завершающие стадии этой деятельности, в связи с заложением и оформлением внутренних геоантиклиналей, возникли ультраосновные и основные интрузии, а позднее малые субвулканические интрузии альбит-порфиров, монцонит-порфиров, сиенит-порфиров и плагиогранит-порфиров. Каледонские ультраосновные интрузии образуют ряд закономерно располагающихся в общих структурах зон (Экибастуз-Чидертинская, Тектурмасская, Бетпак-Далинская и др.).

С ультраосновными и основными породами связаны месторождения и рудопроявления никеля, меди, платиноидов, асбеста и магнезита. Возможны месторождения титано-магнетитов.

С малыми субвулканическими интрузиями парагенетически связаны месторождения медно-молибденовых вкрапленных руд (Бощекуль) и колчеданные месторождения (Майкаин, Джангабул, Торт-Кудук, Александровская группа и др.).

Средние этапы каледонского периода развития характеризуются главным образом накоплением в морских бассейнах мощных осадочных толщ, среди которых в соответствующей физико-географической обстановке возникли крупные месторождения ванадия (Кара-Тау, южная часть Джезказган-Улутавской горной гряды), фосфоритов (Кара-Тау) и относительно небольшие месторождения железо-марганцевых руд. В конечные стадии этого периода проявились интенсивные процессы складчатости, которые сопровождались интрузивной деятельностью. Наиболее мощные складчатые движения проявились в конце ордовика — начале готландия, в связи с чем в северной части территории возникли сложные по составу гибридные интрузивные породы так называемого крыккудукского комплекса (габбро-диориты, тоналиты, адамеллиты и др.). В связи с этими интрузиями отмечаются мелкие рудопроявления меди, молибдена и золота.

Позднее, в конце готландия, а в отдельных зонах, повидимому, в начале девона, также в связи с интенсивными тектоническими движениями были сформированы многочисленные массивы гранодиоритов, рогово-обманковых и реже лейкократовых гранитов. Области развития этих гранитов распространяются значительно южнее по сравнению с интрузиями более раннего комплекса. Металлоносность этих интрузий еще слабо изучена. С ними устанавливается генетическая связь относительно небольших и пока редко встречающихся месторождений молибдена, таких, как Обалы, Саржал, Незаметное и некоторые другие. Повидимому, с этим же типом интрузий связано Каракамысское медно-вольфрамовое месторождение в северо-западной части Прибалхашья. В северной части территории известны рудопроявления тантало-ниобатов (Зерендинский массив), меди и золота.

В результате мощного и неоднократного проявления тектонических движений и интрузивной деятельности в начале девона в пределах рассматриваемой территории произошла существенная структурная перестройка, выразившаяся в консолидации значительных участков на севере и западе и в закреплении крупных внутренних геоантиклиналей на юге (Северное Прибалхашье, хребты Чингиз и Тарбагатай).

В поздние этапы каледонского орогенеза, соответствующие по времени нижнему девону, в условиях уже жестких складчатых структур на севере и западе возникли глубокие разломы и приуроченные к ним малые интрузии гранотоидов, с которыми парагенетически связаны многочисленные золоторудные месторождения, преимущественно жильного типа. Наиболее интенсивно это оруденение проявляется на севере в Степняковском и Селетинском районах (Степняк, Сталинское, Джеламбет, Бес-

Тюбе и др.). Подобные месторождения вероятны в восточной части пустыни Бетпак-Дала и в пределах Чу-Балхашского водораздела.

С другой группой позднекаледонских малых интрузий, характеризующихся повышенной щелочностью, связаны контактово-метасоматические железорудные месторождения типа Атансорского. Возрастные взаимоотношения этих интрузий с предыдущей группой неясны.

К этому же позднекаледонскому периоду относится проявление мощной вулканической деятельности, вероятно в наземных условиях. О проявлении этой деятельности можно судить по наличию широко распространенных вулканогенных пород кислого состава, среди которых в срединной части территории известны многочисленные участки алюмокварцитов, возникших вблизи жерловых аппаратов вулканов (Семиз-Богу и др.).

К концу нижнего девона в центральной и восточной частях территории стали вновь обособляться области опускания, которые являлись в большинстве случаев обширными мобильными прогибами в позднекаледонское время. Однако не все позднекаледонские прогибы, испытавшие поднятие в конце силура, вновь стали погружаться в последующий период геологической истории. Ряд таких участков, преимущественно небольших по своим размерам, в западной и северной частях территории уже не испытывали значительных опусканий. Кроме того, те участки, которые в начале герцинского времени стали вновь опускаться, заметно сократились в размерах. Вследствие этого произошло достаточно отчетливое обособление ряда прогибов, каждый из которых в дальнейшем имел свои специфические особенности развития (Зайсанская, Джунгарская и Северо-Балхашская герцинские геосинклинальные зоны).

Верхне-Иртышские герцинские структуры развились в пределах так называемой Зайсанской геосинклинали (В. П. Нехорошев, 1934), заложение которой в позднекаледонском мобильном прогибе относится к концу нижнего — началу среднего девона, а превращение в консолидированную складчатую область — к концу палеозоя или началу мезозоя. Подробное описание особенностей геологического строения и металлогении бассейна верхнего течения р. Иртыша приводится в работах В. П. Нехорошева.

Для раннего развития Зайсанской геосинклинали (средний и частично верхний девон) характерно формирование мощных толщ вулканогенных пород кислого и в меньшем количестве основного состава. В верхнем девоне здесь происходила общая структурная перестройка, в результате чего в центральной части геосинклинали возникла Чарская геоантиклиналь, по сторонам от которой обособились два неравновеликих прогиба.

В связи с процессами перестройки в конце девона произошло внедрение в пределах внутренней геоантиклинали ультраосновных и основных интрузий. С этими интрузиями связаны небольшие месторождения хромитов (Букурское, Суук-Булакское и др.) и рудопроявления никеля (район пос. Известкового).

Не исключена возможность, что к этому же раннему периоду несколько позднее внедрения ультраосновных интрузий относится формирование колчеданных и в некоторых отношениях сходных с ними полиметаллических залежей в Рудном Алтае среди девонских вулканогенных пород (Николаевское, Золотушинское, Лениногорское, Зыряновское и др.), пространственно связанных с малыми субвулканическими интрузиями альбит-порфиров. Это предположение требует серьезной проверки.

Средние этапы развития рассматриваемой подвижной зоны характеризуются накоплением преимущественно терригенных осадков в глубоких прогибах. Завершением этой стадии развития явились мощные тектонические движения и формирование крупных интрузий.

Эти интрузии разделяются на два комплекса:

1. Комплекс гибридных пород от габбро до гранитов, с преимущественным развитием адамеллитов, гранодиоритов и граносиенитов (змеиногорский комплекс, выделенный Н. А. Елисеевым). Интрузии этого комплекса располагаются в виде двух зон в краевых частях геосинклинали.

Генетически с ними связаны небольшие медные (Бухтарминское, Шлаттерское и др.), возможно некоторые небольшие полиметаллические (Мамонтовское и др.), магнетитовые и мелкие золоторудные (бассейн р. Тургусун, Кандыгатайский район) месторождения, а также рудопроявления молибдена (Лениногорский район).

2. Более поздний комплекс кислых калиевых гранитов (калбинский), которые образуют крупные массивы, расположенные в виде трех обособленных параллельных зон. Две из них размещаются в краевых частях геосинклинали (Горно-Алтайская и Дегеленская), а одна — в центральной (Калба-Нарымская).

С гранитами в двух крайних зонах генетически связаны месторождения вольфрама и молибдена преимущественно жильного типа. В Горно-Алтайской зоне к числу этих месторождений относятся Чиндагатуй (W, Mo), Кок-Куль (W), Черновинское (W), Тургусунское (W, Mo), Колыванское (W, Cu) и др. В Дегеленской зоне — Дегеленское (W), Эдрей (W), Майли-Кара (W), Ленинджольское (Mo) и др.

В центральной зоне известны многочисленные вольфрамово-оловянные месторождения (Убинское, Кара-Гоин, Палатцы, Чердояк и др.), более редкие литиевые и танталовые (Бай-Мурза, Белая Гора, Унгур-Сай и др.). Здесь, наряду с месторождениями кварцево-жильного типа, широким распространением пользуются пегматитовые месторождения, чаще с комплексным редкометальным оруденением (Sn, Be, Li, Cs, Ta).

Конечные этапы развития Зайсанской геосинклинали характеризуются формированием прогиба в центральной ее части, в пределах ранее существовавшей внутренней геоантиклинали (бассейн р. Чар), с проявлением здесь позднего вулканизма.

Позднее, в связи с образованием разломов, в этом центральном прогибе с неглубоким залеганием пород ранних этапов развития образовались малые тела гранитоидов с отчетливо выраженной повышенной щелочностью и пространственно связанные с ними золоторудные месторождения кварцево-жильного типа (Акджал, Баладжал, Кулуджун, Боко и др.). На продолжении этой зоны к северо-западу известны щелочные породы (горы Семей-тау).

Повидимому в то же время, в связи с поздними разломами, образовались малые трещинные интрузии кварцевых порфиров и гранит-порфиров в Рудном Алтае, с которыми парагенетически связаны многочисленные полиметаллические и медные месторождения, расположенные в породах различного состава и возраста.

Зона подобных трещинных интрузий и в какой-то степени сходных месторождений вполне возможна в противоположной краевой части существовавшей геосинклинали, вдоль северо-восточных склонов хребта Чингиз.

Джунгарские герцинские структуры развились в геосинклинальном прогибе в период от второй половины ордовика до конца палеозоя. Ранние этапы развития здесь выражены слабо и особенно ярко проявлены средние и конечные.

В конце средних этапов, после накопления мощных толщ осадочных и отчасти вулканогенных образований, здесь окончательно оформились два крупных антиклинория широтного простирания, с узкой синклинальной зоной между ними, а также обширные краевые прогибы на жестком каледонском фундаменте (Южно-Джунгарский и Северо-Джунгарский).

Интрузивные породы конца средних этапов развития здесь, так же как и в Верхне-Иртышских структурах, представлены двумя комплексами гранитоидов, с более поздним из которых генетически связаны ме-

сторождения вольфрама, молибдена (Аганны-Катты и др.), молибдена (Тентекская группа) и берилла (верховье р. Чижин). Интрузивные породы обеих комплексов приурочены к крупным антиклинориям, образуя две зоны (Лепсинская и Чижино-Усекская).

В позднюю стадию развития орогена в краевых прогибах имела место интенсивная вулканическая деятельность, а на отдельных участках — осадконакопление в замкнутых континентальных бассейнах или мелководных заливах. В конце поздних этапов развития в краевых прогибах и внутреннем узком синклинории возникли малые трещинные интрузии гранитоидов, нередко с повышенной щелочностью, и разнообразные по составу минеральные месторождения двух типов:

а) метасоматические свинцово-цинковые месторождения, преимущественно в карбонатных породах;

б) трещинно-жильные месторождения меди, свинца, гематита, флюорита и барита.

Намечаются три зоны минеральных месторождений посторогенного периода развития:

1. Текелийская зона располагается в центральном узком синклинории (полиметаллические месторождения Текели и др.). Возможно, что на продолжении этой зоны к востоку располагается Сарычильдинская группа скарновых полиметаллических месторождений.

2. Южно-Джунгарская зона, расположенная в южном краевом прогибе, которая может быть подразделена на две подзоны. Одна из этих подзон контролируется системой мощных разломов на резком перегибе каледонского фундамента, погружающегося к северу. Эти разломы прослеживаются от среднего течения р. Харгос до Суук-Тюбинской группы месторождений. В пределах этой подзоны располагаются метасоматические полиметаллические месторождения, сходные с месторождениями предыдущей зоны (Тышканское, Суук-Тюбинская группа и др.).

Вторая подзона, намечающаяся к югу от первой, располагается в пределах краевого прогиба, с относительно неглубоким залеганием жесткого каледонского фундамента. Эта подзона характеризуется широким распространением преимущественно мелких трещинно-жильных месторождений свинца (Аюлинское, Сазыкское и др.), меди (Кузгун, Ит-Мурун и др.), гематита, флюорита и барита.

3. Северо-Тяньшанская зона, расположенная в области взаимоперехода от наложенных герцинских структур к каледонским. Здесь вследствие еще малой исследованности известны немногочисленные трещинно-жильные свинцовые месторождения Бурдабасын, Кумурчи, Кастекское, Ак-Булак, Узун-Су и некоторые другие, а также медные и медно-гематитовые месторождения, как, например, Чатыркуль, Унгурлю и др., реже флюоритовые и баритовые.

Северо-Балхашские сложные герцинские структуры в разных частях имели различную продолжительность формирования и свои специфические особенности, но в целом они представляют единую систему. Эти структуры формировались на каледонских структурах, уже прошедших стадию раннего развития и закончивших ее несколько необычно в связи с позднекаледонскими дислокациями. Вследствие этого начало герцинского периода здесь характеризуется своеобразным, не типичным проявлением особенностей средних этапов. Завершились средние этапы, как и в указанных ранее герцинских структурах, мощными тектоническими движениями и чрезвычайно интенсивной интрузивной деятельностью.

С более ранним периодом магматизма связано формирование гранитоидов с повышенной основностью, с которыми устанавливается относительно слабо проявленная металлоносность (Cu, Fe, возможно Mo). Во вторую, более мощную, фазу были сформированы многочисленные крупные массивы нормальных или близких к ним гранитов (акчатауский комплекс). Отчетливо выделяются две зоны этих интрузий:

а) Атасу-Калдырминская (дугообразной формы), которая как бы ограничивает Северо-Балхашские сложные герцинские структуры. С гранитами в пределах этой зоны генетически связаны многочисленные редкометальные месторождения кварцево-жильного типа, такие, как вольфрамовое Кара-Оба, молибденовое Шалгия, группа Кызылтавских молибден-вольфрамовых, вольфрамовые месторождения Ак-Мая, Бугу, Бель-Кой-Тас и др.

б) Северо-Балхашская зона сходных интрузий протягивается в направлении, близком к меридиональному, и на севере сопрягается с Атасу-Калдырминской зоной, которая располагается в краевой части внутренней геоантиклинали. С гранитными интрузиями в этой зоне генетически связаны крупные вольфрамовые и молибденовые (иногда с бериллом) месторождения кварцево-жильного типа (Восточно-Коунрадская группа, Май-Тас, Акчатауская группа и др.), а также металлоносные грейзены (Май-Тас и др.).

Одновременно или несколько позднее на участках с неглубоким залеганием пород офиолитовой формации раннекаледонского периода развития возникли интрузии гранитоидов с повышенной щелочностью и связанные с ними контактово-метасоматические железорудные месторождения с медью и иногда кобальтом, как, например, Саякская группа месторождений.

В посторогенную стадию развития (верхний палеозой) в Северном Прибалхашье в наземных условиях проявилась интенсивная вулканическая деятельность. С вулканогенными породами кислого состава, как установлено исследованиями Н. И. Наковника и др., связаны многочисленные месторождения алюмокварцитов, месторождения медных и медно-молибденовых руд (Коунрад, Борлы, Сокуркой и др.).

В более позднюю фазу, в связи с образованием систем разломов по границам структур различной мобильности, каковыми явились обширные краевые прогибы и узкие синклинории между жесткими массивами, возникли малые трещинные интрузии кислого состава, в пространственной и парагенетической связи с которыми находятся многочисленные месторождения полиметаллических, медных и гематитовых руд, а также месторождения флюорита и барита. Более позднее образование указанных мелких интрузий и связанных с ними месторождений, по сравнению с верхнепалеозойскими вулканогенными породами, устанавливается бесспорно в ряде районов (Успенская зона и др.). Наиболее важное практическое значение в этой группе месторождений имеют полиметаллические и, в частности, свинцовые месторождения.

Намечается четыре основных зоны разнообразной по составу минерализации:

1. Спасская зона, приуроченная к разломам в Карагандинском широтном синклинории. В ее пределах преимущественным распространением пользуются медные месторождения реже встречаются полиметаллические (в западной ее части) и железорудные. Зона слабо изучена.

2. Успенско-Каркаралинская зона, контролируемая системой разломов, протягивающихся параллельно и южнее Атасу-Калдырминской редкометальной зоны. В пределах этой зоны наиболее важное значение имеют полиметаллические месторождения метасоматического и реже трещинно-жильного типа. К ним относятся месторождения Кайракты, Алабуга, Кузюк-Адыр, Алайгыр, Ак-Кемир, Карагайлы, Беркара и др. Реже встречаются существенно медные месторождения (Успенское и др.) и железорудные.

Среди полиметаллических месторождений в результате проведенных в последние годы детальных работ выявлены крупные промышленные объекты и намечены благоприятные перспективы для открытия новых месторождений.

3. Кызыл-Эспинская зона, расположенная по периферии клинообразного приподнятого тектонического блока древних структур. Здесь, так же как и в предыдущей зоне, наиболее широко распространены интересные в промышленном отношении полиметаллические месторождения, преимущественно в карбонатных породах (Кызыл-Эспе, Акчагыл, Каскайгыр-Акджал, Кызыл-Саякское и др.). Вместе с этим нередки гематитовые месторождения (Томашевское, Кара-Тас и др.), а также обособления флюорита и барита.

4. Чубартавская зона, расположенная в краевом прогибе Восточно-Балхашской среднепалеозойской мульды. Эта зона сопряжена с Успенско-Каркаралинской и является по существу ее продолжением. Степень изученности этой зоны слабая; здесь известны пока что небольшие гематитовые, свинцовые, медные и флюоритовые месторождения. Перспективы выявленных более крупных месторождений, и в частности свинцовых, благоприятны.

Особое положение занимают так называемые наложенные герцинские структуры, сформированные на жестком и глубоко эродированном каледонском фундаменте в удаленных от геосинклиналей прогибах. Эти прогибы возникли в связи с началом общих восходящих движений в герцинских геосинклиналях, т. е. их возникновение явилось отражением этих направленных движений.

Эти структуры сложены почти исключительно породами осадочного происхождения, мало метаморфизованными и относительно слабо дислоцированными. Среди указанных пород известны осадочные железорудные и железо-марганцовые месторождения крупного промышленного значения (Атасуйская группа и др.). В пределах распространения наложенных структур известны также многочисленные гидротермальные месторождения медных и свинцово-цинковых руд, связь которых с изверженными породами, как правило, не устанавливается. Выделяются следующие основные зоны этой минерализации:

1. Джезказган-Атбасарская зона с преимущественным распространением медных месторождений, приуроченных к горизонтам песчаников вблизи разломов, служивших рудоподводящими каналами. В пределах этой зоны расположено крупное Джезказганское месторождение и ряд более мелких и в общем еще очень слабо изученных месторождений (Коп-Кудук, Караганды, Владимирское, Спасское, Кийма и др.).

В некоторых из этих месторождений, в том числе и в Джезказганском, в заметных количествах содержится свинец и серебро.

Некоторые исследователи (В. М. Попов и др.) оспаривают гидротермальный генезис отмеченных месторождений и предполагают осадочное их происхождение. Однако имеющиеся фактические данные не подтверждают их предположения.

2. Верхне-Чидертинская зона месторождений. Здесь, в отличие от предыдущей зоны, наложенные герцинские структуры более глубоко эродированы и во многих местах вскрыты породы каледонского фундамента. Вследствие этого рудоподводящие каналы со всеми их характерными признаками прекрасно прослеживаются из пород фундамента в породы верхнего структурного яруса, и устанавливается связь с ними медного оруденения в горизонтах песчаников. Кроме медной минерализации в некоторых пунктах Верхне-Чидертинских структур отмечается наличие свинца, а также сурьмяно-ртутное оруденение трещинно-жильного типа.

3. Каратауская зона с преимущественным распространением свинцово-цинковых месторождений (Кантаги, Ачисай, Миргалимсай и др.) в карбонатных породах верхов девона — низов карбона, достаточно полно охарактеризованных в работах И. И. Князева, Г. С. Лабазина и др.

Так же как и в предыдущих структурах, здесь отчетливо выделяется связь оруденения с различными по своему характеру разломами, с распространением минерализации по отдельным горизонтам известняков.

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГЕНИИ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Кратко изложенный в настоящем докладе фактический материал свидетельствует о закономерной направленности геологического развития геосинклинальной системы Восточного Казахстана от протерозоя до конца палеозоя, т. е. до полного перехода в складчатую область платформенного типа.

Унаследованность в развитии отдельных типов структур Казахстана впервые подчеркнул в своих работах Н. С. Шатский, а затем эти идеи более подробно были развиты П. Н. Кропоткиным. Эти исследователи рассматривали лишь часть территории Восточного Казахстана, не затрагивая южные структуры. Может быть вследствие этого и неполноты имевшихся к тому времени материалов они не обратили внимания на другую чрезвычайно характерную особенность — на отчетливо выраженную миграцию в пространстве и во времени сходных геологических процессов в период геосинклинального развития территории.

Если проследить офиолитовую формацию на всей территории Восточного Казахстана, то оказывается, что на севере, в пределах Кокчетавского поднятия, и на западе она формировалась в протерозое, юго-восточнее (Бощекуль-Экибастузский район, Тектурмасская зона) — в нижнем и отчасти среднем кембрии, еще южнее (восточная часть пустыни Бетпак-Дала, Чу-Балхашский водораздел и некоторые другие районы) — предположительно в ордовике.

Следовательно, в соответствии с этими особенностями возраст ультраосновных и основных интрузий и связанных с ними месторождений никеля, меди, платиноидов и др., а также время образования колчеданных месторождений будут различными.

Вместе с тем необходимо отметить, что каждая разновозрастная складчатая зона, при наличии некоторого общего сходства с другими зонами, имеет свои специфические особенности, отличающие ее как от предыдущей, так и от последующей во времени зоны. Это положение можно подтвердить следующими примерами. В офиолитовой формации докембрийского возраста ультраосновные интрузии не имеют широкого распространения. В сходной формации кембрийского возраста значительно большим распространением пользуются ультраосновные интрузивные породы, но наряду с ними существенное значение приобретают интрузии основного состава. Также известны здесь месторождения медно-молибденовых вкрапленных руд и колчеданные месторождения, связанные с малыми субвулканическими интрузиями. В ордовике роль ультраосновных интрузий в офиолитовой формации еще более усиливается. Кроме того, здесь отчетливо проявилась колчеданная минерализация.

При дальнейшем развитии геосинклинальной системы процессы миграции отмечаются уже на более крупных отрезках времени. Так, например, гранитоиды, возникшие при завершении средних этапов развития северной и западной частей территории в конце готландия, заметно отличаются от гранитоидов, также завершавших средние этапы развития в более южных районах в конце карбона.

Первые из этих гранитоидов характеризуются отчетливо выраженной повышенной основностью (гранодиориты и роговообманковые граниты с подчиненными лейкократовыми гранитами) с относительно слабо проявленной редкометальной минерализацией, в то время как вторые (более поздние) отличаются нормальным составом с несколько повышенной щелочностью и сопровождаются весьма интенсивной редкометальной минерализацией.

Кроме указанных двух особенностей развития сложной геосинклинальной системы Восточного Казахстана (направленность в развитии на длительном промежутке времени и миграция в пространстве и во времени сходных геологических процессов вследствие неравномерного нара-

щивания складчатых зон в направлении с северо-запада к юго-востоку), заслуживает быть отмеченной третья, не менее важная и характерная особенность, которая заключается в усложнении процесса и форм развития от более раннего периода к более позднему. Это видно из того, что в начальные стадии развития геосинклинальная система являлась более однородной или простой. В ее пределах возникали относительно однородные формации и комплексы пород и эндогенные месторождения, а позднее, в связи с оформлением внутренних геоантиклиналей и наращиванием складчатых зон на севере и западе, общий ход геологического развития значительно усложнился. Начиная с девона, данная территория по существу перестала существовать как единая подвижная зона, и в ее пределах обособился, сместившись на юг, ряд локальных подвижных зон с некоторыми специфическими особенностями дальнейшего развития каждой из них (Зайсанская, Джунгарская, Северо-Балхашская), а также возникли достаточно обширные консолидированные складчатые области.

Наряду с процессами осадконакопления во впадинах значительные площади оказались областями сноса материала, что в конечном счете приводило к ускорению общего хода развития локальных подвижных зон.

Тектонические движения в зонах различной мобильности проявлялись по-разному, причем состояние мобильности неуклонно изменялось.

Следовательно, в более позднее время естественно возникали более разнообразные осадочные формации и комплексы магматических пород, а также и более разнообразные типы месторождений полезных ископаемых. В каледонский период геологического развития на территории Восточного Казахстана возникли месторождения никеля, меди, асбеста, магнезита, рудопроявления платиноидов, колчеданные залежи (иногда сложного состава), месторождения золота, магнетита и небольшие месторождения молибдена.

В герцинский период возникли более разнообразные типы минеральных месторождений, а именно: месторождения хромитов, колчеданные залежи сложного состава, многочисленные месторождения вольфрама, молибдена, олова, лития, бериллия, свинца, цинка, золота, меди, железных руд, месторождения сурьмы, флюорита и др. Кроме различий в вещественном составе, количестве и масштабах месторождений в более позднее время усложняются и формы проявления рудных процессов.

Как указывалось, геологическое и металлогеническое развитие территории Восточного Казахстана на длительном промежутке времени было неравномерным. Периоды относительно спокойного развития сменялись периодами существенно качественного изменения в общей структуре и внутреннем состоянии земной коры.

Качественные изменения, как показывают фактические данные, связаны обычно с проявлением интенсивных тектонических движений, приводящих в результате к существенной структурной перестройке, к перегруппировке вещества на отдельных участках и к сложным физико-химическим процессам.

Указанные выше периоды характеризуются проявлением обычно не одной, а нескольких фаз орогенеза, следующих одна за другой через относительно небольшие промежутки времени.

Интенсивные процессы магматизма и эндогенного рудообразования совпадают с периодами существенного качественного изменения земной коры в процессе ее развития.

Таким образом, при установлении закономерностей в распределении месторождений полезных ископаемых в пространстве и во времени следует учитывать сложность и направленность общих процессов геологического развития территории.

В настоящее время особенно важное значение имеет вопрос о характере и формах связи процессов рудообразования с магматизмом. Большинство исследователей, вследствие сложившихся десятилетиями тради-

ций, обычно рассматривали возникновение месторождений цветных, редких и благородных металлов только в связи с крупными батолитическими интрузиями гранитоидов. В тех случаях, когда месторождения пространственно тяготеют к участкам развития малых интрузий, допускались две возможности.

а) Малые интрузии являются сателлитами более крупных массивов, расположенных поблизости, или, если таковых не имеется вблизи, предполагалось, что малые интрузии представляют собой апикальные части еще не вскрытой эрозией крупной интрузии.

б) Малые интрузии во многих случаях являются результатом конечной фазы интрузивной деятельности при формировании батолитоподобных тел.

Несомненно, что указанные взаимосвязи в природе существуют, но как показали более поздние исследования, являются далеко не универсальными, и некоторые эндогенные минеральные месторождения, важные в промышленном отношении, не имеют связи ни с крупными интрузиями гранитоидов, ни с их сателлитами, ни с продуктами конечных фаз формирования этих интрузий.

Формы связи процессов рудообразования с магматизмом более разнообразны, чем это предполагалось прежде.

На ранних этапах геосинклинального развития, в стадию зарождения внутренних геоантиклиналей, в конце формирования офиолитовой формации образовались многочисленные и важные в промышленном отношении месторождения полезных ископаемых. Среди них можно выделить две группы. Первая тесно связана с ультраосновными и основными интрузиями; сюда входят месторождения никеля, меди, хрома, платиноидов, вероятно месторождения титано-магнетитов, а также асбеста и магнезита.

Вторая группа представлена различными по вещественному составу колчеданными или близкими к ним месторождениями, а также медно-молибденовыми вкрапленными рудами. Имеющиеся фактические данные позволяют считать, что эти месторождения пространственно тесно связаны с малыми субвулканическими, существенно натровыми интрузиями, возникшими в конечные стадии раннего вулканизма. Формирование месторождений происходило несколько позднее образования указанных интрузий, так как породы, слагающие малые интрузии, сильно изменены поздними гидротермальными растворами и иногда включают оруденение.

Процесс формирования колчеданных месторождений во многом еще неясен.

В конце средних этапов развития геосинклинали, в период интенсивных орогенических движений и превращения ее в складчатую область, проявлялась интенсивная интрузивная деятельность, выражавшаяся в формировании крупных массивов гранитоидов. На примере нескольких структурно-геологических зон Восточного Казахстана устанавливаются обычно две стадии многофазной интрузивной деятельности, в результате которой возникли два своеобразных комплекса интрузивных пород. Ранний из них включает обычно гибридные интрузивные породы, чрезвычайно разнообразного состава. Возникновение этих пород тесно связано с первой главной фазой складчатости, когда начались интенсивные процессы гранитизации и затем переплавление пород.

Сколько-нибудь крупных месторождений полезных ископаемых, генетически связанных с этими интрузиями, на территории Казахстана неизвестно.

Более поздний комплекс гранитоидов возник уже в связи с образованием глубоких разломов при подчиненной роли складчатых процессов. С данным комплексом пород генетически связаны многочисленные месторождения редких металлов, главными из которых на территории Восточного Казахстана являются вольфрам, молибден и олово, подчинен-

ными — бериллий, литий, тантал, ниобий, цезий. Кроме редкометальных месторождений с этими же интрузиями связаны некоторые полиметаллические, свинцовые и магнетитовые месторождения обычно скарнового типа (Аксоран II, Самомбет, Белорецкое и др.).

В поздние и конечные этапы развития, относящиеся к посторогенной стадии развития подвижных зон с преобладанием разрывных дислокаций, возникали значительно более разнообразные типы эндогенной минерализации. Как уже указывалось, в посторогенные стадии развития на территории Восточного Казахстана проявилась мощная вулканическая деятельность, вероятно уже в наземных условиях. В срединной и северной частях территории эти процессы происходили в конце каледонского периода, а южнее — в конце герцинского.

С вулканогенными породами кислого состава и их корневой системой генетически или парагенетически связаны многочисленные месторождения алюмокварцитов (Семиз-Бугу, Борлы и др.), крупные медно-молибденовые (Коунрад и др.) и, вероятно, полиметаллические месторождения.

В Северном Прибалхашье, в результате исследований последних лет, установлено, что вулканогенные породы с расположенными в них месторождениями алюмокварцитов и медно-молибденовыми месторождениями являются более молодыми, чем крупные интрузии гранитоидов.

Этим самым окончательно опровергнута неправильная гипотеза Русакова, считавшего вторичные продуктивные кварциты результатом воздействия гранитных интрузий на вулканогенные породы и тем самым неправильно ориентировавшего поисковые работы в течение многих лет.

В более позднее время, в связи с образованием дополнительных разломов, а нередко и по ранее существовавшим разломам, к приповерхностным частям земной коры проникли дополнительные магматические расплавы, образовавшие малые тела довольно пестрых по составу гранитоидов, обычно отличающихся высоким содержанием калия и общей повышенной щелочностью. Как показывают наблюдения, эти малые интрузии тесно связаны с предшествовавшим вулканизмом и чаще локализуются в районах развития посторогенных вулканогенных пород. Эта связь заключается, повидимому, в общности очага.

С малыми интрузиями парагенетически связаны многочисленные и достаточно разнообразные по составу месторождения полезных ископаемых. Намечаются две группы таких месторождений, обычно пространственно разобщенных. Первая из них включает метасоматические и жильные полиметаллические, свинцово-цинковые и серебро-свинцово-цинковые месторождения, трещинно-жильные месторождения свинца, меди, гематита, флюорита и барита. Вторая группа месторождений, связанных с поздними малыми интрузиями, менее разнообразна и включает жильные месторождения золота с тем или иным количеством сульфидов, а иногда и с шеелитом.

Возможные причины различного состава и генезиса месторождений этих групп, повидимому, объясняются характером пород фундамента, о чем будет сказано в дальнейшем.

Наконец, особое положение на территории Восточного Казахстана занимают так называемые телетермальные месторождения, располагающиеся в структурах определенного типа, формировавшихся в субплатформенных условиях, в зависимости от расположенных поблизости герцинских геосинклинальных зон.

При решении вопроса о генезисе рассматриваемых месторождений очень важно проследить характер минерализации на различных уровнях эрозионного среза, с тем чтобы установить или опровергнуть наличие рудоподводящих каналов. Наиболее глубоко размыты наложенные герцинские структуры в верхнем течении р. Чидерты, где на значительных участках «обнажается» каледонский фундамент. Там, где выступают породы каледонского фундамента, наблюдаются многочисленные и доста-

точно мощные разломы с медной минерализацией, с жилами кварца, барита, кальцита, а иногда и кварцевых порфиров. Эти разломы, сопровождаемые медной минерализацией, отчетливо прослеживаются в породах верхнего структурного яруса, где они по мере удаления от фундамента разветвляются, часто сопрягаются с более наклонными или послойными трещинами. Медное оруденение здесь распространяется по горизонтам песчаников в тех случаях, когда последние перекрываются более плотными экранирующими породами. Следовательно, не возникает сомнения в гидротермальном происхождении медного оруденения.

В западной части территории наложенные структуры менее эродированы, но и там, как подчеркивает Д. Г. Сапожников, отнюдь не являющийся сторонником гидротермальной гипотезы, месторождения медистых песчаников либо приурочены к зонам разломов, либо расположены в непосредственной близости от них.

Исследователями (К. И. Сатпаев, В. М. Попов, П. М. Никитин и др.), изучавшими медные месторождения западной части Восточного Казахстана, подчеркивается наличие над рудоносными горизонтами плотных пород, служивших экранами при процессах рудообразования.

Рассмотренные фактически существующие формы связи процессов рудообразования с магматизмом сами по себе отвергают широко распространенную, особенно в применении к Казахстану, концепцию Эммонса о зональности в пространственном размещении отдельных типов рудных месторождений по отношению к крупным интрузивам. Долгое время существовало и еще существует в настоящее время представление о бедности каледонских структур Восточного Казахстана эндогенными месторождениями полезных ископаемых вследствие глубокого эрозионного среза.

В действительности же оказывается, что металлоносность каледонских структур отличается не бедностью, а меньшим разнообразием типов месторождений, что обусловлено особенностями вполне закономерного геологического развития геосинклинальной системы. Теория зонального распределения различных типов минеральных месторождений по отношению к крупным батолитоподобным интрузиям в применении к Восточному Казахстану находила отражение в работах многих исследователей.

Не имея возможности подвергнуть анализу эти работы, ограничимся лишь указанием на недавние работы П. Н. Кропоткина, в которых эта теория нашла яркое отражение. П. Н. Кропоткин приходит к выводу о якобы имеющей место концентрической или температурной зональности в размещении руд различного состава относительно материнской интрузии. Вывод сделан не на основе полевых геологических исследований, а, как указывает Кропоткин, «при статистическом подходе к рудным месторождениям», который, как можно полагать, заключался в измерении расстояний на карте от месторождений до ближайших интрузий. Естественно, что такой метод мог привести к глубоко ошибочным выводам.

В процессах рудообразования весьма существенную роль играют вмещающие породы. Характер вмещающих пород (их физические и химические свойства) в совокупности с тектоническими факторами часто предопределяет место рудоотложения, морфологию, масштабы и особенности вещественного состава руд. В смежных краевых прогибах герцинских геосинклинальных зон и в удаленных от них прогибах вещественный состав позднегерцинской минерализации более или менее однотипен. В смежных краевых прогибах, например в Южно-Джунгарском, развиты преимущественно вулканогенные породы, и среди них встречаются главным образом трещинно-жильные месторождения свинца, меди, гематита и некоторых других полезных ископаемых. В наложенных герцинских структурах удаленных прогибов, где развиты главным образом осадочные породы, наблюдаются преимущественно пластообразные залежи свинцовых, медных и некоторых других руд, сопряженных с менее ми-

нерализованными разломами. Промышленная ценность этих месторождений весьма значительна.

Отмечается, что наиболее благоприятной средой для концентрации свинцового оруденения в западной части территории, а также в Северо-Балхашских и Джунгарских структурах являются карбонатные породы.

Колчеданные залежи в Экибастуз-Майкаинском и Баянаульском районах, равно как и в других районах за пределами Казахстана, располагаются преимущественно в туфах. Отмечается, что в туфах более основного состава рудные залежи представлены преимущественно пирит-халькопиритовой минерализацией, а при повышении кислотности вмещающих пород в колчеданных залежах в заметных количествах появляются сфалерит, галенит и барит. Может быть, такое влияние на характер минерализации оказывают вмещающие породы и на Алтае, где в пределах одного и того же рудного поля в разных стратиграфических горизонтах отмечается либо существенно медное, либо существенно свинцовое оруденение.

Вмещающие породы на глубоких горизонтах могут оказывать большое влияние на характер вещественного состава формировавшихся рудоносных флюидов, что отчетливо наблюдается в районах с наличием двух разновозрастных структурно-металлогенических ярусов.

В Верхне-Чидертинском районе и Сарысу-Тенизской депрессии в наложенных герцинских структурах широким распространением пользуются телетермальные медные и отчасти свинцовые месторождения. Эти структуры были сформированы на каледонском фундаменте, в строении которого в основном участвуют формации ранних этапов развития геосинклинальной системы и, в частности, породы офиолитовой формации, богатые сульфидами меди, а также содержащие колчеданные месторождения с тем или иным количеством сульфидов свинца и цинка. В Верхне-Чидертинском районе породы офиолитовой формации лежат часто непосредственно под породами герцинского структурного яруса, а в пределах Сарысу-Тенизской депрессии они, повидимому, погружены на бо́льшую глубину.

В связи с позднегерцинскими орогеническими движениями в породах каледонского фундамента по периферии герцинских геосинклинальных зон происходили, повидимому, интенсивные гидротермальные и в отдельных случаях, вероятно, магматические процессы. Гидротермы и газы могли здесь обогащаться медью, свинцом и некоторыми другими элементами и затем по возникшей, широко разветвленной сети трещин и разломов выноситься в верхний структурный ярус, а там вследствие резкого изменения физико-химических условий отлагать рудное вещество.

Общее сходство в вещественном составе минерализации нижнего и верхнего структурных ярусов несомненно, но в то же время отмечаются и различия (изменяющаяся роль серы и др.), которые еще подчеркиваются и тем, что в нижнем структурном ярусе руды являются обычно комплексными (многометальными). В верхнем структурном ярусе благодаря наличию осадочных пород различной восприимчивости к осаждению отдельных соединений наблюдается отчетливо выраженная дифференциация в размещении различных месторождений (существенно медные, свинцовые и др.).

Исходя из этих представлений о роли пород фундамента при формировании рудных растворов, в Сарысу-Тенизской депрессии и в Верхне-Чидертинском районе можно ожидать наличия, например, кобальтового оруденения.

В Северном Прибалхашье, в пределах Саякской мульды, наблюдаются своеобразные контактово-метасоматические магнетитовые месторождения с медью и кобальтом. Эти месторождения, как известно, связаны с интрузиями гранодиоритов и граносиенитов, размещающихся в каменноугольных отложениях. Последние залегают в основном на по-

родах офиолитовой формации нижнего палеозоя, в составе которой значительно преобладают ультраосновные интрузии. При формировании герцинских интрузий и следовавших за ними рудоносных растворов породы фундамента несомненно оказали сильное влияние на вещественный их состав. Железо, медь и кобальт, скорее всего, вынесены из пород фундамента, богатых этими элементами.

Достаточно характерно расположение золоторудных месторождений на территории Восточного Казахстана. Зоны золоторудной минерализации, приуроченные к системе разломов, как правило, располагаются в пределах внутренних геоантиклиналей раннего этапа развития подвижных зон. В одних случаях эти структуры в той или иной степени перекрываются более молодыми отложениями (например, Чарское антиклинальное поднятие) или непосредственно обнажаются на современной поверхности (золоторудные зоны Степняковского и Селетинского районов). П. Н. Кропоткин полагает, что металлоносные растворы, формировавшиеся в связи с магматической деятельностью, заимствовали рудное вещество в основных вулканогенных породах. Это вполне вероятно, так как кларк золота в основных породах достаточно высокий, и, как известно, золото в промышленных концентрациях устанавливается в колчеданных залежах, тесно связанных с офиолитовой формацией. Исходя из этого предположения, целесообразно было бы проверить наличие золотоносности в Северном Прибалхашье, в области герцинской геоантиклинальной зоны, особенно в краевых ее частях. Такая же геологическая позиция намечается и в пределах Чу-Балхашского водораздела.

Следовательно, роль состава пород фундамента несомненна при формировании рудоносных растворов, и на эти вопросы при дальнейших исследованиях необходимо обратить больше внимания, чем это делалось до настоящего времени. Однако эти вопросы следует рассматривать только в связи с общим ходом геологического развития, так как роль и значение вмещающих пород на разных стадиях развития различны.

При рассмотрении отдельных структур уже указывалось, что магматические и связанные с ними рудные комплексы располагаются достаточно закономерно в общих структурах, образуя часто отчетливо выраженные линейные зоны или, реже, площади, не обнаруживающие линейности. Каждая из таких зон контролируется тем или иным типом структур. Исходя из этого, можно говорить о существовании структурно-металлогенических зон. На территории Восточного Казахстана могут быть выделены следующие основные типы этих зон:

1. Центральные части геоантиклиналей ранних этапов (их конечных стадий) развития подвижных зон с ультраосновными и основными интрузиями, с которыми генетически связаны месторождения никеля, меди, хрома, платиноидов, асбеста и магнезита (зоны Имантавская, Улутавская, Бощекуль-Экибастузская, Тектурмасская, Чу-Балхашская, Чингизская и Чарская).

2. Зоны колчеданной минерализации (иногда со свинцом, цинком, золотом, серебром и молибденом). Чаще всего эти зоны располагаются в краевых частях внутренних геоантиклиналей ранних этапов (их конечных стадий) развития подвижных зон, как бы обрамляя зоны ультраосновных интрузий с двух сторон (Бощекульская, Майкаинская и Чингизская).

3. Зоны редкометальной минерализации в связи с кислыми калиевыми гранитами. Эти зоны чаще располагаются по периферии герцинских структур, возникших на месте геосинклинальных прогибов (Горно-Алтайская, Дегеленская, Атасу-Калдырминская, Северо-Балхашская), или в антиклинориях типа внутренних геоантиклиналей, возникших в средние этапы геологического развития герцинских геосинклиналей (Лепсинская и Чижино-Усекская зоны в Джунгарском Ала-Тау).

4. Зоны и площади развития алюмокварцитов и связанных с ними сульфидных месторождений в связи с посторогенными вулканогенными породами. Развиты преимущественно в краевых прогибах геосинклинальных зон (Семиз-Бугинская, Западно-Балхашская и Восточно-Балхашская).

5. Зоны разнообразной по вещественному составу минерализации, связанные с разломами и малыми трещинными интрузиями в краевых прогибах геосинклиналей или в узких синклинориях (Рудно-Алтайская, Южно-Джунгарская, Северо-Тяньшанская, Спасская, Кызыл-Эспинская, Успенско-Каркаралинская и Чубартавская).

6. Зоны золоторудной минерализации в связи с разломами в пределах внутренних геоантиклиналей раннего периода развития или в структурах верхнего яруса над ними (Северо-Казахстанские, Западно-Калбинская).

7. Зоны и площади телетермальной минерализации в наложенных герцинских структурах удаленных прогибов (Центрально-Каратауская, Джезказган-Атбасарская, Верхне-Чидертинская).

В процессе формирования общих структур отдельные типы структурно-металлогенических зон возникают последовательно.

Устанавливая некоторые закономерности в пространственном размещении отдельных типов минеральных месторождений, следует иметь в виду очень важное обстоятельство, заключающееся в том, что нередко имеет место частичное или полное наложение одной структурно-металлогенической зоны на другую. Наглядные примеры наложения можно видеть в Чарской зоне, где наблюдается наложение золоторудной минерализации на зону с ультраосновными интрузиями, содержащими хромит, и в Верхне-Чидертинском районе, где наблюдается наложение позднегерцинской медной минерализации на зону медной минерализации каледонского времени, и др.

Границы структурно-металлогенических зон обычно недостаточно четкие. Месторождения в пределах структурно-металлогенических зон распределяются неравномерно, обычно образуя рудные узлы или группы, в зависимости от локальных структурно-фациальных условий.

НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ВЫВОДЫ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Металлогенические обобщения в неразрывной связи с анализом истории формирования геологических структур должны привести и приводят к существенным практическим выводам в отношении рационального направления дальнейших поисковых работ.

В пределах намечаемых структурно-металлогенических зон, в зависимости от их типа, при постановке целеустремленных поисков возможно выявление новых и переоценка известных месторождений полезных ископаемых. Правильность этого положения подтверждается практикой геолого-поисковых работ (Южный Алтай — работами В. П. Нехорошева, Успенско-Каркаралинская зона — работами ВСЕГЕИ и Казахского геологического управления, Дегеленская зона к юго-востоку — работами автора и др.).

Такой метод анализа, позволяет наметить новые районы для поисков отдельных видов минерального сырья. В отношении свинцовых руд на территории Восточного Казахстана, кроме уже известных районов, где ведутся планомерные работы, значительный интерес представляют Сарысу-Тенизские наложенные структуры, и, в первую очередь, Джезказган-Атбасарская зона, где, кроме медных месторождений, вполне вероятно выявление существенно свинцовых месторождений в карбонатных породах $Д_3$—C_1 (по типу подобных каратауским).

Поисковые работы целесообразно сосредоточить в антиклинальных структурах, где обнажаются эти благоприятные для свинцового оруденения карбонатные породы (Улутавское поднятие, верховья рек Терс-Аккан и Джаксы-Кон).

Аналогичные месторождения вполне вероятны и в Верхне-Чидертинских наложенных структурах, где карбонатные породы также характерны, а гидротермальные растворы из пород фундамента, как известно, выносили свинец.

Близкие по типу, но не совсем аналогичные месторождения возможны в Северо-Тяньшанской зоне и, в частности, в хребте Кетмень, по правобережью р. Текес и в верховье р. Чилик.

Особое внимание при дальнейших работах следует обратить на выявление колчеданных месторождений в связи с вулканогенными породами ранних этапов развития в пределах краевых частей внутренних геоантиклиналей. На основе имеющихся данных такие месторождения возможны в пределах следующих структурно-фациальных зон: 1) северо-восточные склоны хребтов Чингиз и Тарбагатай, 2) Тектурмасская зона, особенно ее северная часть, 3) Майкаин-Нуринская зона северо-восточного простирания, 4) Бощекульская зона (нижнее течение р. Чидерты), 5) восточная часть пустыни Бетпак-Дала и Чу-Балхашский водораздел. В пределах этих зон возможны, кроме собственно колчеданных месторождений (Fe, Cu), полиметаллические, золото-баритовые и вкрапленные медно-молибденовые руды.

Весьма важное значение должна иметь постановка поисковых работ на медь в пределах Сарысу-Тенизских наложенных герцинских структур, где весьма вероятно выявление новых месторождений, подобных Джезказганскому.

В отношении редкометальной и в частности вольфрам-молибденовой минерализации, несомненный интерес представляет продолжение Дегеленской зоны к юго-востоку, а также Северо-Восточное Прибалхашье. Ранее уже говорилось о вероятности нахождения золотого оруденения в Северном Прибалхашье и в пределах Чу-Балхашского водораздела.

Производственные геологические организации, очевидно, должны будут обратить внимание на указанные практические выводы при планировании работ на ближайшее время.

В заключение следует отметить, что проделанная работа по металлогении является лишь первым шагом в деле установления основных закономерностей распределения эндогенных месторождений во времени и в пространстве для территории Восточного Казахстана, которая должна углубляться и продолжаться более быстрыми темпами в будущем.

В этой работе должны участвовать работники как научно-исследовательских институтов, так и районных геологических управлений. В частности, в ближайшее время могут и должны быть составлены металлогенические и прогнозные карты для важнейших рудных районов этой территории в масштабах 1 : 500 000 и 1 : 200 000.

Е. Д. КАРПОВА

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ВАРИССКОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ ТЯНЬ-ШАНЯ В СВЯЗИ С ИСТОРИЕЙ ЕГО РАЗВИТИЯ

Горные хребты Тянь-Шаня относятся к числу довольно хорошо изученных районов нашей Родины. Эта изученность является результатом большой работы, проделанной советскими геологами за годы советской власти. Вопросы региональной геологии Тянь-Шаня наиболее полно освещены в трудах Д. В. Наливкина, В. А. Николаева, В. Н. Огнева, Н. М. Синицына, В. И. Попова и А. В. Пейве. Ценный вклад в изучение магматизма Тянь-Шаня сделан работами В. А. Николаева и Н. П. Васильковского.

Многие исследователи, особенно в течение последних двух десятилетий, занимались изучением металлогении Тянь-Шаня. В результате был сделан ряд важных обобщений по металлогении отдельных металлов, благодаря чему неуклонно растет и расширяется рудная база Средней Азии. Следует прежде всего отметить труды Б. Н. Наследова, Д. И. Щербакова, А. В. Пуркина, А. В. Королева, Ф. И. Вольфсона по полиметаллам; В. Э. Пояркова, В. И. Смирнова и Н. М. Синицына по сурьме и ртути; Х. М. Абдуллаева и Н. В. Нечелюстова по вольфраму. Большая работа по изучению геологии полезных ископаемых Тянь-Шаня проделана районными управлениями и производственными организациями соответствующих Министерств.

Однако вопросы региональной металлогении Тянь-Шаня освещены еще недостаточно. Существует разрыв между региональными обобщениями геологов и металлогенистов. Авторы упомянутых выше работ по металлогении, в соответствии с характером стоявших перед ними задач, уделяли мало внимания вопросам взаимосвязи различных типов оруденения. Для большинства типов оруденения слабо освещена их связь с общим ходом истории развития подвижного пояса Тянь-Шаня.

