

ГЛАВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЗОН ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ*

Предварительные замечания

В годы пятой пятилетки коллективом геологов Академии наук Казахской ССР и республиканских организаций всесоюзных министерств геологии и охраны недр, цветной металлургии и высшего образования были составлены металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана для руд черных, цветных и редких металлов. Работы проводились под единым научно-методическим руководством Института геологических наук Академии наук КазССР. Основные материалы и выводы этого капитального научного труда в настоящее время уже опубликованы и получили широкое практическое применение в геологических и геологоразведочных организациях республики.

Принципы составления металлогенических прогнозных карт, равно как и некоторые основные теоретические выводы, уже были изложены в ряде опубликованных научных работ [1—6]. Методика составления, нагрузка и легенда этих карт детально обсуждались и апробировались на двух республиканских геологических конференциях, созванных в г. Алма-Ате в 1953 и 1954 гг. с участием представителей геологических учреждений Москвы и Ленинграда; дважды (1953 и 1956 гг.) о них докладывалось на расширенных заседаниях Отделения геолого-географических наук АН СССР в Москве, проходивших, как правило, при широком участии представителей всех научных геологических учреждений и вузов столицы.

Не вдаваясь в детали принципов и методики составления металлогенических прогнозных карт, подчеркнем лишь одну характерную особенность этих карт, а именно их исключительную аргументированность весьма обильным фактическим геологическим материалом, позволяющую сделать ряд совершенно определенных выводов.

Карты эти не плод слепого следования канонам тех или иных внешне стройных, а, по существу, чисто субъективных и умозрительных металлогенических схем, декларируемых некоторыми нашими исследователями в качестве универсальных вечных истин. В меру полноты обобщенных исходных фактических материалов карты эти представляют собой как бы снимок реально существующих геологических и металлогенических особенностей Центрального Казахстана. На основании этих карт можно получить вполне аргументированные ответы на вопросы: что и где надо конкретно искать в пределах всего обширного и сложного региона. Именно в этом заключается их очень большое научное и практи-

* Статья опубликована в журнале «Советская геология». 1957. № 58. С. 93—109.

ческое значение, а вместе с тем коренное и принципиальное отличие от различных широко распространенных «всеобъемлющих» металлогенических схем, обычно пышных по фразеологии, но убогих по фактической аргументации, а поэтому и беспомощных в части приложения их к конкретным запросам практики геологических поисков и разведок.

Металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана, представляющие собой плод творческого труда огромного коллектива геологов республики, кропотливого комплексного анализа и обобщения всех имеющихся на сегодня обширных фактических геолого-геофизических и металлогенических материалов, дали много важного также в деле раскрытия объективных закономерностей пространственного размещения проявлений богатого эндогенного рудообразования в этом обширном регионе.

Общепризнано, что основными аргументирующими факторами в формировании и пространственном размещении самых различных эндогенных месторождений являются специфические черты проявления тектоники, магматизма и рудовмещающей среды. Исходя из этого ниже кратко изложим некоторые основные выводы в отношении главных закономерностей пространственного размещения проявлений эндогенного рудообразования в том виде, как они вытекают из анализа ныне законченных металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана.

Основные структурно-тектонические особенности Центрального Казахстана и влияние их на размещение эндогенных металлогенических формаций

Палеозойский цоколь Центрального Казахстана представляет собой внутреннюю область грандиозной Урал-Тянь-Шань-Алтайской дуги. Внешним обрамлением ее служили жесткие контуры Русской, Таримской и Сибирской платформ. По представлениям Н. Г. Кассина, геосинклинорные структуры Праураля, Пратянь-Шаня и Праалтая были заложены еще в докембрии.

В кембрии произошли дальнейшее усложнение и ретушировка основных структурных элементов Центрального Казахстана, формирование в нем сложных геоантиклинорных зон — Имантау-Кокче-Тау, Селеты, Еремен-Нияза, Тектурмаса, Мангадыра, Улу-Тау, Моинты, Чу-Илийской и др. — со сложным переплетением подвижных геосинклинорных зон, расположенных между ними.

В Центральном Казахстане при этом четко оформились две грубо концентрические геосинклинорные дуги, обращенные выпуклостью на северо-запад: внешняя Тянь-Шань-Кара-Тау-Кокче-Тау-Алтайская и внутренняя Чу-Или-Тектурмас-Чингизская дуги. Между этими дугами обособилась внутренняя область локальных структур различного простирания: северо-западного, субмеридионального, северо-восточного и субширотного, в сумме слагавших

основной остов Центрального Казахстана. Таким образом, мозаичность структурного каркаса Центрального Казахстана проявилась уже начиная с верхнего докембрия и кембрия.

Переход мобильных геосинклинорных зон в состояние шельфов происходит, грубо говоря, от периферии бассейнов (от обрамлявших их платформ) к их центру. При этом формы вновь возникающих молодых структур претерпевают некоторые осложнения в результате реакции со стороны внутренних геоантиклинальных поднятий более высоких порядков, игравших роль местных центров