В последние два-три года Е. Д. Карповой совместно с Ю. А. Араповым и Н. К. Морозенко, был обобщен обширный литературный материал по геологии и металлогении Тянь-Шаня. Был исследован ряд районов с геологической и металлогенической точки зрения. Выводы, вытекающие из анализа литературного материала и проведенных исследований, и легли в основу настоящего доклада. В нем делается попытка выявить наиболее существенные черты региональной эндогенной металлогении Тянь-Шаня на фоне общей истории его геологического развития, а также наметить некоторые выводы, которые могут быть использованы в практике дальнейшего планирования поисковых работ и должны содействовать повышению эффективности поисков.

Варисские и более древние структуры Тянь-Шаня являются ареной широкого проявления процессов эндогенной минерализации, в ходе которой возникли многочисленные практически ценные месторождения вольфрама, свинца и цинка, сурьмы и ртути, мышьяка, флюорита и некоторых других металлов и неметаллов. Почти все перечисленные месторождения, за исключением некоторых, находящихся в Северном Тянь-Шане, были сформированы в верхнем палеозое, в период времени от среднего карбона до начала мезозоя. Процессы варисской эндогенной

минерализации протекали в различные этапы развития складчатого пояса Тянь-Шаня. Все эндогенные месторождения объединяются в металлогенические зоны, имеющие закономерное пространственное положение и совпадающие по времени их образования с теми или иными этапами развития различных структурно-фациальных зон.

В соответствии со взглядами исследователей региональной геологии Тянь-Шаня следует выделить две области, резко отличающиеся по истории своего развития. Первая из них — Северный Тянь-Шань — область допалеозойской и нижнепалеозойской геосинклинали и преимущественного распространения каледонских и более древних структур. Вторая, бо́льшая по величине часть — Южный Тянь-Шань — область средне- и верхнепалеозойской геосинклинали и преимущественного развития варисских структур [1].

СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

История развития геосинклинали Северного Тянь-Шаня, превращения ее в складчатый пояс, равно как досреднепалеозойский магматизм и металлогения этой области, еще во многом неясны. Доварисский период развития Северного Тянь-Шаня в металлогеническом отношении мало интересен. Рассмотрим лишь отдельные детали более поздней истории Северного Тянь-Шаня, необходимые для дальнейшего изложения. В течение верхнего силура и девона Северный Тянь-Шань представлял собой геоантиклинальное поднятие. В нижнем карбоне и частично в верхнем палеозое в пределах этого поднятия возникли отдельные депрессии, в которых происходило осадконакопление. В этих депрессиях установлены проявления тектоники, магматизма и металлогении варисского возраста. Поздневарисские движения, особенно интенсивные по краям упомянутых депрессий, распространились на значительной площади Северного Тянь-Шаня. Однако за пределами варисских депрессий, в древних толщах, судить об их присутствии можно лишь по косвенным признакам.

Варисский магматизм Северного Тянь-Шаня представлен довольно разнообразными, чаще всего небольшими интрузиями гранитоидов, диоритов, диабазовых порфиритов, сиенитов, щелочных сиенитов и связанных с ними жильных пород щелочного ряда. Возраст большинства этих интрузий наиболее вероятно определяется как пермский. Кроме интрузий, известны также варисские эффузивные породы нижнекарбонового (?) и пермского (?) возраста.

Варисская металлогения Северного Тянь-Шаня главным образом представлена полиметаллами, имеющими серьезное практическое значение. Непромышленный характер имеют медные, гематитовые и некоторые другие рудопроявления.

Варисский возраст полиметаллического оруденения Северного Тянь-Шаня в ряде случаев определяется непосредственно (Куваки, Джергаланская группа, Гранитная Горка). Однако большинство месторождений залегает в нижнепалеозойских и еще более древних породах, благодаря чему долгое время эти месторождения считались каледонскими. По ряду косвенных признаков, подавляющее большинство полиметаллических месторождений Северного Тянь-Шаня в настоящее время следует считать поздневарисскими и параллелизовать с пермскими полиметаллическими месторождениями северной окраинной зоны Южного Тянь-Шаня. К рассмотрению полиметаллического оруденения Северного Тянь-Шаня мы вернемся несколько ниже.

---

[1] В литературе по региональной геологии Тянь-Шаня эти крупные области обычно называют Северной и Южной зонами Тянь-Шаня. Автор опускает слово «зоны», во избежание путаницы со структурно-фациальными и металлогеническими зонами, выделенными в дальнейшем в пределах этих крупных областей.

ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

Зарождение и развитие геосинклинали Южного Тянь-Шаня и превращение ее в складчатый пояс относится к периоду от верхнего силура до верхней перми. Этот период нами разбивается на несколько этапов — начальный, ранний, средний и поздний. На отдельных участках можно выделить еще очень своеобразный завершающий этап развития.

Все эти этапы имеют свои особенности осадконакопления, развития структур, магматизма и металлогении и рассматриваются отдельно, причем необходимо отметить, что в отношении промышленной металлоносности в Тянь-Шане интересны лишь три последних этапа.

Начальный этап. Начальный этап по времени соответствует верхнему силуру и нижнему девону и отвечает зарождению геосинклинали, которое осуществлялось в сравнительно узкой линейно-вытянутой зоне, расположенной на месте Нуратинского, Туркестанского, Алайского, Зеравшанского, Атбашинского и Кокшаальского хребтов. Вдоль зон глубинных разломов в платформенном фундаменте[1] здесь произошло погружение и интенсивное накопление типичного геосинклинального комплекса осадков — известняков и сланцев, чередующихся местами с мощными толщами лав спилитовой серии. Область проявления начального этапа развития подвижного пояса имеет определенное пространственное положение и образует структурно-фациальную зону, которая согласно терминологии В. А. Николаева в дальнейшем называется внутренней зоной геосинклинали Южного Тянь-Шаня.

Проявлений эндогенной минерализации в связи с магматизмом начального этапа пока не известно. Знаки золота, встречающиеся в шлихах из районов развития спилитовых эффузивов, например в Атойнакском хребте, возможно происходят из зон пиритизации и окварцевания среди эффузивов. При более детальном изучении вулканогенных толщ в них возможно нахождение небольших месторождений рудного золота и колчеданов.

Ранний этап. Ранний этап, охватывающий средний и верхний девон и нижний карбон, имеет общие черты с начальным, так как в нем погружение и накопление морских осадков преобладают над поднятиями.

В ранний этап опускание захватывает окраинную зону Северного Тянь-Шаня. Геосинклиналь Южного Тянь-Шаня разрастается вширь, и возникает особая краевая структурно-фациальная зона, выделяемая в работах В. А. Николаева под названием Чаткало-Нарынской. Это разрастание, вероятно, происходило и в южном направлении, но контуры его неясны, так как варисские структуры Южного Тянь-Шаня перекрыты молодыми отложениями Алайской долины, Заалайского хребта и Южно-Таджикской депрессии. Фрагментом южного краевого прогиба, возможно, является южный склон Гиссарского хребта.

Во всей геосинклинали происходило накопление морских осадков, среди которых очень большую роль играли карбонатные фации. Из работ Н. М. Синицына и других исследователей видно, что во внутренней зоне геосинклинали в ранний этап зарождаются и формируются поднятия, захватывающие иногда значительные пространства.

Уже в ранний этап намечаются различия в характере проявлений магматизма и металлогении в краевой и внутренней зонах геосинклинали Южного Тянь-Шаня. Во внутренней зоне в среднем и отчасти в верхнем девоне продолжаются излияния основных магм, а в завершение раннего этапа в конце нижнего карбона (или в первой половине среднего карбона) происходит внедрение мелких интрузий гипербазитов, габбро и диабазов. В работах Е. Н. Горецкой, Н. М. Синицына и других

[1] По Н. М. Синицыну и В. Н. Огневу, геосинклиналь Южного Тянь-Шаня возникла на платформе, покрытой сравнительно маломощными осадками кембрия и ордовика.

доказывается, что эти интрузии расположены вдоль глубоких разломов, заложенных по краям растущих поднятий.

С этими интрузиями связаны непромышленные концентрации хромшпинелидов, титаномагнетита и платины. В Южной Фергане известно небольшое магнетитовое месторождение Надир, связанное с этими же интрузиями.

В Чаткало-Нарынской краевой зоне геосинклинали магматизм и металлогения раннего этапа совсем не представлены. Только лишь в Могол-Тау и Приташкентском районе известны небольшие интрузии предэйфельских гранитоидов, представляющих собой, вероятно, поздний этап развития каледонского магматизма Северного Тянь-Шаня. Достоверных проявлений минерализации в связи с этими гранитоидами не известно. В целом минерализация начального и раннего этапов развития в Южном Тянь-Шане не имеет сколько-нибудь существенного значения.

Средний этап. В отличие от двух предыдущих средний этап развития Южного Тянь-Шаня имеет важное значение в отношении промышленной металлоносности. В этот этап были сформированы разнообразные месторождения редких металлов, среди которых наиболее важное значение имеют крупные шеелитовые месторождения.

К среднему этапу относится средний и частично верхний карбон. Во второй половине среднего карбона, несколько разновременно, в различных частях геосинклинали Южного Тянь-Шаня, проявились складчатость и поднятия. В результате этой складчатости бóльшая часть Южного Тянь-Шаня вступила в геоантиклинальный период развития. В отдельных локальных прогибах геосинклинальный режим с отложением преимущественно флишевых толщ сохранился и в верхнем карбоне. Примерами таких локальных прогибов являются Сурметашский, Яссинский и Джамандаванский. Главная складчатость в этих прогибах произошла позднее в верхнем карбоне и в нижней перми. Как уже было сказано, средний этап относится нами к среднему и верхнему карбону, но в перечисленных локальных депрессиях средний этап протекает с запозданием.

Магматизм среднего этапа проявлен в эффузивной и интрузивной форме. Эффузивный магматизм распространен локально главным образом в некоторых частях краевой зоны. Сюда относятся мощные излияния среднекарбоновых порфиритов в Кураминском и Чаткальском хребтах и на южном склоне Гиссарского хребта. Отдельные проявления средне- и верхнекарбоновых порфиритовых излияний известны и во внутренней зоне (Алайский хребет).

Интрузивный магматизм, связанный со складчатостью, в среднем и верхнем карбоне широко проявился в Южном Тянь-Шане в виде комплексов гранитоидных интрузий. Особенно грандиозны эти интрузии в краевых зонах, где возникли такие массивы, как Чаткало-Ангренский и Южно-Гиссарский, с площадью более 1500 $км^2$.

В связи с запозданием проявления главной складчатости в некоторых верхнепалеозойских депрессиях внедрение гранитоидных интрузивных комплексов относится к верхнему карбону и низам перми. Примером служит Кичикалайский гранодиоритовый интрузив и многочисленные более мелкие гранитоидные интрузии Алая и Зеравшанского хребта.

Для интрузивного магматизма среднего этапа особенно характерны гранодиориты и граниты. Лейкократовые граниты, аляскиты и прочие разновидности гранитов повышенной кислотности распространены мало. В то же время они являются более поздними, чем гранодиориты, обычно тесно с ними пространственно связаны и внедряются в те же самые вмещающие породы. Подобные соотношения гранодиоритов и гранитов повышенной кислотности установлены в Чаткальском, Туркестанском и Иныльчекском хребтах, а также в Зирабулакских горах.

Для интрузивного магматизма среднего этапа типично проявление ассимиляции и гибридизма, что весьма обстоятельно описано в работах

Х. М. Абдуллаева на примерах многочисленных интрузий Южного Тянь-Шаня. Особенно характерно явление карбонатной ассимиляции, связанное с обилием карбонатных пород в разрезах как внутренней, так и краевой зон подвижного пояса Южного Тянь-Шаня.

В связи с ассимиляцией нередко возникают сложно построенные комплексные или зональные интрузии, где наряду с гранитами и гранодиоритами присутствуют различные гибридные породы типа кварцевых диоритов, диоритов, сиенито-диоритов и даже габбро. Явления ассимиляции для более поздних кислых гранитов обычно не типичны даже в том случае, если они залегают в карбонатных породах (Майдантальский и Анаульганский массивы и др.).

С интрузивным магматизмом среднего этапа, повидимому, можно связать небольшие верхнекарбоновые интрузии натровых гранитов из Атойнакского хребта, описанные Е. Н. Горецкой. Эти интрузии пространственно связаны с областью распространения спилитов и гипербазитов. Подобные интрузии, возможно, имеют более широкое распространение во внутренней зоне Южного Тянь-Шаня, но остаются пока не выделенными из общей массы известных здесь гранитоидов.

Ведущее значение в металлогении среднего этапа развития имеют вольфрам и мышьяк и подчиненное — олово, бериллий, молибден, золото и железо. Следует выделить два типа металлогенических зон, характерных для среднего этапа:

а) зоны, связанные с гранодиоритовыми комплексами;

б) зоны, связанные с кислыми гранитными комплексами.

Специфической особенностью металлогении Южного Тянь-Шаня является то, что ведущее значение принадлежит металлогеническим зонам, связанным с гранодиоритовыми интрузиями с очень распространенной минерализацией скарнового типа. В этих зонах распространены крупные месторождения шеелитоносных скарнов, содержащих иногда молибден, олово или золото. Примерами служат Лянгар, Ингичка, Кумбель, Майхура. Здесь же встречаются месторождения рудного золота типа Синтаба. Более поздние пермские металлогенические зоны этого типа, характерные для Алая и Зеравшанского хребта, обладают качественными отличиями. Здесь, наряду с месторождениями шеелитоносных скарнов типа Мелик-Су и Кендыка, большую роль играют шеелитово-мышьяковые и мышьяковые месторождения, такие, как Сарымат, Чалкуйрюк, Мосрифская группа и другие. Известны также скарновые месторождения с кобальтом и золотом (Ак-Джилга).

Месторождения магнетита в скарнах имеют незначительные размеры и типичны лишь для краевых зон геосинклинали Южного Тянь-Шаня. К ним относятся Калмак-ашу, Сусинген, Сюрень-Ата в Чаткало-Нарынской зоне и Кафанадар в Южно-Гиссарской зоне.

Металлогенические зоны второго типа, связанные с комплексами кислых гранитов, пространственно тяготеют к зонам первого типа. Месторождения, приуроченные к этим зонам, представлены кварцево-вольфрамитовыми жилами иногда с оловом или молибденом (Саргардон, Тоялмыш), бериллоносными пегматитами (Беркрак) или сложными пегматитами с касситеритом и литиевыми слюдами. Последний тип характерен для Туркестанского хребта и вероятен в Иныльчекском хребте. В целом металлогенические зоны второго типа имеют небольшое практическое значение.

Контуры металлогенических зон обоих типов контролируются соответствующими интрузиями и их приконтактовыми зонами. Внутри этих зон распределение скарновых месторождений чаще всего приурочено к контактам интрузий с карбонатными породами. Жильные месторождения залегают в разнообразных породах и расположены в мелких трещинных структурах.

Оба типа металлогенических зон распространены как во внутренней, так и в краевых зонах подвижного пояса Южного Тянь-Шаня, причем приурочены к крупным антиклинальным структурам.

В настоящее время можно выделить ряд металлогенических зон среднего этапа развития с группами месторождений.

Зоны, связанные с гранодиоритовыми комплексами.

1. Сонкульско-Нарынская (W, Mo, Au, Fe);
2. Нуратинская (W, Mo, Au);
3. Зирабулакская (W, Mo, Sn);
4. Гиссарская (W, Sn, As, Fe);
5. Зеравшанская (W, As);
6. Алайская (As, W, Co).

Новые металлогенические зоны этого типа возможны в следующих районах Южного Тянь-Шаня:

1) в хребте Каратегин, в связи с группой гранитоидных интрузий правобережья Кизыл-Су и Сурхоба (плохо изученных);

2) в Чаткальском хребте (верховья Кассана, правобережье и левобережье р. Чаткал, выше впадения р. Акбулак), близ многочисленных гранодиоритовых интрузий;

3) в Восточном Тянь-Шане (бассейн р. Сарыджас), в районе развития гранодиоритовых интрузий.

Зоны, связанные с гранитными комплексами.

1. Пскем-Сандалашская (W, Mo, Sn, Be);
2. Туркестанская (Sn, Be, Li).

К числу новых предполагаемых металлогенических зон этого типа относится Инылъчекская зона в Восточном Тянь-Шане, где известны слабые рудопроявления сложных пегматитов с редкометальным оруденением, близ интрузии гранитов повышенной кислотности.

Поздний этап. Конец верхнего карбона и нижняя пермь относятся к позднему этапу развития варисского складчатого пояса Тянь-Шаня. Для этого этапа характерно почти полное прекращение осадконакопления, которое продолжалось лишь в ограниченных по площади депрессиях. Осадки в них носят лагунно-континентальный характер, и разрезы их имеют отчетливо выраженный регрессивный тип. К этому периоду относится одна или местами несколько вспышек тектонических движений, которые за пределами пермо-карбоновых депрессий приводят к перестройке более ранних складчатых сооружений.

Магматизм позднего этапа проявлен локально и по характеру проявления в пространстве резко дифференцирован. Во внутренней зоне подвижного пояса — в Алайском, Туркестанском и Зеравшанском хребтах — для позднего этапа типичны небольшие по масштабу интрузии щелочных и субщелочных сиенитов и гранитов. Эти интрузии тесно связаны в пространстве с участками распространения гранитов и гранодиоритов и, вероятно, имеют с ними и генетическую общность. Эффузивный магматизм позднего этапа во внутренней зоне имеет ничтожное распространение.

В краевых зонах магматизм позднего этапа проявлен локально только в отдельных благоприятных участках, особенности которых подробнее охарактеризованы ниже. К таким участкам относятся Кураминская и Южно-Гиссарская верхнепалеозойские депрессионные структуры. Здесь необычайно широко представлены разнообразные проявления позднего магматизма в виде очень крупных наземных излияний липаритового и дацитового состава и многочисленных гипабиссальных интрузий гранитного, гранодиоритового, монцонитового и сиенитового состава.

Излияния эффузивов и внедрение гипабиссальных интрузий в течение верхнего карбона и нижней перми осуществлялись в несколько последовательных приемов.

Металлогения позднего этапа развития подвижного пояса имеет весьма важное практическое значение вследствие широкого развития месторождений свинца, цинка, сурьмы и ртути, меди и глинозема. Месторождения перечисленных металлов близки или одновременны по возрасту, который определяется по ряду прямых и косвенных признаков как нижнепермский. Все эти типы оруденения занимают вполне определенное пространственное положение, которое в общих чертах имеет следующий характер:

1. Сурьмяно-ртутное оруденение локализуется во внутренней зоне складчатого пояса, образуя металлогенические зоны, пространственно связанные с областями проявления магматизма начального и раннего этапов, и известняково-сланцевых осадков геосинклинального типа.

2. Полиметаллическое и свинцовое оруденение приурочено к Северному Тянь-Шаню, а также к краевой Чаткало-Нарынской зоне складчатого пояса Южного Тянь-Шаня и постепенно затухает во внутренней зоне в Южной Фергане в горной части Алайского и Туркестанского хребтов. Таким образом можно говорить о существовании Большого полиметаллического пояса Тянь-Шаня, приуроченного к областям повышенной жесткости, расположенным в Северном Тянь-Шане и смежной части Южного Тянь-Шаня.

3. Медно-порфировое оруденение типа Алмалыка, а также вторичные кварциты с алунитовым и диаспоровым оруденением характерны для отдельных локальных структур с широким проявлением поверхностного и гипабиссального магматизма поздних этапов (Кураминская зона).

Высказанные общие положения нуждаются в дальнейшей более детальной характеристике, которая и приводится ниже.

Сурьмяно-ртутное оруденение. В последние годы геологическая позиция сурьмяно-ртутных месторождений Южной Ферганы получила достаточно ясную характеристику в работах Н. М. Синицына и В. Э. Пояркова, а также в работах группы сотрудников ВСЕГЕИ под руководством П. Д. Виноградова, изучавших сурьмяно-ртутную минерализацию Зеравшано-Гиссарской горной области.

Возраст месторождений по ряду прямых и косвенных данных — нижнепермский. Прямая связь с магматизмом не установлена. Вместе с тем заслуживает внимания пространственная ассоциация сурьмяно-ртутной минерализации с областью распространения спилитов и гипербазитов начальных и ранних этапов развития.

Внутри металлогенических зон, как это показано в работах Н. М. Синицына и В. И. Смирнова, распределение месторождений контролируется рядом структурно-литологических факторов. Наиболее благоприятными для рудоотложения являются участки крыльев антиклинорных структур на границах с депрессиями, испытавшие глыбовую перестройку под воздействием поздневарисских тектонических движений. Рудоотложение приурочено к известнякам, причем самые крупные пластообразные месторождения локализуются в телах окварцованных брекчий под поверхностями несогласий, где большую роль играют экранирующие сланцевые покрышки.

В настоящее время известны крупная Южно-Ферганская сурьмяно-ртутная металлогеническая зона, западное продолжение которой следует ожидать в западных отрогах Туркестанского хребта и в хребте Нуратау, и Центрально-Таджикистанская зона, охватывающая северный склон Гиссарского и весь Зеравшанский хребет.

На основании анализа фаций, структур, а также данных шлихового опробования и находок отдельных коренных рудопроявлений следует выделить еще несколько предполагаемых металлогенических зон, перспективных на нахождение сурьмяно-ртутных месторождений. К этим зонам относятся:

1. Атбашинская зона, протягивающаяся через хребет Атбаши, рр. Джанджир, Борколдай, Ак-Шийряк в хребте Каинды-Катта. Длина предполагаемой зоны свыше 400 *км*.

2. Восточно-Алайская зона — бассейн р. Кок-Су, верховья рр. Тар и Гульча.

3. Атойнакская зона — р. Западная Кара-Су и ее левые притоки.

4. Баубашатинская зона — верховья рр. Караункур и Майли-Су.

Крупные нижнепермские сурьмяные месторождения Терек и Кассан, отличающиеся заметным содержанием золота и свинца, а также тесной ассоциацией с собственно полиметаллическими месторождениями, известны на стыке краевой и внутренней зон, в бассейне Кассана на южном склоне Чаткальского хребта. Эти месторождения выделяются нами в особую Кассанскую золото-сурьмяно-полиметаллическую металлогеническую зону, вероятное продолжение которой следует искать восточнее в бассейнах рр. Падша-Ата, Итокар и Афлатун. Находки месторождений подобного типа возможны и за пределами Чаткальской зоны, в бассейне Большого Нарына.

Забегая несколько вперед, следует указать, что некоторые полиметаллические месторождения Карачатырской зоны в Южной Фергане содержат сурьму в блеклых рудах и в единичных случаях даже ртуть, как это установлено в Лякканском месторождении.

Другими словами, наблюдается как бы скрещение полиметаллической и сурьмяно-ртутной минерализации в области взаимоперехода двух структурно-фациальных зон.

Заканчивая краткий обзор положения сурьмяно-ртутного оруденения в пространстве и во времени, можно поставить вопрос о том, что связь сурьмяно-ртутной минерализации с совершенно определенными структурно-фациальными зонами, отвечающими внутренним зонам геосинклинальных прогибов со специфическим магматизмом начальных и ранних этапов, возможно, имеет более широкое значение. Факты подобного расположения сурьмяно-ртутной минерализации известны и в других регионах. В. М. Сергиевский отмечает приуроченность сурьмяно-ртутных проявлений к зоне зеленокаменных пород в западном варисском прогибе восточного склона Урала. По А. И. Семенову, признаки ртутного оруденения установлены во внутренней Чарской зоне Зайсанской геосинклинали, где также проявлены типичные геосинклинальные складки и гипербазитовые интрузии. Наконец, ртуть в шлихах известна и в западной части Дарвазского хребта на Северном Памире, где также распространены соответствующие фации и магматизм. С этой точки зрения Калайхумб-Сауксайская зона Северного Памира заслуживает внимания как зона возможного проявления сурьмяно-ртутного оруденения.

Полиметаллическое оруденение. Полиметаллическое оруденение Тянь-Шаня, в противоположность долго существовавшему неправильному и вредному мнению о его неперспективности, опровергнутому практической деятельностью производственных геологических организаций, имеет огромное значение. Ранее было сказано, что нами выделяется Большой полиметаллический пояс Тянь-Шаня, охватывающий Северный Тянь-Шань и северную краевую зону Южного Тянь-Шаня. Южная граница этого пояса намечается в Южной Фергане, уже в пределах внутренней зоны геосинклинали Южного Тянь-Шаня, где полиметаллическое оруденение постепенно затухает в так называемой «зоне высоких предгорий», выделенной Н. М. Синицыным.

К востоку Большой полиметаллический пояс Тянь-Шаня уходит за пределы Советского Союза, а северо-западнее он продолжается в Кара-Тау.

В пределах этого пояса выделяется ряд реально существующих и предполагаемых металлогенических зон с разнообразными типами полиметаллического оруденения. К числу их относятся следующие зоны:

1. Таласская (Pb, Zn, As, Sn). Охватывает западную половину одноименного хребта и вероятно продолжается вдоль окраины Северного Тянь-Шаня к долине Нарына.

2. Киргизская (Pb, Zn, Sn, F). Приблизительно совпадает с контурами нижнекарбоновой и частично верхнепалеозойской Киргизской депрессии.

3. Восточно-Иссыккульская (Pb, Zn). Расположена на северном склоне восточной оконечности хребта Терскей-Алатау. Вероятно продолжение этой зоны находится в восточной части хребта Кунгей-Алатау.

4. Западно-Кураминская (Pb, Zn). Приурочена к западной части Кураминского и Чаткальского хребтов и, вероятно, протягивается в низовье р. Урган, где сливается с Чаткальской зоной.

5. Чаткальская (Pb, Zn). Часть этой зоны, существование которой доказано, охватывает южный склон Чаткальского хребта от р. Гава до р. Ходжа-Ата и горы Босбу-Тау. Ее предполагаемая часть возможно с широким распространением свинцового оруденения протягивается севернее в пределы Сандалашского, Пскемского и Угамского хребтов.

6. Нарынская (Pb, Zn, F). Выявленная продуктивная часть этой крупной зоны совпадает с правобережными хребтами р. Б. Нарын от Ферганского хребта до р. Нарын. Предполагаемая южная часть ее охватывает левобережные хребты р. Б. Нарын (хребты Бай-Биче, Нарын-Тау) и протягивается вдоль границы Северного и Южного Тянь-Шаня в область хребтов Ак-Шийряк, Куйлю и Сары-Джас.

7. Карачатырская (Pb, Zn). Расположена в Южной Фергане и примерно совпадает с «Карачатырской зоной», выделенной Н. М. Синицыным, но несколько шире ее. Возможное продолжение этой зоны расположено в северных предгорьях Туркестанского и Нуратинского хребтов.

О возрасте варисских полиметаллических месторождений Северного Тянь-Шаня уже говорилось ранее. В полиметаллических металлогенических зонах, находящихся в пределах Южного Тянь-Шаня, в большинстве случаев возраст месторождений определяется как нижнепермский лишь по косвенным признакам. Более определенно этот вопрос решается в Западно-Кураминской зоне, где полиметаллическое оруденение месторождений Алтын-Топкан, Курусай, Кумыш-Кан и ряда других отчетливо моложе малых интрузий и даек пермского и пермо-карбонового возраста.

Подавляющее большинство известных полиметаллических месторождений не имеет убедительно доказанной связи с теми или иными конкретными интрузиями, и до настоящего времени источник рудных концентраций остается неясным, что дает благоприятную почву для всевозможных гипотез и предположений. Исключением является известное месторождение Актюз, где связь оруденения с гранофировым штоком у многих исследователей не вызывает сомнений. Хотя источник рудного вещества и неясен, тем не менее для огромного большинства тянь-шанских полиметаллических месторождений едва ли можно сомневаться в их связи с циркуляцией восходящих гидротермальных растворов, причем циркуляция эта во времени соответствует позднему этапу развития складчатого пояса Тянь-Шаня.

Полиметаллические месторождения Тянь-Шаня характеризуются большим разнообразием типов, отличающихся по вещественному составу руд, форме залегания и вмещающим породам. Поэтому краткая характеристика этих типов очень затруднительна.

По вещественному составу можно выделить: 1) полиметаллические месторождения, включающие, кроме свинца и цинка, большое количество других рудных компонентов — медь, мышьяк, олово, сурьму, золото, се-

ребро и др.; представителями этого типа месторождений являются Актюз, Курган, Буурду; 2) свинцово-цинковые месторождения с незначительной примесью прочих рудных компонентов — Алтын-Топкан, Кургашин-Кан, Кансай, Герхана; 3) свинцово-флюоритовые месторождения — Куваки, Сулукуртка; 4) свинцовые месторождения — Ак-Куль, Сумсар, Джергаланская группа.

Вмещающие породы этих месторождений разнообразны. Наиболее крупные месторождения приурочены к известнякам (Кургашин-Кан), скарнированным известнякам (Алтын-Топкан) и доломитизированным известнякам (Сумсар). Ряд промышленных месторождений залегает в сланцах, кристаллических сланцах и интрузивных породах (Гранитная Горка, Буурду, Ак-Куль, Куваки).

Формы залегания также весьма разнообразны: в большинстве случаев это метасоматические залежи в известняках, контролируемые системами трещин, структурами контактов и межпластовыми отслоениями, штокверки, прожилков, расположенные вдоль зон разломов в силикатных породах, трещинные жилы в разнообразных силикатных и карбонатных породах и т. д.

Особое положение занимает группа месторождений простого, почти чисто свинцового состава, залегающих в доломитизированных известняках. Эти месторождения имеют пластовую форму, так как приурочены к определенным стратиграфическим горизонтам и имеют вкрапленный характер. По всем признакам они относятся к так называемому телетермальному типу, вопрос о происхождении которого до сих пор является дискуссионным.

Месторождения этого типа в настоящее время известны на южном склоне Чаткальского хребта, где расположена Сумсаро-Босбутауская группа свинцовых месторождений, залегающих среди доломитизированных известняков среднего девона. Вторая область распространения сходных месторождений находится юго-восточнее озера Иссык-Куль в известняках среднего карбона (Джергаланская группа). Следует подчеркнуть, что в пространственной связи с месторождениями телетермального типа в тех же металлогенических зонах всегда находятся трещинные гидротермальные полиметаллические месторождения более сложного состава. Последние залегают как в подстилающих, так и в более высоких горизонтах разреза.

Прежде в работах В. И. Смирнова, Ф. И. Вольфсона и других исследователей подчеркивалась связь полиметаллического оруденения Тянь-Шаня с областью взаимоперехода разновозрастных структур и существующими здесь разломами, известными под названием «Главной структурной линии Тянь-Шаня». Мы в данное время выделяем значительно более широкий, охватывающий Северный Тянь-Шань, Большой рудный пояс, переработанный поздневарисскими движениями, и краевую зону варисского Южного Тянь-Шаня, характеризующуюся повышенной жесткостью вследствие сравнительно неглубокого залегания древнего фундамента. Внутри этого пояса выделяются уже выявленные и предполагаемые металлогенические зоны, где распределение месторождений контролируется различными для отдельных зон структурно-литологическими факторами.

Подмеченная эмпирическая закономерность в пространственном положении полиметаллического оруденения в Тянь-Шане дает нам возможность рекомендовать значительные территории для поисков полиметаллов и выражать уверенность в возможности дальнейшего очень значительного увеличения свинцовой рудной базы в Тянь-Шане.

Выше нами были перечислены существующие и предполагаемые полиметаллические металлогенические зоны, в пределах которых должны быть проведены планомерные достаточно детальные поисковые работы.

Следует особо выделить Чаткальскую [1] и Нарынскую металлогенические зоны, где, наряду с гидротермальными месторождениями, ожидается широкое распространение месторождений телетермального типа. В силу простоты состава и отсутствия зоны окисления эти месторождения принадлежат к числу трудноокрываемых.

Новый район полиметаллического оруденения наметился в последнее время в южной краевой зоне Южного Тянь-Шаня, в юго-западных отрогах Гиссарского хребта. Как уже было отмечено выше, эта краевая зона в главной своей части перекрыта мезозойскими и кайнозойскими отложениями Южно-Таджикской депрессии. В этих отложениях известны довольно многочисленные проявления молодой свинцовой минерализации (в настоящем докладе не рассматриваемые).

Из работ В. М. Синицына и Н. А. Беляевского, посвященных описанию более восточных районов Тянь-Шаня, следует, что северная окраинная область Таримской платформы изобилует проявлениями полиметаллической минерализации. Единичные полиметаллические рудопроявления известны и в южной окраинной части зарубежного Тянь-Шаня, выделенной В. М. Синицыным под названием Муздукской структурно-фациальной зоны. На основании этих данных можно говорить о существовании второго крупного весьма перспективного Южно-Тяньшанского полиметаллического пояса, который еще ждет своих исследователей.

В заключение, говоря о характере минерализации позднего этапа развития подвижного пояса Тянь-Шаня, необходимо упомянуть еще о двух важных типах оруденения. Они имеют ограниченное пространственное распространение и приурочены к Кураминской верхнепалеозойской депрессионной зоне, где чрезвычайно широко представлен магматизм поздних этапов в виде верхнекарбоновых и нижнепермских наземных излияний кислых и средних эффузивов и гипабиссальных малых интрузий разнообразного состава.

К Кураминской зоне приурочены многочисленные, в ряде случаев промышленно интересные месторождения диаспора и алунита во вторичных кварцитах, а также крупное медно-порфировое месторождение Алмалык. Эти месторождения имеют несомненную парагенетическую связь с проявлениями приповерхностного и поверхностного магматизма позднего этапа развития. Распространение этих месторождений пока ограничено Кураминской зоной, но аналоги этой минерализации могут быть открыты в Южно-Гиссарской зоне, имеющей аналогичную историю развития и сходный тип магматизма.

З а в е р ш а ю щ и й э т а п развития подвижного пояса Тянь-Шаня относится к верхней перми и, возможно, захватывает низы триаса. Осадконакопление, магматизм и металлогения завершающего этапа имеют локальное распространение и известны только лишь в Кураминской и Южно-Гиссарской верхнепалеозойских депрессиях Южного Тянь-Шаня.

Магматизм завершающего этапа развития представлен верхнепермскими кислыми и, реже, основными эффузивами типа долеритов, субвулканическими липаритовыми интрузиями и сложными дайковыми сериями.

Минерализация завершающего этапа связана с магматизмом лишь парагенетически. Она представлена пестрой по составу серией месторождений, в которой главное значение имеют свинец, цинк, серебро, мышьяк, висмут, флюорит и барит, образующие промышленные концентрации. Кроме того, чрезвычайно широко распространены проявления непромышленной гематитовой минерализации.

---

[1] Чаткальская зона в пределах Пскемского, Сандалашского и Угамского хребтов ранее привлекала внимание исключительно как носитель вольфрамового, бериллиевого и золотого оруденения, связанного с гранитоидными интрузиями.

Установлена отчетливая связь всех месторождений этой группы с разломами. Оруденение контролируется сравнительно небольшими трещинными зонами, сопряженными с крупными глубокими разломами.

Вмещающими породами для месторождений рассматриваемой группы служат различные вулканогенные и интрузивные породы по преимуществу кислого состава и реже — известняки. Околорудные изменения, типичные для этих месторождений, представляют собой серицитизацию, окварцевание, карбонатизацию и хлоритизацию.

Почти все месторождения характеризуются полиметаллическим составом и сложной минерализацией, происходившей в несколько этапов. Комплексный состав оруденения, многоэтапность минерализации, телескопированность внутри ранних этапов минерализации и наличие колломорфных структур характеризуют эти месторождения как месторождения малых глубин образования.

Комплексный состав оруденения сильно затрудняет расчленение месторождений на отдельные типы. Широко распространены свинцово-цинковые месторождения с высоким содержанием серебра типа Кан-и-Мансура и Лашкерека. Обычно они связаны переходами со сложными медно-свинцово-цинковыми и мышьяково-полиметаллическими месторождениями типа Такели и Канджола, а также мышьяково-висмутовыми месторождениями типа Брич-Муллы и Устаросая. Довольно многочисленны комплексные месторождения с ведущей ролью медно-висмутовой и гематитовой минерализации. Весьма характерны крупные флюоритовые месторождения типа Наугарзана, Чибаргаты и Аурахмата. Очень распространена баритовая минерализация, в ряде случаев имеющая промышленное значение.

Особенности истории развития Кураминской и Южно-Гиссарской зон, выделяющих их среди прочих районов Южного Тянь-Шаня, обусловливали возможность проявления магматизма и минерализации завершающего этапа.

Эти верхнепалеозойские депрессионные зоны тяготеют к краевым прогибам варисского подвижного пояса Южного Тянь-Шаня, но вместе с тем отличаются от них рядом особенностей. К числу этих особенностей относятся:

1) чрезвычайно большая подвижность, обилие этапов поздневарисских тектонических движений;

2) сокращенная мощность среднепалеозойского разреза, близость древнего фундамента и связанная с этим повышенная жесткость;

3) исключительно широкое проявление магматизма средних, поздних и завершающих этапов в эффузивной и интрузивной формах;

4) значительное развитие длительно существующих глубоких разломов.

Благодаря перечисленным особенностям завершающего этапа, в Кураминской зоне сосредоточены разновозрастные месторождения. Здесь известны магнетитовое оруденение среднего этапа (Кара-Арча, Сюрень-Ата). Широко проявлены месторождения позднего этапа как в виде крупнейших полиметаллических месторождений (Алтын-Топкан, Кургашин-Кан), так и в виде месторождений меди и глинозема во вторичных кварцитах (Алмалык, Ак-Таш).

Сходную историю геологического развития и металлогению имеет значительно менее изученная Южно-Гиссарская верхнепалеозойская депрессия. В ней в средний этап проявилось магнетитовое (Кафандар), вольфрамовое (Майхура, Кабуты) и мышьяковое оруденение (Казнок, Пяндж-Хок). Поздний этап проявлен менее отчетливо, возможно, что к нему относится непромышленная молибденовая минерализация. Завершающий этап представлен обильными флюоритовыми и свинцово-флюоритовыми месторождениями (Такоб, Могоу). Так же как и в Курамин-

ской зоне, здесь имеет место сосуществование разновозрастных проявлений минерализации.

Для Кураминской зоны типично постепенное усложнение состава минерализации, а также двухкратное и даже трехкратное повторение одного и того же оруденения в качественно различных формах. Например, свинцово-цинковое оруденение характерно для позднего этапа в виде месторождений относительно простого состава (Алтын-Топканская группа, Кургашин-Кан и др.). Столь же характерно оно и для завершающего этапа, но проявляется в виде месторождений более сложного состава, содержащих гематит, повышенное количество серебра, мышьяка, меди и других рудных компонентов (Кан-и-Мансур, Такели, Канджол, Лашкерек и др.). Железо проявляется в средний этап в виде магнетитовых месторождений (Сюрень-Ата, Кара-Арча, Гава-Сай, Исламташская группа). Мелкие проявления магнетита, связанные пространственно с полиметаллическими месторождениями, образуются и в поздний этап (Туранглы, Аткулак, Каракиз-Туган). Наконец в завершающий этап чрезвычайно широко проявлена гематитовая минерализация как в виде самостоятельных непромышленных рудопроявлений (Железный Разлом, Шайданская и Чадакская группы), так и в сочетании с полиметаллической и медно-висмутовой минерализацией.

Вполне вероятно, что в процессе сложного исторического развития Кураминской зоны, наряду с привносом рудного вещества из магматического источника, имело место перераспределение и повторное отложение ряда металлов.

Из всего вышесказанного видно, что в различных структурно-фациальных зонах и подзонах Тянь-Шаня эволюция магматизма и металлогении протекала по разному, в зависимости от особенностей истории их геологического развития.

Так, для внутренней зоны складчатого пояса характерно проявление основных магм в начальный и ранний этапы развития. В той же зоне в поздний этап проявляется сурьмяно-ртутная минерализация. Последняя не имеет видимой связи с интрузиями, но в порядке постановки вопроса, возможно говорить о том, что она представляет собой конечные этапы эволюции глубинных основных магм.

В отдельных крупных антиклинальных структурах внутренней и краевой зон развитие магматизма и металлогении начинается в среднем этапе. Здесь типичны гранитоидные интрузии, активно взаимодействующие с вмещающими породами, и тесно с ними связанная редкометальная минерализация. Менее характерна железорудная минерализация, известная лишь в краевых зонах.

Особо сложное и длительное развитие магматизма и металлогении свойственно локальным участкам краевых зон с повышенной подвижностью и жесткостью. В них проявляются магматизм и металлогения среднего, позднего и завершающего этапов. Господствует проявление гранитоидных магм, и лишь в завершающий этап появляются основные магмы в дайковых комплексах и долеритовых покровах. В таких участках характерна разновозрастная минерализация с постепенно усложняющимся составом и повторением одного и того же типа оруденения в различные этапы развития.

Отчетливо выявляется связь полиметаллического оруденения с поздним и завершающим этапами развития подвижного пояса и пространственная приуроченность его, с одной стороны, к жестким структурам Северного Тянь-Шаня, переработанным поздневарисскими движениями, а с другой — к северной части Южного Тянь-Шаня (к краевой Чаткало-Нарынской и лишь отчасти к внутренней зоне геосинклинали). Источники полиметаллического оруденения пока еще не выяснены. Большинство месторождений, несомненно, имеет гидротермальное происхождение, но тем не менее связь их с теми или иными интрузиями достоверно не

установлена. По этой причине районы, выдвигаемые для поисков полиметаллов, ни в коем случае не следует ограничивать областями распространения интрузий.

Даже на ранних стадиях развития региональный металлогенический анализ может и должен стать мощным средством определения поисковых площадей на различные виды полезных ископаемых, даже в сравнительно слабо изученных районах. Особое значение это положение имеет для некоторых типов минерализации, часто не обнаруживающих видимой связи с интрузиями (Pb, Zn, Hg, Sb, As, флюорит и др.).

Дальнейшие пути региональных металлогенических исследований должны идти по линии вскрытия внутренних причин, управляющих показанными выше закономерностями, касающимися связи отдельных типов минерализации с определенными структурно-фациальными зонами и этапами развития подвижного пояса. Эти причины могут быть выявлены совместными усилиями крупного коллектива тектонистов, литологов, петрологов, металлогенистов и геохимиков на основе всестороннего изучения истории развития Тянь-Шаня.

Д. В. ВОЗНЕСЕНСКИЙ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ТУВИНСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Поскольку геология Тувы мало освещена в литературе, мы позволим себе более подробно остановиться на общегеологических данных.

Древнейшими фаунистически охарактеризованными отложениями в Туве являются кембрийские. Широко распространенные в пределах Восточно-Тувинского нагорья сильно метаморфизованные отложения, представленные преимущественно кристаллическими сланцами, гнейсами, мраморами и песчаниками, вероятно, относятся к протерозою. В пределах Тувы их структура вследствие слабой изученности и значительной переработки в процессе каледонского тектогенеза еще недостаточно ясна. Однако при сопоставлении с соседними районами (Западная и Восточная Сибирь и Монголия) В. И. Серпухов пришел к убеждению, что эти отложения входят в состав мощной докембрийской складчатой структуры, дугообразно огибающей юго-западный выступ Сибирской платформы (Енисейский кряж, Восточный Саян, Байкальская горная страна). Металлогения протерозойских отложений вследствие очень слабой изученности также еще недостаточно ясна. В настоящее время в пределах их распространения известны только проявления слюдоносности в пегматитах, связанные с интрузиями микроклиновых гранитов, и графитовые сланцы, разбитые кварцевыми и пегматитовыми жилами.

К началу кембрия, а может быть, частично к концу протерозоя, относится заложение каледонской геосинклинали. Судя по однообразию стратиграфического разреза, кембрийское море занимало огромную площадь, в которую Тува входила полностью. Низы кембрия, мощностью до 5000 *м*, сложены типичными геосинклинальными образованиями, мощными покровами основных эффузивов и их туфов, часто спилитами, с подчиненным количеством песчаников, сланцев, конгломератов и иногда кислых натриевых эффузивов. Верхняя часть кембрийских отложений, охарактеризованная фауной археоциат и трилобитов как верхи нижнего кембрия и низы среднего кембрия, представлена в основном терригенно-карбонатной толщей с большим количеством линз характерных микрокварцитов.

К началу среднего кембрия, повидимому, относятся первые проявления каледонского орогенеза, вызвавшего геоантиклинальное поднятие в пределах Центральной и Западной Тувы и выпадение из разреза верхнего и почти всего среднего кембрия. С этой ранней фазой тектогенеза, салаирской, и связаны мелкие линейные интрузии гипербазитов и серпентинитов, к которым приурочены месторождения хризотил-асбеста и хромитовые рудопроявления несомненно магматогенного происхождения. Мы относим эту минерализацию к ранним этапам развития подвижных зон земной коры.

Нижнесилурийские образования, налегающие на кембрийские с резким угловым и стратиграфическим несогласием, представлены окварцованными конгломератами, серыми, со скудной фауной тремадок-аренига, затем фиолетовыми и бурыми местами окварцованными песчаниками общей мощностью до 3000 *м*. Широко распространенные в пределах Западного Саяна и его южных предгорий отложения ордовика только из-

редка, и притом фаунистически не охарактеризованные, встречаются в других частях Тувы. Очевидно, основной прогиб каледонской геосинклинали находился во время нижнего силура в области Западного Саяна и его южных предгорий. Остальная часть Тувы представляла собой геоантиклинальное поднятие и являлась областью сноса. Отложения верхней половины ордовика на территории Тувы отсутствуют, что и свидетельствует о начале новой, таконской, фазы орогенеза, проявленной чрезвычайно интенсивно и сопровождавшейся мощными, сложными, преимущественно плагиоклазовыми гранитоидными интрузиями, несущими жильное золотое и медное оруденение и контактово-метасоматическое железное. Возраст таконских интрузий (получивших в Туве название танну-ольского интрузивного комплекса) датируется довольно уверенно по нахождению галек интрузивных пород в базальных конгломератах готландия. Этот характерный комплекс интрузивных пород и минерализации мы также относим к ранним этапам развития подвижных зон.

Верхний силур представлен на территории Тувы наиболее полно и хорошо фаунистически охарактеризован. Он лежит с резким стратиграфическим и угловым несогласием на всех более древних образованиях. Важно отметить, что область седиментации в течение готландия постепенно перемещалась к юго-юго-востоку: если в Западной и Центральной Туве на размытых образованиях кембрия и ордовика повсеместно залегают отложения лландовери, то в районе Восточного Танну-Ола и его южных склонов на более древние образования налегает уже только уинлок.

Отложения верхнего силура представлены почти исключительно морскими терригенными осадками: песчаниками, сланцами, конгломератами с прослоями известняков.

В расположении интрузий и связанных с ними месторождений мы не находим линейной закономерности, может быть, вследствие малого их количества в относительно хорошо исследованной западной части Тувы и, наоборот, слабой изученности Восточной Тувы, где они, по данным рекогносцировочных работ, широко распространены. Значительное развитие калиевые граниты имеют за пределами Тувы, в области Западного Саяна.

В отличие от более древних отложений, дислоцированность верхнего силура значительно менее интенсивна, различна на отдельных участках и сходна, как будет видно ниже, с дислоцированностью нижнего и среднего девона. Наряду с пологими крупными складками имеются участки, интенсивно перемятые. В ряде случаев осложнение складчатости вызвано близостью крупных региональных разломов большой амплитуды или перегибами осей складок. В связи с этим орогеническая фаза (эрийская), отмечаемая на большей части территории Тувы выпадением из разреза верхов лудлоу и даунтона, а также наблюдавшимся рядом исследователей несогласием между верхним силуром и нижним девоном, проявлена не особенно резко.

Однако большинство исследователей относит к ней Сютхольскую интрузию микрографических калиевых гранитов с рудопроявлениями вольфрама и молибдена, прорывающих отложения верхнего силура в Западной Туве, и чрезвычайно широко развитые в Восточной Туве интрузии двуслюдяных калиевых гранитов, несущих признаки молибденового, вольфрамового и оловянного оруденения. Эту фазу по характеру интрузивных пород и оруденения мы относим к средним этапам подвижных зон земной коры.

Начало девона характеризуется новой вспышкой эффузивной деятельности, с преобладанием основных миндалекаменных эффузивов и их туфов, местами спилитового типа, при подчиненном количестве конгломератов и песчаников, преимущественно лилового и бурого цвета. Судя по широкой распространенности эффузивов, они связаны с трещинными

излияниями, и обильные диабазовые и порфиритовые дайки, секущие отложения верхнего силура и более древние, несомненно в значительной степени являются корнями эффузивных пород. Характерно незначительное по масштабам, но иногда богатое медное оруденение в виде мелких неправильных кварцево-карбонатно-баритовых прожилков с халькопиритом, халькозином и купритом и примазок вторичных медных минералов как в дайках, так и в эффузивах (в последних вторичные медные минералы встречаются также в миндалинах).

Выделение нижнего девона, оправданное наличием несогласно залегающей эффузивной и вышележащей, преимущественно пестроцветной, толщи, наблюдавшейся некоторыми геологами (Грушевой, Зубрилин), все же несколько условно произведено большей частью по литологическому признаку (преобладание эффузивов) и не подтверждено фаунистически. В ряде участков мы затрудняемся провести четкую границу между этими отложениями, так как, с одной стороны, в основании девонских толщ иногда отсутствуют эффузивы, с другой — эффузивы распространены хотя и в подчиненном количестве, но почти по всему разрезу пестроцветной толщи.

Средний девон значительно фациально отличается от всех нижележащих толщ. Для него типично появление пестроцветных отложений, известковистых и мергелистых песчаников, наличие солей в составе цемента песчаника, а в одном случае и месторождения каменной соли, появление остатков флоры плохой сохранности и прочие признаки, характеризующие прибрежно-лагунный тип осадконакопления.

На южном склоне хребта Западного Танну-Ола обычно присутствие в низах толщи черных известняков с живетской фауной. Верхняя часть разреза среднего девона представлена грубозернистыми, часто косослоистыми кластическими осадками с обильной, но плохо сохранившейся флорой.

Тектоническое строение девонских отложений мало отличается от верхнесилурийских. Следует только отметить, что в центральной части девонского прогиба, совпадающего в основном с хребтом Западный Танну-Ола, и на его южном склоне начинают развиваться куполовидные складки, а танну-ольская свита на больших площадях залегает уже горизонтально. Таким образом, можно считать, что затухание складчатости началось уже в середине среднего девона.

Одновременно можно констатировать значительное оживление в девоне зон разломов, зародившихся, вероятно, еще в силурийское время в связи с поднятием области Западного Саяна и превращением ее из области седиментации в область интенсивного размыва. Последнее доказывается налеганием слабо дислоцированных отложений верхнего девона на глубоко эродированных и сильно дислоцированных отложениях кембрия и силура.

Конец среднего девона знаменует собой окончательное завершение каледонского орогенеза на территории Тувы. Этот поздний, а может быть, и конечный этап тектонической деятельности (тельбесский), сопровождался многочисленными малыми интрузиями различного состава (от габбро-диабазов до граносиенитов) с интенсивной и разнообразной минерализацией, имеющей основное промышленное значение. Распределение месторождений, так же как и проявление интрузивной деятельности, контролировалось в основном трещинной тектоникой.

К месторождениям тельбесского возраста относятся:

1. Никель-кобальтовые арсенидные жильные месторождения. Наиболее крупное и богатое из этих месторождений, Ховаксинское, расположено в Центральной Туве. Оно находится в зоне экзоконтакта небольшого гранитного массива и представляет собой серию многочисленных крутопадающих по направлению к контакту гранитной интрузии небольших по размерам, но очень богатых карбонатно-арсенидных жил, распо-

лагающихся в интенсивно скарнированной зоне. При этом концентрация оруденения, повидимому, тесно связана с прослоями интенсивно скарнированных известняков. Подмечено, что корни ряда жил, проникающих в граниты, значительно беднее тех частей жил, которые располагаются в экзоконтактовой зоне.

Зона кобальтоносности, к которой приурочено месторождение Ховаксы, образует выпуклую к северо-западу дугу, длиной около 25 *км*.

Менее богатое и менее изученное Черакское месторождение, находящееся в Западной Туве, представлено сериями небольших карбонатных жил с неравномерным содержанием медных минералов, арсенидов кобальта, расположенных вне видимой связи с интрузиями, в ядре антиклинальной куполовидной складки, сложенной лландоверийскими песчаниками.

Ак-Сумонское месторождение, пока не ясной промышленной ценности, представляет собой серию жил, приуроченных к субширотным зонам разлома среди нижнесилурийских отложений. Для этой группы характерно присутствие минералов меди, концентрирующихся или на отдельных участках рудных полей в особых, преимущественно карбонатных, жилах или в тех же кобальтоносных жилах. Влияние вмещающих пород в этой группе месторождений, вероятно сказывается только на интенсивности минерализации.

2. Гидротермальные месторождения железа, располагающиеся в резко различных по литологическому составу отложениях кембрия, готландия и среднего девона. Первичные руды, состоящие из железистых карбонатов, барита, флюорита, гематита и магнетита с примесью кварца и бастнезита (фторокарбонат редких земель), окислены на глубину до 200—300 *м*.

Окисленные руды, в которых карбонаты замещены лимонитом, резко отличаются минералогически, а следовательно, и по технологическим свойствам от первичных руд и имеют самостоятельное промышленное значение. Первичные руды еще очень мало разведаны, и их практическая ценность не ясна.

Месторождения тесно локально связаны с мелкими штоками граносиенитов, имеют трубообразную, овальную в сечении форму, резкие секущие контакты с вмещающими породами и приурочены к неправильным зонам дробления и трещиноватости.

Руды имеют характерный брекчиевидный облик, т. е. представляют собой остроугольные обломки вмещающих пород, в том числе и гранитоидов и руд ранних генераций, сцементированных агрегатом рудных минералов поздних генераций.

3. Контактово-метасоматические месторождения железа, связанные с мелкими интрузиями гранодиоритов и расположенные в разнообразных породах верхнего силура, нижнего и среднего девона. Представлены они многочисленными магнетитовыми и магнетито-гематитовыми залежами (пока не имеющих промышленного значения).

4. Месторождения киновари — известны в пределах выходов нижнедевонских, верхнесилурийских и кембрийских пород. Они проявляются вне видимой связи с интрузивами и представляют собой трещинные зоны, в той или иной степени пропитанные киноварью.

Шлиховым опробованием в пределах Тувы выявлено несколько линейных зон распространения киновари, приуроченных к региональным разломам, секущим самые разнообразные породы, до среднего девона включительно. Поскольку в пределах распространения отложений верхнего девона мы не встречаем месторождений киновари, а в пределах Тувы не известно проявлений вулканической деятельности и эндогенной минерализации среднего девона, мы связываем ртутное оруденение с конечными этапами каледонского орогенеза, т. е. с той же тельбесской фазой.

Известные в Туве проявления марганцевого оруденения, неясного генезиса, представляют собой зону неправильных трещин в среднедевонских песчаниках, пропитанную минералами группы псиломелан-вад. Также не известна геологическая позиция месторождений серебра, пока встреченного только в шлихах в хребте Восточный Танну-Ола. Вероятнее всего, и они окажутся тельбесского возраста, так как более молодого оруденения в Туве нам не известно.

Важнейшим для понимания геологического развития Тувы является положение верхнедевонских отложений. Они образуют пологие широкие складки и трансгрессивно залегают на всех более древних отложениях. Только около зон разломов они интенсивно дислоцированы, иногда даже поставлены на голову и опрокинуты, сильно раздроблены. В нижних и верхних частях разреза преобладают грубозернистые косослоистые песчаники, в общем схожие как с песчаниками танну-ольской свиты, так и с более молодыми толщами перми и средней юры. Но средняя часть разреза характеризуется развитием тонкозернистых фаций (аргиллитов и сланцев), разнообразно окрашенных в нежные зеленоватые, желтоватые, палевые, фиолетовые цвета. Особенно характерны не встречающиеся ни в каких других отложениях фарфоровидные аргиллиты и зеленовато-серые крапчатые пепловые кислые туфы. Возраст толщи определяется находками в нижних ее горизонтах верхнедевонской фауны, а в верхних частях — фаменской флоры. Это — типичная посторогенная эпиконтинентальная формация с обилием речных фаций.

Угленосные нижнепермские и среднеюрские отложения залегают на верхнедевонских только со стратиграфическим несогласием, образуя с ними единый структурный комплекс, подвергшийся относительно слабой складчатости (по данным Боброва) в послеюрское время.

Несмотря на довольно хорошую изученность верхнедевонских, пермских и юрских отложений, обусловленную угленосностью последних, никаких рудопроявлений в их пределах до сих пор не обнаружено.

Подводя итог истории геологического развития региона и анализируя распределение эндогенных месторождений в пределах Тувы, мы приходим к следующим заключениям.

Протерозойское основание, на котором развился впоследствии каледонский ороген, представляло собой мощную зону складчатых сооружений, со специфической, мало еще изученной металлогенией, имевших в пределах Тувы западно-северо-западное простирание. В конце протерозоя или в начале кембрия вся описываемая область испытала погружение, вследствие которого начала накопляться мощная толща вулканогенно-карбонатных осадков, типичных для ранних этапов развития геосинклиналей.

В начале среднего кембрия началась инверсия, повлекшая за собой осушение региона и завершившаяся салаирской складчатостью. Последняя привела к образованию основного прогиба на месте современного Западного Саяна, ряда интрагеоантиклинальных валов северо-восточного направления на территории Тувы и геантиклинального вздутия в Юго-Восточной Туве, в области нагорья Сенгилен.

В. И. Серпухов, проводивший исследования на территории последнего, отмечает, что складки, образованные палеозойскими отложениями, отделены от нагорья Сенгилен разломами и обтекают его с запада и северо-запада. В этом он, вполне обоснованно, с нашей точки зрения, усматривает влияние структуры протерозойского фундамента на структуры каледонид.

Подчеркивая этот факт, Серпухов указывает, что наблюдающиеся на границе Западной и Центральной Тувы, в районе западного окончания хребта Восточный Танну-Ола и в некоторых других местах, прогибы складок и серии разломов северо-западного направления обусловлены также влиянием структуры докембрийского фундамента. Добавим

к этому, что каждая последующая фаза складчатости, накладываясь на более древние структуры, образовывала новые структурные элементы, влиявшие на характер тектонического строения вышележащих структурных ярусов. Это оказывает влияние на распределение интрузий соответствующего возраста, что, в свою очередь, влечет за собой пространственное распределение эндогенной минерализации.

Возвращаясь к рассмотрению салаирской складчатости, подчеркнем, что в результате ее проявления зародился каледонский ороген, в основном северо-восточного простирания, секущий протерозойские структуры почти в перпендикулярном направлении. Второй, важной стороной является образование интрагеоантиклинальных валов, к осям которых приурочены линейные интрузии гипербазитов и связанные с ними месторождения хризотил—асбеста, а также хромитовые рудопроявления возможно и платиноидов и остаточные месторождения никеля. Выделенные полосы развития кембрия и являются, очевидно, перспективными в отношении поисков этих полезных ископаемых.

Развитие интрузий танну-ольского комплекса связано с геоантиклиналями, возникшими в процессе таконской фазы орогенеза. Очевидно, их следует искать в областях, где комплекс кембро-ордовичских пород достаточно вскрыт эрозией, т. е. в Западном Саяне, Восточном Танну-Ола и Восточно-Тувинском нагорье. Эти площади и являются перспективными в отношении соответствующих рудопроявлений, в основном золота. В пределах этих площадей на отдельных участках намечаются зоны разломов, которые контролируют распределение месторождений, а некоторые типы вмещающих пород, в частности для контактовых месторождений железа, оказываются наиболее благоприятными для рудоотложения. Однако вопрос этот не может считаться сколько-нибудь удовлетворительно разработанным.

Эрийская фаза тектогенеза и соответствующая ей магматическая деятельность (калиевые граниты) проявились в антиклинальных поднятиях, связанных с зарождением девонского прогиба, в краевых частях последнего, т. е. вдоль южных склонов Западного Саяна, и являются, очевидно, наиболее перспективными в отношении редкометальной минерализации.

Известные рудопроявления тельбесского возраста укладываются в определенные зоны разломов, возникновение которых, с нашей точки зрения, обусловлено влиянием древних структур. Так, расположение гидротермальных железорудных месторождений укладывается в зону северо-западного направления, секущую каледонские структуры почти под прямым углом в месте сопряжения Хемчикского антиклинорного поднятия с Улу-Хемским синклинорием. Расположение же рудных тел на отдельных участках следует широтному направлению, т. е. общему направлению каледонских структур.

Кобальтоносный пояс Ховаксы—Узун-Ой образует дугу, как бы окаймляющую с северо-запада таконский массив Восточного Танну-Ола.

Наряду с этими наиболее изученными участками Тувы имеются менее изученные прямолинейные зоны разломов, зародившиеся в разные этапы и на различных участках развития каледонской геосинклинали, обновленные в тельбесское время; некоторые из этих зон продолжают быть мобильными до настоящего времени. Такими зонами являются зоны разломов, ограничивающие с юга поднятие Западного Саяна, и некоторые другие. К ним приурочен ряд рудопроявлений кобальта, никеля, меди, серебра и особенно киновари, и они в настоящий момент выделяются нами для постановки поисковых работ в первую очередь.

Мы базировались в основном на материале, накопленном в результате изучения Западной и Центральной Тувы, в некоторой степени нагорья Сангилен, подвергшихся исследованиям в двухсоттысячном масштабе. Вся остальная часть Тувы охвачена геологическим картиро-

ванием только миллионного масштаба, благодаря чему по ней можно высказать только самые общие прогнозы.

Благодаря глубокому эрозионному срезу мы можем рассчитывать встретить там оруденение тельбесского возраста только на продолжении основной Тувинской депрессионной зоны, в бассейне верховьев р. Бий-Хем; во всяком случае уже сейчас там известно распространение киновари в шлихах. Но в отношении проявления ранних и средних этапов развития подвижных зон эта часть Тувы представляет значительный интерес. Уже сейчас известно обильное развитие касситерита на некоторых участках (в частности, в нагорье Сенгилен), колчеданного оруденения (на водоразделе Бий-Хема и Каа-Хема), контактовых месторождений железа; давно известно широкое развитие золотых месторождений.

В заключение нам хотелось бы обратить внимание на общий план расположения зон, перспективных в отношении проявлений тех или иных металлов.

В области Западного Саяна и его южных предгорий вытянуты в одном направлении и перекрывают друг друга все три металлогенические зоны: ранняя — салаирская и таконская, средняя—эрийская, поздняя — тельбесская и, может быть, даже конечная — тоже тельбесская ртутная.

В основной депрессионной зоне магматическая деятельность и связанная с ней рудоносность таконского и эрийского возраста не проявлены совершенно. Зато тельбесская металлогения представлена наиболее широко и разнообразно. Ее распределение во многом зависит от локальных структур, возникших под влиянием структур фундамента. Расшифровка этих структур является первоочередной задачей поисковых работ ближайших лет.

С юга область развития тельбесской металлогении ограничена площадями развития таконского комплекса, а затем докембрийского фундамента. Учитывая приуроченность поздних и конечных этапов магматизма и металлогенеза к разрывным дислокациям, мы, действительно, в ряде случаев обнаруживаем магматические образования этого возраста. Однако глубина эрозионного среза, уничтожившего почти все отложения моложе кембрийских, не дает оснований оценивать этот район оптимистически.

Геология Тувы в результате шестилетнего систематического изучения намечена только в самых общих чертах, но и этот этап дал уже ряд промышленных месторождений. Продолжение рекогносцировочного геолого-поискового обследования Восточной Тувы и особенно развитие детальных работ в наиболее изученной и экономически доступной Центральной и Западной Туве, проводимых под углом зрения выявления деталей развития каледонского орогена, должны значительно уточнить наши представления о распределении эндогенной минерализации в пространстве и во времени. Это позволит более обоснованно вести поисковые работы и приведет к открытию новых промышленных месторождений.

Г. Л. ПАДАЛКА

ОБЩИЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (ЗАБАЙКАЛЬЯ)

Металлогения всякого региона определяется нижеследующими основными факторами:

1. Геологическим положением района в процессе развития земной коры.
2. Характером развития подвижной зоны.
3. Характером стратифицированных (осадочных и эффузивных) толщ и наличием в них седиментогенных полезных ископаемых.
4. Магматическими процессами.
5. Характером дислокаций.
6. Процессами метаморфизма, их типами и интенсивностью.
7. Эрозионными процессами.

Кроме перечисленных, имеются и другие факторы, так или иначе влияющие на особенности металлогении района. Весьма трудно разобраться в том, какие факторы имеют решающее значение в определении металлогении района и под влиянием каких факторов происходит концентрация тех или иных полезных ископаемых.

Это особенно относится к региону Восточной Сибири, изученному еще крайне слабо. Для этого региона еще нет качественной геологической карты в масштабе 1 : 1 000 000. Даже по Восточному Забайкалью, где систематические исследования производились свыше 25 лет, многие геологические и особенно металлогенические вопросы еще не разрешены.

На основании анализа всех имеющихся геологических материалов можно притти к убеждению, что геосинклинальное развитие данной территории происходило частями (областями), постепенно охватывая ее всю, от архея до конца мезозоя.

Каждая из таких частей (областей) характеризуется своими структурами и своей металлогенией, в связи с чем можно выделить следующие структурно-металлогенические области:

1. Область Алданской плиты, сложенную преимущественно архейскими структурами.
2. Кодаро-Удоканскую область. Развитие ее как подвижной зоны произошло в основном в нижнепротерозойское время.
3. Область Становика. Из-за малой изученности трудно сказать, когда произошло развитие этой области как подвижной зоны: в нижнепротерозойское или в верхнепротерозойское время, но на основании имеющихся данных можно считать, что в пределах Становика сильно развиты нижнепротерозойские структуры и образования. В пользу наличия верхнепротерозойских структур определенных данных не имеется.
4. Байкало-Патомскую область. Развитие этой области как подвижной зоны произошло в основном в верхнепротерозойское и каледонское время.
5. Джида-Удинскую область, развитие которой как подвижной зоны произошло в каледонское время.
6. Область Восточного Забайкалья. Развитие ее как подвижной зоны произошло главным образом в варисское и мезозойское время.

Каждая из этих областей имела свою историю структурного развития и каждой из них присущи свои структурно-металлогенические зоны, занимающие определенное положение в общей структуре области и характеризующиеся свойственными им рудными образованиями.

Из-за слабой изученности описываемого региона в ряде перечисленных областей еще не выделены или лишь намечаются структурно-металлогенические зоны. Поэтому в настоящее время мы не можем дать развернутой характеристики металлогении Восточной Сибири, а сможем привести лишь ее общую характеристику. Одновременно с этим попытаемся осветить в первом приближении некоторые важные вопросы металлогении Восточной Сибири (входящие в число общих вопросов процессов рудообразования), например:

а) изменение типов и характера рудных образований во времени, от архея до мезозоя;

б) возможность образования гидротермальных рудных месторождений двумя путями — магматогенным и метаморфогенным;

в) значение в металлогении специализированных интрузий;

г) зависимость характера руд от вмещающих пород;

д) роль характера и типа структур в распределении рудных образований в пространстве.

АРХЕЙСКИЕ СТРУКТУРЫ

Архейские структуры, сложенные главным образом разнообразными гнейсами, возникшими большей частью в результате гранитизации древнейших геосинклинальных отложений, наибольшее распространение имеют в пределах Алданской плиты. В виде отдельных блоков архейские образования встречаются в других структурно-металлогенических областях Восточной Сибири.

Развитие подвижной зоны, возможно, закончилось в нижнепротерозойское время. Это, вероятно, является одной из причин, затрудняющих установление границы между археем и нижним протерозоем.

Процессы гранитизации проявлены весьма сильно, причем они охватывают и низы нижнего протерозоя. В результате гранитизации широко развиты метасоматические граниты.

Интрузии представлены абиссальными основными и кислыми породами, образующими небольшие тела, прорывающие гнейсы. Проявлений архейской интрузивной деятельности средних и малых глубин мы не знаем.

Металлогения архейских структур не отличается большим разнообразием рудных образований. Весьма характерно оруденение осадочно-метаморфогенного генезиса типа железистых кварцитов, сходных с железистыми кварцитами Кривого Рога. Содержание железа в таких породах около 20—30%, местами достигает 40—45%. Специальных исследований и разведок этого типа образований железа не производилось, но можно подчеркнуть, что железо имеет большое распространение и не исключены его концентрации промышленного значения.

Не изучались также процессы метаморфизма седиментогенных образований железа, процессы миграции железа и возможности образования таким путем гидротермальных месторождений, как это замечается в отношении железного и медного оруденений нижнепротерозойского возраста, о чем будет сказано ниже.

Кроме того, в пределах Алданской области открыты в последние годы крупные железорудные месторождения метасоматического типа. Одни из них представлены небольшими пластообразными и линзообразными телами магнетита и гематита с высоким содержанием железа и приурочены к весьма протяженному горизонту карбонатных пород, залегающему в толщах гнейсов. Рудопроявление железа обычно находящееся в тесной ассоциации с флогопитовыми месторождениями, повидимому,

возникло в результате тех же процессов метаморфизма, но позже флогопита. Генезис этих месторождений еще не изучен. Видимой связи их с интрузивными породами не установлено.

Другие метасоматические месторождения образуют весьма протяженные (до нескольких километров) пластообразные тела, залегающие в гнейсах, видимой связи их с интрузивными породами также не установлено. Содержание железа в них достигает 40—45%. Генезис их не изучен. Других рудных образований архейского возраста, за исключением небольших проявлений платиноидов, не известно.

Отсутствие разнообразия архейских рудопроявлений может быть объяснено двумя причинами: глубоким эрозионным срезом и особенностями архейских структур, в которых процессы гранитизации преобладают над другими процессами и, вероятно, способствовали больше рассеянию, чем концентрации рудного вещества.

НИЖНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЕ СТРУКТУРЫ

Нижнепротерозойские структуры имеют наибольшее распространение в Кодаро-Удоканской области. В виде отдельных блоков известны в Байкало-Патомской области. Широкое распространение они, повидимому, имеют в пределах Становика. В других местах Восточной Сибири они не доказаны.

Наибольшее распространение среди пород протерозоя имеют песчаниково-сланцевые толщи с подчиненными известняками. Местами к ним присоединялись эффузивы, преимущественно основного состава. Положение последних в стратиграфическом разрезе пока не выяснено, но имеются некоторые данные, позволяющие считать, что эти эффузивы тяготеют скорее к верхним или средним частям разреза. Низы нижнепротерозойских отложений бедны, а может быть, лишены эффузивов.

Породы стратифицированных толщ подверглись значительной гранитизации с образованием различных гнейсов, гранитогнейсов и метасоматических гранитов, слагающих большие площади, среди которых встречаются сравнительно небольшие участки, сложенные менее измененными породами с хорошо выраженным первичным строением. Эти породы, повидимому, залегают стратиграфически выше; они значительно эродированы. Эффузивы в главной своей массе не попали в зону гранитизации; они также залегают стратиграфически выше.

Гранитизированные породы подобного же типа имеют широкое распространение в пределах Становика. Последний, по имеющимся данным, сложен в основном кристаллическими сланцами, различными гнейсами, образующими значительные участки, чередующиеся с большими участками гранитогнейсов и гнейсовидных гранитов. Все эти породы, наиболее вероятно, возникли в результате мощных процессов гранитизации.

Реже встречаются массивные граниты древнего возраста. Местами залегают гипабиссальные интрузии мезозойского возраста, приуроченные к крупным разломам. Металлогения Становика еще совсем не ясна.

Породы протерозоя прорваны сложным комплексом абиссальных интрузивных пород, по составу меняющихся от габбро и более основных разностей до лейкократовых гранитов. Имеется сложная серия промежуточных пород между кислыми и основными, носящих явные следы контаминации. Интрузии средних и малых глубин не известны.

С комплексом интрузивных пород связаны интенсивные процессы метаморфизма, из которых на первом месте стоит щелочной метасоматоз, причем с более ранними породами основного состава связан натриевый метасоматоз, а с более поздними породами — гранитами — в основном калиевый метасоматоз.

Следующим по значению типом метаморфизма является силицификация, связанная с кислыми породами, затем амфиболизация, эпидотизация, биотитизация, серицитизация и пр.

Для нижнего протерозоя характерны медь, железо, марганец, титан, которые широко распространены в осадочных толщах, причем местами образуются крупные концентрации меди и марганца седиментогенного генезиса. Железо и титан обычно встречаются совместно в тонкослоистых песчаниках, но крупных концентраций они не образуют.

Этими четырьмя элементами главным образом определяется нижнепротерозойская металлогения, они же характерны и для некоторых гидротермальных образований, возникших в основном за счет извлечения гидротермами элементов из рудных концентраций седиментогенного происхождения.

Медь. Образования меди имеют седиментогенное и гидротермальное происхождение. Первые в виде медистых песчаников приурочены к определенному горизонту, залегающему в верхней части песчаниковой толщи, прикрытой сланцами. Общая мощность меденосного горизонта достигает 300 *м*, наиболее оруденелая часть имеет мощность около 100 *м*, а внутри этой части горизонта выделяются прослои более богатых медистых песчаников мощностью до 30 *м*.

Меденосный горизонт участвует в сложной складчатости нижнепротерозойской толщи и разорван эрозионными процессами на отдельные части. Он прослежен по обнажениям в бассейне рр. Кемени, Б. Икабии и Иманакита, правых притоков р. Чары на 50—60 *км*, но нужно полагать, что истинное протяжение его было гораздо больше. В бассейне р. Намингу, левого притока р. Кемени, меденосный горизонт залегает в изоклинальной складке, причем в одном крыле он прослежен на 9 *км*, в другом — на 8 *км*. К этому горизонту здесь приурочены и гематитовые песчаники.

Рудными минералами в медистых песчаниках являются в основном борнит и халькозин, редко халькопирит.

Медные минералы распределяются в виде рассеянной вкрапленности, в виде полосчатости, образованной чередованием слоев, в различной степени насыщенных медными минералами, и в виде неправильных желваков и линз, приуроченных к отдельным пластам известковистых песчаников.

В пользу осадочного происхождения медистых песчаников могут свидетельствовать:

а) приуроченность к определенному стратиграфическому горизонту, прослеживающемуся на большом протяжении и участвующему в складчатости;

б) тонкополосчатая текстура медистых песчаников, весьма сходная с тонкослоистой текстурой гематитовых песчаников. Мощность отдельных прослоев таких руд иногда измеряется 1—2 *мм* и меньше, причем мощность пачек таких тонкослоистых руд нередко достигает 1—1,5 *м*.

Местами в медистых песчаниках, так же как и в гематитовых песчаниках, наблюдается косая слоистость.

Медные образования гидротермального генезиса представлены зонами дробления в известняках и песчаниках с борнитом, халькопиритом, пиритом, медной зеленью и синью, кварцевыми жилами с теми же минералами, вкрапленностью халькопирита в роговиках, мелкими жилками халькопирита в известковистых песчаниках и пр.

Эти образования меди не разведывались, но, судя по естественным выходам и развалам в делювии, можно считать, что зоны дробления с медной минерализацией имеют значительное протяжение, порядка сотен метров, мощность до нескольких метров, содержание меди в них большое. Кварцевые жилы с медными минералами имеют мощность до 1 *м* и более; протяжение их не выяснено.

Гидротермальные образования меди встречаются часто, особенно часты мелкие тела. Они расположены в пределах структурной зоны, в которой залегает горизонт с осадочными образованиями меди — в бассейне рр. Кемени, Укабии и Иманакита. Общее протяжение зоны с медными проявлениями около 50 *км*.

В пользу происхождения этих образований меди за счет извлечения метаморфизующими агентами меди из медистых песчаников можно привести следующее:

1. Явления миграции меди в пределах меденосного горизонта — замещение борнитом известковистых песчаников, а также железистых прослойков гематитовых песчаников и пр. Таким путем возникли желваки и короткие линзы богатых медных руд.

2. Наличие борнита и халькопирита в кварцевых жилах и прожилках, распространенных в пределах горизонта медистых песчаников. Замечается, что в кварцевых жилах, находящихся в удалении от названного горизонта, медные минералы встречаются реже.

3. Близкое территориальное расположение гидротермальных образований меди от района распространения медистых песчаников.

При наличии явных признаков миграции меди в условиях метаморфизма меденосного горизонта, с одной стороны, и наличии зон дробления и кварцевых жил с медными минералами, с другой, имеется основание считать, что гидротермальные образования меди, даже в удалении от выходов меденосного горизонта, возникли за счет извлечения меди из указанного горизонта, и нет надобности предполагать вынос меди из магмы.

Метаморфизм происходил главным образом под влиянием гидротерм, связанных с гранитом, крупный плутон которого расположен в 3—4 *км* от выходов меденосного горизонта. Породы подверглись калиевому метасоматозу, окварцеванию и развитию эпидот-цоизита, серицита, мусковита и пр.

Железо. Рудопроявления железа имеют широкое распространение и встречаются в трех горизонтах нижнепротерозойских толщ. Эти проявления всегда представлены тонкослоистыми породами типа железистых кварцитов, а именно, магнетитовыми кварцитами среди гнейсов, гематитовыми песчаниками и магнетито-титанистыми песчаниками среди менее метаморфизованных пород нижнепротерозойского возраста. Указанные железистые породы имеют общее сходство с криворожскими железистыми кварцитами.

Наиболее измененными являются магнетитовые кварциты, главные минералы которых — кварц, амфибол типа куммингтонита, биотит и магнетит. Первичное строение пород не сохранилось.

Магнетито-титанистые метаморфизованные песчаники изменены значительно слабее. В них сохранилось первичное кластическое строение. Отчетливо видны песчинки циркона, турмалина, апатита, рутила, кварца, полевых шпатов, а иногда и магнетита. Последний почти полностью регенерирован до кристаллической формы. Метаморфизм выражен в развитии мелкочешуйчатого биотита, серицита, кислого плагиоклаза. Хорошо заметна регенерация песчинок магнетита, иногда — циркона и турмалина.

Гематитовые песчаники изменены еще слабее. В них отчетливо видны песчинки гематита, кварца, альбита, калиевого полевого шпата, иногда циркона и апатита. Метаморфизм их выражен в основном развитием серицита, кварца, небольшого количества биотита и слабой регенерацией песчинок гематита.

Упомянутые выше железистые образования не имеют промышленного значения, но мы указываем на них потому, что устанавливаем их генезис и потому, что путем метаморфизма их могут возникнуть концентрации железа гидротермального типа.

Эти железистые породы образованы за счет нижнепротерозойских железистых песков то простого, то сложного состава, формировавшихся в мелководных (прибрежных) морских условиях, подобно тому как образовались прибрежные железистые и цирконовые пески Японии, Австрии и других стран.

Во многих местах отчетливо можно наблюдать явления миграции железа из окаменевших железистых песков под влиянием метаморфизующих агентов: щелочного метасоматоза, силицификации и пр., связанных с основными и кислыми интрузивными породами. При метаморфизме магнетит иногда переходит в гематит и железистую слюду. В кварцевых жилках, рассекающих гематитовые песчаники, развиваются гематит, железная слюда, железо для которых несомненно заимствовано из названных песчаников. Наблюдаются кварцевые жилы с титаномагнетитом, причем последний, наиболее вероятно, возник за счет значительной железистости и титанистости осадочных пород. Встречаются жилообразные тела магнетита гидротермального генезиса, источником железа которых наиболее естественно представить опять-таки осадочные породы.

В отношении железа, так же как и в отношении меди, можно утверждать о значительной миграции его под влиянием метаморфизующих агентов, и при наличии богатых железом осадочных пород возможны промышленные концентрации либо гидротермальных, либо комбинированных осадочных железных руд.

Марганец также имеет широкое распространение в нижнепротерозойских осадочных толщах, но из-за малой изученности и разведанности промышленное значение марганца намечается только в бассейне р. Гарги, левого притока р. Баргузина (Икатское месторождение). Небольшое содержание марганца обнаружено в меденосном горизонте бассейна рр. Кемени и Иманокита.

В бассейне р. Гарги образования марганца приурочены к сланцевой свите, согласно залегающей на свите мраморов и согласно покрывающейся также свитой мраморов. Сланцевая свита состоит из разнообразных метаморфических сланцев, которые можно обобщить в виде трех групп пород: филлитовидных сланцев, карбонатных и углисто-карбонатных сланцев и серицито-кварцево-карбонатных сланцев с подчиненными прослоями известняков.

Среди сланцевой свиты, имеющей изменчивую мощность, иногда достигающую 400 *м*, встречаются отдельные слои, пачки слоев, линз, обогащенные окисными, карбонатными и силикатными соединениями марганца и являющиеся рудными стратиграфическими элементами. Наиболее интересными в отношении нахождения марганца являются породы последних двух групп.

Марганцовистые залежи имеют форму коротких пластов и линз, мощность которых измеряется 1—5 десятками метров. Морфология и размеры рудных тел еще не выяснены, но материалы, полученные в результате разведки Иркутским геологическим управлением, дают основание считать, что месторождение, повидимому, будет иметь промышленное значение.

Марганцовистые породы подверглись региональному и контактовому метаморфизму. Первичная слоистость их обычно затушевана. Марганцевые руды сильно насыщены кварцем и представлены скрытокристаллическими породами. Руды имеют довольно однообразный минералогический состав. Главные минералы: карбонат марганца (манганокальцит) и, повидимому, доломит и кварц. Акцессорные — пирит, пирротин, изредка халькопирит и магнетит.

Местами марганцовистые породы прорваны гранитами, под влиянием которых они дополнительно метаморфизованы с развитием зоны скарнов, содержащих серию марганцовистых минералов: марганцовистый гранат, карбонаты марганца и др.

Хотя гидротермальные образования марганца и не представляют интереса в практическом отношении, мы остановились на них, как на примере заимствования гидротермами марганца, равно и других элементов (меди, железа и т. д.) из осадочной толщи и концентрации их в виде обычных гидротермальных образований.

Титаномагнетит. В нескольких местах известны образования титаномагнетита, связанные с габбро (нижнепротерозойского возраста). Это типичные магматогенные рудные проявления, встречающиеся в виде мелких гнезд и линзовидных тел в габбро. Промышленное значение их на данной стадии экономического освоения района сомнительно.

Золото, свинец, молибден. Эти полезные ископаемые встречаются в виде типичных гидротермальных образований — кварцевых жил, связанных с гранитами нижнепротерозойского возраста.

В бассейне р. Верхнего Укокана, левого притока р. Чары, установлено месторождение золота промышленного значения. Оно представлено многочисленными протяженными кварцевыми жилами. Имеется основание полагать, что промышленные месторождения золота будут открыты и в других местах нижнепротерозойских структур.

Свинец встречается в виде кварцевых жил с различной концентрацией галенита. Такие жилы обнаружены во многих местах, причем чаще они залегают в гранитах. Разведочных работ не производилось.

Молибден обнаружен в пегматитовых и кварцевых жилах. Никаких разведочных и даже детальных поисковых работ не производилось.

Таким образом, среди нижнепротерозойских рудных образований имеются крупные концентрации меди, марганца, мелеза, произошедшие осадочным путем, причем наблюдается, что позднейшие процессы метаморфизма этих рудных образований в той или иной мере маскируют признаки их осадочного генезиса. Эта маскировка усиливается вследствие того, что с процессами метаморфизма связано возникновение гидротермальных образований (метаморфогенных), в сущности ничем не отличающихся от общеизвестных магматогенных гидротермальных рудных образований. Это является основной причиной больших дискуссий относительно генезиса ряда крупных месторождений, например, Джезказгана, Катанги и др.

Мы склонны полагать, что осадочные рудные образования в природе встречаются чаще, чем обычно принято считать, но мы еще не можем легко отрешиться от глубоко вкоренившихся представлений о резком преобладании в природе магматогенных рудных образований. Вопрос о масштабах метаморфогенных гидротермальных образований и их значении в сравнении с магматогенными гидротермальными месторождениями еще не разрешен, так как в этом отношении еще не производилось достаточных исследований.

Как видно из изложенного, нижнепротерозойские рудные образования более разнообразны, чем архейские: к железу прибавляются промышленные концентрации меди, марганца, золота и проявления свинца и молибдена, при этом гидротермальные рудные образования возникают двумя путями — метаморфогенным и магматогенным.

ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКО-КАЛЕДОНСКИЕ СТРУКТУРЫ

Верхнепротерозойско-каледонские структуры распространены в пределах Байкало-Патомской области, развитие которой как подвижной зоны, по нашим представлениям, происходило непрерывно в течение верхнего протерозоя и нижнего палеозоя. Об этом можно судить по сходному характеру осадков, крайне затрудняющему установление границы между протерозоем и кембрием, а также по общности интрузивных процессов.

Последние изучены еще очень мало, но ясно, что главная масса магматических пород представлена гранитоидами, сходными для верхнего

протерозоя и для нижнего палеозоя. Им предшествовали основные и ультраосновные породы. Интрузивные процессы закончились образованием малых интрузий различного состава.

Стратифицированные толщи сложены в основном терригенными осадками, но местами значительно распространены карбонатные породы. Эффузивы имеют подчиненное значение. Степень метаморфизма пород этого периода выражена слабее, чем нижнепротерозойских. Резко выраженных процессов гранитизации их мы не знаем.

При однообразии фаунистически не охарактеризованных осадочных толщ и при весьма широком распространении гранитоидов верхнепротерозойского и каледонского возраста, с одной стороны, и малой изученности территории Байкало-Патомской области, с другой, естественно трудно познать особенности структуры этой области и ее металлогении. Расшифровка последней особенно усложняется тем, что гранитоиды не расчленены по возрасту и не выделены разности, с которыми можно было бы связывать рудные образования. Поэтому в настоящее время нет данных для познания закономерностей распределения рудных образований во времени. Подмечены лишь некоторые особенности в распределении их в пространстве.

Анализируя схематическую геологическую карту Байкало-Патомской области и характер расположения рудных месторождений и проявлений, мы можем подметить, что рудные образования приурочены в основном к двум синклинорным структурам северо-восточного направления и могут быть объединены в большой рудный пояс, названный нами Баргузино-Витимо-Олекминским, протягивающийся от верховий Баргузина до среднего течения р. Витима и далее, возможно до р. Олекмы.

Этот рудный пояс обусловлен прогибами стратифицированных толщ, разделенными антиклинальными поднятиями, сложенными гранитоидами, а также серией разломов, преимущественно северо-восточного направления, контролировавших внедрение рудоносных интрузий и распределение рудных образований. В этом поясе намечаются две структурно-металлогенические зоны того же направления: Витимкано-Муйская, являющаяся главной зоной пояса, и Намама-Котерская, подчиненная по своему значению.

Рудные образования данного рудного пояса, являющиеся в основном гидротермальными, мы относим к магматогенным. Осадочных и метаморфогенных рудных проявлений не установлено.

На первое место по промышленному значению можно поставить золото, на второе — вольфрам, далее медь, свинец, молибден, железо и др. Из нерудных минералов широко распространены кварц, барит, карбонаты.

Золото встречается в различных рудных образованиях: в зонах сульфидизированных пород, в кварцевых жилах и прожилках, в кварцево-пиритовых и кварцево-полиметаллических жилах.

Зоны сульфидизированных (пиритизированных) пород имеют широкое распространение во многих местах вышеуказанных структур. Из рудных минералов в них обычно наблюдается пирит, но иногда встречается халькопирит. С этими зонами тесно связаны кварцевые жилы и прожилки, чаще без рудных минералов, реже с пиритом и еще реже с другими сульфидами. Эти жилы и прожилки золотоносны. Пирит сульфидизированных зон также золотоносен. Сами по себе эти жилы и прожилки представляют небольшой интерес в промышленном отношении, но они явились хорошим источником для образования россыпей. Кварцево-сульфидные жилы, особенно с минерализацией полиметаллического характера, представляют большой интерес в практическом отношении. Известны месторождения промышленного значения — Карафрит,

Кедровка. Дальнейшими разведками, безусловно, будут обнаружены другие промышленные месторождения золота.

Возможно, золото разновозрастное. Более древнее находится в зонах сульфидизированных пород с кварцевыми жилами и прожилками, более молодое — в кварцево-сульфидных и полиметаллических образованиях.

В настоящее время россыпи являются главным источником для добычи золота, что, вероятно, находится в связи с начальной стадией экономического развития района.

Золотоносные россыпи имеют сложное происхождение. Источником золота для них служили, вероятно, главным образом зоны сульфидизированных пород и тесно связанные с ними кварцевые жилы и прожилки, но в россыпи золото попадало также из кварцево-сульфидных и полиметаллических жил.

Вольфрам. Вольфрамовые рудные образования обнаружены Иркутским геологическим управлением лишь в последние годы.

В бассейне р. Гарги встречены кварцево-шеелитовые жилы, залегающие в толщах карбонатных пород — мраморов. Жилы встречаются часто, протяжение их значительное, нередко свыше 100 *м*, а некоторых до 0,5 *км*. Мощность измеряется дециметрами, иногда до 0,5 *м*. Содержание вольфрама — десятые доли процента. Есть основания считать, что это оруденение будет иметь промышленное значение.

На водоразделе р. Талая, правого притока р. Ципикана, и р. Усоя, принадлежащей к бассейну р. Амалата, обнаружены гюбнеритовые образования (Васильевское рудоуправление), характер и масштабы которых еще не выяснены. Найдены свалы кварца с гюбнеритом, пиритом, галенитом, иногда халькопиритом и флюоритом.

Характер вольфрамовых образований, повидимому, находится в тесной связи с характером осадочных толщ, в которых они залегают.

Развитие шеелита связано с влиянием на рудоносные растворы карбонатных пород, а развитие гюбнерита находится в связи с марганцовистостью вмещающих пород. Нет сомнения, что дальнейшими поисково-разведочными работами будут открыты новые вольфрамовые месторождения.

Медь. Образования меди относятся к различным типам — метасоматическим залежам (Намаминское, Чипчиконское месторождения), зонам сульфидизированных пород (бассейн р. Гарги) и зонам дробления и окварцевания.

Намаминское месторождение (бассейн р. В. Ангары) приурочено к зоне тектонических нарушений в толще карбонатных пород, прорванных интрузиями среднего и кислого состава. Эта зона прослежена в юго-западном направлении в общем на протяжении 5—7 *км*.

Месторождение представлено несколькими участками карбонатных пород, пропитанных гематитом и бурыми железняками и содержащих халькопирит, пирит, блеклые руды, барит, последний иногда — в значительном количестве. Ширина одного оруденелого участка 6—10 *м*, длина до 50 *м*; ширина другого участка до 100 *м*, причем в нем наблюдаются обогащенные линзы мощностью до 3 *м*. По данным спектральных анализов, в значительном количестве присутствуют марганец, сурьма.

Чипчиконское рудопроявление находится примерно в 6 *км* к юго-западу от Намаминского месторождения. Здесь обнаружена зона нарушения в карбонатной толще, прорванной интрузией диоритового состава. К контакту этой интрузии приурочена залежь магнетита, занимающая площадь примерно 25×15 *м*, и залежь халькопирита, прослеженная в длину до 20 *м* и имеющая мощность от 3 до 10 *м*. Халькопирит иногда залегает совместно с магнетитом, причем наблюдается пересечение магнетита прожилками халькопирита. Содержание меди местами высокое — несколько процентов. Чипчиконское медное месторождение сходно

с Намаминским и относится к той же рудной зоне. Эта зона еще очень мало разведана. Есть основание полагать, что здесь будут обнаружены промышленные концентрации меди.

В бассейне р. Гарги значительно развиты зоны сульфидизации в серицито-хлоритовых и известковистых сланцах. Мощность зон измеряется несколькими метрами, а мощность одной зоны достигает 200 *м*. Зоны имеют значительное протяжение. Преобладающим рудным минералом является пирит, в подчиненном количестве наблюдается халькопирит, но в бассейне р. Ината-Гаргинского наблюдалась одна зона, мощностью до 5 *м*, в которой халькопирит преобладает над пиритом. Эти образования относятся к типу рассеянных и практического значения не имеют.

Свинец встречается в кварцевых, баритовых и барито-кальцитовых жилах с галенитом, а иногда также со сфалеритом и другими сульфидами. Такие жилы имеют широкое распространение и залегают чаще в толщах известняков, а также в толщах метаморфических сланцев, реже — в гранитах. Мощность жил различная, чаще она измеряется дециметрами, но иногда достигает нескольких метров.

Большое количество таких жил обнаружено в верховье р. Усоля, на водоразделе рр. Талая и Усоля, в бассейнах рр. Витимкана, Уакита и в других местах. В бассейне р. Уакита обнаружено оруденение полиметаллического характера, весьма сходное с полиметаллическими рудными образованиями бассейна р. Джиды. Характерной особенностью образований свинца является высокое содержание серебра и низкое содержание золота или его отсутствие.

Свинец, таким образом, является характерным элементом описываемого рудного пояса, особенно для Витимкано-Муйской структурно-металлогенической зоны.

Значительное распространение в пределах этой зоны карбонатных пород, благоприятных для концентрации свинца, дает основания предполагать здесь промышленные залежи.

Молибден. Образования молибдена представлены обычно кварцевыми жилами, а иногда зонами скарнов и грейзенов с молибденитом. Кварцевые жилы имеют наибольшее распространение; они встречены в бассейнах рр. Ципикана (возле г. Ципикан), Уакита, левого притока р. Ципы, Чины (Витимской), Витимкана, в вершине р. Витима (Еленинское месторождение) и в других местах, но нигде не обнаружено промышленных концентраций молибдена.

В Еленинском месторождении обнаружены зоны скарнов и грейзенов с молибденитом, но, по данным разведки Иркутского геологического управления, промышленного значения они не имеют. Молибден также является характерным элементом для Баргузино-Витимо-Олекминского рудного пояса. Небольшие объемы поисково-разведочных работ на молибден, вероятно, являются причиной того, что промышленных молибденовых месторождений еще не обнаружено.

Сурьма. В бассейне р. Витимкана встречено сурьмяное рудопроявление (Ивановское), приуроченное к зоне нарушения, проходящей в ороговикованных хлорито-карбонатных сланцах. Простирание зоны северо-восточное, мощность 0,3—1 *м*.

В этой зоне проходят многочисленные кварцевые и кварцево-кальцитовые прожилки мощностью 1—5 *см* и длиной 0,05—1,5 *м*. В прожилках, кроме антимонита, наблюдаются галенит и сфалерит.

Железо имеет широкое распространение и встречается в виде магнетита в контактово-метасоматических залежах, в виде гематита в барито-кварцевых жилах и зонах дробления и в виде железной слюдки в многочисленных кварцевых прожилках.

Среди известных железорудных образований нет концентраций, заслуживающих внимания в промышленном отношении. Но специальных

поисково-разведочных работ на железо не проводилось, поэтому не исключена возможность обнаружения значительных запасов железа.

К Баргузино-Витимо-Олекминскому рудному поясу в сущности относится Бодайбинский золотоносный район (Патомское нагорье), имеющий резко выраженные специфические черты в отношении слагающих пород, структур и минерализации.

Он расположен в той части Байкало-Патомской области, где структуры имеют дугообразную форму и выпуклостью обращены к северу. Сложен этот район почти исключительно терригенными породами, в той или иной мере метаморфизованными и лишь изредка прорванными гранитами.

В соответствии с характером пликативных, а также дизъюнктивных структур намечаются три структурно-металлогенические зоны: Ближней тайги (Бодайбинская), Средней тайги и Дальней тайги, также имеющие форму дуг, выпуклостью обращенных к северу. Они протягиваются в пределах распространения осадочных толщ, не продолжаясь в поле гранитоидов, расположенное непосредственно к югу от названного района.

Из металлогенических образований в этом районе известно только золото, колоссальные запасы которого были сконцентрированы в россыпях. Коренных золотых месторождений до сих пор не обнаружено. Каждая из названных выше зон характеризуется развитием мощных зон сульфидизированных (пиритизированных) пород, обильными кварцевыми жилами и прожилками и наличием окварцованных (до образования вторичных кварцитов) песчаников и сланцев, залегающих в виде пластообразных тел. Со всеми этими образованиями связано золото.

Сульфидизированные породы содержат рассеянную вкрапленность пирита, сидерита и анкерита; гораздо реже встречается пирротин; совсем редко наблюдаются сфалерит, галенит и халькопирит.

Кварцевые жилы и прожилки встречаются в большом количестве. Они образуют полосы, приуроченные к антиклинальным перегибам складок и следующие по простиранию пород. Ширина таких полос достигает нескольких километров, длина 10—25 *км*. Мощность кварцевых жил различная, иногда несколько метров, обычно же меньше 1 *м*. Длина отдельных жил различная, местами до 0,5 *км*. Кварцевые прожилки имеют небольшую величину, мощность их измеряется миллиметрами и сантиметрами.

Кварцевые жилы и прожилки обычно не содержат рудных минералов, но иногда в них наблюдаются в небольшом количестве пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, аргентит, электрум и золото. Последнее связано с пиритом и с другими сульфидами, а также встречается в кварце. Содержание золота в жилах низкое.

Генезис богатейших золотоносных россыпей окончательно не выяснен. Не приходится сомневаться, что золото в россыпи поступало из кварцевых жил и прожилков, из зон сульфидизированных пород, а также из кварцевых пород (вторичных кварцитов).

Следует подчеркнуть большое значение исследований и выводов Л. И. Салоп о возможности укрупнения золота при процессах метаморфизма. Эти исследования позволяют разрешить проблему попадания золота в россыпи из сульфидизированных зон, из золотоносного пирита, в котором золото находится в субмикроскопическом виде.

Таким образом, металлогения Патомского (Бодайбинского) района со своими широтными структурно-металлогеническими зонами резко отличается от металлогении вышеописанных двух (Витимкано-Муйской и Намама-Котерской) северо-восточных структурно-металлогенических зон. Металлогения последних более сложна, более разнообразна, что, возможно, связано с разновозрастностью рудных образований, о чем будет сказано ниже.

В Патомском нагорье нет проявлений молибдена, свинца, меди, сурьмы и других металлов, характерных для Витимкано-Муйской зоны.

К Баргузино-Витимо-Олекминскому рудному поясу относится также Бодайбинский молибденоносный участок, расположенный в пределах краевый зоны крупного Ангаро-Мамаканского гранитного плутона и не распространяющийся в пределы Патомского нагорья. Развитие молибденового оруденения ограничивается зоной приконтакта названного плутона и верхнепротерозойской осадочной свиты. Структура этого участка, а также соотношение его с другими структурными единицами описываемой области не ясно.

Произведенные Иркутским геологическим управлением довольно значительные разведочные работы показали небольшие перспективы этого участка в отношении молибдена.

Молибден встречается в кварцевых, кварцево-полевошпатовых и пегматитовых пологопадающих жилах. Большей частью они приурочены к пологим трещинам отдельности в гранитах. Жилы четковидны, маломощные: содержание молибдена — первые десятые доли процента. Все это высокотемпературные образования, вероятно, генетически связанные с крупным плутоном гранита.

Следует отметить Чуйско-Мамскую структуру, проходящую в северо-восточном направлении от Байкала до Патомского нагорья. Она отличается своеобразным сложным строением с разновозрастными (архей-протерозой) геологическими образованиями, с мощным развитием пегматитов и процессов гранитизации. Эта структура крайне бедна металлическими рудными образованиями, но известна месторождениями мусковита.

Из приведенного видно, насколько сложна по строению и металлогении Байкало-Патомская область. Естественно, что при весьма слабой изученности этой области трудно разобраться в особенностях строения ее различных участков и, естественно, трудно объяснить особенности ее металлогении. Поэтому к данной области, так же как и к ранее описанным, мы не можем применить общую схему распределения эндогенной минерализации в процессе развития подвижной зоны земной коры, разработанную сотрудниками отдела металлогении ВСЕГЕИ под руководством Ю. А. Билибина.

Крупная Чуя-Мамская северо-восточная структура почти совсем лишена металлических образований. Очень большой Патомский район с широтными структурно-металлогеническими зонами богат золотом, других металлов в достаточной концентрации не известно. В остальной части района проходят две северо-восточные структурно-металлогенические зоны: Витимкано-Муйская и Намама-Котерская, с богатой разнообразной и сложной металлогенией. Рудные образования последних двух зон, вероятно, разновозрастные. Повидимому, золото бодайбинского типа более древнее, возможно верхнепротерозойское. Другие рудные образования с значительными концентрациями полезных компонентов, очевидно, более молодые — палеозойского (каледонского) и даже мезозойского возраста. Особенно это относится к вольфраму, молибдену, сурьме и свинцу. Рудные образования этого типа приурочены к крупным разломам, возможно молодым, проходящим в северо-восточном направлении в пределах тех же структурно-металлогенических зон, усложняя последние как в отношении строения, так и металлогении. В настоящее время можно привести некоторые соображения в пользу более молодых, чем допалеозойские, рудных образований, а именно:

а) известные многочисленные вольфрамовые месторождения Восточной Сибири имеют мезозойский возраст;

б) металлогения Баргузино-Витимо-Олекминского рудного пояса (северо-восточные зоны) сходна с металлогенией Джидинского рудного поля, особенно вольфрамовым и полиметаллическим оруденением;

в) в пределах Витимкано-Муйский и Намама-Котерской зон сильно развиты малые интрузии, имеющие значительное сходство с рудоносными малыми интрузиями бассейна р. Джиды.

Сказанное дает основание связывать в одну крупную структурно-металлогеническую единицу Баргузино-Витимо-Олекминский рудный пояс и Джидинское рудное поле. В промежутке между ними расположен Курбинский рудный район, характеризующийся железной и медной минерализацией, а также золотом. Последнее пока известно в россыпях, но поисков рудного золота не производилось.

КАЛЕДОНСКИЕ СТРУКТУРЫ

Каледонские структуры распространены в Джида-Удинской области и лежат в одном поясе с Саянскими каледонскими структурами, а также со структурами вышеописанной Байкало-Патомской области. Развитие каледонских структур контролировалось юго-западным мысом Сибирской платформы, огибаемой каледонской подвижной зоной. Последняя была заложена на древней, значительно переработанной докембрийской зоне.

Каледонские структуры сложены терригенными и карбонатными породами с значительным участием эффузивов, преимущественно основного состава. Карбонатные породы охарактеризованы нижнекембрийской фауной. Эти толщи прорваны основными и ультраосновными интрузиями, которые можно отнести к раннему этапу развития подвижной зоны. С этим этапом связаны хромит и платиноиды. Позже, в средние этапы развития последней, произошли мощные внедрения гранитоидов, давших сложный комплекс интрузивных пород, меняющихся по составу от диоритов до лейкократовых гранитов. Со средними этапами связано оруденение железа и меди. К поздним и конечным этапам можно отнести малые интрузии — дайки и штокообразные тела гранитов, гранит-порфиров, сиенит-порфиров и др. С ними связано полиметаллическое и золотое оруденение. Поздние и конечные этапы развития каледонской подвижной зоны усложнены малыми интрузиями мезозойского возраста, которые можно отнести к поздним и конечным этапам развития мезозойской подвижной зоны, значительно удаленной к востоку от данной области, но отразившейся на последней серией разломов. С этими интрузиями связано вольфрамово-молибденовое и флюоритовое оруденение бассейна р. Джиды.

Мезозойские малые интрузии настолько сходны с каледонскими малыми интрузиями, что без детального изучения различие между ними ускользает и возникает вопрос, не одного ли, т. е. мезозойского, возраста все эти интрузии. Такое сходство названных интрузий может считаться естественным, так как каледонские и мезозойские малые интрузии относятся к последним этапам развития подвижной зоны, в одном случае каледонской, в другом — мезозойской.

Таким образом, распределение рудных образований каледонских структур находится в соответствии с развитием данной подвижной зоны и согласуется с общей схемой распределения эндогенной минерализации в ходе развития подвижной зоны земной коры, разработанной сотрудниками отдела металлогении ВСЕГЕИ под руководством Ю. А. Билибина.

Наиболее значительным по масштабу проявлением рудной минерализации каледонских структур является полиметаллическое оруденение, представляющее интерес в отношении свинца и в меньшей мере золота, хрома, платины, железа и меди.

Свинец. Довольнно часто оруденение свинца встречается в бассейне р. Джиды, но большие концентрации обнаружены лишь в нескольких месторождениях (Зун-Дабанское, Мойстовское, Хамнейское, Тарбагатайское).

Оруденение представлено жильными телами в толще сланцев, песчаников и известняков и метасоматическими залежами в известняках кембрийского возраста. Оно характеризуется наличием свинца и цинка, большим содержанием серебра и низкой золотоносностью. На основании исследований последних лет можно считать, что оруденение генетически связано с малыми интрузиями — гранит-порфирами, сиенит-порфирами и др., залегающими главным образом в виде даек. Возраст этих даек считается каледонским, но можно предположить и более молодое их (мезозойское) происхождение.

По характеру минерализации и типу рудоносных интрузий полиметаллическое оруденение имеет значительное сходство с аналогичным оруденением (Нерунда) бассейна р. Уакита, левого притока р. Ципа Витимкано-Муйской зоны.

Золото встречается в различных рудных образованиях — в кварцевых жилах и прожилках, в зонах сульфидизированных (пиритизированных) пород, в полиметаллических месторождениях, о которых говорилось выше, и, наконец, было обнаружено в серпентинитах.

Зоны сульфидизированных пород широко распространены на Цакырском участке и к северо-западу от него, а также в бассейне р. Курбы. Они связаны с гидротермальными процессами джидинских (послекембрийских) гранитов. В этих зонах распространены кварцевые жилы и прожилки безрудных минералов или с небольшим количеством пирита. Золото связано как с этими жилами и прожилками, так и с пиритом сульфидизированных зон.

Кроме того, золото встречается в кварцево-карбонатных жилах и прожилках, залегающих в кембрийских отложениях и граносиенитах и содержащих пирит, халькопирит и куприт.

Платина и хром. Платина обнаружена в гальке хромита. Осмистый иридий встречен в россыпях. Оруденение хрома относится к магматическому и контактово-метасоматическому типам и генетически связано с ультраосновными породами каледонского возраста.

Железо. В бассейне р. Курбы и в окрестностях Петровского завода известны многочисленные железорудные месторождения преимущественно контактово-метасоматического типа. Генетически они связаны со сложным комплексом гранитоидов и приурочены к контактам карбонатных толщ кембрийского или протерозойского возраста с гранитами, вероятно, каледонского возраста. Руды представлены магнетитом, местами с небольшой примесью пирита и халькопирита.

Руды Курбинской группы отличаются незначительным содержанием меди. Ряд железорудных месторождений (Балбагарское и др.) относится к своеобразным железистым кварцитам, генезис которых не выяснен. Руды состоят из тонкозернистого кварца, гематита, железного блеска и небольшого количества магнетита.

Медь. Некоторые железорудные месторождения Курбинской группы отличаются присутствием меди. Примесь халькопирита к магнетиту иногда значительная. В бассейне р. Курбы встречаются самостоятельные медные проявления, они же обнаружены и в других местах.

Следует подчеркнуть, что эндогенные минеральные образования каледонской подвижной зоны Джида-Удинской области имеют значительное сходство с рудными образованиями Баргузино-Витимо-Олекминского рудного пояса. Это сходство выражается в почти тождественности полиметаллического оруденения, в развитии вольфрамового, молибденового, железного и медного оруденения, а также золота и зон сульфидизации (пиритизации).

В пространственном распределении рудных образований этой области подмечены некоторые закономерности, в зависимости от которых выделены Джидинская, Хамнейская, Витимо-Калаканская и Курбинская

структурно-металлогенические зоны. В основу выделения этих зон положены: распределение рудоносных интрузий и зон разрывов, а также расположение известных рудных месторождений.

ВАРИССКО-МЕЗОЗОЙСКИЕ СТРУКТУРЫ

Варисско-мезозойские структуры распространены главным образом в пределах Восточного Забайкалья, реже встречаются в других структурно-металлогенических областях Восточной Сибири. Они изучены лучше, чем более древние структуры, а поэтому для анализа металлогении этих структур можно применить общую схему распределения эндогенных минеральных образований в ходе геологического развития подвижных зон земной коры.

По нашим представлениям, геосинклинальное развитие Восточного Забайкалья происходило одинаково от варисского времени до конца мезозоя, о чем можно судить по однообразию осадков и развитию интрузивных процессов.

В связи с тем, что более или менее пространный очерк металлогении Восточного Забайкалья мною уже опубликован, я ограничусь весьма кратким изложением общих черт металлогении этой области, но более подробно остановлюсь на мезозойских структурах как этой области, так и других областей Восточной Сибири.

Среднепалеозойские отложения (S_2—C_1) являются типичными геосинклинальными: песчаники, сланцы и известняки. В верхнем палеозое (до нижней перми) проявилась мощная вулканическая деятельность, что свидетельствует об изменении режима геосинклинали. Начиная с нижней перми, а может быть, с верхнего палеозоя, происходит мощное накопление осадков флишевого типа — песчаников и сланцев. Такие однообразные осадки продолжают накапливаться в верхней перми, в течение всего триаса, а также в нижней и средней юре. Только в верхней юре происходит массовое излияние эффузивов. С этим периодом совпадает начало перехода области от геосинклинальной стадии развития к платформенной. Это второй период резкого изменения режима геосинклинали, причем он, судя по имеющимся материалам, выражен гораздо сильнее, чем первый (палеозойский). С этими моментами в истории развития геосинклинали, конечно, связаны резкие изменения в интрузивной деятельности и в металлогении.

Представляется, что палеозойский период изменения режима геосинклинали отделяет начальные этапы интрузий и эндегенной минерализации от средних, а мезозойский — средние от поздних. Средние этапы, по нашим представлениям, были весьма длительными и охватывали время от верхнего карбона до верхней юры.

В связи с тем, что в пределах Восточного Забайкалья все главнейшие рудные месторождения различных полезных ископаемых имеют мезозойский возраст, мы будем говорить почти исключительно о мезозойской металлогении и о тех изменениях в интрузивной деятельности и металлогении, какие произошли во второй период изменения режима геосинклинали. Варисская металлогения в настоящее время не ясна; также не ясны интрузивные процессы этого времени.

Мезозойские интрузивные процессы далеко еще не расшифрованы, но главные этапы их развития уже намечены.

Скудность наших представлений о варисской металлогении может объясняться разными причинами:

а) слабой выраженностью процессов рудообразования в ранние и средние этапы (рудообразования стали проявляться сильнее, повидимому, в конце средних и в поздние этапы, т. е. в мезозойское время);

б) эрозией варисских рудных образований;

в) отсутствием метода для распознавания варисских рудных образований от мезозойских.

Из этих трех причин мы придаем большое значение первой.

К ранним этапам развития геосинклинали мы относим внедрение основных пород, образующих небольшие тела в разных местах области. С ними связаны месторождения титаномагнетита (бассейн р. Кручины).

В средние этапы произошли внедрения крупных плутонов гранитоидов варисского и киммерийского возраста. Существование бесспорно варисских гранитов доказывается находками в МНР по соседству с территорией Восточного Забайкалья гальки гранитов в конгломератах фаунистически охарактеризованных верхнеюрских отложениях. Эти граниты имеют массивную текстуру и сходны с гранитами, широко распространенными в Восточном Забайкалье. В последовательности внедрения тех или иных гранитов варисского времени в настоящее время разобраться крайне трудно.

Развитие мезозойской металлогении представляется в таком виде.

Средние этапы

1. Период главных пликативных процессов (P_2—J_{1-2}).

Внедрение весьма крупных плутонов калиевых гранитов. Местами значительное развитие пегматитов, иногда содержащих оруденение рассеянных элементов. Другая минерализация не известна.

2. Период затухания пликативных процессов и перехода геосинклинали в платформу. Появление крупных разломов (J_2).

а) Внедрение малых интрузий диоритового состава — дайки, мелкие штокообразные тела, оруденение золота, имеющее небольшое распространение. Эти интрузии и связанное с ним золото недостаточно доказаны.

б) Внедрение крупных абиссальных интрузий калиевых гранитов, с которыми связаны обильные пегматиты с рассеянными элементами, а также незначительные проявления олова, железа и других металлов.

в) Внедрение средних (и крупных) гипабиссальных трещинных интрузий калиевых гранитов, с которыми связаны в основном вольфрам и олово (касситерито-кварцевого типа); местами проявлены сульфиды; известны флюоритовые месторождения. С грейзенами связан литий.

г) Внедрение малоглубинных интрузий, переходящих в эффузивы — кварцевые порфиры, гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры, липариты, дациты. С этими интрузиями генетически связаны оловянные месторождения касситерито-сульфидного типа, относящиеся к двум группам: турмалиновой (более высокотемпературной) и хлоритовой (более низкотемпературной); с ними же связано полиметаллическое оруденение (раннее) с тем или иным количеством олова. Возможны сурьмяные и флюоритовые образования.

Поздние этапы

3. Период почти полного замыкания геосинклинали. Развитие крупных разломов, зон разрывов (J_3—Cr).

а) Мощное развитие эффузивных процессов, охвативших всю территорию Восточного Забайкалья: порфиры, порфириты, породы сиенитового состава, туфы и др. Возраст—верхняя юра. Эндогенной минерализации неизвестно.

б) Внедрение средних и главным образом малых интрузий разнообразного состава. Преобладают породы гранодиоритового и диоритового состава, меньше развиты породы сиенитового состава, редко — щелочные породы. С интрузиями тесно связаны эффузивы в общем такого же состава. С названными породами генетически связаны золотые, молибденовые, золото-молибденовые и золото-полиметаллические месторождения. Возраст — верхняя юра.

Конечные этапы

Внедрение малоглубинных малых интрузий (дайки, штокообразные тела), переходящих в эффузивы. Состав в общем такой же, как состав пород предыдущего этапа. С этими интрузиями генетически связаны полиметаллические месторождения. Возраст — верхняя юра и, может быть, начало нижнего мела. Имеется уверенность, что магматическая деятельность этого этапа находилась в неразрывной связи по времени с магматической деятельностью предыдущего этапа, причем более ранние интрузии являются более глубинными. Поэтому полиметаллическое оруденение по времени близко к молибденовому и золотому.

Завершающие этапы

4. Период платформенного развития подвижной зоны. Развитие металлогении не совсем ясно.

а) Проявление золотого оруденения балейского типа, а также ртутного, сурьмяного и флюоритового оруденения. Взаимоотношение флюорита, сурьмы, ртути и золота не ясно. Не установлены породы, с которыми генетически связано указанное выше оруденение. Возраст — нижний мел.

б) Развитие эффузивов и силлов долеритов и базальтов, с которыми связано незначительное магматическое тантало-ниобиевое рудопроявление. Возраст — нижний мел.

в) После нижнего мела происходила эффузивная деятельность, продолжавшаяся с перерывами в третичное и четвертичное время. Изливались липариты и базальты (с преобладанием базальтов). Послениженемеловые рудные образования достоверно не известны. Установлены лишь мелкие кварцево-флюоритовые жилы.

Из приведенного следует, что развитие мезозойской металлогении произошло в основном в два периода: среднемезозойский (J_2) — в конце средних этапов и верхнемезозойский (J_3 и частично Cr_1) — в поздние этапы развития повышенной зоны, а также, что мезозойская металлогения отличается гораздо большим разнообразием, чем металлогения подвижных зон более древнего возраста.

Некоторые закономерности в распределении мезозойских рудных образований в пространстве были подмечены еще С. С. Смирновым, выделившим три рудных пояса: вольфрамово-оловянный, полиметаллический и молибденово-золотой, имеющие, так же как и главнейшие структуры, северо-восточное направление.

Эти рудные пояса установлены по очень многим фактическим данным и не могут оспариваться в настоящее время. Позднейшие исследования дают материалы для уточнения положения этих поясов и выяснения причин существования их.

Вольфрамово-оловянный пояс приурочен к срединной, а остальные два к бортовым частям геосинклинали; молибденово-золотой — к северо-западному, а полиметаллический — к юго-восточному борту геосинклинали.

Такое распределение имеют и рудоносные магматические породы: гранитоиды средних этапов расположены в основном в срединной части геосинклинали, контролируются пликативными структурами и связанными с ними разломами, а магматические породы поздних и конечных этапов залегают в бортовых частях геосинклинальной зоны и контролируются в основном разломами (ослабленными зонами). Различие в минерализации бортов геосинклинальной зоны вызвано в значительной мере характером вмещающей среды и эрозионным срезом.

Преимущественное распространение молибденового и золотого оруденения в северо-западной бортовой части мезозойской подвижной зоны можно ставить в связь с большим эрозионным срезом, удалением плаща осадочных толщ и вскрытием больших масс гранитоидов, слагающих почти исключительно всю территорию молибденово-золотого пояса и являющихся вмещающими породами молибденовых и золотых месторождений. Среди гранитоидов сохранились лишь небольшие участки осадочных пород, обычно значительно метаморфизованных. В глубоких депрессиях (например, в Шилкинской синклинали) сохранились карбонатные толщи, которые, вероятно, оказали свое влияние на рудоносные растворы и явились причиной возникновения полиметаллического оруденения Шилкинской группы месторождений, сходных с месторождениями полиметаллического пояса.

Преимущественное развитие полиметаллического оруденения в юго-восточной бортовой части мезозойской подвижной зоны можно ставить в зависимость от значительного распространения карбонатных толщ, входящих в состав осадочного плаща, сохранившегося на больших площадях. Это находится в связи с меньшим эрозионным срезом, от которого зависит в той или иной мере и характер оруденения.

Так как молибденово-золотое и полиметаллическое оруденение близки по времени образования и генетически связаны со сходными интрузивными породами, то в пределах молибденово-золотого пояса возможны новые находки полиметаллического оруденения, для которого необходимо установление блоков осадочных пород, в том числе карбонатных. Наоборот, в пределах полиметаллического пояса можно обнаружить молибденовые месторождения. Для этого нужно отыскивать благоприятные структурные и эрозионные условия, но при наличии соответствующих интрузий.

Благоприятными условиями для развития полиметаллического оруденения являются: сравнительно неглубокий эрозионный срез, наличие карбонатных пород и малых интрузий конечных этапов и разломов. Всем этим условиям удовлетворяет территория, находящаяся к юго-западу от р. Урулюнгуя в направлении к Борзе и Отпору. В этом направлении возможно продолжение полиметаллического пояса. Прослеживание его следует производить и к северо-востоку от Нерчинского завода.

Благоприятными условиями для развития оловянного и вольфрамового оруденения являются: наличие интрузий конца средних этапов, распространение песчаниково-сланцевых толщ и наличие структур, характерных для средней части геосинклинали.

Песчаниково-сланцевые толщи играют какую-то, нам еще непонятную, роль в оловянном оруденении, в чем легко можно убедиться, изучая оловоносные районы СССР, а также зарубежных стран. Это относится и к Верхне-Амурскому району, где отсутствие установленных оловянных и вольфрамовых месторождений, вероятно, объясняется недостаточными поисками.

К юго-западу вольфрамово-оловянный пояс уходит в пределы МНР, где развито подобное же вольфрамовое и оловянное оруденение.

Из числа благоприятных условий для развития молибденового и золотого оруденения мы можем привести наличие интрузий конечных этапов, которые довольно хорошо распознаются в природе, и крупных разломов. В связи с этим можно наметить продолжение молибденово-золотого пояса на юго-запад от Дарасунского узла и вершины р. Или, т. е. в пределах вольфрамово-оловянного пояса. Северо-восточное продолжение этого пояса следует искать к востоку от р. Ольдоя, уже за пределами описываемой территории Восточной Сибири.

По этим же признакам можно обнаружить молибденово-золотоносные зоны в пределах Становика и в других древних структурно-металлогенических областях Восточной Сибири, о чем будет сказано ниже.

Изучение рудных поясов показало, что рудные месторождения, а также рудоносные интрузии распределяются здесь в зависимости от благоприятных структур—пликативных, но главным образом дизъюнктивных. Преобладают разломы северо-восточного направления, но нередко встречаются разломы и северо-западного направления. Наиболее благоприятными местами для расположения рудных месторождений являются пересечения разломов, обусловливающие рудные узлы. Мы здесь говорим преимущественно не о тех разломах, по которым произошли большие перемещения, а о разрывах с небольшой амплитудой перемещения, может быть, и без перемещений, которые совместно с пликативными дислокациями вызвали появление ослабленных зон.

В зависимости от этих структур и расположения рудных интрузий и рудных месторождений мы выделяем в пределах указанных выше поясов структурно-металлогенические зоны, имеющие северо-восточное направление.

Эти зоны в пределах вольфрамово-оловянного пояса обусловлены пликативными и дизъюнктивными дислокациями, а в пределах остальных двух поясов — в основном разломами (ослабленными зонами). Выделением таких зон определяются участки, наиболее перспективные в отношении тех или иных рудных месторождений, на которых и рекомендуются первоочередные поисковые работы.

В вольфрамово-ословянном поясе выделяем следующие зоны: Дульдурга-Агинскую с месторождениями Зун-Ундур, Спокойнинское, Урда-Таптан и др.; Дурулгуевскую с месторождениями Ангаруй, Ималка и др.; Адунчолонскую; Ингодинскую; Чикое-Чикоконскую.

В молибденово-золотом поясе выделяем зоны: Ингода-Амурскую, проходящую через Дарасун, Давенду, Ольдой, Кировское месторождение; Амуджикано-Сретенскую; Шахтамино-Газимурскую, Донинскую, Гутайскую.

В полиметаллическом поясе выделяем зоны: Нерчинско-Заводскую, Калгино-Кличкинскую, Александро-Заводскую. Вследствие того, что магматизм, с которым связано образование полиметаллического оруденения, изучен мало, классификация перечисленных зон является недостаточно обоснованной.

Следствием интенсивной мезозойской складчатости было развитие крупных разломов (ослабленных зон) в пределах древних структур: каледонских, протерозойских и рахейских всего описываемого региона Восточной Сибири. Главные разломы имеют северо-восточное направление; им подчинены северо-западные разломы. Эти разломы контролировали распределение мезозойских интрузий поздних и конечных этапов развития мезозойской подвижной зоны и связанных с ними рудных образований. В результате возникли структурно-металлогенические зоны в пределах Становика с молибденовым и золотым оруденением (Нерчинско-Олекминская, Витимо-Калаканская), а также ряд зон в пределах Алданской плиты. Вследствие подобных же разломов местами произошло наложение мезозойской металлогении на более древнюю, например, вольфрамово-молибденовую и флюоритовую минерализацию в Джидинском рудном поле, вольфрамовую, а может быть, и молибденовую в Баргузино-Витимо-Олекминском рудном поясе.

Изучение мезозойской металлогении Восточной Сибири дает нам некоторые материалы по вопросам о значении в металлогении специализированных интрузий и о зависимости характера руд от вмещающих пород.

Вопрос о специализированных интрузиях и большом их значении в металлогении был поднят еще С. С. Смирновым. Этот вопрос вызывает дискуссию, а некоторыми исследователями отрицается (нам представляется, что это происходит из-за недостаточности фактических материалов). Однако исследования в Восточном Забайкалье убеждают нас в существовании таких интрузий.

В пределах Восточного Забайкалья хорошо выделяются два нижеследующих комплекса пород:

1. Среднекиммерийские граниты, преимущественно лейкократового облика, сопровождающиеся многочисленными аплитами и пегматитами; с этим комплексом связано вольфрамовое и оловянное оруденение.

Эти интрузии обычно расположены среди толщ песчаниково-сланцевых пород срединной части геосинклинали.

2. Верхнекиммерийские адамеллиты, граносиениты, сопровождающиеся многочисленными малыми интрузиями (дайки, штокообразные тела) различного состава — от кислого до основного, с отклонением к щелочному; с ними генетически связано молибденовое и золотое оруденение. Интрузии располагаются главным образом в северо-западной бортовой части геосинклинали, но встречаются и в срединной части последней, причем они прорывают как песчаниково-сланцевые толщи, так и граниты разных возрастов.

Исследования показали, что общий облик пород, их состав, а также связанные с ними рудные образования не меняются от характера вмещающих пород. Например, Бугунтуевская интрузия, находящаяся среди толщ песчаниково-сланцевых пород Агинского поля, весьма близка по составу и связанной с нею минерализации с Шахтаминской, Карачагинской, Амуджиканской и другими интрузиями того же комплекса, расположенными среди гранитоидов.

На примере мезозойской металлогении, как отмечалось выше, мы убеждаемся в влиянии карбонатного состава вмещающих пород на концентрацию некоторых типов рудных образований — приуроченность полиметаллических месторождений к зонам распространения карбонатных толщ (полиметаллический пояс), и на изменение состава рудных минералов — развитие шеелитовых руд в известняковых толщах (бассейн р. Икат).

Здесь же следует отметить еще не определенную исследователями роль песчаниково-сланцевых толщ в вольфрамово-оловянном оруденении: в Восточном Забайкалье, так же, как и в других регионах Советского Союза, вольфрамово-оловянное оруденение расположено среди песчаниково-сланцевых толщ.

ВЫВОДЫ

1. Констатируется усложнение рудных образований для подвижных зон разного возраста — от архея до мезозоя, что, быть может, больше связано с историческим развитием данного участка земной коры, чем с эрозионным срезом:

Архей — Fe.

Протерозой нижний — Fe, Cu, Mn, Au(?), (Pb, Mo).

Протерозой верхний—палеозой нижний—Au, Cu, Fe, Pb, Zn, Ag (Mo).

Палеозой средний—мезозой—W, Sn, Mo, Pb, Zn, Ag, As, Hg, Sb и др.

2. Гидротермальные рудные образования могут образоваться двумя путями:

а) магматогенным — в результате благоприятных условий магма выделяет рудные компоненты, концентрации которых приводит к образованию промышленных объектов;

б) метаморфогенным — осадочные рудные образования в результате метаморфизма при участии магматических гидротерм (иногда, может быть, и без этого) выделяет рудные компоненты, которые в благоприятных геологических условиях могут образовывать концентрации.

3. Осадочные рудные образования в природе встречаются чаще, чем нам это представляется. Нужны специальные исследования в этом направлении.

4. Вопрос о существовании специализированных рудоносных интрузий поднят С. С. Смирновым обоснованно и должен разрабатываться.

5. Боковые породы оказывают большое влияние на концентрацию некоторых типов рудных образований и на изменение состава некоторых рудных минералов.

6. В распределении рудных месторождений в пространстве основную роль играют структуры. В Восточной Сибири, в частности, большую роль в этом отношении играют разломы (ослабленные зоны), контролирующие размещение рудоносных интрузий и рудных образований. Особенно благоприятны места пересечения разломов разного направления, обусловливающие рудные узлы.

7. В зависимости от характера структур в пределах Восточной Сибири различаются вольфрамово-оловянный, полиметаллический и молибденово-золотой рудные пояса, уже давно выделенные С. С. Смирновым, и Баргузино-Витимо-Олекминский, выделенный нами. Последний рудный пояс, возможно, представляет собой одну и ту же структурно-металлогеническую единицу с Джидинским рудным полем.

В пределах этих поясов нами выделены структурно-металлогенические зоны, которыми определяются наиболее перспективные участки среди громадной площади Восточной Сибири, рекомендуемые для постановки поисковых работ на различные руды. Из таких зон отметим следующие:

вольфрамово-оловоносные: Дульдурга-Агинская, Дурулгуевская, Адунчолонская, Чикое-Чикоконская и др.;

оловоносные: Шерловогорская, Хапчерангинская и др.;

молибденово-золотоносные: Ингода-В. Амурская, Амуджикано-Сретенская, Нерча-Олекминская, Шахтама-Газимурская, Донинская, Гутайская и др.;

полиметаллические: Нерчинско-Заводская, Калгино-Кличкинская, Александро-Заводская, Шилкинско-Заводская.

Вследствие малой изученности магматизма, с которым связано полиметаллическое оруденение, перечисленные зоны являются недостаточно обоснованными.

Перечисленные зоны выделены соответственно в вольфрамово-оловянном, молибденово-золотом и полиметаллическом поясах Восточного Забайкалья. В их пределах поисковые работы следует проводить на соответствующие полезные ископаемые.

В качестве перспективной в отношении олова и вольфрама площади мы выделяем Верхне-Амурский район, где геологическая обстановка благоприятна для вольфрамово-оловянного оруденения и сходна с геологической обстановкой центральной части Восточного Забайкалья. Там широко распространены песчаниково-сланцевые толщи среднего палеозоя и среднего мезозоя, разбитые частыми разломами и прорванные мезозойскими интрузиями гранитоидов.

В Баргузино-Витимо-Олекминском рудном поясе мы выделяем Витимкано-Муйскую и Намама-Котерскую зоны, в пределах которых поиски следует проводить в основном на вольфрам, медь, марганец, свинец, золото. В Джида-Удинской области мы выделяем Джидинскую (вольфрам, молибден), Хамнейскую (свинец) и Витимо-Калаканскую (молибден) зоны, в пределах которых поисковые работы следует вести на указанные полезные ископаемые.

М. И. ИЦИКСОН

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СОВЕТСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Настоящее исследование представляет собой попытку приложения методов структурно-металлогенического анализа, разработанных коллективом ВСЕГЕИ, к относительно мало изученной громадной территории весьма сложного геологического развития.

Предлагаемая металлогеническая схема явилась результатом дальнейшего развития тех идей, которыми столь богата русская металлогеническая школа. Вспомним М. В. Ломоносова, которому гениальная интуиция позволила еще 200 лет тому назад сделать первый правильный металлогенический прогноз по территории Дальнего Востока. М. В. Ломоносов указывал, что на Камчатке и Курильских островах мы должны иметь те же руды, что и на островах Японии, поскольку все эти места располагаются «на одной гриве», т. е., как мы сейчас это понимаем, в пределах одной общей геологической структуры. Весьма важны и труды пионеров изучения рудных богатств Дальнего Востока Н. Г. Меглицкого, Н. П. Аносова, Л. Ф. Бацевича, Д. Л. Иванова, П. К. Яворовского и др. Большое положительное значение для формирования современных представлений о металлогении Востока Азии имели идеи С. С. Смирнова о Тихоокеанском рудном поясе, о геологии олова и др.

Наряду с общеметаллогеническими построениями большой интерес представляют также исследования Ю. А. Билибина по металлогении золота Дальнего Востока и Северо-Востока.

Значительный вклад в дело познания металлогении и магматизма Приморья сделан Г. П. Воларовичем, а в последние годы коллективом работников Академии наук СССР (Е. А. Радкевич, О. Д. Левицкий, П. Н. Кропоткин, М. Г. Руб, М. А. Фаворская, Ф. К. Шипулин, Н. И. Говоров) и ВИМС (А. Г. Теремецкая, Я. Д. Готман).

Коллектив Дальневосточного сектора ВСЕГЕИ (С. А. Музылев, Н. А. Беляевский, Л. И. Красный) своими исследованиями и обобщениями дал геологическое и структурное обоснование, без которых было бы невозможно построение сколько-нибудь надежных металлогенических карт и схем для обширной сложно построенной территории Востока.

Однако подлинной основой, на которой единственно могли возникнуть какие-либо металлогенические обобщения, является громадный фактический материал, добытый за последние 20 лет работниками Дальневосточного и Приморского геологических управлений (Г. М. Власов, Н. П. Саврасов, Е. С. Павлов, Н. А. Раков, М. П. Материков, А. А. Леонтович, В. В. Онихимовский, Д. И. Ивлиев, В. А. Перваго, В. А. Ярмолюк, Г. А. Петрова, Н. П. Заболотная, М. Г. Золотов, Е. Е. Фролова и многие другие). Результаты их работ, увенчавшихся открытием ряда крупнейших рудных месторождений (Хрустальное, Микояновское, Ярославское, Лифудзинское — оловорудные; Вознесенское — флюоритовое; Кимканское и Гарьское — железорудные и др.), представляют в сущности наиболее ценную основу намечаемой схемы металлогении Дальнего Востока.

Наряду с этим необходимо остановиться на неправильных теоретических воззрениях, оказавших (и, может быть, в некоторой степени оказы-

вающих и сейчас) неблагоприятное влияние на направление поисков рудных месторождений.

На Дальнем Востоке, как мы это попытаемся показать, наиболее крупные и ценные рудные месторождения связаны не с батолитами, а с малыми интрузиями трещинного типа поздних этапов развития. В этих условиях «батолитовая» теория Эммонса оказалась особенно несостоятельной и объективно вредной. Вспомним, что именно приложение «батолитовой» и «зональной» теорий Эммонса позволило в свое время вредителям обосновать отрицательную оценку перспектив оловоносности Западного Сихотэ-Алиня и Малого Хингана — ныне крупных оловоносных районов Дальнего Востока.

В крупнейшем Приморском оловоносном районе ориентировка на «батолиты» привела к тому, что из поля зрения поисковиков надолго выпали наиболее благонадежные типы оловянной минерализации, ассоциирующие с малыми трещинными близповерхностными интрузиями.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРУПНЫХ СТРУКТУРНЫХ ФОРМ

Вопреки не столь давно существовавшему представлению о Дальнем Востоке как едином геологическом целом мы теперь с полным основанием можем утверждать, что история геологического развития восточной окраины материка Азии крайне сложна.

Многообразие структур и типов развития, представленных на обширной территории Дальнего Востока, предопределили и разнообразие его рудных полезных ископаемых. Распределение месторождений при этом весьма тесно сопряжено с особенностями геологического развития отдельных крупных структурных форм.

В настоящее время можно выделить в пределах Дальнего Востока следующие крупные структурные формы.

Мезозойские платформы[1]

1. Алданская окраина Сибирской платформы (на архейском складчатом основании).
2. Зона протерозойского складчатого окаймления Алданской платформы — зона Становика (на протерозойском складчатом основании).
3. Зее-Буреинская (Туранская) зона внутренней платформы (на каледонском и варисском складчатом основании).
4. Уссурийская зона внутренней платформы (на каледонском и варисском складчатом основании).

Геосинклинали

1. Монголо-Охотская.
2. Восточно-Азиатская.
3. Ниппонская.

Каждая из перечисленных форм подразделяется еще на отдельные структурно-фациальные зоны с учетом особенностей их развития.

Анализ имеющихся геологических карт и структурных схем позволяет усмотреть тесную связь дальневосточного отрезка Монголо-Охотской геосинклинали с Верхоянско-Колымской геосинклиналью, сообщающихся через структуру Джуг-Джура. Равным образом намечается связь между Восточно-Азиатской геосинклиналью и иеншанидами Китая через мезозойский коридор в районе Пекина и Мукдена.

---

[1] Предлагаемая схема районирования основывается на более ранних схемах коллектива сектора Дальнего Востока ВСЕГЕИ (С. А. Музылев, Н. А. Беляевский, Л. И. Красный и М. И. Ициксон) — 1950 г. и С. А. Музылева — 1947 г.

Обособленно располагается Ниппонская геосинклиналь, представляющая собой совокупность молодых краевых поднятий (Сахалин, Курильские острова, Камчатка), окаймляющих внутренние впадины, приуроченные к прогибам современного Охотского и Японского морей.

Геосинклинальные области Дальнего Востока, несмотря на некоторые черты сходства, обнаруживают еще в большой степени различия в истории своего геологического развития.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ АЛДАНСКОЙ ОКРАИНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В пределах этой крупной структуры выделяются следующие структурно-фациальные зоны (области), резко отличные по типу своей минерализации (фактической и возможной):

а) область архейского кристаллического основания;

б) область платформенного кембрия (площадь преимущественного развития карбонатных, почти ненарушенных осадков кембрия);

в) область Чюльмано-Альгоминского мезозойского грабенообразного прогиба, выполненного наземными угленосными отложениями мезозоя.

Наибольшее значение имеют две следующие структурно-металлогенические формации:

1. Крупные, весьма глубокого заложения интрузии архейских гранитоидов, тесно связанных с вмещающим их метаморфическим комплексом. Последний участками гранитизирован и связан с гранитоидами переходными разностями. Для слабо изученного дальневосточного отрезка этой структуры мы почти не знаем конкретных рудопроявлений, связанных с этой формацией. Однако по аналогии с более западными районами (Тимптонский, Алданский и др.), мы можем рассчитывать на открытие и здесь крупных концентраций флогопита, железа, горного хрусталя, титаномагнетита, корунда и дистена.

2. Малые мезозойские интрузии (штоки, лакколиты, дайки) щелочного, субщелочного и умереннокислого состава, внедрившиеся в карбонатные толщи кембрия или реже в породы архейского цоколя. С этим комплексом связано золото (Учуро-Чюльбинский, Курун-Уряхский, вероятно, Сутамский золотоносные районы), сопровождаемое молибденом, железом (скарновые месторождения), флюоритом и сульфидами свинца, цинка и меди.

Ю. К. Дзевановский намечает несколько полос (зон) северо-восточного простирания, в которые группируются рудоносные интрузии этого типа.

Несколько ниже мы попытаемся обосновать перспективность на свинец-цинк, барит, сидерит, гематит, флюорит окраинных частей платформы в месте ее перехода в складчатую область Джуг-Джура.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ ПРОТЕРОЗОЙСКОГО СКЛАДЧАТОГО ОКАЙМЛЕНИЯ АЛДАНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Дальневосточный участок складчатого окаймления платформы является непосредственным продолжением крупного геосинклинального пояса протерозоид, следующего из Прибайкалья и Витимо-Олекминского района через верховья Олёкмы, Нюкжу, Тынду и Гилюй в район истоков Зеи и Маи (Удской). Крайне слабая степень изученности не дает возможности выделить в пределах этой сложной протерозойской структуры отдельные структурно-фациальные зоны. Это, естественно, затрудняет понимание закономерностей размещения месторождений.

В общем для протерозойского геосинклинального этапа развития этой структуры характерны три интрузивных комплекса:

1. Наиболее ранние из них — крупные массивы анортозитов, габбро-анортозитов и других габброидов, входящих в состав огромного протеро-

зойского габбро-анортозитового пояса, приуроченного к юго-восточному окаймлению Сибирской платформы. С этим комплексом, как обычно, ассоциирует минерализация титаномагнетитов, никеленосных сульфидов и, вероятно, меди, ванадия и кобальта. Металлогения этого комплекса, связанного с ранними этапами развития протерозойской геосинклинали Становика, почти еще совершенно не исследована и несомненно таит большие возможности.

2. Комплекс древнестановых гранитоидов, с которым связывают своеобразную минерализацию золота, ассоциирующего с так называемыми «гнейсоидами» (диафторитовыми милонитами).

3. Крупные согласные интрузии гранодиоритов и отчасти гранитов, неясного возраста, известные в верхнем течении Зеи и Маи (Удской). Эти интрузии типичны для начала средних этапов развития протерозойской геосинклинали. С данным комплексом связана минерализация железа, цинка и свинца, преимущественно контактово-метасоматического генезиса (р. Купури в системе истоков Зеи). Нами предполагается, что здесь, в контактовых зонах с известняками, возможно открытие пока неизвестных на Дальнем Востоке шеелито-молибденовых контактовых месторождений, аналогов Тырны-Ауза, Могол-Тау, Азегура во Французском Марокко и т. п.

С платформенным этапом развития протерозойской геосинклинали связана мезозойская металлогения зоны Становика, интересная по золоту и, может быть, отчасти по колчеданам и молибдену. Рудоносность здесь ассоциирует с малыми трещинными интрузиями роговообманковых порфиритов, гранодиорит-порфиров и т. п. Вероятно, именно с интрузиями этого типа связана золотоносность Верхне-Зейского бассейна, коренные источники которой долгое время были неясны. Данная зона является геологически наименее изученной областью на Дальнем Востоке. Как видно из изложенного, здесь открываются широкие возможности для поисков новых месторождений железа, титана, никеля, меди, золота и, может быть, молибдена и вольфрама.

В процессе дальнейших поисково-съемочных работ в пределах структуры окаймления необходимо обратить особое внимание на выявление относительно менее метаморфизованных протерозойских терригенных толщ. Последние, как показал опыт исследования западного фланга структуры (Витимско-Чарский район), могут содержать крупные концентрации железа, в особенности меди, в месторождениях осадочного и осадочно-метаморфического генезиса.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ МОНГОЛО-ОХОТСКОЙ ГЕОСИНКЛИНАЛИ[1]

Характерной особенностью этой геосинклинали является то, что она наследует более древнюю верхнепротерозойскую геосинклиналь. Намечаются две наиболее крупных стадии в развитии геосинклинали.

Первая, ранняя, стадия относится к нижнему и к части среднего палеозоя. Она характеризуется общим значительным прогибанием геосинклинали, сопровождавшимся накоплением мощных терригенных, карбонатных и частично кремнистых толщ, перемежающихся с зеленокаменными эффузивными комплексами.

В среднем карбоне (или начале верхнего) происходит превращение геосинклинали в складчатую область, что сопровождается внедрением весьма крупного Зее-Буреинского батолита.

Вторая стадия развития геосинклинали связана с тектоническими движениями от верхнего триаса до нижнего мела. Для этого этапа характерно накопление терригенных толщ и внедрение кислых и умеренно

[1] Здесь рассматривается лишь восточная часть этой геосинклинальной области в пределах Амурской области и Хабаровского края.

кислых интрузий, значительно менее глубинных, чем интрузии первого этапа.

Структура второго этапа пространственно совпадает с нижне-среднепалеозойской геосинклиналью первого этапа. Однако в мезозое из первоначальной общей геосинклинали четко обособилась Зее-Буреинская (Туранская) внутренняя платформа, являвшаяся устойчивой областью воздымания (сноса) по отношению к мезозойским прогибам.

Районирование Монголо-Охотской геосинклинальной области в мезозойской стадии ее развития позволяет нам выделить в ее пределах следующие структурно-фациальные зоны: Зее-Буреинскую (Туранскую) внутреннюю платформу, являющуюся в сущности окраиной или выступом Китайской платформы и занимающей центральное положение в геосинклинали. Симметрично по отношению к ней с востока и северо-запада располагаются краевые прогибы Амуро-Зейский и Ургало-Тырминский, выполненные мезозойскими (в верхней своей части — угленосными) отложениями. Еще далее от платформы располагаются зоны мезозойских центральных поднятий Забайкало-Шантарского и Хингано-Буреинского с выходами древних (домезозойских) формаций.

В мезозое эти зоны являлись областями воздымания и служили областями питания терригенным материалом для краевых и межгорных прогибов. Еще далее от «оси» геосинклинали, на далеких ее флангах расположены передовые прогибы — Удский и Урми-Амгунский, а также Тором-Тугурмежгорный прогиб, характеризующиеся заметно меньшей интенсивностью мезозойского осадконакопления. Наконец, специфической является структура переходной области от Монголо-Охотской геосинклинали в Алданскую платформу, ярко проявленная в пределах Ольдойско-Майской зоны и на Джуг-Джуре.

При рассмотрении главнейших интрузивных и минеральных комплексов обнаруживается, что в палеозойскую стадию развития геосинклинали наблюдалась в общем нормальная динамика развития метаморфизма и минерализации (от ранних этапов к средним):

1. Мамынско-гарьский комплекс гранитоидов (плагиогранитов), диоритов и габбро (нижний палеозой), образующих крупные интрузии, с которыми предполагается связь контактово-метасоматических железорудных месторождений;[1] к ним же тяготеют еще очень мало изученные месторождения колчеданов.

2. Ольдойско-депский комплекс малых интрузий гипербазитов девонского возраста, с которыми ассоциируют платина, платиноиды, отчасти никель и кобальт.

3. Дайковые породы харгинского порфиритового комплекса, определяющего золотоносность Харгу-Селемджинского, Ниманского и Кербинского районов. В металлогенической ассоциации с золотом находятся вольфрам (шеелит), мышьяк и сурьма. Возраст этого комплекса относится к средним этапам развития, приходящимся на границу между средним и верхним палеозоем.

4. За харгинским комплексом следуют крупные кислые либо умеренно-кислые интрузии без заметно выраженной минерализации (ингалинские гранитоиды), либо кислые (калиевые) граниты (тырнобуреинские гранитоиды) с минерализацией олова, вольфрама и молибдена в мелких месторождениях типа пегматитов и пневматолитов.

Для второй стадии развития геосинклинали, приходящейся на отрезок времени от верхнего триаса до низов мела, неизвестно проявлений минерализации ранних этапов. К верхней юре относятся кислые калиевые

[1] Полученные новые данные заставляют предполагать, что часть этих месторождений (Гарь, Лебедиха и др.) осадочного (эффузивно-осадочного?) происхождения и лишь позже подверглись контактовым изменениям за счет воздействия гранитоидов мамынско-гарьского комплекса.

граниты (предположительно оловоносные), располагающиеся в зоне краевых прогибов (Верхний Амур). В структурно-фациальных зонах центральных поднятий им соответствуют интрузии умеренно-кислого состава (верхне-амурский комплекс) и тесно с ними связанные малые диоритовые интрузии, продуктивные в отношении золота, молибдена, сурьмы (ольдойско-дуганжинский комплекс).

В краевых зонах мезозойской Монголо-Охотской геосинклинали, в месте их перехода в мезозойскую платформу и вдоль окраины последней, располагаются золотоносные интрузии среднего состава (дайки и свиты даек, штоки диоритов и диоритовых порфиритов). В ассоциации с золотом известны ртуть, сурьма (Октябрьско-Иораханская зона) или молибден и свинец-цинк (Ольдойско-Майская зона).

Заканчивая характеристику металлогении Монголо-Охотской геосинклинали, нам кажется необходимым внести поправку в некоторые широко распространенные представления, плохо согласующиеся с новым фактическим материалом.

С. С. Смирнов в своих работах 1945—1946 гг. «Об олово-вольфрамовом оруденении Востока СССР» и «О Тихоокеанском рудном поясе» отразил идею о больших перспективах на олово, вольфрам и золото на нашем Дальнем Востоке как одной из частей внешней зоны Тихоокеанского рудного пояса. Вместе с тем эти представления могли привести к мысли о слабой перспективности материковой части Дальнего Востока на медь, колчеданы и некоторые типы железорудной минерализации, свойственные только внутренним зонам Тихоокеанского рудного пояса. Подобные представления могли явиться только результатом малой изученности в ту пору Монголо-Охотской геосинклинали. Последняя рассматривалась исключительно как мезозойское складчатое сооружение. Применительно к мезо-кайнозойским этапам развития геосинклинальных систем Дальнего Востока это представление действительно совершенно справедливо. Однако история развития Монголо-Охотской геосинклинали, установление важного значения ранней стадии ее развития — палеозойской (преимущественно исследованиями Л. И. Красного по Удско-Охотскому району) позволяют теперь иначе поставить вопрос о проявлении минерализации ранних этапов на Дальнем Востоке.

Открытие геологами Дальневосточного управления Гарьского железорудного месторождения и намечающийся новый крупный железорудный район в системе Уды и левых притоков Зеи, первые открытия колчеданных руд, произведенные там же, убедительно говорят в пользу перспективности Дальнего Востока и по этим типам минерализации (железо, колчеданы, медь).

МЕТАЛЛОГЕНИЯ ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОЙ (ПРИМОРСКОЙ) ГЕОСИНКЛИНАЛИ

В отличие от Монголо-Охотской геосинклинали, развившейся в нижнем и среднем палеозое на месте ранее существовавшей верхнепротерозойской, Восточно-Азиатская геосинклиналь возникла лишь в верхнем палеозое на месте Китайской платформы, подвергшейся в данном месте нарушению (взламыванию). Видимо в силу этой особенности здесь крайне скудно представлены осадочные и магматические комплексы и соответственно минерализация ранних этапов развития, столь характерная для Монголо-Охотской геосинклинали. В результате районирования Восточно-Азиатской геосинклинали на структурно-фациальные зоны в ее пределах выделяются следующие крупные формы:

1. Уссурийская внутренняя платформа, во многих отношениях сходная с уже охарактеризованной Туранской платформой.

2. Области прогибания в верхнем палеозое и области поднятия (центральные поднятия) в мезозое — Центрально-Сихотэ-Алинское и Ванданское.

3. Области прогибания в верхнем палеозое и мезозое (краевые прогибы) — Хабаровская и Водораздельная зоны.

4. Своеобразные структуры, пограничные со смежной Ниппонской геосинклиналью, отличающиеся необычайно сильным развитием верхнемезозойского и в особенности третичного вулканизма (Ольгинская и Совгаванская зоны).

Наконец, заслуживает отдельного выделения Нижне-Амурская структурно-фациальная зона, несколько сходная по типу развития с Хабаровской, но отличающаяся тем, что прогибание здесь продолжалось несколько дольше, захватив также значительную часть нижнего мела.

К ранним этапам развития магматизма могут быть отнесены лишь интрузии габброидов верхнепалеозойского возраста. Металлогеническое их значение неясно. Средние этапы развития геосинклинали, приходящиеся на середину или конец юры, знаменуются внедрением относительно крупных массивов «калиевых» гранитоидов, продуктивных для оловянных и отчасти вольфрамовых месторождений кварцево-касситеритового и кварцево-вольфрамитового типов. Практическое значение их относительно невелико. С этими интрузиями пространственно сопряжены и малые диоритовые интрузии, определяющие золотоносность Центрального Сихотэ-Алиня.

Мощная сульфидно-касситеритовая минерализация поздних этапов развития локализуется в областях краевых прогибов. Минерализация наиболее поздних этапов в Приморской геосинклинали локализуется в пределах Совгаванской зоны. Специфичность последней определяется ее расположением на стыке между геосинклиналью Сахалина и Сихотэ-Алинем, который в сущности является Ниппонской неогеновой платформой. Это обусловило появление здесь в неогене ряда разломов. Последние контролируют обширную область излияний кислых и главным образом основных лав. Особенность позиции этой зоны (в частности, Усть-Амурского вулканического района) заключается еще в том, что она довольно точно проектируется на продолжении прогиба Мидзухо-Фосса-Магна, географически приуроченного к юго-западному краю о-ва Хоккайдо и северо-восточной части о-ва Хонсю, богатых золотом, серебром, медью и полиметаллами.

Известные в мало еще изученной Совгаванской зоне проявления минерализации характеризуются низкотемпературными золоторудными месторождениями, находящимися в тесной связи с гидротермально измененными нэкками трахитов-липаритов (Белая гора, Белоглинка и др.) и очень разнообразными вторичными кварцитами, т. е. образованиями, действительно сходными с известными на островах Японии.

Из домезозойских интрузивных комплексов крупнейшее металлогеническое значение имеет ханка-посьетский (гродековский). Связанные с этим комплексом (по данным М. Г. Руб) так называемые вознесенские или осиновские граниты (местами турмалиновые), внедрившиеся в карбонатные и сланцевые толщи, дают крупные концентрации флюорита (Вознесенское месторождение), олова (Ярославское, Осиновское, Первомайское, Чапаевское и другие месторождения), и, вероятно, бериллия, сопровождаемые мышьяком, свинцом-цинком и железом. До недавнего времени существовало представление о том, что минерализация Ханка-Посьетского района имеет молодой (мезо-кайнозойский) возраст и близка по своему характеру сульфидно-касситеритовой минерализации Южного Приморья. Исследования 1951 г. позволили Н. А. Беляевскому и М. И. Ициксону сделать вывод о доверхнепермском возрасте интрузий вознесенских (осиновских) гранитоидов и связанного с ними оруденения, а также о кварцево-касситеритовом типе минерализации, резко отличном от минерализации Приморья. Это заставляет поиски новых рудоносных узлов ярославского типа сосредоточить в пределах Ханка-Уссурий-

ской структурно-фациальной зоны на участках, где обнажаются доверхнепермский (домезозойский) цоколь и интрузии варисских (доверхнепермских) гранитоидов.

НЕКОТОРЫЕ РУДОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В заключение первой части работы, касающейся общей металлогенической характеристики региона, приведем краткий обзор главных рудоносных формаций, оттенив важнейшие особенности структурной обстановки и магматизма, сопутствовавшие их становлению.

Рудоносные формации ранних этапов развития приурочены к Монголо-Охотской геосинклинальной области и почти не проявлены в пределах Восточно-Азиатской геосинклинали. На возможных причинах этого явления мы остановимся ниже.

В этой группе нами выделяются три формации: 1) габбро-анортозитовая — железо-никеленосная, б) палеозойская—железорудная, в) гипербазитовая — платиноносная.

Габбро-анортозитовая формация, совсем еще мало изученная, но перспективная по титано-магнетиту, сульфидному никелю и, может быть, меди, платине, кобальту и ванадию, хорошо представлена на Востоке.

Эта минерализация сегрегационного и гистеро-магматического типа ассоциирует с рядом крупных и весьма крупных интрузий, входящих в состав громадного протерозойского габбро-анортозитового пояса, прослеживающегося более чем на 2000 *км* от Чары почти до Аяна на Охотском побережье. На всем этом протяжении формация контролируется структурой протерозойской геосинклинали, окаймляющей Алданскую окраину Сибирской платформы.

Палеозойская железорудная формация, перспективная на железо и, вероятно, колчеданную минерализацию и медь, выявлена в последние годы работами Дальневосточного управления на шестисоткилометровом отрезке от среднего течения Зеи до Шантарских островов. Месторождения, очевидно, представлены различными типами, и наряду с известными предположительно контактовыми, вероятно, будут найдены и осадочно-метаморфические и осадочные (эффузивно-осадочные?) месторождения.

Эта формация, так же как и платиноносная гипербазитовая, приурочена к одной четко выраженной палеозойской структурно-фациальной зоне, которая, согласно исследованиям Л. И. Красного, характеризуется устойчивым погружением в нижнем и среднем палеозое. Для нее характерно накопление мощных терригенных, кремнистых и карбонатных осадков, перемежающихся с эффузивами спилитового характера. При этом минерализация непосредственно ассоциирует с карбонатными породами и основными эффузивами. В дальнейшем, в мезозое, эта структура превратилась в центральное поднятие (антиклинорий) и стала источником сноса для мезозойских краевых прогибов. В результате перестройки всей Монголо-Охотской геосинклинали в мезозое часть палеозойского прогиба оказалась в пределах северной области Туранской внутренней платформы и отчасти в других мезозойских крупных структурных формах. В распределении формаций ранних этапов наблюдается отчетливое поясовое размещение:

а) внутренний, относительно Алданской платформы, габбро-анортозитовый пояс, перспективный на железо, титан, никель, медь, может быть, ванадий и кобальт;

б) внешний гипербазитовый платиноносный и железорудный колчеданный пояс.

В связи с подобными чертами структурной позиции железорудной формации приобретает интерес и юго-восточное крыло Тугуро-Удско-Шантарского антиклинория, обнаруживающее сходную историю геологического развития.

Рудоносные формации средних этапов развития на Дальнем Востоке значительно более многообразны как во времени (от палеозоя до конца мезозоя), так и в пространстве и свойственны Монголо-Охотской и Восточно-Азиатской геосинклиналям. Сюда относится Селемджинско-Кербинская палеозойская золотоносная дайковая формация диоритов, порфиритов и порфиритоидов, строго контролируемая структурой центрального поднятия (антиклинория) Монголо-Охотской геосинклинали на отрезке от Унья-Бомского до Кербинского района. В тесной металлогенической ассоциации с золотом находятся шеелит, сурьма, мышьяк. Можно предполагать, что рудообразование имело место в условиях близкого залегания кристаллического основания протерозоя, вне области главного нижне-среднепалеозойского прогиба.

Гранодиоритовая золотоносная формация представлена в Охотском, Тугуро-Шантарском и других районах Дальнего Востока. Следует подчеркнуть возможность обнаружения в связи с этой формацией там, где она проявлена в карбонатной среде, скарновых шеелитовых и молибденошеелитовых месторождений благонадежного генетического типа. Под этим углом зрения нами рекомендована для поисков область в районе истоков Зеи и Маи (Удской).

Оловоносная и редкометальная гранитная формация включает минерализацию двух возрастов — палеозойского и средне-верхнемезозойского. Палеозойские формации связаны с крупными варисскими массивами, расположенными в структуре мезозойских внутренних платформ (Туранской и Уссурийской). О характере структуры в период внедрения этих интрузий определенно сказать ничего нельзя. Скорее всего это был крупный палеозойский антиклинорий. Как мы уже указывали при характеристике Уссурийской структурно-фациальной зоны, повидимому, большое значение для локализации оловянного и сопровождающего его флюоритового, мышьякового и бериллиевого оруденения имеет наличие карбонатных фаций в составе осадочного комплекса, вмещающего интрузии и оруденение.

Мезозойская оловоносная формация, приуроченная к областям мезозойских краевых и межгорных прогибов, будет охарактеризована ниже.

В общем, анализируя характер проявления минерализации средних этапов развития, мы должны подчеркнуть следующую ее особенность. Для двухстадийной «унаследованной» Монголо-Охотской геосинклинали наблюдается сдваивание (повторение) во времени (средний палеозой и мезозой) гранитных интрузий и ассоциирующих с ними оловоносных формаций. В отличие от этого минерализация ранних этапов, как мы это видели, в мезозое не повторяется. В Восточно-Азиатской геосинклинали, заложенной на платформе, минерализация ранних этапов вообще практически не проявлена, а оловоносная гранитная формация проявлена только один раз — в конце юры или начале нижнего мела.

Рудоносные формации поздних и конечных этапов развития весьма многообразны и интенсивно проявлены на территории Дальнего Востока. Наиболее широко распространены диоритовая сурьмяно-молибденово-золотая и сульфидно-касситеритовая формации.

Диоритовая сурьмяно-молибденово-золотая формация[1] может быть подразделена на две группы:

1. Образования, приуроченные к относительно менее мобильным областям, т. е. к окраинам внутренних платформ, переходным зонам от геосинклинали к платформе, к мезозойским центральным поднятиям и т. п. Интрузивная деятельность и минерализация по времени приурочены к периоду более или менее интенсивного воздымания. Для дан-

[1] В дальнейшем для краткости будем именовать ее просто диоритовой золотоносной формацией.

ной группы характерны дайки, свиты даек, значительно реже — штоки и пластовые интрузии среднего или иногда умеренно-кислого состава. Примерами могут являться Ольдойско-Майская и Октябрьско-Иорахан-ская зоны, отчасти Иманская зона.

2. Образования, располагающиеся в областях интенсивного погружения в мезозое (мезозойских краевых и межгорных прогибах). Время внедрения интрузий и минерализации приходится на период окончания процесса общего погружения. Для этой группы более характерны штоки и небольшие интрузии. В отличие от интрузий первого типа дайки встречаются здесь значительно реже, например Нижне-Амурская зона и Верхне-Амурский район.

Минерализация обеих групп сходная: в промышленных концентрациях установлены золото, сурьма; имеются перспективы на открытие месторождений ртути и молибдена; менее ясны перспективы на свинец, цинк и вольфрам (шеелит).

Исходя из этих положений, могут быть намечены некоторые новые районы, перспективные для поисков сурьмы и ртути: северо-западная часть Туранской внутренней платформы, Центральный Сихотэ-Алинь и т. п.

Золото-алунитовая и вторичнокварцитовая формация. Область проявления этой формации устанавливается вполне четко. Она приурочена к зоне перехода неогеновой платформы в молодую складчатую зону Сахалина. Здесь вдоль крупных структурных швов, разобщающих глубокий прогиб Сахалина с областью воздымания на материке, получили развитие мощные излияния эффузивов. Эффузивы преимущественно основные, но местами, на конечных этапах, кислые. Характерны два типа рудоносных интрузивных проявлений: а) вулканические нэкки или субвулканы трахитового или липаритового состава, б) малые интрузии (штоки и дайки) кварц-монцонитового, граносиенитового, гранит-порфирового состава.

С первым комплексом ассоциирует низкотемпературная золото-алунитовая минерализация Белой горы, экзотическая для советского Дальнего Востока, но очень типичная для островов Японии и Западных штатов (месторождения Комсток, Крипл-Крик и др.).

В связи со вторым интрузивным комплексом предполагается обнаружить минерализацию алюмокварцитов (алунит, пирофиллит, корунд), меди и, что особенно ценно, молибдена. В данной металлогенической ассоциации молибден должен концентрироваться в присущих ему наиболее благонадежных генетических типах (прожилково-вкрапленные руды).

СТРУКТУРА УСТЬ-АМУРСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

Эта область рекомендуется как перспективная для поисков молибдена, золота, серебра, алюмокварцитов и, может быть, олова и меди.

Телетермальная формация. В сущности, пока нам очень мало что-либо известно о минерализации этого типа на Дальнем Востоке. Вместе с тем неоднократно возникал вопрос, в каких условиях и где искать на Дальнем Востоке телетермальные месторождения свинца, как правило, весьма благонадежные, а также родственные типы минерализации — сидерит, гематит, барит, флюорит и т. п.

Сравнительный анализ материалов по Дальнему Востоку и ряду районов с отчетливо проявленной телетермальной минерализацией заставил нас обратить внимание на окраину Алданской платформы в районе верховий Маи, Челасина и Юдомы. В пользу возможной перспективности именного этого района свидетельствуют следующие факты:

а) широкое распространение здесь карбонатных толщ кембрия и наличие среди них доломитовых фаций;

б) структурная позиция на окраине платформы и в переходной зоне от платформы к подвижной зоне Джуг-Джура;

в) характер тектоники: наличие серии разломов, проходящих параллельно краю платформы, и тип складок — коробчатые и куполовидные формы;

г) тип вулканизма — весьма немногочисленные малые интрузии (лакколиты, штоки) умеренно-кислого и субщелочного состава.

Известные отрывочные данные по фактической минерализации (наличие указаний на барит, гематит, сидерит, свинец-цинк) вполне согласуются с высказанным предположением.

Организация широких поисковых и съемочных работ в Юдомо-Майском районе не терпит отлагательства. Если наш прогноз подтвердится, то проблема сырьевой базы свинца в Хабаровском крае получит иное разрешение.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ МЕЗО-КАЙНОЗОЙСКИХ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ О МЕСТЕ ОЛОВЯННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СТРУКТУР

В свое время С. С. Смирнов указывал, что одной из характернейших особенностей настоящей оловоносной провинции являются: 1) многократное проявление олова во времени и 2) многообразное проявление его в качестве примеси в рудах различных месторождений других металлов.

Дальний Восток в полной мере подтверждает это положение. Олово как бы «пронизывает» все металлогенические эпохи этого региона от раннего палеозоя до палеогена. Однако резко доминирующее значение имеет мезозойская и главным образом, вероятно, палеогеновая минерализация. Весьма большое значение имеет Ханка-Уссурийский оловоносный район с Вознесенским оловорудным узлом — местом уникальной концентрации флюорита, олова и, может быть, бериллия.

Рассмотрим некоторые металлогенические закономерности, связанные с лучше изученной мезо-кайнозойской оловянной минерализацией.

На Дальнем Востоке намечаются три главнейших типа мезо-кайнозойских оловоносных интрузий:

1. Крупные кислые интрузии, тесно связанные с периодом максимального напряжения складчатых процессов в конце юры и начале мела. Иными словами, это типичные интрузии кислых «калиевых» гранитов средних этапов развития подвижных зон. Это почти всегда согласно залегающие массивы, преимущественно приуроченные к антиклинальным структурам в пределах крупных мезозойских прогибов. Сюда относятся Чаятынский комплекс Нижнего Амура, вероятно, часть интрузий Верхне-Амурского района и т. п. Известны они и в смежных районах Забайкалья, Монголии и северо-востока Азии.

С интрузиями указанного типа генетически и пространственно связаны вольфрамово-оловянные, оловянные, реже вольфрамовые месторождения — типичные представители кварцево-касситеритовой или кварцево-вольфрамитовой формации. Обычны также пегматиты с касситеритом и бериллом.

Очень характерно для многих интрузий данного типа их пространственное сопряжение с золотоносными районами.

2. Интрузии, несколько сходные с интрузиями первого типа, но образующиеся в существенно иной структурной обстановке: в период ослабления интенсивности собственно складчатых процессов в поздние этапы развития структуры.

Интрузии этого типа, образовавшиеся в условиях умеренных и малых глубин и имеющие некоторые черты «синтектоничных» интрузий, обнару-

живают тенденцию располагаться вдоль крупных структурных швов. Отличием их от интрузий первого типа является:

а) обычно косо секущее расположение по отношению к вмещающей структуре как отдельных массивов, так и групп (цепочек) массивов;

б) меньшие размеры;

в) заметные признаки гибридизма и появление диоритовых фаций;

г) отсутствие или крайне ничтожное проявление пегматитов.

К интрузиям второго типа относятся верхнемеловые интрузии Верхне-Буреинского, Верхне-Селемджинского, Урмийского, Тором-Муниканского и других районов. С интрузиями этого типа генетически связаны вольфрамово-оловянные, оловянные или значительно реже висмуто-вольфрамово-молибденовые или молибденовые месторождения, обычно не имеющие большого практического значения.

Характерной чертой многих рудных узлов является наложение на кварцево-касситеритовую фазу интенсивной сульфидной фазы. Кроме того, появление в некотором удалении от интрузий отдельных месторождений типа, переходного к сульфидно-касситеритовому (Таломинское месторождение, Верхнеурмийский узел и др.). Вообще опыт изучения многих оловорудных узлов показывает, что предположения С. С. Смирнова об очень резкой границе, разобщающей сульфидно-касситеритовую и кварц-касситеритовую формации, не всегда справедливы. Кварц-касситеритовые рудопроявления иногда дают месторождения промежуточного типа или даже чисто сульфидно-касситеритовые (чаще турмалино-касситеритовые).

3. Оловоносные интрузии, представленные малыми близповерхностными (или неглубокого заложения) трещинными интрузиями умеренно-кислого, значительно реже кислого состава (гранодиорит-порфиры, кварцевые диоритовые порфириты, гранит-порфиры и т. п.).

Внедрение этих интрузий связано с периодом окончания собственно складчатых процессов. В это время структура уже в достаточной мере консолидирована и внутренние напряжения разрешаются крупными разломами, контролирующими размещение упомянутых малых интрузий.

Эти интрузии поздних этапов развития обнаруживают тесную пространственную и отчасти, видимо, генетическую связь с верхнемезозойскими эффузивами. Так же, как и эти последние, они приурочены к крупным структурным швам, проходящим вдоль границ разнородных структурно-фациальных зон. Именно с интрузиями этого типа связаны наиболее благонадежные месторождения сульфидно-касситеритовой формации, столь мощно проявленные в Южном Приморье и на Малом Хингане.

Проявления оловоносности, связанные с синтектоническими интрузиями первого типа, локализуются в областях интенсивного осадконакопления в мезозойских краевых и межгорных прогибах. Наиболее типичный район — Нижнее Приамурье. Большой интерес с этой точки зрения представляет также район Верхнего Амура. Здесь прослеживается главный мезозойский прогиб Восточного Забайкалья с мощным накоплением терригенных толщ, прорванных интрузиями кислых гранитов первого типа. Сходство этого района с оловянно-вольфрамовым поясом Восточного Забайкалья еще более рельефно подчеркивается тем, что и здесь к северу и северо-западу от предполагаемой оловоносной (вольфрамоносной) зоны располагается золото-молибденовый пояс, являющийся непосредственным продолжением Забайкальского. Это определяет необходимость быстрейшей постановки поисковых работ на олово в данном районе, в котором и в настоящее время еще не проводилось шлихового опробования.

Однако важнейшие оловоносные районы Дальнего Востока контролируются уже не складчатыми структурами, а более поздними структурными швами, определяющими отчетливое поясовое или линейное размещение отдельных рудных узлов и районов.

М. И. Иициксон на территории южной части Дальнего Востока намечает четыре крупных оловоносных пояса: Хингано-Охотский, Западно-Сихотэ-Алинский, Центрально-Сихотэ-Алинский и Приморский.

Прежде чем охарактеризовать перечисленные оловорудные пояса,[1] необходимо остановиться на особенностях контролирующих их структурных швов и осветить закономерности распределения верхнемезозойских и кайнозойских эффузивов на территории Дальнего Востока.

При взгляде на схему структур Дальнего Востока отчетливо видно, что площади распространения верхнемезозойских и более поздних кислых эффузивов группируются в три линейно-вытянутые полосы северо-северо-восточного направления. Это направление, как мы видим, в общем параллельно оси Восточно-Азиатской геосинклинали. Западный вулканический пояс (Хингано-Охотский) прослеживается с перерывами от Амура до Джуг-Джура на протяжении более 1500 *км*. Следующий к востоку пояс — Западно-Сихотэ-Алинский — тянется от Ворошилова-Уссурийского, вероятно, до широты г. Хабаровска, приблизительно больше 500 *км*. Наконец, третий — Приморский — пояс прослеживается более чем на 1200 *км* от бухты Судзухе до Николаевска-на-Амуре.

Анализируя расположение названных вулканических поясов и контролирующих их структурных швов, можно подметить определенную закономерность в их развитии во времени и в пространстве.

Нетрудно видеть, что особенностью позиции Хингано-Охотского пояса является приуроченность эффузивов к краевой неглубоко залегающей (отчасти выходящей на поверхность) части кристаллического основания Китайской платформы (Туранской внутренней платформы). Здесь к ней примыкает подвижная зона мезозойского прогиба. Для более северных районов (Джуг-Джур) отчетливо намечается приуроченность эффузивов к месту сочленения Алданской платформы с Альпийской складчатой зоной. Иными словами, структурные швы, равно как и эффузивы, наиболее четко проявлены в областях сочленения зон, испытывающих колебательные движения различного знака или движения, резко различающиеся по своей интенсивности.

По времени наиболее сильные проявления вулканизма в пределах Хингано-Охотской полосы приходятся на середину мела, главным образом на нижнюю часть верхнего мела. К этому времени складкообразовательные процессы здесь в основном уже были завершены. В пределах же смежной к востоку Восточно-Азиатской геосинклинали они были еще в полной силе. Таким образом, можно сказать, что данные эффузивы до некоторой степени свойственны переходной зоне от продолжающей еще развиваться Восточно-Азиатской геосинклинали к ее нарождающейся Монголо-Охотской платформе.

Чрезвычайно сходна и позиция Западно-Сихотэ-Алинской полосы эффузивов. Последняя вполне четко приурочена к структурному шву, образовавшемуся в месте сопряжения Уссурийской внутренней платформы с весьма подвижной областью Хабаровского прогиба, или, может быть, отчасти к месту сопряжения Центрально-Сихотэ-Алинского поднятия с Хабаровским краевым прогибом (по Н. А. Беляевскому).

Сходно и положение Восточного (Приморского) эффузивного пояса. Последний располагается в переходной зоне между Ниппонской и Восточно-Азиатской геосинклиналями. Контролирующие его структурные швы приурочены к восточной границе Водораздельной подвижной зоны.

Наиболее интенсивные фазы эффузивной деятельности в рассматриваемом поясе приходятся на палеоген, т. е. на период напряженных складчатых процессов в смежной Ниппонской геосинклинали. В пределах Восточно-Азиатской геосинклинали (исключая Юго-Западное Приморье,

[1] Вне рассмотрения остается Центрально-Сихотэ-Алинский пояс, контролируемый иными закономерностями.

располагающееся вне пределов рассматриваемого пояса) в этот период складчатые процессы уже затухали.

Таким образом, применительно к Ниппонской геосинклинали область распространения эффузивов может рассматриваться как Ниппонская субплатформа.

Следовательно, мы вправе утверждать, что и здесь наиболее интенсивная вулканическая деятельность пространственно сопряжена с переходной зоной от продолжающей еще развиваться в качестве складчатой области Ниппонской геосинклинали к ее Приморской субплатформе.

Сходство охарактеризованных эффузивных поясов усугубляется еще и тем фактом, что и в Приморье отчетливо выражена тенденция к расположению эффузивов вдоль окраин неглубоко залегающего (или выходящего на поверхность) кристаллического основания Китайской платформы, вернее Сино-Корейского кристаллического массива. Последнее наблюдается в обширной области от Уссури до бухты Находка и предполагается на месте нынешнего Японского моря.

Перечисленные вулканические пояса (включая и тесно ассоциирующие близповерхностные интрузии) фиксируют важнейшие структурные швы, контролирующие мезо-кайнозойскую металлогению ряда металлов и, в первую очередь, олова.

Если мы теперь наложим известные точки проявлений оловоносности на карту размещения эффузивов, то увидим изумительное пространственное совпадение намечаемых оловоносных поясов с соответствующими вулканическими поясами. Хингано-Охотский оловянный пояс четко контролируется соответствующим вулканическим, то же мы видим и для Западно-Сихотэ-Алинского и Приморского поясов.

Важнейший вопрос о роли эффузивов в локализации оловянного оруденения еще нельзя считать окончательно выясненным. Вполне определенно можно лишь утверждать, что эффузивы сами по себе не являются материнской породой для оруденения. Постоянная пространственная сопряженность оловоносности с вулканическими поясами, наличие касситерита в самих эффузивах и некоторые другие данные позволяют предполагать лишь общность структурных швов, контролирующих как эффузивы, так и магматические очаги, определяющие рудоносность. Во всяком случае значение эффузивов как важнейшего общего поискового признака на олово в условиях Дальнего Востока не приходится недооценивать. Пользование этим общим поисковым признаком в совокупности с указанными ранее магматическими критериями и особенностями структуры и вмещающей среды дало возможность наметить на Дальнем Востоке ряд перспективных участков для поисков олова. Учет перечисленных выше особенностей дает возможность с той или иной степенью точности не только предсказать самый факт возможной локализации месторождений в данном районе, но и во многих случаях предвидеть возможный генетический тип ожидаемых рудопроявлений.

Таким образом удалось наметить перспективы расширения Хингано-Буреинского пояса далее к северу в Тугуро-Удский район и к югу на территорию Китайской Народной Республики. Подобным же образом оконтуривается возможное продолжение Приморского пояса к северу и т. д.

Мы здесь не касаемся других факторов контроля (тип локальных структур, характер вмещающих пород и т. д.), закономерно управляющих размещением месторождений и рудных узлов в пределах намеченных крупных оловоносных поясов. Этот интересный вопрос, имеющий первостепенное практическое значение должен явиться предметом самостоятельного исследования.

НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Металлогения южной части Дальнего Востока оказалась значительно более сложной, чем это представлялось раньше.

Вопреки общепринятым представлениям об исключительном развитии на Дальнем Востоке минерализации средних и поздних этапов, все отчетливее выясняется и роль минерализации ранних этапов (железо, колчеданы Гарьско-Удского района, титано-магнетиты, никель, платина, медь).

Минерализация ранних этапов приурочена исключительно к области протерозойского складчатого окаймления Алданской платформы и к Монголо-Охотской «унаследованной» геосинклинали. Восточно-Азиатская геосинклиналь, возникшая в верхнем палеозое на базе ранее существовавшей платформы (Китайской), не обнаруживает заметных признаков оруденения ранних этапов. Является ли установленный факт общей характерной чертой отличия «унаследованных» геосинклиналей от геосинклиналей, возникших на месте платформы, в чем причина этого различия — эти вопросы ждут своего разрешения.

Изложенный материал по обширной территории Дальнего Востока позволяет сделать вывод о более чем скромном значении в металлогении крупных гранитных массивов — «батолитов». Металлогения Дальнего Востока в большей своей части (особенно олово и золото) связана с малыми трещинными близповерхностными интрузиями или интрузиями умеренных глубин. Место этих интрузий в общем ходе развития подвижных поясов определяется в основном периодом, когда процессы складкообразования затухают, а возникающие внутренние напряжения разрешаются крупными разломами (структурными швами).

Структурные швы, как правило, приурочены к месту сочленения смежных структурно-фациальных зон, испытывающих колебательные движения противоположного знака. Особо важное значение с этой точки зрения имеют участки сочленения подвижных зон с внутренними платформами.

Приуроченность многих рудных районов и узлов Дальнего Востока к окаймлению внутренних платформ является характерной особенностью его металлогении. Такова, например, позиция Хингано-Буреинского оловоносного и редкометального района, Западно-Сихотэ-Алинского оловянного пояса и, весьма вероятно, Приморского оловянно-полиметаллического пояса. Очевидно, что подмеченная закономерность имеет не только региональное значение: она свойственна и другим районам Тихоокеанского пояса и, может быть, не только им. Так, давно уже известна исключительно четкая приуроченность рудных узлов к окаймлению Средне-Колымской платформы на нашем Северо-Востоке, к окаймлению Агинского поля в Восточном Забайкалье, плато Квейчоу в Южном Китае, плато Колорадо в Западных штатах и др.

Работа наших тектонистов, направленная на выявление структур типа внутренних платформ, должна явиться тем исходным этапом, который позволит металлогенистам и поисковикам целеустремленно направить исследования в районы таких, в общем случае, перспективных структур.

В результате обобщения материалов установлено первостепенное контролирующее значение кислых (умеренно-кислых) эффузивов позднего этапа развития геосинклинали.

Вулканические пояса, фиксирующие структурные швы, являются непосредственными указателями на структурную обстановку, в общем благоприятствующую локализации оловянного и в некоторых случаях полиметаллического и редкометального оруденения. Роль самих эффузи-

вов, как непосредственных носителей олова (вопреки предположениям Сулливана), при этом крайне незначительна.

В результате первого этапа металлогенических обобщений наметился ряд выводов, которые необходимо учитывать при планировании поисковых работ на территории Дальнего Востока:

1. Составленная металлогеническая карта южной части Дальнего Востока с выделенными на ней 27 главнейшими металлогеническими зонами даст возможность (в меру своего масштаба) обоснованно намечать площади, относительно наиболее перспективные для поисков того или иного элемента.

2. Намеченные закономерности в размещении оловорудных месторождений позволяют определить направление поисков новых оловоносных площадей в ряде районов Дальнего Востока (северное продолжение Приморского пояса, южное продолжение Хинганского пояса в Китае и т. д.) и предсказать вероятный генетический тип месторождений, свойственных тому или иному району.

3. Наметилась новая обширная область на окраине Алданской платформы, перспективная для поисков телетермальных свинцово-цинковых месторождений.

4. Наряду с перспективностью Усть-Амурского вулканического района на золото, серебро, алюмокварциты, частично олово, отчетливо выявились благоприятные перспективы этой структуры также на молибден наиболее благонадежного — прожилково-вкрапленного — типа.

5. Определились общие контуры структуры, благоприятной для локализации ртутного и сурьмяного оруденения, по периферии Туранской внутренней платформы.

6. В пределах протерозойского окаймления Алданской платформы наметилась геологическая позиция, в связи с которой есть основание рассчитывать на нахождение здесь скарновых молибденово-шеелитовых месторождений.

7. Более четко определились значительные перспективы минерализации ранних этапов на Дальнем Востоке: железорудного, в особенности колчеданного оруденения Гарьско-Удской структуры и полезных ископаемых, связанных с протерозойским габбро-анортозитовым комплексом (никель, титан, медь, ванадий).

ОБСУЖДЕНИЕ ДОКЛАДОВ[1]

В. А. Николаев (ЛГИ)

Значение работы, проведенной группой сотрудников ВСЕГЕИ под руководством Ю. А. Билибина, прежде всего заключается в том, что она является методически новой и представляет собой обобщение всего материала по геологической изученности и съемкам того или иного региона, по изучению структур и магматизма. При этом преследуется вполне определенная цель — глубже познать закономерности региональной металлогении, правильнее и обоснованнее дать прогнозы для поисковых работ, оценить перспективность тех районов, металлогения которых известна мало и при таком анализе может представить значительный интерес. В докладе В. И. Серпухова необходимо отметить существенные недостатки.

Прежде всего в докладе не нашли должного отражения вопросы, связанные с методикой разделения регионов на структурно-фациальные зоны. Поэтому у многих от доклада В. И. Серпухова создалось впечатление о несколько субъективном освещении этого вопроса.

Неудовлетворительна и терминология,. содержащаяся в докладе Серпухова и некоторых докладчиков. Одни и те же структурные комплексы, структурные единицы фигурируют под самыми разнообразными названиями: «платформа», «пояс», «зона», «подзона», «геосинклинали», «складчатые зоны» и т. д.

Конечно, при такой терминологической пестроте трудно получить правильное представление о некоторых положениях, выдвигаемых отдельными докладчиками. Естественно возникает сомнение, не отражает ли это отсутствие терминологического единства существующей неопределенности и ошибочности в трактовке этого основного вопроса о разделении регионов на структурно-фациальные зоны.

Графика в докладах могла быть представлена в виде гораздо более четких схем. Историю геологического развития огромных и сложных по строению регионов, которыми оперировали докладчики, лучше было бы иллюстрировать 4—5 яркими схемами, которые дали бы картину последовательного развития соответствующего региона, начиная от наиболее древнего этапа и кончая близкими современному.

Доклады были чрезмерно перегружены деталями, что затрудняло их восприятие и понимание.

Из доклада В. И. Серпухова создалось такое впечатление, что группа сотрудников ВСЕГЕИ под руководством Ю. А. Билибина выработала стройную методику структурно-металлогенических исследований, якобы независимо и вне всякой преемственной связи с предыдущими исследованиями в этой области.

Между тем за последние годы разрешению этой проблемы уделяли внимание многие наши геологи-тектонисты. Этим вопросом интересовались Белоусов, Хаин, Синицын, Пейве, Муратов и другие исследователи. Использование материалов их работ могло бы намного улучшить и до-

[1] По стенограммам выступлений.

полнить структурно-геологический анализ, на основе которого проводилась работа по обобщению металлогенических данных группой научных сотрудников ВСЕГЕИ.

Кроме того, в принципиальных, основных делениях на зоны можно видеть в значительной мере повторение того, что содержится в одной из моих старых работ, опубликованной еще в 1944 г. (по материалам и данным, которые были известны работникам Средней Азии с 1940 г.) под названием «О закономерностях развития структурно-фациальных зон в подвижных поясах земной коры». В этой статье дается определение «подвижного пояса», с моей точки зрения, более правильное, чем то, которое дает В. И. Серпухов, и указывается, что отдельные структурно-фациальные зоны закономерно развиваются в пределах того или иного подвижного пояса на протяжении длительного промежутка геологического времени, охватывающего нередко ряд геологических периодов. Этот промежуток геологического времени в статье, может быть, не совсем удачно назван «периодом».

Период разбивается на этапы: ранний, средний и поздний. Территория данного подвижного пояса делится на внутренние и внешние или периферические геосинклинальные зоны первого порядка (по величине) и на зоны противоположного тектонического режима — геоантиклинальные. Если первые являются прогибами, то вторые в тектонической жизни представляют собой поднятия. В пределах геоантиклинальных зон, особенно внутренних геоантиклиналей, рассматриваются не только области и зоны поднятий, но и депрессии, заполняемые осадками различной мощности, т. е. депрессии различной глубины заложения. Такого рода структурно-фациальное деление дополняется представлением о более поздних геосинклинальных прогибах второго порядка.

Геоантиклинали делятся на две принципиально отличные (и очень важные для структурно-фациального анализа) категории. Первая категория — это те антиклинали, которые в литературе давно уже получили название древних, или срединных, масс. Вторая категория — крупные геоантиклинальные зоны, которые возникли в результате поднятия геосинклинальных образований рассматриваемого периода развития. Зоны не сложены древними геосинклинальными комплексами, как это имеет место для первого типа геоантиклиналей, т. е. для срединных масс.

Различаются поздние геосинклинальные прогибы второго порядка и подчеркивается, что осевые зоны внутренних прогибов первого порядка часто дают начало геоантиклинальным поднятиям второго типа, т. е. складчатые движения и поднятия проявляются раньше в пределах внутренней геосинклинальной зоны, в ее осевой части.

Таковы основные положения этой статьи, которые в значительной мере повторяются в различных вариантах в заслушанных докладах.

Наименее удовлетворительна кавказская карта, которая демонстрировалась в докладе В. В. Грушевого. При делении Кавказа на зоны авторы этой карты совершенно не считались с принятыми в коллективе группы общими положениями. На карте имеются такие, неизвестно почему уцелевшие, детали, как Аджаро-Триалетская складчатая зона. Непонятно, зачем для нее требуется добавление «складчатая»? Деление на складчатые зоны и платформы было одной из попыток выяснения структурно-геологических закономерностей на больших площадях (для всей территории Советского Союза или для целых континентов). Это деление давно было отвергнуто как совершенно неудовлетворительное и неверно обоснованное, и сейчас возврат к такому делению даже в названиях ничем не оправдан.

В 1945 г. мною указывалось, что каждая структурно-фациальная зона характеризуется своими структурно-фациальными комплексами — магматическими, метаморфическими и осадочными. Поэтому наименование «структурно-фациальная зона» представляется наиболее правильным

и обоснованным. Речь идет о движениях, характеризующих такие процессы формирования этой зоны, как магматические и метаморфические, и о фациальности, которая трактуется шире, чем в обычных представлениях о фациях осадков.

Деление по такому принципу шире и глубже по содержанию, чем обычная трафаретная группировка фаций в рамках триады: лагунные, континентальные, морские.

В 1945 г. предлагалось проводить структурно-фациальный анализ подвижных поясов, чтобы на огромном фактическом материале всего Советского Союза по-новому осветить сложные и спорные представления об этапах эволюции этих поясов, вскрыть новые закономерности в распределении и составе отдельных фациальных комплексов, так же как и в распределении сингенетических и эпигенетических полезных ископаемых.

Нужно признать несомненным, что работа по структурно-фациальному районированию подвижных поясов на территории нашей Родины полностью оправдала себя, несмотря на недостатки, имеющиеся в работах сотрудников ВСЕГЕИ. Есть все основания предполагать, что при таком подходе к вопросам структурно-фациального районирования можно достичь еще более ценных и интересных практических результатов.

Основные принципы деления на структурно-фациальные зоны, выдвинутые мною, конечно не исключают возможности гораздо более детального деления. Обобщение геологического опыта при правильном применении методики несомненно должно представлять большой интерес.

Деление на зоны зависит от распределения отдельных геологических комплексов в пределах той или иной интересующей нас территории в соответствии с особенностями тектонического режима и с характером проявлений магматизма и метаморфизма. Если за основу деления приняты наиболее крупные внутренние геоантиклинали, то выделение осевых зон промежуточных между ними геосинклинальных прогибов не является чем-то субъективным. Эти зоны имеют определенное положение относительно внутренней крупной геоантиклинали. Также достоверны периферические геосинклинальные зоны, причем понятие «периферическая геосинклинальная зона» (в моей упомянутой выше статье это не нашло отражения) должно быть расширено.

В больших по размеру геосинклинальных прогибах не всегда возможно выделить внутреннюю зону с характерными для нее особенностями развития и состава структурно-фациальных комплексов. Неясным остается вопрос о том, как отличать депрессии в пределах крупной геоантиклинали, особенно геоантиклинали типа срединных масс, от периферических геосинклинальных комплексов?

По всем признакам здесь налицо явление постепенного перехода между теми и другими, граница их условна. Однако условность границы еще не говорит о том, что принципы, на которых основано деление на структурно-фациальные зоны, ошибочны. Всякого рода деление допускает некоторую схематичность, особенно в показе геологического строения территорий, которые не слишком детально изучены и велики по размерам.

Таким образом, несмотря на ряд существенных недостатков, в заслушанных докладах и в первую очередь в докладе В. И. Серпухова содержится очень ценный и интересный материал. В докладе Серпухова освещен, например, такой чрезвычайно важный вопрос, как взаимоотношение геосинклинальных комплексов того или иного периода с более древними.

В. И. Серпухов указывает на наличие четырех типов связи. Это очень существенное и важное разъяснение, которое, повидимому, обосновано

материалом, разобранным всей группой сотрудников, и, конечно, является большим достижением в разрешении общих вопросов методики структурно-фациального районирования.

Н. П. Семененко (АН УССР)

Из двух серий докладов, заслушанных на этом совещании, первая была посвящена общетеоретическим или генетическим вопросам и вторая — металлогеническим или историко-геологическим вопросам. В первой серии докладов основная дискуссия шла по линии утверждения необходимости рассматривать процессы рудообразования не только с точки зрения магматогенного происхождения металлов, но и уделять большое внимание процессам накопления различных металлов в осадочных циклах и дальнейшей переработке их уже магматическими циклами.

Вторая серия докладов совершенно игнорирует такую постановку вопроса и рассматривает металлогенез в историческом разрезе только с точки зрения связи его с магматизмом, совершенно не касаясь вопросов, связанных с накоплением и формированием осадочных толщ, возможной металлоносностью отдельных комплексов и последовательной переработкой осадков этих толщ в магматогенном процессе.

Обобщение по вопросам структуры рудных полей и структурно-тектонического анализа конкретных месторождений отсутствовало в докладах. Между тем они играют огромную роль как один из методов и составных частей в теории рудообразования. Учитывая важность этой проблемы и большие достижения советской геологии, следовало бы посвятить специальное совещание обсуждению структурно-тектонических вопросов, что безусловно вызвало бы повышение эффективности наших работ в области поисков и разведки месторождений рудного сырья.

Если рассмотреть общую концепцию всех докладов, то она сводится к утверждению, что в процессе формирования складчатых или подвижных зон наблюдается три этапа магматизма: начальный, средний и постскладчатый. Эта концепция, поскольку она фигурировала и раньше в ряде работ и обобщений, уже давно известна. Сейчас речь идет об интерпретации указанного утверждения и установлении общих закономерностей в конкретном приложении к каждому району.

У докладчиков наблюдается стремление обязательно найти все три этапа в каждой подвижно-складчатой зоне, что осуществляется в значительной мере произвольно. В одних случаях, например для Урала, рассматриваются два самостоятельных цикла формирования уральской подвижной складчатой зоны (салаирской и герцинской), которые характеризуются срединным и конечным магмопроявлениями. В других случаях такого разделения не делается. Что же следует понимать под границами циклов? Единого мнения по этому вопросу нет, границы часто определяются произвольно, искусственно подгоняются к заранее заданной схеме.

Несколько слов о результатах изучения южной окраинной части Русской платформы.

Как известно, центральное место в структуре этого региона занимает Украинский кристаллический массив, который окаймляется с севера Днепровско-Донецкой впадиной, с запада — Львовско-Брестской и Молдавской и с юга — Черноморской впадиной. Этот кристаллический массив представляет собой многоярусное складчатое сооружение.

Сейчас насчитывается три яруса складчатости в кристаллическом массиве и пять магматических циклов, в пределах которых происходило его формирование.

В древнейших Бугских складчатых сооружениях отмечен начальный магматический этап развития ультрабазитов, среди которых наблюдаются слабые проявления хрома, никеля; в продуктах выветривания их

встречаются бурый железняк и вторичное никелевое рудопроявление.

Последующие складчатые интрузии в этом цикле характеризуются чарнокито-монцонитовым комплексом с плагиоклазовыми и кордиеритогранатовыми гранитами, которые интересны своей особой металлоносностью. В частности, чурдинско-бердичевские граниты являются металлоносными в отношении монацита.

Саксаганская складчатость характеризуется тем, что в начальных этапах здесь также происходят излияния мощных основных лав, давших зеленокаменные серии метабазитов, на которые и ложится Саксаганская железорудная формация с ее мощным накоплением железа. Эти серии метабазитов явились источником накопления огромных масс железа в железорудных формациях кристаллического массива. Железорудные формации развиты в трех синклинориях протяженностью в сотни километров, внутри которых наблюдаются отдельные складки, достигающие в длину 60—70 *км*. Этот этап складкообразования сопровождался интрузивной деятельностью так называемого кировоградского интрузивного комплекса. Позднее на эти структуры накладывается более молодая волынская субширотная складчатость. С этим этапом связан интрузивный цикл днепровско-токовско-боковянских комплексов, внутри которых мы наблюдаем дифференцированные массивы габбросиенитов, чарнокитов и гранитов.

Для этого этапа характерно развитие мощного процесса метасоматоза. Щелочной метасоматоз переходит в железо-магнезиальный и магнезиально-кальциево-карбонатный и, наконец, в кальциевый карбонатный метасоматоз с характерной минерализацией для различных этапов.

Железорудные залежи этого района связаны с более молодым магматическим этапом и с метасоматической переработкой железистых осадков, с мощным выносом кварца и замещением его железом. Железо, очевидно, заимствовано растворами из этих же толщ, хотя непосредственный баланс выноса и привноса подсчитать не представляется возможным.

Более молодые этапы формирования связываются с развитием разломных плутонов внутри кристаллического массива уже в платформенных условиях. Это известный коростеньский комплекс, который начинается интрузией габбро, затем интрудируют коростеньские граниты и рапакиви, в заключительном этапе слабо проявляются гранит-порфиры.

С начальным этапом связано проявление внутри массива с меланократовыми фациями габбро медно-никелевой сульфидной минерализации. Поиски этих фаций могут привести к установлению в этом комплексе промышленного значения медно-никелевого оруденения.

В следующем этапе образуются пьезокварцевые месторождения с топазами в приконтактовой части. А в конечный этап одновременно с кварцевыми порфирами наблюдаются проявления касситерита. Здесь представлены все три этапа.

Приазовский щелочной комплекс разломных плутонов начинается внедрением перидотитов. Вслед за ним идет граносиенитовая интрузия с переходом от гранитов к габбро-сиенитам, и в заключительный этап происходит внедрение щелочных и нефелиновых сиенитов с цирконом, заканчивающееся натровым метасоматозом, несущим ниобо-танталаты; в гидротермальной фазе с ними связаны Гнутовские месторождения флюорито-карбонатного редкоземельного паризитового оруденения.

Более молодые вулканические циклы развиваются в западной части кристаллического массива, на склоне Львовско-Брестской впадины. Здесь в последнее время установлена рифейская свита, которая лежит под нижним кембрием. В верхах этой свиты развиваются мощные вулканогенные толщи, представленные базальтами, спилитами, трахидолеритами и трахитами. Внутри базальтов известны берестовецкие рудопроявления. Внутри рифейских песчаников встречаются вкрапления гале-

нита. Залегающие сверху нижнекембрийские фосфориты содержат в конкрециях сфалериты и галениты. Таким образом, предполагается, что сфалерит и галенит образовались за счет острожских песчаников и сланцев, характеризующихся первичной гидротермальной металлоносностью, связанной с этим вулканическим циклом, который приурочивается к крупному разлому в фундаменте. Краевая зона впадины является интересной с точки зрения поисков в этом районе оруденения, связанного с рифейским циклом.

Начало формирования Днепровско-Донецкой впадины предполагается в девонский период. В девоне наблюдается развитие мощного вулканического цикла, который можно определить как начальный этап формирования этого прогиба. Этот этап характеризуется закономерным изменением от основных к кислым интрузиям (базальты, порфириты, кварцевые ортофиры).

Внутри складчатости карбона Донецкого бассейна проявляются малые интрузии (кислые кварцевые порфиры и широко развитые андезиты). Этот комплекс можно было бы отнести к так называемому конечному этапу и констатировать отсутствие серединного этапа магматизма в формировании этой подвижной складчатой зоны. С ним, очевидно, связываются и оруденения Нагольного кряжа и Никитовского ртутного месторождения.

Вопрос о Нагольном кряже и его перспективах связан с решением вопроса о структурах и толщах, которые могут быть благоприятны для локализации этих месторождений. Выдвигаются предположения о возможности наличия таких структур в карбонатных фациях нижнего карбона.

Где же могут находиться новые области, благоприятные для поисков оруденения в этой подвижной складчатой зоне?

Выход карбонатных фаций несомненно находится на южной окраине складчатой зоны, примыкающей к кристаллическому массиву. Здесь встречаются малые интрузии внутри карбонатной фации. К сожалению, эти районы очень слабо обнажены и почти совсем не изучены. Окраинная зона на границе с кристаллическим массивом является, очевидно, перспективней, особенно в районе к югу от Амвросиевского купола.

Из других районов следует отметить Карпаты, где наибольшее значение имеет молодой вулканогенный кайнозойский пояс, с которым связано проявление оруденения ртути и полиметаллов.

К. А. Иванов (Дальстрой)

Следует признать, что Ю. А. Билибин и возглавляемая им группа работников ВСЕГЕИ подготовили хорошие доклады по наиболее интересным регионам Азиатской части страны.

Желательно, чтобы в ближайшие годы этот коллектив создал сводную карту металлогении Советской Азии и карту прогнозов для определения направления поисковых работ.

Практика работы на Северо-Востоке, в Забайкалье и Северном Казахстане показывает, что неправильное определение возраста тектонических структур приводит к неправильному направлению разведочных работ, к ложному истолкованию перспектив месторождений.

Сейчас геологи твердо уверены, что основная тектоника рудных месторождений и весь каркас структурных рудных полей закладывались в дорудное время. Причины ошибок в определении возраста тектонических разломов кроются в мобильности дорудных швов, подвижки по которым создают впечатление об их послерудном возрасте.

Может быть, разобравшись в дорудной структуре рудных полей, сторонники осадочного генезиса телетермальных месторождений и других теорий критически отнесутся к своим поспешным выводам и будут под-

ходить к генезису месторождений не только с точки зрения геохимии, но и с точки зрения конкретных рудных структур.

Вопросы рудообразования и происхождения тех или иных полезных ископаемых необходимо изучать и решать на месторождениях, которые разведуются и эксплуатируются. Многие геологи изменили бы мнение о природе месторождений и рудообразования, если бы чаще видели месторождения в эксплуатационных очистных блоках, где можно наблюдать рудные тела и структуры в их естественном обнажении.

В разведочных канавах, а тем более в лабораториях института увидеть этого нельзя.

Необходимо, поставить вопрос и о качественной геологической документации. В настоящее время нет единых инструкций и указаний о том, какие именно из геологических документов надо иметь. Министерству необходимо в короткий срок разработать единую инструкцию по составлению геологической документации.

Непонятно, почему на совещании по вопросам рудообразования поставлено столько специальных докладов (в частности, доклад П. С. Саакяна) и приведено столько примеров из практики геологических работ на Кавказе. Мы должны строить нашу теорию по вопросам рудообразования на более широкой базе, на практике изучения Казахстана, Забайкалья, Урала, Северо-Востока, Дальнего Востока.

Е. А. Радкевич (ИГН АН СССР)

В докладах совещания изложено очень много интересных данных по таким сравнительно хорошо изученным районам, как Центральный Казахстан, и мало изученным территориям, как Дальний Восток. Этим определяется и различная ценность докладов: в одних дана только первая схема, в других — более конкретные, детально разработанные выводы.

Во всех докладах строго выдержана схема развития тектоно-магматических проявлений. Однако некоторые стороны вопроса не получили достаточного освещения. Так, очень формально ставится вопрос о роли вмещающих пород. В этом отношении действительно получился разрыв: первый этап работы настоящего совещания характеризуется усиленным вниманием к вопросу о роли вмещающих пород, а второй представляет полный отрыв от этого вопроса или чисто формальное упоминание о нем.

Во многих докладах недостаточно отражены структурные факторы при характеристике металлогенических зон различных регионов. Непонятно, почему, например, в Казахстане имеются какие-то круговые металлогенические зоны с перпендикулярными аппендиксами, чем они определяются: структурами ли, комбинациями многочисленных факторов и т. д.

Перейдем к вопросу о Дальнем Востоке. Карта Дальнего Востока представляет собой облегченный вариант карты масштаба 1 : 1 500 000, т. е. самую предварительную, хотя и интересную схему. Дальнейшая задача геологов — конкретизировать и наполнить ее содержанием (по образцу карт Средней Азии, Казахстана).

Совершенно правильно произведено С. А. Музылевым разделение Дальнего Востока на две зоны — Монголо-Охотскую и Восточно-Азиатскую.

Характерной особенностью Восточно-Азиатской зоны является очень сильное отражение третичных движений, проявляющихся на площади вплоть до Хингана. Эта разнородная в структурном отношении зона развивалась длительно и сложно, причем по мере продвижения к востоку происходило нарастание все более молодых складок. Нарастание идет не равномерно, а волнообразно: зоны проявления молодых движений чередуются с фрагментами более древних структур, консолидированных в момент третичной складчатости, которая слабо воздействовала на них.

Своеобразие Тихоокеанской зоны, которая на десятки тысяч километров окаймляет Тихий океан, по-настоящему может быть понято только на основе глубокого геологического изучения всей этой области. Представляет интерес не только Притихоокеанская территория Советского Союза, но и территория смежных областей — Китая, Кореи и др. Разрешение проблемы металлогении Тихоокеанского пояса является важнейшей задачей наших руководящих геологических учреждений. Эта задача может быть решена только на основе проведения больших геофизических исследований в комплексе с широкими петрологическими обобщениями, которые должны способствовать выяснению особенностей строения Тихоокеанского пояса, обусловивших специфику его металлогении.

Что касается карты Дальнего Востока, то она несколько схематична. Например, на карте область Сихотэ-Алинь имеет симметричное строение. На самом же деле строгой симметрии здесь не наблюдается. Это в основном асимметричная структура.

Металлогенические исследования ВСЕГЕИ развиваются вне связи с теми многолетними работами, которые проводились исследователями Дальнего Востока до них. Нет ссылок на работы предыдущих исследователей и это мешает дальнейшему развитию нашей науки.

В решениях совещания обязательно должен быть записан пункт о необходимости планового развития советской геологической науки, предусмотрено место каждого учреждения в коллективной научно-исследовательской работе. Необходимо не только провести разграничение сфер работы, но и, исходя из общего плана работ всех организаций в целом, установить комплекс исследований для каждой научно-исследовательской организации.

Е. Е. Захаров (МГРИ)

Несколько интересных докладов характеризуют отдельные районы Советского Союза с точки зрения распространения в них месторождений полезных ископаемых. В докладах подводятся итоги работы по вопросам металлогенического анализа, которая проводилась ВСЕГЕИ в течение ряда лет.

В Советском Союзе этим вопросом занимался ряд геологических организаций и специалистов. Имеется много опубликованных и неопубликованных работ, касающихся металлогении отдельных районов Советского Союза. Однако в докладах, в частности в докладе В. И. Серпухова, не нашли отражения проведенные ранее исследования, не дано и критической оценки методики металлогенического анализа, которой руководствовались ранее в своей работе другие исследователи. Правда, в ряде докладов по металлогении отдельных районов, за исключением доклада В. М. Сергиевского (по металлогении Урала), приводились фамилии исследователей, работавших ранее в этом направлении, но также без анализа и оценки их работы.

Другим недостатком докладов является то, что ни в общем, ни в частных докладах не были затронуты вопросы методики металлогенического анализа, которой руководствовалась группа работников, ведущих эту большую тему во ВСЕГЕИ. Правда, ряд теоретических положений, обосновывающих некоторые закономерности в распространении месторождений полезных ископаемых, был рассмотрен в докладе В. И. Серпухова. Было бы весьма полезно подробнее остановиться на этом и показать, насколько обоснованно и правильно в методологическом отношении решаются отдельные металлогенические вопросы.

Можно согласиться с выдвинутым в докладах положением: принять за основу металлогенического районирования геологический фактор.

В докладах были рассмотрены с различной полнотой вопросы геологического развития районов. Однако, когда дело доходило до описания месторождений полезных ископаемых и их характеристик, докладчик

обычно ограничивался перечислением металлов или перечнем месторождений без освещения их генезиса и взаимосвязи с вмещающей средой, что очень важно для понимания вопроса, почему тот или иной генетический тип этих месторождений появляется в данной конкретной подвижной зоне. Это является результатом того, что месторождения полезных ископаемых рассматривались независимо от истории развития данного геологического региона. Внешне создалось впечатление, что авторы докладов только подошли к металлогеническому анализу, а самого металлогенического анализа не провели. Его, повидимому, еще нет. Это предположение подтверждается нижеследующим. В. И. Серпухов в своем докладе выделил 15 металлогенических формаций, существование которых обусловлено всей совокупностью факторов, в частности структурно-геологической обстановкой, фациальными условиями, проявлением магматизма, геохимическими закономерностями и т. д.

В таблице металлогенических формаций фигурируют только металлы или жилы, колчеданные залежи и отсутствует характеристика генезиса этих образований. Во втором столбце дается характеристика структурно-геологических условий, но различия по этому признаку у разных формаций крайне незначительны. Наличие взаимосвязи оруденения со средой в металлогенических формациях не отмечается совсем или отмечается только формально, т. е. именно металлогенического анализа нет.

Выделение формаций повидимому, правильный путь, но этот вопрос необходимо хорошо продумать. Каждая формация должна определяться совокупностью всех взаимосвязанных условий.

Практическая ценность исследований, проведенных сотрудниками ВСЕГЕИ, определяется тем, что на основании этой работы должна быть выработана оценка рудоносности отдельных районов и даны определенные указания, где вести поиски полезных ископаемых. При решении этого вопроса нужно дифференцированно подходить к разным районам. Для Урала и Кавказа, например, чрезвычайно трудно давать общие прогнозы на основе металлогенического анализа, и, очевидно, они не нужны. Но можно указать для них ряд сложных вопросов, которые необходимо решить именно путем металлогенического анализа.

Для северного склона Главного Кавказского хребта наиболее важным является вопрос о перспективах свинцового оруденения. Там много месторождений свинца, но таких крупных месторождений, как Садон, больше не известно. Для выяснения перспективности нахождения крупных свинцовых месторождений на Кавказе необходимо провести глубокий металлогенический анализ, на основании чего составить специальные металлогенические карты и графики с учетом всех факторов, определяющих образование и распределение свинцового оруденения.

Для Урала такой же острой проблемой является проблема колчеданных месторождений. На Среднем Урале за последний год не обнаружено почти ни одного колчеданного месторождения, но нет никаких оснований отрицать возможности их нахождения в этой области. Где они могут быть? Как их искать? Для решения этих вопросов также необходим глубокий металлогенический анализ.

Для хорошо изученных районов металлогенические карты должны строиться по определенной методике с целью разрешения определенных задач.

Для районов, еще слабо изученных, для которых многие вопросы общегеологического характера не ясны, более правильно составление карт и металлогенический анализ производить сразу на все полезные ископаемые. Для этих районов нужны карты комплексного характера, типа карт, составленных Карповой, Вознесенским, Семеновым и др. Дифференцированный подход к составлению металлогенических карт различных районов обязателен.

А. И. Аладинский (Уральское геологическое управление)

Большинство геологов, работающих по изучению эндогенных месторождений, являются сторонниками гидротермальной теории рудообразования, которая довольно удовлетворительно объясняет образование месторождений. Геологи с большим удовлетворением встретят новые достижения в области изучения рудоносных растворов, которые позволят объяснить имеющиеся еще некоторые неясности в гидротермальном процессе и придадут гидротермальной концепции новое содержание и силу.

Уральский хребет не представляет особо широких возможностей для изучения явлений обрушения кровли при внедрении гранитных масс крупных масштабов. Гранитные интрузии Урала в большинстве случаев имеют форму факолитов с конкордантными взаимоотношениями с вмещающими породами. Тем не менее появление работы Х. М. Абдуллаева вызвало живейший интерес среди уральских геологов к вопросам ассимиляции как возможной причине рудообразования. Со времени Молдаванцева принято было считать рудоносными несогласные контакты, так как предполагалось, что такие контакты легче пропускают рудоносные растворы. С появлением работы Абдуллаева эта точка зрения проверяется, выясняется вопрос, не является ли причиной рудообразования локальная ассимиляция. Масштабы ассимиляции на Урале значительно меньше, чем в Средней Азии. При изучении месторождения часто ограничиваются чрезвычайно узкой территорией собственно рудных полей и почти не выходят за их пределы. Ассимиляция не является единственной причиной образования рудоносных растворов. Например, Шарташский гранитный массив на Урале, обладающий идеальными конкордантными формами взаимоотношений с вмещающими породами, очень богат рудной минерализацией. Общеизвестное Березовское рудное поле связано с ним.

На Урале отмечены несколько другие признаки специализации интрузий, чем те, которые отмечает Абдуллаев. Эти признаки отчасти сходны с казахстанскими. В основе специализации интрузивов, как принято считать, заложена геологическая структура и первичный вещественный состав магмы. Установлено, что контактово-метасоматические месторождения железных руд исключительно связываются с гипабиссальными интрузиями, богатыми дайками лампрофиров. Характерной чертой таких гранитоидов является отсутствие мирмекита.

Установление подобных признаков специализации массивов для практики геолого-разведочного дела имеет первостепенное значение. Поэтому работники Уральского геологического управления считают, что пора от составления общих прогнозов (в различных вариантах) переходить к конкретным прогнозам по отдельным районам Урала. Этому требованию доклад В. М. Сергиевского «Об основных чертах эндогенной металлогении Урала» не удовлетворяет. Доклад подготовлен наспех, без использования новых уральских материалов.

Известно, что сотрудники отдела металлогении ВСЕГЕИ в работах Уральского и Южноуральского геологических управлений активного участия не принимают уже в течение ряда лет. Коллектив сотрудников этих управлений сейчас ведет работу по обобщению накопленных геологических данных и по составлению карты прогнозов.

Большое недоумение среди уральских работников вызвал последний раздел доклада Сергиевского, где он утверждает, что сделанные им прогнозы и характеристика оруденения Зауралья подтвердились открытием новых месторождений. Говорить об этом еще рано. Если при дальнейших работах на основе схемы прогнозов Сергиевского будут открыты месторождения, можно будет сказать, что эти прогнозы оправдались. Открытия последних лет сделаны вне всякой зависимости от представленных схем, с которыми уральские геологи по существу ближе ознакомились только на совещании.

Работу по составлению карт прогнозов необходимо проводить совместными усилиями сотрудников ВСЕГЕИ, Уральского и Южно-Уральского геологических управлений.

Н. А. Сирин (ИГН АН СССР)

В. М. Сергиевский поставил перед собой большую задачу — проследить историческое развитие магматизма на Урале, тесно связанного с тектоникой, и на этом фоне осветить основные черты эндогенной металлогении. Задача эта грандиозная и сложная, поскольку Урал — огромная территория и, кроме того, отличается длительностью периода формирования (от протерозоя до современного периода).

По докладу Сергиевского возникает ряд вопросов, которые необходимо разрешить. Некоторые выдвинутые им положения требуют дополнительных доказательств. Например, Сергиевский отмечает, что формой интрузивного проявления на Урале являются батолиты. Однако это утверждение в докладе ничем не обосновано, а по Уралу нет исследований, которые доказывали бы правильность такого предположения.

Разбирая варисский цикл, Сергиевский выделяет в верхнем силуре долудлоу и послелудлоу. К сожалению, наши стратиграфы не могут дать материала, который можно было бы принять за основу, в частности при расчленении вулканизма в верхнем силуре.

В. М. Сергиевский указал на то, что на Урале имеются ультраосновные массивы, которые сосредоточиваются среди метаморфической толщи, предположительно относимой к доордовику. Но ведь это не доказано. К сожалению, на этом недоказанном материале строится металлогения.

Диабазы Первого северного рудника, которые прежде Молдаванцев определял как девонские отложения, в своей последней монографии он относит к верхнему силуру. Это совершенно справедливо, так как эти диабазы обычно встречаются только в комплексе верхнесилурийских отложений. За пределами обнаженности верхнего силура эти диабазы не обнажаются. Поэтому естественно и магнетитовое оруденение Первого северного рудника связывать с верхнесилурийским комплексом, а эти диабазы — с габбро-перидотитовой формацией восточного склона Урала.

Научную геологическую школу Ленинградского горного института принято считать школой конкретных задач и требований. Одним из представителей этой школы является А. Н. Заварицкий, который всегда призывал к конкретности, к фактам. Металлогенисты ВСЕГЕИ забыли эту истину. Общие положения доклада В. И. Серпухова ничем фактически не обоснованы.

Региональные доклады были очень схематизированы. Может быть, оправданием служит то, что это первый этап работы и что дальше теория будет конкретизирована.

П. М. Татаринов, выступая по работе Абдуллаева на совещании и в печати, утверждает, что положение Абдуллаева о том, что каждая магма является металлоносной, является ошибочным, что есть магмы металлоносные и неметаллоносные. В доказательство он приводит Приполярный и Полярный Урал, где проведены значительные геолого-разведочные работы, но до сих пор якобы ничего не найдено.

Такое утверждение совершенно не верно. Даже при крайне слабой изученности этой части Урала установлено, что здесь имеются гранитоидные формации, габбро-перидотитовые формации и что с гранитоидной формацией связано Харбейское месторождение молибдена. За последнее время работниками Воркутинского комбината открыт ряд месторождений, которые в ближайшее время будут разведываться. В габбро-перидотитовой формации, вопреки утверждению о ее неметаллоносности, тоже открыт ряд месторождений, правда, небольших по масштабу.

Урал — это сокровищница полезных ископаемых, жемчужина нашей страны и сбрасывать со счета Приполярный и Полярный Урал, составляющих две пятых всего Уральского хребта, нельзя.

Ф. У. Ковалев (техническое управление)

Критический пересмотр основ теории рудообразования охватывает широкий круг вопросов, касающихся всех разделов геологии, физической химии и даже астрономии. Безусловно, выяснение источников рудного материала, путей его переноса, движущих сил, физических и химических свойств, агентов переноса и т. д. является очень важной проблемой. Основой для решения многих теоретических и практических вопросов является изучение геологических условий нахождения того или иного типа оруденения, места и форм локализации, состава руд и вмещающих пород, т. е. изучение самих месторождений, систематизация и обобщение полученных материалов как по различным месторождениям, так и по отдельным регионам.

В докладах по эндогенной металлогении основных областей Советского Союза указывается, что такая работа ведется научно-исследовательскими институтами, но, к сожалению, ведется крайне медленно.

Огромный фактический материал по разнообразным типам месторождений Советского Союза еще не обобщен, анализируется иногда односторонне, и ни по одному из основных вопросов рудообразования до настоящего времени не сделано научно обоснованных выводов.

Доклады по вопросам региональной металлогении носят характер обзорных очерков, содержащих сведения об известных месторождениях и рудопроявлениях. Иногда делается попытка объяснить образование месторождений (с указанием времени) и расположить их в пространстве по предполагаемым структурным зонам (во многих случаях деление на зоны к сожалению, не обосновано).

Выводов же о перспективах и дальнейшем направлении работ по выявлению новых месторождений и новых рудных районов по существу ни в одном из докладов не дано.

В. М. Сергиевский утверждает в докладе, что медноколчеданное оруденение на Урале встречается только в трех разновозрастных эффузивных толщах: 1) кабанской (долудловского времени), 2) лудловской, в которой находятся все остальные месторождения Урала, и 3) сибаевской нижнедевонской.

Между тем давно известно, что на Южном Урале имеются колчеданные месторождения в зеленокаменных породах допалеозойского или кембрийского возраста, как например, месторождения Гумерово и Юлукское в Баймакском районе. Площадь распространения зеленокаменных пород в зоне Урал-Тау выходит далеко за пределы указанного района, и, возможно, там существует еще ряд месторождений.

Известно также, что Сибаевское и Бакр-Узякское месторождения, по данным работ Либровича и Ковалева, которые занимались составлением геологической карты и изучением колчеданных месторождений, расположены в породах среднего девона, причем в лежачем боку Бакр-Узякской колчеданной залежи вскрыты прослои известняка с фауной *Stringocephalus burtini,* т. е. верхов среднего девона. Если вооружить геолога-поисковика выводами Сергиевского, то, обнаружив фауну среднего девона и находясь у выхода месторождения, поисковик может неправильно оценить его рудоносность и отказаться от постановки там разведочных работ.

В. М. Сергиевский делает вывод о бесперспективности зеленокаменных пород среднего и верхнего девона, а также каменноугольных эффузивов в отношении медноколчеданных месторождений. Между тем известно, что каменноугольные эффузивы долины р. Урала несут признаки

медноколчеданного оруденения, но, к сожалению, там до сих пор не проводились поисковые работы под влиянием таких отрицательных оценок.

Вместо того чтобы обобщить имеющиеся достоверные факты и сделать правильный вывод, что колчеданные месторождения на Урале залегают в спилито-кератофировом комплексе эффузивных пород, независимо от их возраста, Сергиевский ограничивает без всяких на то оснований области поисковых работ.

В. М. Сергиевский не указал в докладе на возможность нахождения колчеданных месторождений в северной части Среднего Урала, Приполярном и Полярном Урале.

В докладе А. И. Семенова в отношении Рудного Алтая неясно сказано, что какие-то колчеданные месторождения могли образоваться в начальной стадии формирования Зайсанской синклинали, тогда как все полиметаллические месторождения образовались в конечной стадии развития Зайсанской зоны в связи с интрузиями кварцевых порфиров по зонам разломов.

Нельзя делать таких выводов, основанных на предположениях, которые высказывались Мейстером в 1910 г. и которые до сих пор не только не подтверждаются фактами, а, наоборот, противоречат им. Считается, что вторичные микрокварциты появились в результате гидротермальных изменений при рудообразовании конца палеозоя. Как же объяснить наблюдаемые конгломераты из вторичных микрокварцитов в туфах, вмещающих залежи полиметаллических руд?

Нет сомнений в том, что так называемые вторичные микрокварциты есть первично-кремнистые породы, образовавшиеся в процессе вулканической деятельности, подвергавшиеся размыву, как и лавы и туфы, и что алтайские полиметаллические месторождения аналогичны по своему образованию уральским колчеданным месторождениям, т. е. образовались в процессе формирования эффузивных толщ.

На Южном Урале имеются крупные колчеданные залежи — Сибай, Бурибай, сейчас разведывается Гай, которые также не несут никаких признаков динамометаморфизма. Там даже сохранились первичные структуры замещения колчеданом пород, в том числе известняка с фауной. Странно, что группой ВСЕГЕИ, которая работает над решением одних и тех же вопросов, высказаны три точки зрения на генезис колчеданных месторождений Кавказа, Урала и Алтая, относящихся к одному и тому же типу. Какие же можно после этого делать прогнозы?

Следовательно, на основе достоверных фактов необходимо установить общие закономерности в распределении того или иного типа месторождений. Только тогда можно будет сделать действительно правильные прогнозы и создать теорию рудообразования, которая поможет решать практические задачи.

Г. И. Бедров (Казахстанское геологическое управление)

Ряд положений в докладе А. И. Семенова по Казахстану несколько не вяжется с теми представлениями, которые составились у геологов, работавших в Казахстане, и имеют двойственный характер. С одной стороны, они основаны на общих металлогенических построениях, которые существуют для Центрального Казахстана и, кстати, весьма сходны с теми, которые разрабатываются и работниками Казахстанского геологического управления. С другой стороны, его структурно-тектоническое построение зиждется на позиции Н. С. Шатского, с которой работники Казахстана не вполне согласны.

Как известно, работами Н. Г. Кассина и его учеников доказано широкое распространение в Казахстане структур пересечения, чего мы не видим на той схеме, которая предложена ВСЕГЕИ. Центральный Казах-

стан равняется по площади территории нескольких европейских государств вместе взятых, и, конечно, геология и металлогения здесь гораздо сложнее, чем это указывается в схеме Семенова. Но все же нужно отметить, что эта схема — значительный шаг вперед по сравнению с существовавшими ранее.

С некоторыми частными положениями А. И. Семенова согласиться нельзя. Например, он считает, что с кварцитами связаны месторождения высокоглиноземистого сырья и месторождения медно-порфировых руд с молибденитом, причем формирование кварцитов происходило в связи с излияниями колоссального количества лав в нижнем и среднем девоне, а затем, очевидно, в карбоне или перми — в связи с завершающими этапами магматической деятельности.

С вторичными кварцитами, образовавшимися в позднейшие этапы магматической деятельности, А. И. Семенов связывает медно-порфировые месторождения (Коунрад, Борлы и пр.) и сопутствующие им месторождения алюмокварцитов, а с кварцитами девонского периода — только месторождения алюмокварцитов. Однако по вопросу происхождения вторичных кварцитов Казахстана имеется другая точка зрения, согласно которой различаются кварциты, связанные с интрузивной и с фумарольной деятельностью. Так, например, массив кварцитов в районе Акча-Тау, с которыми связаны проявления прожилково-вкрапленных молибденовых руд месторождения Тологой, ничего общего не имеет с фумарольной деятельностью. Это типичные апоинтрузивные вторичные кварциты.

Так же интересны кварциты Аулие-Чоку Акчатауского месторождения. Это сложный кварцитовый массив, в котором трудно установить, где кончается грейзен и начинаются вторичные кварциты. Весь массив вторичных кварцитов пронизан сетью прожилков, которые содержат включения серицита; там широко распространен топаз, имеется молибден, вольфрамит, берилл.

А. И. Семенов в своем докладе несколько принизил роль интрузий раннего варисского цикла. В Шетском районе с ранневарисскими гранитоидами связано медно-молибденовое месторождение Алмалы.

Выделение Атасу-Калдырминской редкометальной зоны вызывает возражения. В известной работе Монича указывается на наличие интрузий различного возраста. Но их нельзя объединять в одну зону под названием Атасу-Калдырминской, так как в основном месторождения не связаны с гранитами типа калдырминских. Это более поздние гранитоиды.

Поиски редкометальных месторождений в Казахстане проводятся давно. Но нужно отметить, что до сих пор научные построения по Центральному Казахстану создавались в отрыве от поисковых работ, которые, несмотря на это, проводились не безуспешно, может быть, потому, что велись по принципу сплошного площадного перекрытия всех представляющихся перспективными площадей. Наряду с участками развития интрузий, среди которых раньше проводились поисковые работы на редкие металлы, изучались площади малых интрузий и дальних экзоконтактов. Были пересмотры известные ранее штокверки; многие из них оказались крупными месторождениями.

Пересмотр существующих представлений о происхождении жильных шеелитовых месторождений привел также к положительным результатам. Такое месторождение, как Верхнее Кайракты, раньше принимали за жильное и не знали, отнести ли его к кварцево-вольфрамитовой формации или связать с кварцево-сульфидными месторождениями с золотом и шеелитом. Это месторождение было открыто в 1945 г., но только в 1949 г. было правильно оценено как огромное месторождение штокверкового типа. По параметрам оно приближается к медно-порфировому

месторождению Коунрад и характеризуется тонкими прожилками кварца и мелкими вкраплениями шеелита и вольфрамита.

Генезис Южно-Атасуйского месторождения олова большей частью исследователей связывается с докембрием. Характерно, что шлиховое опробование, которое проведено в Центральном Казахстане, показывает прогрессирующее увеличение касситерита с северо-востока на юго-запад, т. е. по направлению к зоне развития гранитоидов докембрия. Этим подтверждается связь с ними оловянного оруденения.

В работе Шевченко отмечается, что спектральный анализ гранитов показывает увеличение содержания олова в варисских гранитах Кызыл-Тауского массива (в направлении с востока на запад), где начинают встречаться гранитоиды докембрия, прорванные Кызыл-Тауским массивом. Предполагается, что здесь имело место заимствование олова из докембрийских гранитоидов.

Следует отметить, что для составления металлогенической карты Центрального Казахстана и успешного проведения поисков полезных ископаемых пока еще недостаточно собрано фактического материала. В литературе многие районы освещены схематично. Шлиховое опробование и металлометрия проводились недостаточно.

Территория Центрального Казахстана благоприятна для проведения поисковых работ; большую ее часть в ближайшие 2—3 года необходимо охватить широко поставленной шлиховой и металлометрической съемкой.

П. М. Татаринов (ЛГИ)

В работах металлогенической группы ВСЕГЕИ наблюдается заметный прогресс. Если прежде обобщения были сделаны главным образом на основе проработки громадного литературного материала, то сейчас они в значительной мере базируются на результатах личных исследований по различным регионам. Сделана попытка увязать эндогенную металлогению с вмещающими породами и структурной обстановкой.

Главный упрек, который предъявлялся на прошлом совещании составителям металлогенических карт, заключался в том, что роль вмещающих пород не учитывалась. Однако и сейчас упрек остается в силе, так как этот фактор учитывается очень слабо. Для преодоления указанного недостатка необходимо в ближайшее время развернуть большую работу по изучению вопроса о роли вмещающих пород.

Н. А. Сирин полагает, что в Приполярном Урале было проведено мало исследований. Я считаю, что достаточно много, но пока они не дали благоприятных результатов. Это позволяет считать гранитные интрузии данного района стерильными.

Мною приводился не только этот пример. В одном из старых уральских районов — Баженовском — имеются две гранитные интрузии, западная и восточная, из которых с первой связаны многочисленные месторождения различных металлов, вторая же практически не металлоносна. Конечно, все течет, все изменяется. Появятся для Приполярного Урала новые факты, и я признаю, что ошибался, но пока таких фактов нет.

Г. Д. Ажгирей

Критическая постановка вопроса о генезисе месторождений, которая проходит красной нитью во всех выступлениях на настоящем совещании, правильна. Конечно, только таким путем можно выявить недостатки в существующих теориях и определить направление для разработки новых теорий, более приемлемых и более соответствующих разрешению практических проблем.

Есть три очень серьезных недостатка в нашей работе.

Во-первых, это попытки ряда геологов считать, что разрабатываемая ими теория является единственно возможной и правильной.

Во-вторых, неправильное использование для доказательств всякого рода частных примеров. Вероятно, под любую гипотезу, под любую «теорию» можно подобрать достаточно большое количество примеров, но когда отдельные примеры излагаются перед аудиторией в качестве доказательства, то это мало убедительно. Масштабность явлений упускается и в дискуссии по ассимиляции и при решении ряда вопросов, которые поднимались в докладах по отдельным регионам.

Третьим недостаткам — упрощенчеством — страдали главным образом доклады по металлогении, это особенно обращает на себя внимание. Упрощены понятия о выделении зон и этапов развития геосинклиналей, об этапах развития магматизма в геосинклинальных зонах, о связи оруденения с магматизмом. Представления о центральных прогибах, а также о развитии вулканизма в разных зонах геосинклиналей и о накоплении в них осадков далеки от весьма разнообразной конкретной обстановки. Доклады, которые были представлены по Уралу и частично по Средней Азии, оказались схематичными. При этом совершенно недостаточно учитывалась роль вмещающих пород и конкретная история развития тектонических структур, вмещающих рудные поля и рудные месторождения.

Кроме общих представлений о поднятиях, о прогибах, кроме уже неоднократно повторявшихся схем тектонических разломов (которые вызвали ряд критических и полуиронических замечаний), ни одной попытки действительно исторически проанализировать развитие конкретных структур сделано не было. Таким образом, структурный фактор рудоотложения, наряду с влиянием вмещающих пород на рудопроявления, был оставлен без внимания.

Это не умаляет теоретической и практической ценности проделанных обобщений по металлогении главных рудных районов. Как первый этап работы металлогенического коллектива ВСЕГЕИ должны быть признаны ценными, но недостаточными.

В последние годы соответствующими геологическими организациями в Рудном Алтае проведены большие детальные поисково-съемочные работы в масштабе 1 : 50 000. Такой масштаб является довольно крупным для того, чтобы конкретизировать историю геологического развития и металлогению районов и на этой основе дать более конкретные рекомендации для поисков и разведки.

Чрезвычайно детальной разработке подверглась стратиграфическая колонка среднего палеозоя. К среднему палеозою на Рудном Алтае относится подавляющее большинство алтайских полиметаллических месторождений. Эта детализация стратиграфической колонки привела к существенным результатам. В частности, конкретное исследование стратиграфических колонок девонских отложений по периферии северо-западной части Алтая, образующих крупный антиклинорий с периклинальным падением девонских толщ от центрального гранитного массива, показало, что фауна низов среднего девона, залегающего вдоль контакта гранитного массива (который является межформационным межпластовым телом), была обнаружена и с противоположной стороны пояса девонских отложений Северо-Западного Алтая. Первоначально такого рода новые стратиграфические данные были получены по Змеиногорскому району, а в прошлом году — в таежной части Алтая, в среднем течении Убы.

Можно перечислить много интересных данных по стратиграфии, полученных на территории Алтая, но и этих данных достаточно для того, чтобы ранее рисовавшееся крутое падение девона от Алтайского гранитного массива сейчас уже не было признано соответствующим действительности. Доказано полого-складчатое залегание среднепалеозойских толщ на большей части площади Рудного Алтая.

Общеизвестна, с одной стороны, межпластовая форма рудных тел Рудного Алтая, а с другой — локализация громадного большинства крупнейших полиметаллических месторождений Алтая в низах среднего девона и, частично, в низах верхнего девона. В связи с коренным изменением представлений об условиях залегания девона на значительных площадях, прогноз интересных районов, в которые можно непосредственно направлять поиски, конечно, резко изменился. На основании имеющихся съемок масштаба 1 : 50 000 (а они после трех лет работы в настоящее время охватывают примерно $^3/_4$ наиболее интересных рудных районов, покрытых средним палеозоем) можно было бы представить карту прогнозов, которая позволила бы направить не только поиски, но и глубокое поисковое бурение на основе целого комплекса фактов.

В отношении тектоники Рудного Алтая также имеется ряд очень существенных моментов. В частности, оказалось, что Иртышская зона смятия, которая всем достаточно хорошо известна по литературе, имеет достаточно сложное внутреннее строение. Это зона тектонически рассланцованных пород, которые в большинстве случаев до сих пор рассматривались как полосы пород различной степени метаморфизма. В настоящее время разрабатывается стратиграфия этих тектонически метаморфизованных пород, причем выясняется, что Иртышская зона по своему внутреннему строению является складчатой зоной. Складчатые структуры внутри тектонически рассланцованных пород имеются не только на Белоусовском месторождении, но и на всем огромном протяжении этой зоны. Таким образом, мы совершенно иначе должны подходить к изучению локализации оруденения в Иртышской зоне. Здесь имеются крупнейшие месторождения типа Белоусовского и Березовского, а следовательно, и в этой области сейчас имеется много новых данных, которые позволяют по-новому ставить вопрос о прогнозе, дают возможность указать перспективные районы в этой зоне и требуют увеличения объемов поискового бурения на Алтае.

Перейдем к вопросу о магматизме. Кроме известных герцинских интрузий, на Алтае, повидимому, будут выделены интрузии преимущественно натриевого состава, девонские, синхронные с эффузивным вулканизмом. В связи с этим, в частности, возможность девонской металлогении на Алтае отрицать нельзя. Больше того, на некоторых месторождениях (например, на Гусинско-Каменском, Макошинском) была найдена минерализованная галька, залегающая в девонских породах, наличие которой позволяет думать, что определенный девонский металлогенез, связанный с девонскими интрузиями, на Алтае имеется. Однако и в этом случае нет оснований для чрезмерных увлечений и для объявления всех алтайских месторождений эффузивными и девонскими.

В ряде месторождений, которые располагаются в зонах смятия, нарушающих герцинские складчатые структуры, а следовательно, имеющих верхнепалеозойский возраст, залегают значительные рудные тела (в частности, Лазурское месторождение), в которых обычно присутствует колломорфный пирит.

Изучение Белоусовского и Березовского месторождений позволяет совершенно определенно заявлять, что метаморфизм руд в этих месторождениях представляет собой второстепенное явление, основная же часть текстур ряд этих месторождений образована в результате метасоматического замещения тектонических сланцев. Там, где сланцы плойчаты, текстура руд тоже показывает плойчатую полосчатость. Там, где замещались известняки, текстура руд является брекчиевой, такситовой, вполне соответствуя текстурам пород, замещавшихся рудами.

Главное тектоническое рассланцевание в Иртышской зоне смятия уже существовало к моменту отложения руд; имеется достаточное количество надежных материалов, доказывающих более позднее происхожде-

ние Березовского и Белоусовского месторождений. Далее, Семеновское месторождение расположено непосредственно в зоне разлома с амплитудой смещения около 2—3 *км* вдоль разрыва, разделяющего средне- и верхнедевонские породы. Разрыв, поскольку он смещает верхнедевонские породы, является послеверхнедевонским, и трудно в этих условиях связывать Семеновское месторождение с эффузивами среднего девона.

Поэтому при изучении генезиса алтайских месторождений придется проявить необходимую осторожность. Параллельно с этим надо тщательно собирать факты относительно возраста других алтайских месторождений.

В. П. Нехорошев (ВСЕГЕИ)

Утверждение относительно наличия девонских интрузий в Рудном Алтае является новостью и, может быть, эти интрузии окажутся каледонскими.

Разберем на примере Алтая существующую гипотезу об ассимиляции. В Калба-Нарымской зоне гранитный массив до 500 *км* длиной почти целиком залегает в толще черных сланцев. Массив этот довольно сложный, но характерно, что графит встречается в габброидных, гранодиоритовых и гранитных породах вплоть до пегматитовых и кварцевых жил. При этом графит встречается только в Калба-Нарымской зоне. Вне ее графита нет. Более убедительное доказательство влияния ассимиляции вмещающих руд трудно себе представить.

Все оловянные месторождения сосредоточены только в этой полосе черных сланцев. И только одно месторождение Мын-Чункур расположено не в сплошной толще черных сланцев, а в прослое черных сланцев среди песчаников. Отсюда ясно, что ассимиляция сыграла решающую роль в локализации оловянного оруденения. Однако нельзя это положение распространять на все типы алтайского оруденения, как это делает А. П. Никольский. Он правильно подметил существование закономерности для олова, но когда он попытался утверждать, что полиметаллическое оруденение обусловлено ассимиляцией вулканогенных толщ, то это его утверждение поддержки не встретило, так как оно не обосновано.

А. И. Семенов достаточно убедительно показал необходимость учитывать и нижний структурный этаж, но одной только ассимиляцией все многообразие встречающихся в природе рудопроявлений объяснить нельзя.

Что касается эффузивной гипотезы, то она пользуется у некоторых работников Министерства большим авторитетом. В 1950 г. мы запланировали работы в Южном Алтае, по структурно-геологическим соображениям представляющемся перспективным в отношении полиметаллического оруденения, хотя в этом районе не было никаких реальных признаков оруденения, и нашли там новый узел свинцового оруденения.

Журнал «Разведка недр» опубликовал в 1950 г. работу Левоника, где ставится ряд положений, опровергающих «вредную гидротермальную гипотезу».

Какие же факты приводятся в подтверждение этих положений? Вот некоторые выдержки из работы Левоника:

«Все или почти все полиметаллические месторождения залегают в зеленокаменной девонской толще».

Далее он говорит: «Отложения верхнего девона залегают более полого и являются менее дислоцированными, чем подстилающая их зеленокаменная толща среднего девона». «... в основании верхнего девона фиксируется невыдержанный пласт базального конгломерата, и нам кажется, что всю граувакковую толщу верхнего девона следует рассматривать как базальные слои».

Работающие на Алтае нередко попадают в большое затруднение, когда нужно провести границу между верхним и средним девоном там, где нет фаунистического горизонта, а о различной интенсивности их складчатости и говорить не приходится.

Таковы «факты», которые приводятся в обоснование эффузивной гипотезы. А выводы из них таковы:

«Следовательно, полиметаллическая полоса Рудного Алтая, а в том числе и Риддерское рудное поле, как в структурном, так и в металлогеническом отношении имеет девонский возраст, и брахискладки являются наложенными пострудными структурами».

Совершенно необоснованными являются следующие утверждения:

«Сюда же может быть причислена Прииртышская зона смятия на Алтае, известная под названием Рудного грабена», а также, что «В ближайшее время исследователи Алтая должны заняться пересмотром возраста первичных геологических структур в соответствии с изложенными здесь представлениями».

Вот на чем базируется эффузивная гипотеза в отношении Алтая.

Ф. И. Ковалев утверждает, что везде в алтайских рудных месторождениях имеются конгломераты. Однако ни в Зыряновском, ни в Риддерском месторождениях их нет, они имеются только в Золотушинском месторождении. Но с этим вопросом обстоит не так просто, как это полагает Ковалев. Может ли сульфидная руда образовать валуны, пройдя очень сложные стадии от разрушения вмещающих пород и до захоронения в осадочной толще, не испытав окисления? Этот случай является очень сомнительным, а он приводится как доказательство полного опровержения всего, что было ранее успешно сделано.

Перейдем к Риддерскому рудному полю, молодой возраст которого доказан работами Н. Н. Курека и П. П. Бурова.

Мы строим на основе фактов гипотезы, которые должны проверяться опытом. На Риддере это блестяще проделано. До Великой Октябрьской революции, когда подходили к вопросу разведки этого месторождения без учета его структуры, англичане пробурили несколько скважин на Сокольном участке и, не обнаружив там руды, отказались от дальнейшей разведки этого участка. В 1929 г. П. П. Буров, совместно с Н. Н. Куреком, подошли к решению этого вопроса с точки зрения антиклинальной структурной гипотезы и провели на свой риск разведочное бурение на ранее забракованном участке. Всем известно, что результаты оказались весьма положительными. Если мы достаточно интенсивно поведем дальнейшую разведку Риддерского поля, то запасы свинца на Алтае можно будет удвоить.

В Иртышской зоне смятия тектонические движения продолжаются до четвертичного периода. При строительстве железной дороги в Зыряновку был вскрыт разрез, ясно показавший, что толща метаморфических сланцев сорвана с контакта с катаклазированными гранитами и надвинута на покрывавшие эти граниты плиоценовые глины.

Для доказательства правильности эффузивной гипотезы подбираются мелкие частные случаи и игнорируются существенные факты. Особенно активно выступала по этому поводу Б. И. Вейц. Она приводила доказательства, руководствуясь тем, что колломорфная структура в руде уничтожена метаморфизмом. В то же время М. С. Юркевич, пожелавшая как беспристрастный исследователь поучиться на классическом «метаморфическом» месторождении, сразу обнаружила пирит колломорфного строения.

В Зыряновке песчано-сланцевая толща в пределах месторождения гидротермально окварцована, а вне его она не окварцована. И это положение справедливо относительно всех шести главных месторождений, которые являются крупнейшими не только на Алтае, но во всем Советском Союзе.

Мы знаем, что все эти шесть месторождений приурочены к осадочно-эффузивным толщам среднего и верхнего девона. Но о девонском возрасте оруденения этих месторождений говорить невозможно, если не закрывать глаза на факты.

В новом рудном южноалтайском узле тип оруденения другой. В Рудном Алтае цинк превышает в полтора-два раза сумму свинца и меди, а в Южном Алтае резко преобладает свинец.

Вкратце геология нового рудного узла такова: в центральной части — антиклиналь, сложенная девонскими туфами, сланцами, порфирами и конгломератами за счет размыва эффузивов. Все породы, слагающие антиклиналь, заметно метаморфизованы. Антиклиналь явно опрокинута к юго-западу и вся пронизана кварцевыми карбонатными жилами от очень тонких до мощных в 2—3 *м*, местами несущими вкрапленность галенита. Восточнее антиклинали проходит разлом. Ширина складки 300—400 *м*. За перевалом, в 6 *км* к югу, около указанного разлома встречено второе месторождение. Там оруденение приурочено к карбонатным породам в виде тонких прожилков с рудой. Оруденение прослежено в двух горизонтах доломитизированных известняков внутри карбонатной толщи. Мощность прожилковых руд 1—4 *м*, по простиранию они, прослежены на 100—150 *м*.

Вопрос о малых интрузиях, для обоих месторождений снимается, так как поблизости от этих месторождений их нет. Гранитоидные интрузии встречаются не ближе 5 *км* от месторождения. Вопрос о гидротермальном происхождении этих месторождений не вызывает сомнений.

И. Д. Коган (Главюговостокгеология)

Объем геолого-разведочных, геолого-поисковых съемочных и других видов геологических исследований из года в год резко возрастает. За послевоенные годы эти работы достигли огромных размеров.

Ежегодно проходится много тысяч погонных метров подземных горных выработок, много миллионов погонных метров буровых скважин, огромное количество канав, отбирается масса шлихов проб. Таким образом накапливается колоссальный фактический материал. К сожалению, этот ценнейший фактический материал, который из года в год возрастает, не обрабатывается должным образом. Научная обработка и обобщение этого материала отстают от темпов полевых геологических исследований.

Необходимо, чтобы у ряда работников науки, которые призваны заниматься геологическими обобщениями и вооружать геологов передовыми методами исследования и передовой теорией, создалось такое же чувство ответственности за свою работу, как у работников производства, совместно с которыми они призваны успешно выполнять возложенную на них задачу по расширению сырьевой базы Советского Союза.

У многих научных работников, к сожалению, этого чувства ответственности за качество научного обобщения материала нет. Совещание имело целью: подвести итог научным исследованиям, которые проводились за последние годы; критически рассмотреть, что имеется полезного в области теории рудообразования, какой из существующих теорий можно руководствоваться для обоснования направления работ.

На совещании следовало критически разобрать все, что мешает двигаться вперед, и наметить дальнейшие пути продвижения. Конечно, никто не рассчитывал на то, что на этом совещании будет принята новая теория и тотчас же она будет применена на практике, но предполагалось, что будут выявлены узкие места, которые мешают развитию наших теорий, и намечены такие исследовательские работы, которые позволят в короткий срок вооружить коллектив геологов новыми теориями.

Эта задача, к сожалению, в значительной мере является неразрешенной. Образовался разрыв между докладами первой части совещания,

посвященными теории рудообразования, и докладами второй части совещания, которые были призваны рассмотреть как различные теории практически претворяются в жизнь.

Иначе говоря, вторая часть совещания должна была на примерах конкретных районов иллюстрировать первую теоретическую часть. Этого не получилось. Многие подчеркивали, что вторая часть совещания ничего общего с первой не имеет, потому что те вопросы, которые рассматривались в первые дни совещания, не затрагивались геологами, выступавшими по вопросам отдельных районов. Их не интересовали характер и пути проникновения рудных растворов, вопросы генезиса месторождений. Речь шла лишь о том, как географически распределяются руды, как в историческом разрезе в связи со структурой и магматизмом они приурочиваются к определенным зонам. Но это не указывает практических путей, чтобы правильно вести дальнейшие работы.

Перейдем к Уралу. Главный геолог Уральского управления Аладинский заявил, что все построения, которые Сергиевский приводил по Уралу, и которые якобы дали положительные результаты и подтвердились на практике, стали ему известными только на совещании. На Урале огромный объем работ (достаточно сказать, что по меди Среднего Урала мы ежегодно бурим по 100 тыс. пог. *м* скважин) проводится не на основании прогнозов относительно тех зон, прогибов и т. д., которые здесь указывал Сергиевский, а просто разбуриваются отдельные аномалии, которые открывают геофизики, причем часто из 100 скважин только в одной обнаруживается минерализация. Мы разбуриваем целые полосы зеленокаменных пород.

На этом примере видно, что тем, кто занимается составлением прогнозных карт, следует подумать относительно их практического применения. Недостаточно нарисовать красивую схему, надо чтобы она была действенна.

Доклад по Средней Азии одобрило большинство присутствующих, и с этим следует согласиться, но вместе с тем данные, изложенные в нем, до сих пор, к сожалению, также не находят практического применения.

Возьмем данные по сурьме. Это очень важная проблема для Средней Азии, особенно для таджикской части Гиссарского хребта. О наличии здесь сурьмяных зон давно известно. Мало того, мы знаем даже, к каким литологическим условиям приурочено проявление сурьмяного оруденения. Но тем не менее промышленных месторождений там найти не удается. Проводится разведка и изучение многих десятков сурьмяных рудопроявлений, а найти более ценные месторождения и определить промышленное направление наших работ мы не можем, и никто из ученых этого нам не подсказывает.

Этот пример свидетельствует о том, что в нашей работе имеются серьезные недостатки. Первый недостаток заключается в отрыве научно-исследовательской работы от практики. Известное положение, что теория без практики мертва, находит себе здесь полное подтверждение: не может никакая, даже наиболее совершенная теория дать положительные результаты, если она не опирается на практику, если она не проверяется повседневной практикой. И это надо будет учесть для того, чтобы перестроить нашу дальнейшую работу.

В докладах отсутствует твердая линия в отношении основных теоретических вопросов. Повидимому, вопросы теории рудообразования, которые были поставлены в первой части совещания, мало заинтересовали тех работников, которые занимались структурно-металлогеническими проблемами. Поэтому основная задача этого совещания — внесение ясности в теоретические вопросы процессов рудообразования, — к сожалению не решена.

Н. П. Воронов (Казахское геологическое управление)

Доклад А. И. Семенова по форме был безукоризненным, но никак нельзя признать, что продемонстрированная им схема металлогении является в достаточной мере обоснованной. Прежде всего основное положение о неуклонном смещении геосинклинали в процессе ее развития с северо-запада на юго-восток справедливо только в самом общем виде, если выделять разновозрастные складчатые зоны для целых континентов, но отсюда не следует, что в Джунгарском Ала-Тау и Заилийском Ала-Тау, занимающих юго-восток Казахстана, нет пород древнее девона и карбона.

Не всегда достаточно четко в этой схеме намечены и твердо обоснованы для различных частей обширной территории Казахстана отдельные металлогенические зоны.

Рассматривая детально зоны, примыкающие к Южному Алтаю и Калбе (Чингиз и Тарбагатай), следует помнить, что геологическая изученность Дегелен-Чингизского района недостаточна и крайне неравномерна. До последнего времени к этому району относились как к золотоносному. Между тем из схемы металлогенических зон этой территории видно, что упомянутый выше район заслуживает внимания благодаря нахождению в нем также цветных и редких металлов.

Помимо трех золотоносных жил (Чингизской, Жарминской и Западно-Калбинской), здесь четко намечается новый рудный узел свинцового оруденения (Чубартау-Коксалинский), а также Альджан-Дегеленская зона смешанного оруденения, которая находится между Чингизом и Жарминской золотоносной зоной. В Чингизской зоне имеется золото-сульфидное, а в Жарминской — золото-шеелитовое оруденение, между ними же располагается зона, где встречены как редкие, так и цветные металлы. Лишь очень немногие рудопроявления цветных металлов разведаны. Бо́льшая же часть их плохо изучена.

Все рудопроявления редких металлов района обнаружены после 1940 г. Это необходимо иметь в виду и вносить соответствующие поправки во все оценки перспектив района, сделанные на основании работ, проведенных до 1940 г.

При проведении поисковых работ, начатых успешно в 1942—1943 гг. Севрюгиным, открывшим ряд месторождений редких металлов, в дальнейшем почему-то не было принято во внимание северо-западное направление структур перспективной зоны. В результате этого все 11 обследованных массивов гранитов оказались в отношении редких металлов бесперспективными.

Что касается Тарбагатая, то геологическая изученность этой территории является еще более недостаточной, чем Чингиза. Геологические съемки Тарбагатая, проведенные экспедицией Всесоюзного аэрогеологического института в 1950 г., являются во многих отношениях неудовлетворительными, и в ближайшие годы потребуется повторное перекрытие только что заснятых площадей.

Многие полезные ископаемые рассматриваемой территории к югу от 48-й параллели обнаружены работами самых последних лет. Почти все выявленные объекты нуждаются в дополнительном полевом ревизионном обследовании, и лишь немногие из них подвергнуты разведке.

Металлогенические зоны для Тарбагатая удалось наметить, исходя из данных по Дагелен-Чингизскому району и опираясь на материалы последних лет. Все эти зоны имеют северо-западное простирание. При движении с юго-запада на северо-восток зоны располагаются в следующем порядке:

1. Бес-Оба-Катбарская зона вольфрам-молибденового оруденения.
2. Тюлькуламский гипербазитовый пояс с хромитовым рудопроявлением.
3. Коксалинско-Буденновская зона свинцово-медного оруденения.

4. Западно-Тарбагатайский антиклинорий с золотыми рудопроявлениями и сульфидной медно-никелево-кобальтовой минерализацией.

5. Дегелен-Ленинкольская зона смешанного оруденения (цветных и редких металлов).

6. Восточно-Тарбагатайская золотоносная зона.

7. Монракско-Саурская зона. В металлогеническом отношении эта зона также является золоторудной, но основная геолого-промышленная ценность ее заключается в каустобиолитах.

Наибольший интерес представляют металлогенические зоны, обрамляющие каледонский антиклинорий хребта Тарбагатай с юго-запада и северо-востока, а также Бес-Оба-Катбарская зона редкометального оруденения в Северо-Восточном Прибалхашье.

При выделении зон, возрастном подразделении и объяснении генезиса оруденения А. И. Семенов, очевидно, придерживался универсальной схемы, положенной в основу работы. К этой схеме подбираются факты, а если они противоречат ей, они отбрасываются, причем это касается многих докладов совещания. Противоречия большей частью обходятся, а не преодолеваются. Между тем разрешение противоречий как раз и двигает науку вперед, и пренебрегать ими не следует; наоборот, эти противоречия необходимо всячески заострять, а не приспосабливать все факты под ту или иную теорию.

В. С. Коптев-Дворников (ИГН АН СССР)

Доклад В. И. Серпухова в структурно-геологической части нуждается в привлечении не только специалистов-рудников, но также и тектонистов и стратиграфов. На основе современных представлений о развитии земной коры, используя ценные положения, которые имеются у В. В. Белоусова, А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского, можно скорее договориться об общих теоретических основах и методах составления металлогенических карт.

Разработка вопросов прогноза в будущем должна быть тесно связана с геологической съемкой, учитывающей все достижения, имеющие прямое отношение к вопросам металлогении. Любого масштаба геологическая съемка должна заканчиваться картой прогноза.

А. И. Семенов проделал для Центрального Казахстана колоссальную работу. Однако в его докладе не указывалось, использовал ли он материал карты масштаба 1 : 500 000, составление которой начал Н. Г. Кассин и завершил Г. В. Медоев. Использовалась ли карта прогнозов Н. Н. Кропоткина и в чем разница между результатами, полученными Кропоткиным и Семеновым.

Составление карты Центрального Казахстана Семеновым затруднялось ввиду того, что стратиграфия региона сейчас подвергается серьезному пересмотру. Например, ордовик переносится в протерозой и т. д., девон сохраняется только частично. Все это новое в работе Семенова отражения еще не нашло. Когда Семенов характеризовал разломы и их отношение к оруденению, его позиция осталась неясной.

Интрузии рассматривались только в разрезе их принадлежности к батолитам и малым интрузиям. Возражая против теорий, предлагающих готовые рудоносные растворы, следует также отвергать формальное понимание малых интрузий. К чему это приводит на практике, видно из следующих примеров.

В Степняке рудоносная интрузия представлена телами кварцевых диоритов с площадью менее 1 $км^2$. Сопровождающая ее жильная серия аналогична жильной серии больших интрузий, называемых здесь батолитами. Наши работы и многочисленные работы рудничных геологов не подтвердили наличия малых интрузий. Это в совокупности с гео-

лого-петрографическими фактами позволяет рассматривать такие интрузии как сателлиты более крупных интрузивных тел.

На Алтае в Змеиногорском районе оказалось, что так называемые малые интрузии, залегающие в осадочно-вулканогенной толще девона, петрографически отличаются от жильных отщеплений интрузий Змеиногорского комплекса и, наоборот, тождественны эффузивным породам девона. В этом случае мы имеем дело с породами фации силлов эффузивной формации девона.

Наконец, в Кызыл-Эспе жильные полиметаллические месторождения связаны с дайками второго этапа кызыл-эспинской гранитной интрузии.

Таким образом, в группу малых интрузий могут быть отнесены породы, принадлежащие к совершенно различным типам магматической деятельности. Реальность такого отнесения признает и сам А. И. Семенов. Формальный подход к рассмотрению вопроса о малых интрузиях влечет за собой отказ от постановки работ по выяснению истинных отношений рудообразования и магматических процессов.

В заключение следут указать, что разработка основ теории и практики региональной металлогении требует, чтобы в этом коллективном труде было обеспечено участие периферийных работников рудной промышленности. Только в этом случае можно будет плодотворно решить поставленные вопросы.

В. М. Синицын (Лаборатория угля АН СССР)

Доклад В. И. Серпухова должен был осветить принятые коллективом металлогенистов ВСЕГЕИ геотектонические принципы, на которых основываются региональные обобщения и, наконец, пояснить терминологию, которой этот коллектив пользуется. Однако все эти вопросы были затронуты в крайне общей форме. О разнобое в тектонической терминологии уже говорил В. А. Николаев, и повторять этого не следует.

Металлогеническая группа ВСЕГЕИ сделала попытку типизации подвижных поясов Советского Союза на основе отношения структур верхнего этажа к структурам фундамента. Однако В. И. Серпухов и докладчики по металлогении отдельных регионов не показали, в чем конкретно проявляется влияние фундамента на развитие структур и минеральных образований верхних этажей, и ограничились только формальным утверждением по этому поводу, в связи с чем четкого представления о различиях четырех выделяемых ими типов подвижных поясов не составилось.

Каждому понятно, что, поскольку верхние этажи получают импульсы развития из глубин через свой фундамент, роль последнего в формировании структур и минеральных комплексов верхних этажей должна быть исключительно велика. Вопросы, касающиеся роли фундамента в геологических процессах, уже не раз ставились советскими тектонистами и петрологами, и некоторые из этих вопросов получили освещение в литературе. Следовало бы воспользоваться достигнутыми результатами, а не игнорировать их.

В основе типизации подвижных поясов должны найти отражение следующие принципы, разрабатываемые советскими геологами.

Во-первых, геосинклинальное развитие в каждой конкретной области представляет собой временное состояние возбуждения, которому в данной области предшествовало состояние спокойного развития платформенного типа. Представление о пангеосинклинали, от которой, якобы, ведут начало все подвижные пояса земли, противоречит существующим данным и должно быть оставлено. Геотектонический анализ ряда подвижных поясов, находящихся как в пределах Советского Союза, так и за его пределами, показал, что в основании геосинклинальных комплексов этих поясов располагаются либо метаморфические толщи докембрия, не обнаруживающие никаких признаков догеосинклинальных изменений, либо

осадочные толщи предыдущих этапов, по всем признакам сопоставляемые с отложениями платформы.

Во-вторых, должен учитываться принцип унаследованности структур, разработанный Н. С. Шатским. Особенно следует иметь в виду его вывод о том, что влияние фундамента на структурообразование верхних этажей будет сказываться тем сильнее, чем меньше разница в их возрасте. Иначе говоря, в покрове, лежащем на молодом фундаменте, унаследованность структурного развития проявится сильнее, чем в аналогичном покрове, залегающем на более древнем фундаменте.

В-третьих, должны учитываться геофизические данные о толщине земной коры. Замечено, что прогибы как геосинклинального, так и синеклизного типа, характеризующиеся развитием мощных зеленокаменных серий и трапповых формаций, основных и ультраосновных интрузий и месторождений платины, хромитов и титаномагнетитов, приходятся на участки с минимальной для континента мощностью земной коры, измеряющейся 25—35 *км*. В качестве примера для Советского Союза могут быть названы зеленокаменный прогиб Урала, в котором общая мощность сиалического и базальтового слоев не превышает 30 *км*; зеленокаменные прогибы Монголо-Охотской геосинклинали, в которой толщина земной коры, по Бончаковскому, выражается в 26—29 *км*; тунгусская синеклиза Сибирской платформы с толщиной коры, по Трескову и Чайскому, 30—35 *км*.

Благодаря малой толщине коры в этих областях достигается более тесная связь поверхностных частей с базальтовыми и перидотитовыми слоями, что вероятно, и определяет преимущественно основной состав накапливающихся в них продуктов вулканической и плутонической деятельности. Характерно, что в зеленокаменных прогибах не получают развития батолитические тела гранитоидов, причем единственными плутоническими образованиями кислого состава в них являются мелкие тела плагиогранитов и тронд'емитов, рассматривающихся в качестве производных основной магмы.

Области же, характеризующиеся широким развитием гранитов, как показали геофизические определения, обладают повышенными мощностями коры, измеренной в 60—80 *км*. К таким утолщенным участкам земной коры относятся главные пояса редкометальной минерализации, в частности Забайкальский.

В-четвертых, весьма существенным является вынос из фундамента различных веществ, в частности рудных элементов, находящихся в магме и в постмагматических образованиях.

Это четыре основных, но не единственных принципа, которые должны быть положены в основу типизации подвижных поясов по составу и структуре фундамента.

Однако для металлогенических исследований важна не общая характеристика подвижных поясов, мало дающая поисковикам, а всесторонняя характеристика отдельных структурно-фациальных зон, вооружающая полевых исследователей регионально-геологическими поисковыми критериями.

Метод структурно-фациального анализа, учитывающий при характеристике отдельных зон такие разнообразные геологические признаки, как состав и структура фундамента, возраст и фациальный состав осадочных и вулканогенных формаций данной зоны, тип их смятия, состав и возраст плутонических образований, был первоначально разработан на примере Тянь-Шаня В. А. Николаевым и уже на протяжении почти десяти лет с успехом применяется многими советскими геологами. Этот метод нашел отражение в металлогенической работе В. М. Сергиевского по Уралу, Е. Д. Карповой по Южному Тянь-Шаню и М. И. Иициксона по Дальнему Востоку. Развивая и углубляя этот метод, его следует

применять и в дальнейшем, особенно в регионах, еще не анализировавшихся с этих позиций.

Геологи, пользующиеся методом структурно-фациального анализа, должны достичь такого совершенства, чтобы устанавливать в развитии каждой структурно-фациальной зоны формы проявления всех этих этапов как нижних, так средних и верхних.

Это даст возможность еще ближе подойти к созданию геологических основ для теории рудообразования. Пока же все докладчики распространяют эти этапы на огромные регионы (такие, как Тянь-Шань и Казахстан в целом), слагающиеся из разнородных и разновозрастных частей, в результате чего получается очень сложная картина от разновременности проявления отдельных типов по зонам.

Возьмем в качестве примера две смежные структурно-фациальные зоны Южного Тянь-Шаня, одна из которых охватывает в пределах Советского Союза хребты Кок-Шаал и Ат-Баши, а другая — верховья Ак-Сая. В первой зоне начальный этап геосинклинального развития приходится на ордовик и готландий, во второй — на верхний палеозой, которому в Кокшильской зоне отвечают уже завершающиеся этапы развития. Если же заняться конкретным анализом этапов развития по зонам, подобные неувязки отпадут.

Много замечаний можно было бы сделать по докладу А. И. Семенова, касающемуся Казахстана. Повидимому, он не знаком с очень интересными материалами Центрально-Казахстанской экспедиции Геологического института Академии наук. Эта экспедиция за ряд лет работы провела комплексное изучение значительной территории Центрального Казахстана. На основе геологического картирования с помощью аэрофотоснимков экспедицией уточнено много вопросов, ранее оставшихся неясными. В частности, ее материалы опровергают защищаемое А. И. Семеновым положение, что в каледонском цикле геосинклинальное развитие распространялось на весь Казахстан. Данные этой экспедиции и многих других исследователей говорят за то, что процессы каледонского геосинклинального осадконакопления и складчатости проявились в сравнительно узких зонах, таких, как Чингизская, Джалаир, Кайманская и ряд других, между которыми находились обширные слабо подвижные участки, подвергавшиеся лишь локальным дислокациям. Эти участки приобрели подвижность лишь в герцинском цикле, в течение которого в них были сформированы мощные вулканогенно-осадочные толщи и гранитные интрузии.

М. И. Иициксону следует поставить один вопрос: почему выделенная им Туранская зона, окаймляемая Монголо-Охотской и Восточно-Сибирской геосинклиналями, фигурирует на его карте под названием «внутренняя платформа». Имеет ли эта «внутренняя платформа» геосинклинально-складчатое обрамление с юга? Очевидно, что она его не имеет. Поэтому не будет ли правильнее считать эту зону северо-восточным выступом Китайской платформы.

В. Г. Гарьковец (Узбекское геологическое управление)

Из докладов первой части совещания, посвященных вопросам теории рудообразования, отчетливо выявилась руководящая линия этой теории, состоящая прежде всего в признании прямой связи эндогенной минерализации с интрузиями. Этот тезис обсуждался почти во всех докладах и выступлениях.

Постановкой других важных вопросов, как, например, вопрос об осадочном происхождении некоторых свинцовых, железных и других месторождений, ни в коей мере не умалялось значение этого основного тезиса.

Основными вопросами докладов второй части совещания, посвященных проблеме региональной металлогении, являлись: расположение

месторождений или их групп в тектонической структуре регионов, метод выявления приуроченности месторождений к тем или иным участкам подвижных зон и значение фактора времени и места минерализации в этих участках подвижных зон.

Слабо освещены не менее важные вопросы металлогенических исследований, как, например, вопросы связи различных типов минерализации с разными типами интрузий, влияние среды на формирование постмагматических растворов, закономерности размещения того или иного минерального вещества в различной геологической обстановке.

В практическом отношении, помимо привязки к структурно-литологической зоне, например, оловянно-вольфрамовой минерализации Каратюбе-Зира-Булакского района, также важно выяснить закономерности и концентрации олова с тем, чтобы пользуясь ими, выявить промышленные месторождения. Поэтому можно считать, что при очень большой ценности уже выполненных работ все же главные вопросы закономерности образования и размещения минерализации нуждаются в дальнейшей разработке и должны быть в первую очередь связаны с детальными исследованиями вещественного состава конкретных месторождений, материнских изверженных пород и вмещающих пород.

Мне хотелось бы внести ясность в некоторые недоразумения, возникающие из-за неточности материалов, используемых для теоретических обобщений. Вопрос касается утверждения Е. Д. Карповой об отстуствии в районе железосодержащих пород, служивших источником обогащения продуктов постмагматической деятельности. Это утверждение Е. Д. Карпова использовала в качестве возражения Х. М. Абдуллаеву на его примеры о заимствовании железа из вмещающих пород при образовании железорудных месторождений.

В районе Сусингенского месторождения, помимо Абаильского месторождения, имеется значительное количество железорудных проявлений сидеритового, гематитового и магнетитового типов, связанных с интрузивными телами диоритов, сиенитов, керсантитов и шонкинитов. Повсеместное распространение этой минерализации позволило мне еще в 1945—1946 гг. указать на специфичность железорудной провинции, названной Абаило-Сусингенской.

Поисковыми работами было установлено повышенное содержание железа в кембрийских отложениях района, представленных песчаниками, сланцами и алевролитами, сцементированными железистым карбонатом.

Таким образом, пример, использованный Х. М. Абдуллаевым в его теоретических обобщениях, взят им из прежних представлений о специфичности Абаило-Сусингенской провинции и полностью соответствует фактическим материалам.

А. И. Тугаринов (Институт геохимии АН СССР)

В биологии, медицине и химии широко используются методы так называемых меченных атомов. Эти методы, давшие в указанных отраслях науки положительные результаты, повидимому, могут быть с успехом применены и в экспериментальной геологии. Приведу два примера для иллюстрации того, как с помощью данного метода некоторые спорные вопросы могут получить правильное освещение.

1. Могут ли магнетиты скарновых месторождений представлять собой метаморфическую залежь, образованную за счет осадочных бурых железняков, или нет? На этот вопрос можно получить ответ при помощи изучения изотопов кислорода.

Из уже опубликованных материалов видно, что наряду с изотопом O_{10} существует изотоп O_{18}, который распространен в миллион раз меньше и только накапливается в карбонатах в заметно большем количестве, чем, например, в воде. В обычных условиях всегда наблюдается повы-

шенная концентрация O_{18} только в карбонатах. Но при высоких температурах и давлении можно заставить эти изотопы распространиться равномерно между целым рядом соединений.

Эксперимент, поставленный Данитовой (руководитель А. П. Виноградов), показал, что при воздействии на карбонат хлористого железа при высокой температуре и некотором давлении возникает магнетит, который отвечает по изотопному составу содержащегося в нем кислорода обычному карбонату, т. е. идет своеобразный процесс, связанный с наследованием кислородного каркаса карбоната.

Исследование целого ряда магнетитов показало, что нельзя очень точно наметить границу, где процесс замещения карбонатов сменяется воздействием водной фазы. Все подвергнутые анализу магнетиты скарнового происхождения Урала и Дальнего Востока показали присутствие O_{18}, характерного для карбоната.

Все лимониты, исследуемые тем же путем, показали содержание изотопов кислорода, близкое к их содержанию в воде, что указывает на их генезис, связанный с водным образованием. Совершенно ясно, что если лимониты подвергнуть метаморфизации, связанной с дегидратацией, то могут возникнуть магнетиты, не содержащие O_{18}. Когда имеется магнетит, отвечающий по составу кислороду O_{18}, нельзя говорить о метаморфизме каких-то гипотетических осадочных железняковых залежей.

2. Из доклада Е. Д. Карповой следует, что в полиметаллической минерализации Средней Азии наблюдается несколько возрастных групп. Возникает вопрос, можем ли мы подойти другим путем к определению не только относительного, но и абсолютного возраста этого типа месторождений? Оказывается, можем. Последние исследования А. П. Виноградова показали, что галениты отдельных месторождений, начиная с древних и кончая юными, имеют тенденцию к обогащению изотопами 206, 207, 208, т. е. изотопами радиогенного происхождения. Это вполне понятно, так как чем раньше галениты выделены из расплава, тем меньше в них радиогенных компонентов. Эта работа была предметом обсуждения конференции, посвященной вопросам о возрасте Земли (в Москве), и будет опубликована.

Еще нельзя подойти к количественной оценке интервалов возраста, ибо сами процессы различны, но относительный возраст можно определить даже тогда, когда речь идет об одной провинции, в пределах которой есть несколько месторождений.

Полиметаллические месторождения, о которых говорила Карпова, были исследованы с точки зрения содержания различных изотопов свинца (основные скарновые месторождения Карамазара и те месторождения, которые были названы телетермальными). Телетермальные месторождения содержат меньше радиогенных изотопов, чем скарновые. Таким образом, телетермальные месторождения следует считать древнее скарновых. Они образовались из свинца, выделившегося из магматического расплава раньше, чем свинец в скарновых образованиях.

Приведенные два примера показывают отставание не только в теоретических построениях, но и в методах работы. Например, металлогенические карты, которые демонстрировались на совещании, сделаны тщательно, и их составление потребовало большого труда, но они имеют один недостаток. Они сделаны опытными геологами, но без использования новых, более совершенных приборов и методов анализа.

Е. К. Тепикин (Узбекское геологическое управление)

Металлогеническую карту Средней Азии В. А. Николаев и Е. А. Радкевич назвали хорошей и детальной. С первой частью этого определения можно согласиться, но детальность карты вызывает сомнения.

Прежде всего возраст и развитие подвижной зоны земной коры ограничиваются пермью. Мы имеем фактический материал, который позволяет поднять возраст до нижнего триаса. Что касается вопросов о мезозойских месторождениях, мезозойской металлогении, то они совсем не рассматривались. Вся южная часть Узбекистана не получила освещения в металлогеническом разрезе, а там есть ряд месторождений альпийского возраста, которые разведываются Туркменским геологическим управлением. В Сурхан-Дарьинской депрессии отмечаются месторождения, связанные с меловыми песчаниками. В Таджикской депрессии также имеются месторождения, связанные с мезозойскими породами. Таким образом, вопрос о мезозойской металлогении приобретает важное значение.

Вся зона, которая характеризуется развитием мезозойских месторождений, чрезвычайно мобильна. Повидимому, здесь в варисской складчатости мы вправе рассчитывать на нахождение месторождений полиметаллов.

Следующий момент, который не нашел отображения на карте, это метаморфизм и связь его с металлогенезом.

По левобережью Ангрена, близ Ташкента, имеются метаморфизованные участки. Участок в 30 *км* длиной и до 10 *км* шириной на западном фланге имеет месторождение Алмалык с большими зонами медных полиметаллических руд, на восточном фланге имеет полиметаллический район Лашкерек. Этот участок чрезвычайно сильно метаморфизован и гидротермально изменен; большое количество спектральных анализов показывает всюду наличие свинца в сотых и десятых долях процента, причем анализы взяты случайные, без учета тех или иных структур.

Вместе со свинцом в таких же соотношениях повсеместно проявляется барит. Все это говорит о том, что здесь имеется какая-то сильная гидротермальная метаморфизация, свидетельствующая о наличии свинца на некоторых глубинах.

Геологический разрез этого участка таков: в основании лежат известняки карбона, которые перекрываются эффузивными толщами верхнего палеозоя. Этот участок привлекает очень большое внимание. Нужно увеличить количество спектральных анализов, изучить поверхность, определить места наибольших скоплений свинца и бурить на глубину в карбонатные породы, где намечается возможность встретить значительное количество свинца.

На металлогенической карте Карповой не получили отражения явления контаминации гранитов, очень важные с точки зрения петрогенетической и металлогенической.

В. С. Домарев (ВСЕГЕИ)

Среди задач, стоящих перед дальнейшей разработкой методики металлогенического анализа, одной из главнейших является более полный учет боковых пород и вообще вмещающей среды, а также более полный учет экзогенной минерализации, что особенно важно при переходе к составлению более крупномасштабных карт.

Много говорилось о влиянии вмещающих пород на рудообразования главным образом с точки зрения ассимиляционной специализации магм и растворов. Выяснение роли ассимиляции в каждом конкретном случае представляет большие трудности. Как Х. М. Абдуллаев, так и А. П. Никольский строят свои выводы на крайне ограниченном материале одного-двух районов, не пытясь проанализировать с точки зрения своей концепции огромный фактический материал хотя бы по территории Советского Союза. Х. М. Абдуллаев не пытается даже рассмотреть какой-нибудь один район и уклоняется от ответа на вопрос о том, как приложимы его концепции к Уралу, как объяснить, почему, например, пегматиты, возникающие, по его мнению, в результате алюмосиликатной асси-

миляции, имеют распространение и в некоторых районах развития карбонатных пород.

Сторонники ассимиляционной гипотезы не дают никаких указаний о методике использования их представлений для прогнозов и оценки рудоносности тех или иных районов. Например, А. П. Никольский считает, что ассимиляция кислой магмой ультраосновных пород ведет к образованию месторождений кобальта. Но на Урале, где имеется огромное количество ультраосновных пород более древних, чем последующие кислые интрузии, месторождений кобальта нет. А. П. Никольскому следовало бы проанализировать свой вывод хотя бы на этом примере. Из тех построений, которые имеются, можно взять только одно: можно рассматривать эти построения как еще одно напоминание о том факте, что ассимиляция может влиять на минералообразование.

Другое значение вмещающих пород, связанное с взаимодействием их с рудоносными растворами, отмечалось на совещании только А. Г. Бетехтиным. Большая работа, проделанная в этом отношении К. Н. Озеровым, еще недостаточно использована коллективом, может быть потому, что она осталась незаконченной, и его выводы по ряду причин можно рассматривать лишь как предварительные.

Необходимо также учитывать вмещающие породы как возможный частичный источник жильных и рудных минералов.

Только всестороннее изучение процессов изменения боковых пород может выяснить их действительное значение в рудобразовании, которое, вероятно, не будет одинаковым для различных комплексов эндогенных месторождений.

Что касается экзогенной минерализации, то общее направление, в котором следует разрабатывать экзогенную металлогению, более или менее ясно: экзогенные месторождения не являются случайными образованиями, и появление их во времени и пространстве должно подчиняться некоторым закономерностям развития подвижных зон. Выяснение их связи с развитием подвижных зон и с проявлениями эндогенных процессов и является задачей изучения экзогенной металлогении.

Однако значительные трудности на этом пути возникают вследствие малой изученности процессов экзогенного рудообразования, о чем достаточно ясно сказано в докладе А. Д. Ершова.

В настоящее время мы не имеем хотя сколько-нибудь удовлетворительной классификации рудных осадочных месторождений, и обычно приводимое в учебных руководствах подразделение по их практической значимости можно сопоставить только с делением гидротермальных месторождений на гипо-, и мезо- и эпитермальные.

Слабо изучены и некоторые отдельные группы рудных месторождений осадочного генезиса, как, например, упоминавшиеся на совещании медистые песчаники и телетермальные месторождения полиметаллов.

Можно еще отметить, что месторождения выветривания, которые на совещании не заслужили даже упоминания, если не считать выступления А. А. Бродского, также достойны того, чтобы их показывать на металлогенических картах. Повидимому, придется выделять и климатические зоны.

А. Д. Ершов в своем докладе о метаморфогенных месторождениях указал, что пути их изучения в значительной степени соответствуют путям изучения осадочных месторождений. Это справедливо только для группы метаморфизованных осадочных месторождений. Но существуют месторождения, возникшие при метаморфизме, которые настолько изменили свой первоначальный облик, что многими авторитетными геологами считаются гидротермальными. Таковы, например, магнетитовые залежи Северного Криворожья.

Заслуживает внимания предложение Ю. С. Момджи пересмотреть с этой точки зрения контактовые месторождения железа. Правда,

осадочно-метаморфический генезис многих из известных мне по личным наблюдениям месторождений трудно предположить. Таковы, например, месторождения района горы Высокой и Турьинских рудников на Урале, месторождение р. Белой в Приморье и многие другие. Что касается месторождения Кочура в Горной Шории, то оно, весьма возможно, является метаморфическим. При более широком подходе к изучению рудных районов могут быть выявлены и иные типы метаморфических месторождений.

Я. Д. Готман (ВИМС)

Вторая часть совещания резко отличается от первой и если в первой части были поставлены какие-то новые вопросы, которые живо волнуют участников совещания, то во второй эти вопросы не рассматривались.

Н. К. Морозенко полемизировал с Х. М. Абдуллаевым о значении ассимиляции, утверждая, что глубинная ассимиляция является самой важной. Читая работу Абдуллаева, нельзя усмотреть пренебрежения его к процессам глубинной ассимиляции. Но дело в том, что в докладе по Средней Азии вообще не рассматривалась ни приповерхностная, ни глубинная ассимиляция.

М. И. Ициксон, выступая по общим вопросам дискуссии, говорил о том, что, изучая вмещающие породы, в которых залегают оловянные месторождения Приморья, он не находит подтверждения идеи Никольского о заимствовании магмой олова из вмещающих пород. Может быть, Ициксон прав, но роль вмещающих пород не ограничивается только тем, заимствованы или не заимствованы металлы или другие элементы из вмещающих пород магмой, хотя в ряде случаев это имеет место. Красноречивый пример в этом отношении привел В. П. Нехорошев.

Нам кажется, что это единодушное уклонение от разработки вопроса о роли вмещающих пород в докладах по региональной металлогении было как бы реакцией на широкую постановку этого вопроса в первой части совещания, особенно если учитывать, что на это обращалось внимание два года тому назад.

По вопросу о роли вмещающих пород следует сказать несколько слов в применении к оловянным месторождениям Дальнего Востока и показать, что это явление распространено не только на огромной территории Советского Союза, но и далеко за его пределами.

В Приморье на участках сульфидно-касситеритовых месторождений — таких, как Синанчинское, Сталинское, группа Лифудзина, — мало развиты интрузии, хотя в группе Лифудзинских месторождений небольшой массив гранодиоритов имеется. Дайки же развиты на всех этих участках и несут черты гибридизма. Эти дайки отличаются тем, что при наличии основных плагиоклазов (до № 88) в них очень мало темноцветных компонентов.

Создается впечатление, что основность не определяется ни железом, ни магнием, а определяется главным образом кальцием. Интрузии, которые развиты в районах этих месторождений, характеризуются тем же: при наличии кварца, калиевого полевого шпата и основного плагиоклаза (до № 88) темноцветных компонентов там почти нет или очень мало. Совершенно очевидно, что эти интрузии обогащены кальцием. Основность этих пород определяется именно обогащением кальцием. Намечается, таким образом, переход между этими дайками и интрузиями. Совершенно ясно также, что здесь наблюдается явление глубинной ассимиляции, которое протекало до того, как из интрузивов отделилось вещество даек. В районе сульфидно-касситеритовых месторождений развиты значительно более крупные массивы нормального состава кислых гранитов.

Тот факт, что в упомянутых дайках и гибридных образованиях имеются калиевые полевые шпаты, кварц, акцессорные минералы, сходные с теми, какие содержатся в кислых гранитах, и что от этих кислых гранитов до гибридных пород габброидного состава наблюдаются постепенные переходы через гранодиориты и диориты, показывает, что эти гибриды вначале были теми же самыми кислыми гранитами и стали гибридными породами в процессе глубинной ассимиляции. Это явление распространено не только в Приморье, но и в Яна-Адьичанском районе Якутии, для которого оно было описано Падалкой и Червяковой еще в 1940 г.

Следует напомнить, что не с кислыми породами, а с породами несколько более основными связаны сульфидно-касситеритовые месторождения Забайкалья.

М. И. Ициксон сделал интересное наблюдение и указал, что сульфидно-касситеритовые месторождения приурочены к трещинам, к которым приурочены также эффузивы умеренно-кислого состава. Он подчеркнул тот факт, что эти умеренно-кислые эффузивы обогащены кальцием. Такие же сульфидно-касситеритовые месторождения, распространенные в Боливии, приурочены к трещинным зонам, к которым приурочены также излияния эффузивов.

Можно предположить, что здесь распространены интрузивные породы более основного состава, чем граниты. Не обязана ли эта основность интрузий ассимиляции гранитами некоторой части умеренно-кислых эффузивов и не связано ли появление сульфидно-касситеритовых месторождений с этим процессом ассимиляции?

Эту же мысль высказал еще 12 лет тому назад О. Д. Левицкий. Аналогичную идею поддерживал С. С. Смирнов, который на одном из заседаний Института геологических наук АН СССР указывал, что на северо-востоке Азии существует два комплекса интрузий: кислые, с которыми связаны кварцево-касситеритовые месторождения, и более основные с чертами гибридизма, с которыми связаны месторождения сульфидно-касситеритовой формации.

Как это можно использовать на практике?

М. И. Ициксон совершенно правильно указывал на то, что Приморская оловоносная зона, вероятно, протягивается дальше к северу. «Новость» о продолжении оловоносности в Приморье к северу, которую сообщил Ициксон, на самом деле давнишняя. Она хорошо известна местным геологам. Дело в том, что продвижение работ на север в условиях тайги при плохой обнаженности связано с затратой очень больших средств, а также времени, и требует наличия квалифицированных кадров. Поэтому освоение этой более северной части откладывалось.

Используя фактор приуроченности сульфидно-касситеритовых месторождений к трещинам, к излияниям умеренно-кислых эффузивов, к дайкам и массивам гибридизированных пород и т. п., можно было в пределах этой полосы выделить такие участки, которые в первую очередь подлежат разведке. Проверка практикой, т. е. разведочными работами, разрешила бы этот вопрос.

Н. П. Заболотная (Приморское геологическое управление)

Приморское геологическое управление сейчас занимается выявлением оловоносности одного из самых интересных районов Советского Союза — района, который за последние годы выходит на одно из первых мест по оловоносности.

Касаясь доклада по основным чертам металлогении южной части советского Дальнего Востока, следует отметить, что схематическая металлогеническая карта Приморья, составленная М. И. Ициксоном, без-

условно представляет интерес как теоретический, так и, возможно, практический.

Местные работники долгое время ощущали отсутствие определенных теоретических обобщений и карт прогноза; поэтому нам приходилось работать в этом направлении самостоятельно.

История возникновения металлогенической карты Приморья такова. Первые данные, которые мы получили работая в районе Сихотэ-Алиня, это съемки 1932—1934 гг., принадлежащие Дальневосточному геологическому управлению. Работы были выполнены Волоровичем, Скороходом и другими исследователями, которыми установлена схема важных структур Сихотэ-Алиня. Эти структуры подтверждались дальнейшими работами.

Развитие вопросов металлогенического анализа данной территории началось с этих общих представлений не только о складчатой северо-восточной структуре, но и о ряде северо-восточных направлений разломов, которые контролировали проникновение по ним малых интрузий и небольшого количества рудных проявлений.

В дальнейшем поисковые работы подтверждали или опровергали эти данные, и у нас возникли свои рабочие схемы. Первая рабочая схема металлогении Сихотэ-Алиня представлена Н. И. Ивантишиным.

Уже говорилось, что такая объективная схема была составлена в 1948 г. С. С. Смирновым, опираясь на которую мы составили рабочую схему металлогении Сихотэ-Алиня. Наконец, группа работников Академии наук СССР, работавших с 1946 г. во главе с Е. А. Радкевич, О. Д. Левицким, М. А. Фаворской, внесла много нового и дала ряд теоретических обобщений, которые помогали нам успешно проводить поисковые работы.

До настоящего времени металлогенические карты (это касается и Дальнего Востока) пытаются только обосновать пространственное распределение рудных месторождений и только еще приближаются к вопросам прогнозов.

Металлогенические карты масштабов 1 : 1 500 000 или 1 : 1 000 000 могут дать только основную схему, которая мало вооружает полевых работников. Следовательно, масштабы этих карт должны быть более крупные, тогда они будут иметь большее практическое значение.

М. И. Иициксоном использованы все полученные материалы и рабочие схемы, которых мы придерживались при проведении поисковых работ. Что же касается сделанных Иициксоном практических рекомендаций, то указанные им территории Приморского и Западного Сихотэ-Алинского поясов весьма обширны и обнимают, собственно, все Приморье.

Уже намеченные нами в пятилетнем плане поисковые работы на олово-редкометальное оруденение и все предыдущие исследования проводились нами в пределах этих территорий. Поэтому рекомендации Иициксона в этом отношении ничего нового не вносят и не конкретизируют.

Л. А. Варданянц (ВСЕГЕИ)

Кавказ принадлежит к числу тех территорий СССР, где уже давно было доказано линейное расположение месторождений в виде узких поясов, более или менее увязывающихся с зонами интрузий или с зонами тектонических нарушений. При этом некоторые из таких рудных поясов или рудных зон имеют несомненную связь с интрузивами, как, например, турмалиново-арсенопиритовый пояс Центрального Кавказа, который совершенно явно связан с новейшими проявлениями вулканизма конца плиоцена или начала четвертичного периода.

Наряду с этим месторождения Садонского полиметаллического пояса протяженностью около 250 *км*, если не больше, при ширине от 5 до 8,

максимум 12 *км* в течение больше 20 лет не удается связать в генетическом отношении с теми или иными интрузиями Центрального Кавказа. Можно было бы сказать, что это и есть телетермальные месторождения, т. е. удаленные настолько от того очага, от которого они питались, что связь с ними этих месторождений уже не устанавливается. Такими же поясами, связанными с зонами крупных нарушений, являются две зоны месторождений реальгара, киновари и сурьмы на южном склоне Кавказа. При этом если полиметаллическая зона располагается вдоль северного крыла веерообразного антиклинория, то ртутно-сурьмяно-реальгаровые зоны лежат вдоль южного крыла антиклинория. Для теоретических построений эти материалы могли бы иметь существенное значение.

В докладах по региональной металлогении допущена ошибка: ничего не сказано для Казахстана о возможном продолжении на его территории Монголо-Охотского пояса. Гигантский рудный пояс идет от Чукотки к Забайкалью, от Забайкалья же геологи намечают продолжение пояса в Монголию. А дальше, на гораздо меньшем расстоянии, чем до Чукотки, расположен Казахстан. Где же оканчается этот Монголо-Охотский пояс? В Монголии или в Казахстане? Этот очень важный и серьезный вопрос, и несомненно геологи-металлогенисты Казахстана должны его разрешить.

Маленькая поправка насчет гипотезы Линдгрена. К сожалению, у докладчиков иногда бывают неудачные выражения о том, что десятки лет гипотезы Линдгрена и Эммонса тяготили нас. О десятках лет нельзя говорить. У нас эти гипотезы появились в качестве рабочих в 1925—1927 гг., и уже в 1935 г. мы их стали подвергать серьезной критике. Нельзя сказать, что эти гипотезы совсем не влияли на нашу работу до самых последних лет, но влияние их было уже не таким существенным и значительным, каким было в первое десятилетие с 1925 по 1935 гг.

В схеме металлогении, о которой говорил В. И. Серпухов, все очень стройно, красиво, но в ней еще не решено самое главное, то, что положено в основу — представление о геосинклинали и мобильной зоне. Поэтому в дальнейшем нужно обратить серьезное внимание на этот вопрос и уточнить его.

Представления о геосинклиналях некоторых ученых, в частности А. Д. Архангельского, близко подходили к тому, что мы имеем в современном Зондском архипелаге, который весь в целом можно считать геосинклиналью. Но где же вы найдете простые, прямые линии и зоны прогибов, которые рисуют наши геотектонисты? У А. Д. Архангельского (в одной из его работ) есть указание, что современной геосинклиналью можно считать всю полосу Средиземноморья с островами и полуостровами, так что представление о развитии геосинклинали не такое простое.

Нет сомнений, что многое из того нового, что высказывалось на совещании, утвердится в нашей науке и даст возможность коллективу советских геологов освоить еще в лучшей степени рудные месторождения нашей родины.

В. А. Унксов

Нельзя согласиться с теми геологами, которые подчеркивали отсутствие связи между докладами по общей металлогении и докладами по региональной металлогении. Между докладами Е. Д. Карповой и Х. М. Абдуллаева связь, несомненно, имеется, причем эта связь проявляется в противоречиях. Так, например, в отношении вмещающих пород одного и того же района Х. М. Абдуллаев заявляет, что они являются повышенно железистыми, а Е. Д. Карпова это совершенно отрицает. Имеется одно очень простое средство для разрешения подобных разногласий — это массовые химические анализы вмещающих пород.

Что же в таком случае можно сказать о Тувинском районе, где весь разрез представлен полимиктовыми песчаниками, для которых часто нельзя с уверенностью установить, являются ли они основными или кислыми породами? Эти песчаники большей частью состоят из обломков не столько минералов, сколько пород, среди которых имеется много различных эффузивов, так что вряд ли можно составить отчетливое представление о химическом составе пород по их микроскопическому изучению. Поэтому, если мы хотим действительно серьезно отнестись к проблеме изучения влияния вмещающих пород, необходимо начать систематическое изучение химизма этих пород. Без этих данных мы вынуждены будем продолжать пользоваться при составлении карт прогноза и металлогенических карт только общегеологическими и структурными построениями, без учета влияния вмещающих пород.

Мне кажется, что путь региональных металлогенических исследований является плодотворным и приведет к серьезным геологическим прогнозам по поискам и разведке полезных ископаемых.

Недостатки некоторых докладов, вскрывшиеся при обсуждении, обусловливаются главным образом недостаточной комплексностью работ, проведенных отделом металлогении ВСЕГЕИ.

Работа в Тувинской автономной области могла бы служить примером коллективной работы. Металлогеническая карта, которую демонстрировал Д. В. Вознесенский, сделана на основе геологической карты того же масштаба. Эта карта была составлена на принципах коллективной работы. Здесь не было сводки, выполненной одним лицом, а каждый участник этой работы, являясь автором отдельной части карты, наносил на нее свои данные. В процессе разработки стратиграфических и тектонических положений, которые легли в основу карты, постоянно велось обсуждение и обмен мнениями между всеми составителями карты. К сожалению, в самый заключительный этап — уже при составлении металлогенической карты — этот принцип коллективизма в работе был несколько нарушен.

Г. А. Твалчрелидзе (Грузинское Отделение ВИМС)

На совещании обсуждались два доклада, посвященных рудным месторождениям Кавказа.

Если П. С. Саакян, стремясь доказать осадочное происхождение многих месторождений, расположенных в пределах ряда перспективных районов, предлагает, по моему мнению, недостаточно обоснованное направление для дальнейших разведок, то В. Г. Грушевой вовсе не определяет конкретно характера этих работ. Поэтому целесообразно остановиться на ряде задач, стоящих перед исследователями недр Кавказа.

Следует обратить внимание на три района, которые не пользуются пока должным признанием у разведчиков.

Одним из этих районов является обширная высокогорная область северного склона Главного Кавказского хребта, где в пределах Клухорского района нами производились исследования свинцово-цинковых руд.

Здесь достаточно отчетливо выделяются следующие четыре группы руд:

1. «Древние» руды, которые отмечались в докладе В. Г. Грушевого. Они генетически связаны, очевидно, с нижнепалеозойскими гранитоидами Главного хребта и приурочены к древним депрессиям, которые иногда можно фиксировать в сложноскладчатых метаморфических образованиях субстрата. Местами в верховьях Теберды эти депрессии ориентированы под углом к общекавказскому направлению складчатости.

2. Колчеданные руды, приуроченные в основном к вулканогенным отложениям среднего девона.

3. Верхнепалеозойские полиметаллические руды, приуроченные к метаморфизованным сланцам Передового хребта и контролирующиеся зонами смятия местного значения или трещинной тектоникой отдельных рудных полей.

4. «Молодые» руды, развитые в основном в зоне Главного хребта и представленные полиметаллическими рудопроявлениями небольшого масштаба.

Наибольший интерес представляют верхнепалеозойские руды, которые, собственно, и определяют ценность некоторых рудных районов Кубани и Баксана.

Не вдаваясь в характеристику этих типов оруденения, отметим, что каждый из них приурочен к определенным структурным элементам и имеет свои особенности и поисковые критерии.

Далее, следует отметить области распространения свинцово-цинковых руд Юго-Осетии. В работе И. Р. Кахадзе, изучившего историю юрского периода на территории Грузии, детально охарактеризована батская фаза альпийской орогении, в процессе которой мощные геосинклинальные вулканогенные отложения байоса претерпели складчатость и присоединились к Грузинской глыбе. С этой фазой связано образование ряда крупных месторождений барита, а также жильных скоплений свинцово-цинковых руд. Последние приурочены к небольшим зонам смятия и трещиноватости, локализованным главным образом вблизи шарниров антиклинальных складок. Другим типом свинцово-цинковых месторождений, распространенных в этой области, являются мощные рудные зоны региональных разломов широтного направления, образовавшиеся в третичное время. Верхне-Квайсинское месторождение относится именно к этому типу и отличается от других свинцово-цинковых проявлений области.

Таким образом, поисковые признаки на свинец в данной рудной области также приобретают по этим материалам достаточную отчетливость и могут явиться руководящими при производстве здесь дальнейших совершенно необходимых исследований.

Третьим районом является юг Грузии в пределах Сомхитской глыбы. Проведенным здесь детальным изучением ряда месторождений установлено единство группы руд, представляющих ассоциацию железа, свинца, цинка и золота, при наличии барита. Достаточно четко установлена и генетическая связь этих месторождений с магматическими проявлениями. Выявлены благоприятные структуры и вмещающие породы. На этой основе определены отдельные участки, представляющиеся наиболее перспективными. Поисковым работам здесь должна предшествовать детальная структурно-геологическая съемка, которая и определит направление и характер разведочных работ.

Не имея возможности затронуть ряд существенных вопросов, характеризующих особенности отдельных провинций Кавказа, отмечу, что металлогенические исследования этой интересной территории производятся в весьма недостаточном объеме. Работы И. Г. Магакьяна и В. Н. Котляра являются чуть ли не единственными. Время для таких исследований уже давно наступило: имеющиеся крупные сводные труды по геологии и петрографии, какими являются работы К. Н. Паффенгольца, П. Д. Гамкрелидзе, Г. Ф. Дзоценидзе, И. Р. Кахадзе и других исследователей, дают твердую основу для дальнейших металлогенических построений.

Остается еще раз пожелать, чтобы эти построения не отрывались от весьма обширного материала, накопленного местными геологами. При современных темпах разведочных работ материал этот быстро увеличивается и, естественно, что дальнейшие работы по обобщению наших знаний рудных месторождений Кавказа необходимо провести совместно с коллективом местных геологов.

Нам представляется, что если бы В. Г. Грушевой сумел предварительно согласовать ряд вопросов с работниками территориальных управлений и институтов, его доклад был бы еще более содержательным и интересным.

В. И. Кусочкин (Западно-Сибирское геологическое управление)

Совещание показывает, что у нас имеется значительный рост молодых кадров геологов, которые не боятся пересмотреть старые теоретические представления по основным проблемам рудообразования.

Первая часть совещания наиболее ярко отразила эти изменения. Вторая часть совещания, посвященная вопросам региональной металлогении, в меньшей мере справилась с разрешением стоящих перед ней задач — наметить новые районы и дать им перспективную оценку.

Значительной ошибкой ряда докладов совещания является отсутствие в них исторического подхода к освещению вопросов металлогении и отсутствие критического анализа прежних взглядов по этой проблеме.

На примере анализа некоторых итогов работ по Рудному Алтаю и, в частности, по северо-западной части его, можно показать, как неверная оценка такого важнейшего полиметаллического района Советского Союза, как Рудный Алтай, приводит к неверному направлению геолого-разведочных работ.

Значительное увеличение объема работ в Рудном Алтае дало возможность накопить за последние 2—3 года большой фактический материал, позволяющий по-новому оценивать данный район. Значительно уточнена стратиграфическая колонка и, в частности, разрез девона, с которым связано 95—98% всех полиметаллических рудопроявлений Рудного Алтая. Подавляющее большинство полиметаллических месторождений приурочено к отложениям среднего девона (к нижнебазальной части разреза).

Ввиду этого точка зрения некоторых геологов, особенно резко проводимая В. П. Нехорошевым, что полиметаллические месторождения Рудного Алтая проявляются от низов палеозоя до карбона включительно, не отвечает действительности. Практика показывает, что многие месторождения, как, например, Золотушинское, которые ранее относились к верхнему девону и карбону, по последним данным соответствуют отложениям среднего девона и даже низов среднего девона. Уточнение стратиграфического разреза с помощью разведки позволило опровергнуть представления, что в северо-западной части Рудного Алтая отложения среднего девона залегают моноклинально с большими углами падения. Они залегают достаточно полого, имеют нормальную пликативную складчатость и представляют благоприятные условия для проведения разведочных работ на поиски полиметаллов.

Эти же данные позволили нам сделать вывод, что на рассматриваемой территории имеется связь оруденения с проявлениями вулканизма и что месторождения концентрируются в эффузивной осадочной толще, причем они не связаны с малыми интрузиями, которые в большинстве случаев теперь относятся к эффузивным образованиям.

Изучение разрезов девона показало, что здесь главным образом имеются нормальные конгломератовые горизонты, которые не только перекрывают породы девона, но и содержат рудную гальку и валуны полиметаллических руд. Это позволяет сделать вывод, что рассматриваемое оруденение, если не целиком, то в большей своей части, относится к девонскому возрасту и что оно генетически связано с той вулканической деятельностью, которая наблюдается на Алтае.

В процессе проведенных работ уточняется, что Змеиногорские гранитоидные интрузии, которые большинством геологов считаются рудоносными (на этой точке зрения остаются Ажгирей и Нехорошев), не имеют

отношения к полиметаллическому оруденению. Пробуренные нами около 300 скважин прошли низы среднедевонских отложений и все вскрыли нижнепалеозойские отложения, но нигде не фиксировалось наличия межпластовых интрузий змеиногорского комплекса. Об этом же косвенно говорят и другие факты — метаморфизм, связанный с внедрением змеиногорского комплекса интрузивных пород, больше проявляется на породах нижнего палеозоя и очень слабо — на среднедевонских отложениях.

В литературе и среди большинства геологов, работающих на Алтае, до сих пор преобладает мнение о том, что тектоника является основным фактором в отношении полиметаллического оруденения.

Наша практика показывает, что эта точка зрения неверна, причем она только тормозила развитие геолого-разведочных работ. Устанавливается широкое развитие оруденения. На Риддере имеется площадное оруденение. И только наиболее богатые сплошные руды как будто бы локализуются в антиклинальных поднятиях.

В последнее время мы нашли два месторождения в синклинальных структурах. Это позволяет расширить площади полиметаллического оруденения на Рудном Алтае.

Полученные новые данные на основании разведочных работ по Рудному Алтаю позволяют нам значительно пересмотреть металлогению Алтая и в дальнейшем еще усилить разведку перспективных районов с целью увеличения запасов металла.

Учитывая пример с Рудным Алтаем, нам следует более настороженно относиться к старым установившимся точкам зрения на металлогению других районов. Необходимо в свете новых данных более широко анализировать и контролировать свою работу. Это поможет коллективу советских геологов справиться с теми большими задачами, которые на них возложены.

С. Д. Батищев-Тарасов (Кустанайский геолого-разведочный трест)

За последние три года в геологичекой службе нашей великой Родины произошли коренные улучшения. Резкие количественные изменения в объемах, масштабах, методах и оснащенности полевых работ привели к коренным качественным изменениям. По существу заново создана геолого-разведочная индустрия, что может быть продемонстрировано на примере геологического изучения так называемого Тургайского пролива, который долгое время считался бесперспективным.

Первые геолого-разведочные работы в этом районе были организованы в 1946 г. на участке известных ранее аятских рудопроявлений, в обстановке резкого сопротивления некоторых работников бывшего Комитета по делам геологии. В результате огромной работы, проведенной геологами-разведчиками Южного Зауралья за пять лет в этом районе открыты крупнейшие месторождения магнетитовых руд, бурых углей и бокситов, что выдвигает его в число важнейших рудных районов Советского Союза.

Достижения геофизической службы позволяют в настоящее время, наряду с разведкой отдельных месторождений, решать проблемы региональной геологии и ликвидировать имевшую место диспропорцию между степенью разведанности отдельных объектов и общей геологической изученностью этих районов. По закрытым районам Тургайской депрессии нами намечается проведение значительного объема структурно-поискового бурения с целью получения полноценной геологической карты палеозоя в масштабе 1 : 500 000, а для перспективных районов в масштабе 1 : 200 000.

Наряду с этими работами также запроектированы геологические пересечения через Тургайскую депрессию, из которых одно будет проходить от ст. Карталы на западе до р. Ишим на востоке.

Этими работами будет окончательно решен вопрос о геологическом строении депрессии, а также будет обеспечена оценка перспектив района в отношении наличия новых полезных ископаемых.

Надо полагать, что для более обоснованной оценки крупных геологических формаций такого рода работы могут быть рекомендованы и для других районов, ибо только при наличии таких работ могут быть составлены более обоснованные карты металлогении и прогнозов.

Мне кажется, что А. И. Семенов слишком узко понимает слово «геосинклиналь». В частности, искусственно выделяемые им многочисленные «геосинклинали» карбона представляют собой не что иное, как уцелевшие от эрозионного размыва участки огромного поля карбонатных отложений, которые прослеживаются от Казахстана на востоке до Урала на западе. Поэтому сделанные Семеновым на основе этой схемы выводы нельзя считать достаточно обоснованными.

Прогнозы В. М. Сергиевского, относящиеся к Южному Зауралью, имеют очень мало общего с научными предвидениями, к тому же на его карте, как и на всех других картах Урала, этот район не показан.

Необходимо отметить, что эти авторы к решению проблемы металлогении подходят крайне односторонне: у них отсутствует анализ геологической истории района, они полностью игнорируют перспективы металлоносности осадочных толщ, причем между декларативными обобщениями В. М. Серпухова и высказываниями его содокладчиков мало общего.

Как очень серьезный недочет надо отметить отсутствие конкретных рекомендаций по методам поисковых работ. В дальнейшем необходимо перейти к составлению металлогенических карт в более крупных масштабах с тем, чтобы с их помощью решать вопросы, связанные с выяснением перспектив районов.

Нельзя считать нормальным, что работники ВСЕГЕИ встали на путь узких исследований, заняты исключительно вопросами эндогенного рудогенеза и по существу оторвались как от практики геолого-разведочных работ, так и от конкретной геологической обстановки исследуемых ими районов. Нет никакой уверенности в том, что, направляя поисковые и разведочные работы по пути исследования только одних эндогенных месторождений, мы сумеем решить поставленные перед нами задачи.

Глубина эрозионного среза для геологических структур Урала и Центрального Казахстана, как известно, должна оцениваться весьма значительными величинами. Разрушенные апикальные части интрузий были в наибольшей степени насыщены самыми разнообразными проявлениями редких, благородных, черных и цветных металлов, которые в процессе осадконакопления переносились в эпиконтинентальные или геосинклинальные бассейны и при соответствующих благоприятных палеогеографических и физико-химических условиях образовали концентрации различной промышленной ценности.

В свете изложенного представляется необоснованным отнесение огромной Джезказган-Атбасарской полосы медного оруденения к типу гидротермальных рудопроявлений, тогда как идущая параллельно ей полоса карсакпайских железистых кварцитов этими же исследователями относится к осадочным образованиям. Очевидно, совершенно необходимо пересмотреть роль осадочных процессов в образовании месторождений цветных и редких металлов. К сожалению, эта проблема выпала из поля зрения литологов.

В существующих по данному вопросу работах Н. М. Страхова имеются серьезные ошибки. Н. М. Страхов, сделав ряд ценных обобщений по вопросам образования железа, марганца и алюминия на основа-

нии формального статистического метода, пришел к ошибочным выводам о периодическом, осадконакоплении железа, марганца и алюминия, необоснованно выделив ряд железорудных и безрудных эпох. К эпохам, по его мнению, практически безрудным он отнес нижний мел и нижний карбон, т. е. осадочные толщи, с которыми связаны многомиллиардные запасы Аятского железорудного бассейна и крупнейший Атасуйский железорудный бассейн с его крупными месторождениями железных и марганцевых руд.

В. И. Котляр (ВСЕГЕИ)

Доклады совещания дают большой материал не только для суждения о металлоносности отдельных районов, но и для суждения о процессах рудообразования. Как видно, связь рудообразования с магматизмом является основным элементом в наших знаниях об эндогенном рудообразовании. Изложенный на совещании материал дает основание вплотную заняться вопросами о формах связи оруденения с интрузиями, в частности с группой малых интрузий. Правда, выделение двух серий даек, о которых говорил В. В. Коптев-Дворников, еще не решает вопроса о малых интрузиях. М. И. Циксон пытался расчленить эти интрузии в зависимости от стадии развития структурно-фациальных зон. Эта попытка кажется интересной.

Очень существенный материал содержится в докладах для суждения о роли ассимиляции. Можно еще раз подчеркнуть актуальность этой проблемы, необходимо при дальнейшей разработке расширить ее, охватив период от момента зарождения магмы до ее становления. Нельзя ограничивать проблему петрогенетической стороной вопроса, она важна, общеизвестна, но особенно желательны дальнейшие выводы металлогенического характера.

Известный материал есть в докладах и для суждения о выщелачивании металлов из вмещающих пород, в частности кобальта (Казахстан) — по данным А. И. Семенова, свинца, цинка и меди (Средняя Азия) — по данным Е. Д. Карповой. Эти вопросы очень интересны, и, конечно, должны предприниматься дальнейшие исследования с целью изучения, как я указывал в докладе, поведения каждого металла.

Очень интересный и практически важный вопрос представляет собой специфический характер сурьмяно-ртутного и особенно ртутного оруденения, приуроченного, как сказала Е. Д. Карпова, к зоне развития ультраосновных интрузий. Это сосуществование пока не получило объяснения. Но если вспомнить, что такое положение имеет место в Ойротии в Чаган-Узуне и Нью-Альмадене, то, может быть, надо поставить вопрос о закономерности такой связи, и эту связь необходимо вскрыть.

При разработке теории рудообразования необходимо иметь в виду все сложные стороны геологического процесса: от зарождения магмы и первоначальной ее рудоносности до рудоотложения.

В разных условиях имеют различное влияние различные факторы. Чем глубже и шире мы изучим все эти вопросы, тем скорее подойдем к разработке и удовлетворительному обоснованию современной теории рудообразования и классификации месторождений.

М. А. Фаворская (ИГН АН СССР)

М. И. Циксон подразделяет оловоносные интрузии Дальнего Востока на три группы: первая — крупные интрузии нижнемелового возраста и две другие группы интрузий, более поздних, вероятно, верхнемеловых, о возрасте которых он не высказывается определенно, упоминая, что малые интрузии поздних этапов, возможно, генетически связаны с верхнемезозойскими эффузивами. С этими последними малыми тре-

щинными порфировидными интрузиями, среди которых, по Ициксону, нет гранитов, он и связывает наиболее благонадежный тип сульфидно-касситеритовых месторождений.

Как же в действительности обстоит сейчас вопрос о связи сульфидно-касситеритового типа оруденения с интрузиями? Пространственная связь крупных месторождений этого типа с гибридными интрузиями типа кварцевых монцонитов, кварцевых сиенит-диоритов и т. п. давно известна. В ряде случаев эта пространственная связь служила поисковым критерием.

Эти интрузии, описанные в свое время Г. П. Воларовичем, Я. Д. Готманом и др., за последние годы привлекали к себе пристальное внимание геологов. Изучение их велось геологами ИГН Академии наук СССР, Дальневосточного филиала АН и геологических управлений Министерства.

В настоящее время установлено, что эти интрузии (так называемые приморские гранитоиды) представляют собой сложный комплекс пород, вероятно палеоценового возраста, в составе которых имеются более древние габбро и весь ряд до относительно более молодых аляскитовых гранитов.

В этих комплексах крупные интрузии нормальных гранитов (таких, например, как Владимирский массив), являются представителями неконтаминированного кислого ряда, а аплитовидные аляскитовые граниты генетически тесно связаны с гибридными разностями монцонитового типа, пространственно связанного с оруденением.

Подобные соотношения внутри интрузивных комплексов, как выясняется, имеют общее значение, далеко выходящее за пределы Дальнего Востока, в частности, о подобных же взаимоотношениях нормальных, гибридных и аляскитовых пород для Тянь-Шаня указывалось в докладе Е. Д. Карповой.

О генетическом значении процессов гибридизма и ассимиляции, имеющих место в комплексах палеоценовых гранитоидов, для локализации касситерито-сульфидного типа оруденения мы можем высказываться пока только предположительно, но, учитывая постоянство пространственной ассоциации, а также ряд других фактов, это значение представляется нам существенным. В частности, следует отметить сходство контактово-метасоматических изменений, связанных с гибридными интрузиями, с околорудными изменениями на некоторых месторождениях.

Гибридные разности приморских гранитоидов значительно колеблются по составу; наряду с равномернозернистыми разностями, среди них отмечены и порфировидные, и нет никаких оснований искусственно отделять малые интрузии третьего типа (по Ициксону) от всего комплекса молодого магматизма, отнесенного им ко второму типу.

С мнением Ициксона, что порфировидные оловоносные гранитоиды наиболее молодые, не согласуются факты.

Если геологическая история Совгаванской зоны Ициксона, начиная примерно с эоцена, резко отличается от истории геологического развития южной прибрежной части Приморья, то развитие восточного склона Северного Сихотэ-Алиня в верхнем мелу и палеоцене во многом сходно с развитием Ольгинской зоны Ициксона. В многочисленных «окнах» среди третичных и четвертичных базальтов в Совгаванской зоне обнажаются эффузивные и туфогенно-осадочные породы верхнего мела — палеоцена и молодые интрузивные комплексы, в частности повторяющие по своему характеру «приморские» гранитоиды. Исходя из этого, утверждение Ициксона, что по характеру металлогении Совгаванская зона резко отлична от остальной части Дальнего Востока, недостаточно обоснованно.

Таким образом, Ициксон, выделяя типы оловоносных интрузий Дальнего Востока, недостаточно учитывает большой фактический материал, полученный за последние годы. Подобное подразделение не может служить подкреплением металлогенических прогнозов, а скорее вносит некоторую путаницу. Между тем, правильное понимание магматических процессов и связи с ними оруденения играет решающую роль и должно быть положено в основу при установлении конкретных перспективных для поисков участков в пределах металлогенических поясов, выделенных Ициксоном на основании анализа истории геологического развития Дальнего Востока.

В. И. Серпухов (ВСЕГЕИ)

Многие из замечаний, высказанных при обсуждении докладов, справедливы. К сожалению, конкретных замечаний по вопросам методики выделения зон, формаций, о металлогенических картах в целом, об оценке степени обоснованности и достоверности выделенных перспективных районов было не так много.

С. Д. Батищев-Тарасов указал, что мы совершенно не изучаем экзогенную металлогению. Это объясняется тем, что члены нашего коллектива — специалисты по эндогенным месторождениям и осадочными месторождениями не занимаются.

В. А. Николаев, а за ним и многие другие упрекали нас в отсутствии указаний на преемственность. Мы считаем, что восприняли идеи С. С. Смирнова. В своем сообщении я постарался показать, как развивались наши представления. От крупного Тихоокеанского пояса, выделенного С. С. Смирновым, мы подошли к выделенным Ю. А. Билибиным трем типам минерализации: западноевропейскому, уральскому и дальневосточному. От этих крупных градаций мы перешли к подвижным зонам. а от них (уже только в самое последнее время) — к структурно-фациальным зонам, на приоритет в выделении которых претендует В. А. Николаев. Коллектив ВСЕГЕИ рассматривал процессы с позиций региональной металлогении, Николаев исходил из тектонических позиций. И, следовательно, мы пришли к сходным выводам с совершенно различных позиций. Некоторые тектонисты, например Синицын, Пейве, занимаются металлогенией, но они начали заниматься ею с недавнего времени. Следовательно, развитие тектонического и металлогенического анализов шло параллельно.

Замечания по поводу недостатков терминологии отчасти можно отнести за счет существующей путанной тектонической терминологии и тектонических воззрений, применяемых при металлогеническом анализе. Например, В. В. Белоусов и В. А. Николаев по-разному оценивают одинаковые тектонические явления и дают им различные наименования.

Многочисленные упреки относятся к отсутствию связи между первой и второй частями совещания. Между тем материалы из доклада А. Г. Бетехтина доложены совещанию впервые и, конечно, будут использованы в дальнейшей работе по региональной металлогении. И. И. Хитаров и А. И. Захарченко работают в тесном контакте с нами, так что их достижения мы используем в соответствующей мере, причем экспериментальные работы Хитарова были частично поставлены по нашему настоянию.

Ассимиляционную теорию Х. М. Абдуллаева мы стремимся учитывать в наших работах, а роль вмещающих пород пытаемся выяснить на практике, но учесть ее не так просто: это вопрос, над которым надо еще много работать. В этом отношении представляют интерес работы Г. Л. Падалки, который на фактическом материале показывает, что медные и другие месторождения могут образовываться за счет вмещающих пород, а также — в каких условиях это происходит.

Доклад М. М. Константинова сводился к тому, что часть месторождений, которые считались эндогенными, следует отнести к экзогенным. Постановка вопроса своевременна и справедлива, но подходить к выяснению методики поисков экзогенных месторождений со своих эндогенных позиций мы не можем.

В заключение следует сказать, что теоретическая часть совещания была представлена чрезвычайно слабо, потому что многие важнейшие вопросы рудообразования не только не рассматривались, но даже и не затрагивались.

В. Г. Грушевой (ВСЕГЕИ)

Говоря о том, что закавказские колчеданные месторождения отличаются от уральских отсутствием метаморфизма, я имел в виду только колчеданные залежи Среднего Урала. О сходстве же закавказских месторождений с южноуральскими я упомянул для того, чтобы указать на распространение в их рудах колломорфных структур, и даже назвал месторождения: Блява и Яман-Каль. Несмотря на отсутствие сколько-нибудь ясной связи этого типа месторождений с интрузиями, я полагаю, что генезис их в силу общности геологического положения в эффузивных толщах должен быть сходен. Я имел в виду отметить лишь отсутствие признаков, позволяющих относить месторождения этого типа к осадочным.

Вопрос о генетической связи месторождений с тем или иным комплексом интрузивных пород для некоторых типов месторождений, как известно, решается однозначно и точно, например для месторождений хромита с ультраосновными породами. Не вызывает сомнений вопрос о генетической связи месторождений молибдена и олова с той или иной интрузивной породой, когда они заключены в интрузивных породах или находятся в контактовых зонах этих интрузий. Для месторождений полиметаллических и медных эту связь бывает трудно доказать. В ряде случаев, когда они находятся или в самих интрузивах или в контактовых зонах, мы тоже связываем их с этими интрузивами. Я отмечал, что для колчеданных залежей, для полиметаллических месторождений Северного Кавказа, садонской зоны и других мы не видим близкой связи с интрузиями.

Некоторые из колчеданных месторождений связаны с субвулканическими аппаратами эффузивной толщи, в которой они находятся. Для других месторождений связь с магматическими породами не устанавливается, а в отношении телетермальных месторождений законно возникают сомнения в их эндогенном происхождении.

В связи с выступлением В. А. Николаева могут указать, что металлогеническая карта Кавказа построена на основании тех же принципов, что и для других регионов.

При структурно-геологическом районировании Кавказа мною были использованы схемы районирования Белоусова, Паффенгольца, Хаина, Муратова, Леонтьева, а история геологического развития Кавказа излагается тоже с учетом работ этих авторов, с использованием их терминологии. Особенно широко была использована новейшая сводная работа Муратова по тектонике Причерноморских областей.

В. М. Сергиевский (ВСЕГЕИ)

Среди сводных металлогенических работ по Уралу, опубликованных после 1917 г., надо назвать следующие: статью А. Н. Заварицкого к вопросу о направлении разведочных работ на Урале (1920 г.), в которой по существу дается первая схема металлогенического районирования Урала; статью Б. М. Романова о металлогении Урала; две работы

Е. Е. Захарова на ту же тему; некоторые работы по 2-й части 12 тома Геологии СССР; работу Б. М. Романова по гранитной формации Урала и мои металлогенические работы по Уралу, из которых последняя (1949 г.) является отчетом по первому этапу нашей темы. Понятно, что изложенный в моем докладе материал ближе всего к этой моей работе.

Принципиально новое в познании металлогении Урала — наш подход к рассмотрению металлогении в процессе развития орогена и формирования его структур. Старым является основной фактический материал по минерализации по сравнению, например с работой Е. Е. Захарова по Уралу, сохранены старые группы комплекса начальных и ранних этапов, гипербазитовых, габбровых, плагиогранитовых. Но они расчленены на ряд разновозрастных комплексов с несколько различной металлогенией, и процесс их формирования сопоставлен с процессом формирования основных геологических структур Урала.

Впервые рассматриваются салаирские и протерозойские комплексы. Почти полностью сохранились комплексы средних этапов. Сделана попытка выделить в полном объеме постбатолитовую минерализацию и дано заключение о вероятном характере металлогении Зауралья. Вновь полученные материалы подтверждают это заключение.

Нашим коллективом еще не рассматривался вопрос об особенностях металлогении отдельных провинций, и материалы по нему не подбирались. Эта проблема вообще сколько-нибудь убедительно в литературе не освещена. Из опыта изучения этого вопроса могу сообщить следующее.

Габбро и перидотиты, по крайней мере основные, наиболее распространенные типы этих пород в разных регионах и разновозрастные в одном и том же регионе, так схожи, что различить их практически невозможно. Гранит любого региона, по крайней мере наиболее распространенный и типичный гранит средних этапов, весьма специфичен для каждого региона, причем этот выдержанный тип гранита прослеживается в гранитных поясах на большом расстоянии. Уральский гранит легко можно узнать независимо от того, взят ли он с крайнего севера или с крайнего юга, также легко отличить салаирский гранит Урала от варисского. Отсюда, очевидно, можно сделать вывод, что перидотиты и габбро происходят из довольно однообразной симатической оболочки, условия же развития гранита весьма типичны для каждого региона.

Эти отличия, обусловленные процессами, происходящими, вероятно, на довольно большой глубине, для преобладающего по своему распространению типа гранита в какой-то мере зависят от характера непосредственно вмещающих на современном эрозионном срезе пород. Граниты «главного типа» обычно однообразны в одном и том же поясе.

К вопросу о перспективах нахождения металлов, связанных с гранитной магмой, следует подходить по-разному. Например, около 10% запасов вольфрама СССР приходится на Урал. О молибдене этого сказать нельзя. Молибден в СССР проявляется в довольно различных и разновозрастных комплексах, и молибденовое оруденение проявляется на разных этапах. Однако на Урале, даже в тех комплексах, где, казалось бы, можно ожидать больших скоплений молибдена, он находится в непромышленных скоплениях. Очевидно, бедность варисского пояса молибденом — особенность определенных геологических провинций, как указывал и Ю. А. Билибин. Наоборот, салаирский пояс любопытен тем, что для металлогении его гранитов молибден — явно главный металл, с значительными промышленными перспективами.

Олово — еще более редкий для Урала металл. Свинец вовсе не характерен для металлогении гранитов средних и ранних этапов. Именно на Урале встречаются граниты средних этапов и гранитоиды ранних и начальных этапов. Эти наиболее производительные по свинцу приповерхностные свинцовые комплексы и комплексы конечных этапов, ве-

роятно, должны находиться в позднем прогибе Тургая. Таким образом, в доступных нам структурах Урала из благоприятных по свинцу комплексов проявляется лишь телетермальный с отчетливо выраженной свинцовой минерализацией, хотя и не богатой.

В отчете по разведкам в Павдинской даче я подробно отметил, что на Урале, очевидно, существует два типа колчеданных месторождений, типичные особенности которых можно определить, когда они проявляются в мало измененных породах. Различаются месторождения, связанные с малыми интрузиями, и южноуральские межпластовые залежи, повидимому, связи с интрузиями не имеющие. Этой точки зрения я придерживаюсь до сих пор.

Вопрос о перспективности Урала на медь получает положительное разрешение. Уже в настоящее время к северу от Красноуральска имеется несколько месторождений с промышленным содержанием меди, одно из них эксплоатируется. Для месторождений, связанных с малыми интрузиями, возможно, более характерны мелкие рудопроявления, для межпластовых залежей — более крупные. Однако и сейчас некоторые геологи полагают, что такой гигант, как Дегтярка, структурно связан с интрузивными альбитофирами.

Концепцию Пэка о постдайковом возрасте колчеданного оруденения Урала считаю необоснованной, так как она базируется на гипотезе о существовании неких х-пород, везде на Урале замещенных рудой. Между тем дайки рудой не замещаются, а те мелкие сульфидные жилки, которые в них имеются, возможно, возникли при метаморфизме. Таким образом, очевидно, эти дайки в большинстве пострудные.

В подтверждение прогнозов, которые я давал по колчеданам, приведу выдержки из моего отчета, законченного в начале 1950 г.: «... в Верхнеуральском Магнитогорском районе следует ожидать наличия более восточных антиклинальных зон, сложенных рудоносной диабаз-альбитофировой толщей. Здесь необходимо широко поставить геологическое картирование. Вполне вероятно, что восточные альбитофиры (т. е. рудоносные толщи) удастся проследить далеко на юг, может быть до Мугоджар». В 1950 г. эту зону отметили геологи Южно-Уральского управления и около Муртазов обнаружили колчеданную шляпу. В том же 1950 г. нам удалось проследить эту зону с мелкими рудопроявлениями в 100 *км* южнее. На этой же структурной зоне расположен Терексай, а южнее Мугоджар известна еще одна промышленная точка оруденения. Таким образом, эта зона на протяжении 400 *км* представлена 4 рудными точками.

В 1949 г. мною была дана следующая рекомендация: «В районе прииска Миндяк, в верховьях рек Б. и М. Кизилов на поверхности вновь проявлена рудоносность диабазов и альбитофиров и этот участок следует подвергнуть ревизии».

В западной лудловской колчеданной зоне между Кыштымом и Тубинском выделяется наиболее перспективный участок. На остальном протяжении зоны рудоносные свиты либо закрыты более молодыми отложениями, либо прорваны и замещены крупными интрузиями серпентинитов. Эти проявления не являются крупными, но бесспорно относятся к той категории, проверить которую специальными поисковыми работами необходимо.

Я несколько раз указывал, что в восточном вулканогенно-осадочном синклинории известны диабаз-альбитофировые силурийские толщи, в которых наблюдаются развитие кварцево-серицитовых сланцев и пиритизация, поэтому на отдельных участках данной геологической структуры следует произвести поисковые работы на колчеданы. Но мне возражали, что это — рекомендации в «планетарном» масштабе, пока не произошел удивительный случай: скважина, заданная на бокситы, вошла в колчеданы. Последняя рекомендация действительно очень широка, но я не

имел возможности точнее проанализировать районы Восточного синклинория.

В 1941 году К. И. Дворцова проследила на 35 *км* толщу бурых железняков, которая получила название Лисаковского месторождения (теперь она прослежена на 100 *км*). Это месторождение заключает в себе запасы, равные всем запасам железных руд, известным на Урале до 1941 г., и считается самым богатым месторождением в Притоболье. В 1941 году эта толща зафиксирована Дворцовой на карте. В 1946 г. о ней был сделан доклад в Академии наук на межведомственном совещании, созванном по вопросам геолого-разведочных работ.

Несмотря на это, в официальных отчетах Уральского геологического управления за 1949—1950 гг. о Лисаковском месторождении сказано буквально следующее: «Лисаковское месторождение открыто в 1948 г. при разбурке оказавшейся неперспективной Лисаковской аномалии. При этом под верхнетретичными отложениями буровой скважиной был пройден пласт бурого железняка мощностью приблизительно 67 *м*».

Затобольский участок, в котором развиты железные оолитовые руды, в свете имеющихся данных, как отмечает Дворцова, представляет несомненный интерес для дальнейшего изучения. В противоположность Аятскому участку, здесь эксплуатация месторождений может осуществляться путем открытых разработок, так как руды залегают у самой поверхности. Как известно, оценка Дворцовой лисаковских руд оказалась правильной, и начинать разработку нужно было, несомненно, с Лисаковского месторождения, так как оба месторождения были известны к началу крупных работ в Притоболье.

Н. А. Сирин возражал против стратиграфической схемы вулканогенной осадочной толщи верхнего силура. Но именно Н. А. Сирин совместно с Е. П. Молдаванцевым, А. Н. Ходалевичем, Г. П. Волосюком и О. В. Лахтионовым заложили основы стратиграфии вулканогенных осадочных толщ верхнего силура Урала. Эту схему далее разрабатывали и я, и Ходалевич. Проверена она мною для всего Урала при составлении сводной карты масштаба 1 : 200 000, и оказалось, что она пригодна также для Южного Урала, поэтому исключительно самокритичным является замечание Н. А. Сирина, что эта схема не годится. Материал моей проверки и данные Ходалевича доказывают, что она обоснована.

Н. А. Сирин возражал также против определения возраста кимперсайского комплекса. Я его отношу к долудловскому времени по следующим соображениям. Обломки пород этого комплекса встречаются в изобилии в гравелите, подстилающем баймак-барабаевскую свиту, которая по возрасту вместе с обломками пород, включающих гипербазиты кимперсайского комплекса, не моложе нижнего лудлоу.

По Ожигалову, на гипербазитах краков трансгрессивно залегает и средний лудлоу, а обломки серпентинитов встречаются в нижнем девоне. Нижние же горизонты диабаз-спилитовой толщи силура эти гипербазиты явно метаморфизуют.

Возраст лудловского платинового комплекса также довольно хорошо устанавливается. Породы этого комплекса древнее сиенитов Кушвы и Н. Тагила, для которых верхнелудловский возраст доказан на основании определения абсолютного возраста гелиевым методом и по их тесной геологической ассоциации с верхнелудловскими трахитовыми порфирами. Кроме того, гальки этих пород на Северном Урале встречаются в конгломератах, подстилающих эйфельские известняки. В этих конгломератах имеются также обломки скарнов и магнетитов, что, по Н. А. Сирину, послужило поводом для усиления поисков контактово-метасоматического месторождения в районе Северной Сосьвы. Я не могу признать турьинский комплекс одновозрастным с габбро, так как диориты и гранодиориты Турьинских рудников прорывают средний девон до его верх-

них горизонтов. Северный рудник я отношу к живетским интрузиям, указанным у Молдаванцева в среднедевонских отложениях.

А. И. Семенов (ВСЕГЕИ)

Составленная схематическая металлогеническая карта Центрального Казахстана имеет масштаб 1 : 1 000 000. Для составления такой карты по территории Казахстана вполне достаточно геологического материала. Имеются также геологические материалы для составления металлогенических карт масштаба 1 : 500 000 по наиболее важным рудным районам, а для отдельных районов — масштаба 1 : 200 000. Следовательно, карта в масштабе 1 : 1 000 000 для всей территории вполне обоснована. Однако степень достоверности тех структурно-металлогенических зон, которые выделены на этой карте, различна. Одни зоны достаточно хорошо обосновываются геологическим материалом, т. е. установленным характером структур, литологическим составом пород, участвующих в строении этих структур, магматизмом и наличием соответствующей металлоносности в пределах этих структур, другая часть зон менее обоснована. На территории Казахстана к зонам, еще недостаточно хорошо обоснованным, следует отнести зоны так называемых вторичных кварцитов.

В отношении установления закономерности в распределении оруденения за последние годы в Казахстане достигнуты значительные результаты. Особенно это касается Центрального Казахстана, где за последние два года намечены уже некоторые закономерности в распределении свинцового оруденения. Хорошие результаты достигнуты в Джунгарском Ала-Тау, где намечаются структурно-металлогенические зоны с редкометальным и полиметаллическим оруденением. В пределах этих зон выявляются и, вероятно, будут выявлены в ближайшие годы новые полиметаллические месторождения.

Повидимому, имеется генетическая связь между телетермальными месторождениями меди и свинца и офиолитовой формацией в Чидертинском районе. В нижнем течении р. Чидерты известны вкрапленные медно-молибденовые руды, в частности Бощекуль. Это оруденение приурочено к малым интрузиям, которые залегают среди вулканогенных пород среднего кембрия. На среднем кембрии трансгрессивно залегает верхний кембрий. В базальных конгломератах верхнего кембрия встречаются гальки указанных пород и руды. Таким образом, возраст в зонах образования Бощекульского месторождения достаточно хорошо документируется.

Вверх по течению р. Чидерты имеются месторождения, приближающиеся по типу к колчеданным. Следовательно, в нижнем структурном ярусе древняя каледонская медная минерализация может считаться доказанной. В верхнем, герцинском, структурном ярусе (верхний девон—пермь) имеются телетермальные медные месторождения, приуроченные к песчаникам. С нижним структурным ярусом эти месторождения связаны серией минерализованных разломов. Это и позволяет высказать предположение о выносе меди из нижнего структурного яруса.

О принципе выделения структурно-металлогенических зон можно сказать следующее.

Во-первых, в основу выделения отдельных структурно-металлогенических зон положен анализ истории геологического развития того или иного района. При этом учитывается характер структур (время, особенности, условия формирования), литологический состав пород, участвующих в составе этих структур, характер магматизма и особенности минерализации. Иногда в наличии бывают все эти признаки, иногда тот или иной признак отсутствует, и мы выделяем структурно-тектоническую зону по двум или трем признакам. Зоны ультраосновных интрузий строго

приурочены к внутренним геоантиклинальным поднятиям ранних этапов развития.

Прекрасно выделяются структурно-металлогенические зоны в Джунгарском Ала-Тау, где в средних этапах развития возникли крупные антиклинали широтного простирания, к которым приурочены гранитные интрузии и связанные с ними месторождения редких металлов. В краевых прогибах с неглубоким залеганием жесткого каледонского фундамента, где проявился интенсивный вулканизм и внедрились малые интрузии, распространены месторождения свинцовых, свинцово-цинковых, медных руд, а также месторождения флюорита и барита. На этом основании мы намечаем ряд зон.

Следовательно, начатая работа по установлению определенных закономерностей в распределении отдельных типов месторождений на территории Казахстана необходима для рационального направления геологической разведки.

Е. Д. Карпова (ВСЕГЕИ)

В качестве новейшего материала по району месторождения Сусинген я использовала автореферат диссертации Мезенцевой — аспирантки Х. М. Абдуллаева. В этом автореферате детально описывается разрез района месторождения, однако никаких железистых пород в этом разрезе не описано. Конечно, неправ Гарьковец, когда параллелизует район месторождений Сусинген с районом Абаила. Эти месторождения удалены друг от друга и находятся в различных структурно-фациальных зонах. Нет никаких оснований утверждать, что в районе Сусингена распространены железистые кембрийские отложения такого же состава, как и в районе Абаила.

Конечно, предложенная нами металлогеническая карта односторонняя, так как мы рассматривали только эндогенные месторождения. Нужно продолжать изучение мезо-кайнозойской металлогении, а также работу над этой картой как в смысле учета влияния вмещающих пород, так и в смысле анализа распределения осадочных месторождений и осадочных комплексов, характеризующихся повышенной металлоносностью.

М. И. Иициксон (ВСЕГЕИ)

Сложная структура Джуг-Джура определяется не только палеозойским возрастом, она имеет несколько ярусов: 1) докембрийский, сложенный протерозойскими и частично архейскими интрузивно-метаморфическими комплексами, в которые внедрялись крупные массивы анортозитов; 2) палеозойский, представленный осадками девонского возраста, и, наконец, 3) верхний, структурный, начинающийся с континентальных отложений средней юры до вышележащих эффузивных комплексов третичного времени.

Массивы анортозитов приурочены к нижнему структурному ярусу и, как все анортозиты, относятся к докембрию. Они тесно связаны с вмещающей их структурой допалеозойского фундамента.

Возраст Иорахан-Октябрьской зоны устанавливает по тому факту, что здесь располагаются рудоносные интрузии и пересекают наземные угленосные отложения самых низов мела.

Что касается северной зоны — Верхнезейской, то здесь прямых данных меньше, потому что интрузии располагаются в докембрийском комплексе. Но весь их характер: ненарушенное залегание, свежесть и т. п., не оставляют сомнений в их мезозойском возрасте. Далее они продолжаются в районе Алданской плиты, где аналогичным интрузиям также приписывается мезозойский возраст. Очень убедительно показана связь

золотоносности с подобными интрузиями в районе прииска Чана (к северу от Бомнака) Грушевым и Владимирским.

Палеозойские месторождения олова имеются в двух районах: Жинган-Буреинском и Приханкайском.

В первом районе — это пегматитовые месторождения, залегающие в гранитах. Граниты имеют каледонский возраст. Значительно более сложен вопрос о возрасте гранитов Ярославского рудного месторождения и всего рудоносного комплекса, который около него располагается. П. Н. Кропоткин и М. Г. Руб считают, что эти граниты прорывают пермские отложения и относятся либо к верхней перми, либо являются предверхнетриасовыми.

Н. А. Беляевский и я сопоставляем эти граниты с тырно-буреинскими гранитоидами Малого Хингана, которые имеют среднекарбоновый возраст. Палеозойские оловорудные месторождения не похожи на юрские месторождения и на более молодые месторождения Приморья по ряду минералогических и геохимических признаков.

М. А. Фаворская считает, что имеется единый комплекс приморских гранитоидов. Несомненно, что существует по меньшей мере два резко выраженных структурных и петрографических типа оловоносных интрузий. Во-первых, более крупные интрузии — большой массив, который известен в районе залива Владимир. Во-вторых, тип, резко от него отличный — дайковые малые интрузии, которыми контролируются оруденения района Хрустального и Лифудзина. Если в интрузиях первого, приморского, типа мы видим резкие проявления гибридизма, то в интрузиях второго типа этого совершенно не наблюдается. Я их лично не изучал, но учел все имеющиеся материалы, в том числе и первоначальные описания. В работах С. А. Музылева, З. А. Некрасовой, А. З. Лазарева и др. указаний на наличие гибридизма в малых трещинных интрузиях Луфудзина и Хрустального я не нашел.

В. А. ВАКАР (Институт Арктики)

В докладах Совещания, где указывалась роль ассимиляции и образования гибридов при внедрении кислых интрузий, к сожалению, были забыты основные интрузии. Эта недооценка роли основных пород проявлялась и на предыдущей конференции в Горном институте, где И. Г. Магакьян сделал развернутый доклад об образовании постмагматических месторождений и подробно остановился не только на наших, но и на зарубежных месторождениях, связанных с гранитами. У него также из поля зрения совершенно выпали основные породы и месторождения, связанные с ними. Имеется также недооценка их роли в рудообразовании, в частности в образовании гидротермальных месторождений.

Следует подробнее остановиться на формации сибирских траппов. Формация траппов далеко уходит за пределы платформы, а не ограничивается пределами последней, как это считали в прежнее время.

Сейчас установлено, что формация траппов скрывается под молодыми отложениями в краевом прогибе платформы и затем выходит в складчатой зоне.

Когда в геосинклинальных фациях пермских отложений, подобных платформенным, были обнаружены интрузии траппов, 90% которых даже микроскопически не отличаются от обычных траппов платформы, поиски месторождений полезных ископаемых были направлены по той же методике, что и на платформе. Стали искать месторождения норильского типа непосредственно в траппах. Находя пирротино-пиритовые рудопроявления, мы, к сожалению, убеждались в их непромышленном характере.

При более детальных исследованиях на продолжении этих же оруденелых зон, уже за пределами интрузий, были встречены прожилки сфа-

лерита с вкрапленностью галенита, а на некотором удалении от интрузий траппов — самостоятельные галенито-сфалеритовые жилы промышленного масштаба.

Находки в морене валунов полиметаллических руд, образование которых ранее связывалось с гранитами, объяснялись тем, что они могли быть приволочены ледником за 200—300 *км* в период максимального оледенения. И только после того, как в шлихах из зоны сплошного развития траппов повсеместно стали обнаруживать сфалерит и галенит, а также начали встречать среди коренных пород галенито-сфалеритовые рудопроявления, мы, наконец, убедились, что полиметаллическое оруденение связано именно с траппами. Представления некоторых геологов, что полиметаллическое оруденение связано с какими-то глубокими очагами альпийских гранитов, неправильно, так как никакой альпийской тектоники и других предпосылок альпийского магматизма здесь не имеется. В стратиграфически выше лежащих морских отложениях триаса нет никаких проявлений не только магматической деятельности, но и гидротерм.

Нужно сказать, что в складчатой зоне наряду с наиболее распространенным нормальным типом траппов развиты разновидности их, заметно отличающиеся от траппов платформы. Здесь значительно чаще встречаются кислые разновидности, образующиеся за счет ассимиляции многочисленных ксенолитов боковых пород примерно аркозового состава.

Для геосинклинальной зоны имеется возможность получить более глубокие суммарные разрезы, чем для платформы. Интрузии, образовывавшиеся на четырехкилометровой глубине, имеют часто клинообразную форму, переходящую в хонолитообразную благодаря отшнуровыванию ксенолитов боковых пород, что обусловило рваные контакты.

Интрузии мощностью 300—400 *м* в периферических частях иногда бывают переполнены ксенолитами. В центральных частях комплексы ксенолитов преобразованы в шлиры гибридных пород пестрого, в среднем кварц-монцонитового состава, включающие в свою очередь более мелкие выделения граносиенитового состава.

Спектральные анализы проб различных фаций траппов, проверенные в выборочном порядке химическими анализами, показали, что кларки различных металлов в траппах складчатой зоны сильно отличаются от кларков металлов в траппах Сибирской платформы.

Во всех разновидностях траппов складчатой зоны платина отсутствует, хотя она довольно распространена в траппах Сибирской платформы. Золота тоже нет, никеля — следы. Кобальт встречается не постоянно. Почти всегда в траппах складчатой зоны присутствуют свинец и цинк, в меньшей степени — серебро, мышьяк, ртуть.

Кроме того, найден акцессорный сфалерит даже в траппах. В карбонатных миндалинах базальтового мандельштейна встречены сфалерит и галенит.

Наконец, в карбонатной оторочке, окружающей некоторые аргиллито-алевролитовые ксенолиты в траппах, встречаются как сфалерит, так и галенит.

Особенно обогащены сфалеритом и галенитом кислые разновидности траппов, что обычно устанавливается при микроскопическом изучении акцессориев, а также анализами протолочек (тяжелых фракций).

Таким образом, магматическая и металлогеническая специализация траппов геосинклинальной зоны в отличие от платформы была обусловлена в первую очередь ее тектоническими особенностями и во вторую — процессами ассимиляции и гибридизации.

На этом примере можно показать, как опасно, во-первых, проводить полную аналогию геосинклинальных отложений с платформенными образованиями, хотя бы той же самой трапповой формации, и, во-вторых, постаринке притягивать интрузии кислых пород.

На примере доклада П. С. Саакяна хорошо видно, как можно опорочить свою же теорию, трактуя Дашкесанское железорудное месторождение как осадочное. Там же — типичные гранатовые скарны. Если предположить, что это не скарны, то такое количество граната возможно лишь при глубинном метаморфизме, который здесь тоже отсутствует.

Демонстрируя хорошую зарисовку разреза через Дашкесанское месторождение, Саакян совершенно правильно указывает, что гранодиориты секут месторождение и, следовательно, не могут принимать участия в его образовании. Но он почему-то, фиксируя наше вниманние на гранодиоритах, совершенно умалчивает об изображенной у него на разрезе более ранней интрузии габбро-диабаза, с которой, очевидно, и связано железорудное месторождение.

Это обычный тип высокотемпературного метасоматического месторождения, связанного с гранатовыми скарнами, например, к такому типу относится Ангаро-Илимская группа. Пластовое же залегание магнетита известно в месторождениях Урала, например в месторождении горы Благодать.

Вот пример того, как нельзя сбрасывать с баланса основные породы, хотя я не возражаю против самой идеи осадочно-метаморфизованной природы некоторых магнетитовых скарнов и полиметаллических месторождений. Не возражаю, что, может быть, среди них половина осадочных месторождений; но благодаря тому, что П. С. Саакян свалил все в кучу, он дискредитировал свои данные, которые у М. М. Константинова выглядели более мотивированно.

РЕШЕНИЕ СОВЕЩАНИЯ

Заслушав и обсудив доклад А. Д. Ершова «О состоянии и задачах учения о рудных месторождениях», а также доклады о связи оруденения с магматизмом (В. Н. Котляр), о роли ассимиляционных процессов в рудообразовании (Х. М. Абдуллаев), о характере рудообразующих растворов (А. Г. Бетехтин, Н. И. Хитаров, А. И. Захарченко и др.), об осадочном происхождении некоторых полиметаллических и других месторождений (М. М. Константинов, П. С. Саакян), а также доклады о закономерностях распределения эндогенных месторождений в подвижных зонах земной коры коллектива сотрудников ВСЕГЕИ (В. И. Серпухов, В. Г. Грушевой, В. Н. Сергиевский, А. И. Семенов, Е. Д. Карпова, Д. В. Вознесенский, М. И. Ициксон), совещание отмечает:

I. По вопросам рудообразования

1. На основе марксистско-диалектического метода советская геология к настоящему времени в основном критически преодолела главные пороки старой теории рудообразования и, опираясь на передовые идеи дореволюционной русской геологии и особенно на опыт советских геологов, успешно разрабатывает важнейшие проблемы учения о рудных месторождениях.

2. Крупные успехи достигнуты в области региональной металлогении.

Выдающееся значение для науки и социалистической практики имеют исследования и открытия в области геологии и генезиса месторождений редких металлов, редких земель и пегматитов, сульфидно-касситеритового типа месторождений, а также по метаморфическому генезису колчеданов Урала, по генезису бокситов, по шеелитовым скарнам, по коре выветривания и др.

3. Значительный шаг вперед, по сравнению с зарубежной наукой, сделан в области исследования роли геологической среды в магматических и постмагматических процессах, а также в теоретических и экспериментальных работах по вопросам выделения из магмы флюидов, переноса металлов и рудоотложения, включая метасоматоз и скарнообразование.

4. Большую ценность представляют исследования в области ассимиляционных процессов в рудообразовании.

5. Несмотря на большие достижения в разработке отдельных вопросов теории рудообразования, еще не создана общая прогрессивная теория, которая полностью соответствовала бы методологии марксистского диалектического метода и удовлетворяла бы запросы социалистической практики.

Разрешение проблем рудообразования и выяснение общих закономерностей распределения месторождений осуществляются еще без надлежащей комплексности, что приводит к односторонннему освещению рассматриваемых вопросов; все еще недостаточно учитывается роль геологической среды в процессах гипогенного рудообразования.

Недостаточно изучены вопросы об источниках металлоносности, их относительного значения для разных генетических групп месторождений, механизма отделения рудных растворов от магмы и их переноса, глубины рудообразования.

Роль тектонических структур в рудообразовании нередко рассматривается в отрыве от истории развития района и формирования основных рудоносных комплексов пород или формаций (осадочных, интрузивных, эффузивных и метаморфических).

Крайне слабо развиваются также исследования по выявлению геохимических закономерностей, связанных с процессом рудообразования, и совершенно недостаточен объем проводимых экспериментальных работ по выяснению различных сторон процессов рудообразования.

Несмотря на доказанную несостоятельность ряда теоретических положений буржуазных ученых (Линдгрена, Эммонса, Холмса, Лекка и др.), рекламировавшихся в течение ряда лет некоторыми специалистами, эти вредные теории не разоблачены еще в применении к отдельным регионам.

Одной из главных причин отставания в разработке теории рудообразования является совершенно недостаточное использование накопленного практикой громадного фактического геологического материала, который недостаточно обобщается и анализируется.

Совещание особо констатирует отсутствие координирующего центра научно-исследовательских работ в области теории рудообразования и региональной металлогении и недостаточное привлечение к этим работам геологов производственных организаций.

6. Совещание считает, что критический пересмотр основ теории рудообразования и результаты ряда исследований позволяют в настоящее время приступить к созданию советской прогрессивной теории рудообразования, удовлетворительно объясняющей наблюдаемые факты и позволяющей дать прогноз геолого-разведочной практике.

Основными задачами в области разработки теории гипогенного рудообразования совещание считает:

а) Изучение взаимодействия магматических масс и вмещающих пород, протекающего в основном в форме магматической ассимиляции, гидротермальной циркуляции и рудоотложения.

б) Разработку критериев связи оруденения с фазами и фациями магматизма на основе углубленных геолого-петрографических и геохимических исследований.

в) Изучение процессов ассимиляции и гранитизации и их роли в формировании рудоносных растворов.

г) Изучение возможности первично-осадочного происхождения отдельных групп месторождений, относимых к гипогенным.

д) Изучение различных по составу вмещающих пород как одного из возможных источников металлов при эндогенном рудообразовании.

е) Детальное изучение околорудных изменений на основе возможно точного количественного учета привноса и выноса компонентов.

ж) Изучение роли тектонических структур в продвижении рудоносных растворов, в размещении и формировании месторождений в связи с геологической историей развития.

з) Углубленное химико-минералогическое изучение вещественного состава пород, а также выяснение закономерностей первичного минералогического состава и структурно-текстурных особенностей рудных тел в зависимости от совокупности условий рудообразования.

Совещание отмечает также важнейшее научное и практическое значение изучения осадочных и метаморфических процессов рудообразования и рекомендует:

а) Провести специальное изучение рудоносных бассейнов, комплексов пород и формаций, а также геохимических условий осадочного рудообразования с целью выяснения геологических условий, благоприятных для

образования осадочных месторождений, в первую очередь, цветных и редких металлов.

б) Расширить исследования в области изучения метаморфических месторождений, условий их формирования с целью выявления закономерностей образования и установления поисковых критериев.

II. По региональной металлогении

1. Общее направление металлогенических исследований подвижных зон, проводимых во ВСЕГЕИ на основе геолого-исторического анализа развития и строения отдельных регионов, является приемлемым.

Эта работа проведена на основе обобщения значительного фактического материала, накопленного производственными геологическими организациями, а также на основе ранее проведенных геологических и металлогенических исследований советских геологов.

По отдельным крупным регионам составлены металлогенические карты, которые могут служить базой для дальнейшего развития металлогенических исследований и основой для составления в дальнейшем карт прогнозов.

Выделен ряд металлогенических формаций, занимающих определенное место в ходе геологического развития и характеризующихся комплексом минеральных образований, магматизмом, структурой и осадконакоплением.

Наряду с этим совещание отмечает ряд существенных недостатков при выполнении указанных металлогенических исследований:

а) Слабо еще разрабатывается вопрос о роли вмещающих пород для выявления закономерностей размещения полезных ископаемых.

б) Совершенно не разрабатывалась металлогения платформенных областей, а также металлогения осадочных образований.

в) Слабо разработаны вопросы терминологии, касающиеся как металлогении, так и геолого-структурного анализа; отсутствие унификации в терминологии создает ряд трудностей при проведении дальнейших исследований.

г) По отдельным регионам недостаточно использованы данные металлогенических исследований, выполняемых территориальными геологическими управлениями, а также другими научно-исследовательскими организациями.

2. Совещание считает, что для дальнейшего развития металлогенических исследований необходимо:

а) На следующем этапе исследований усилить выяснение закономерностей причинной связи распределения рудных образований с геологическими процессами, как основы для дальнейшей разработки теории рудообразования.

б) Для наиболее важных в практическом отношении районов необходимо перейти к составлению детальных металлогенических и прогнозных карт как общих по районам, так и специализированных по отдельным металлам. Одновременно должен собираться материал и составляться общая металлогеническая карта Советского Союза, для чего, в первую очередь, необходимо создание новой геологической карты с учетом всех последних геологических материалов.

в) Для усиления металлогенических исследований во ВСЕГЕИ и в других институтах в планы их работ должны быть включены специальные металлогенические исследования: по металлогении СССР, его отдельных регионов, а также по металлогении важнейших металлов.

г) При дальнейших металлогенических исследованиях необходимо привлечение специалистов различных отраслей геологической науки (литологов, тектонистов, петрологов, геохимиков и т. д.), а также геологов производственных геологических организаций.

д) Следует разработать методику комплексного металлогенического анализа для всех основных структурно-тектонических форм (складчатых и переходных зон платформ) и генетических типов месторождений (гипогенных, осадочных, метаморфических).

Совещание считает также необходимым: расширение лабораторно-технической базы для проведения экспериментальных работ и широкое развитие последних для обоснования генетических представлений, а также внедрение новейших достижений физики, химии, физической химии и других смежных наук; создание по линии Академии наук и Министерств координирующего центра научно-исследовательских работ в области теории рудообразования и металлогении с широким привлечением геологов производственных организаций; созыв в 1953 году и в последующие годы всесоюзных совещаний по проблемам теории рудообразования и металлогении, а также совещаний по вопросам региональной металлогении в геологических управлениях и производственных трестах соответствующих Министерств.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3

В. И. Серпухов. Закономерности распределения эндогенных месторождений в подвижных зонах земной коры и некоторые общие вопросы эндогенного рудообразования 4

В. Г. Грушевой. Основные черты металлогении Кавказа в связи с историей его геологического развития 21

В. М. Сергиевский. Основные особенности металлогении Урала . . 31

А. И. Семенов. Основные черты металлогении Восточного Казахстана 44

Е. Д. Карпова. Основные черты варисской металлогении Тянь-Шаня в связи с историей его развития 61

Д. В. Вознесенский. Основные черты металлогении Тувинской автономной области 75

Г. Л. Падалка. Общие черты металлогении Восточной Сибири (Забайкалья) 82

М. И. Циксон. Основные черты металлогении южной части советского Дальнего Востока 103

Обсуждение докладов 119

Решение совещания 170

ОПЕЧАТКИ

Страницы	Строка	Напечатано	Следует читать
4	8 сверху	Т. А. Билибина	Т. В. Билибина
21	11 сверху	Алевердского	Алавердского
86	4 сверху	Укабии	Икабии
88	25 сверху	мелеза	железа
143	24 снизу	измеренной	измеряемой
167	28 сверху	Луфудзина	Лифудзина

„Советская геология" сборник II

Редактор выпуска *А. Д. Ершов*
Редактор издательства *Н. И. Бабинцев*
Техн. редактор *А. С. Борисов*
Корректор *Т. Я. Дьяконова*

Сдано в набор 27/II 1953 г.
Подписано к печати 20/IV 1953 г.
Формат $70\times108^{1}/_{16}$
5,5 бум. л. — 15,07 печ. л. — 14,8 уч.-изд. л.
Тираж 500 экз. Зак. 0666

Картфабрика Госгеолиздата

5490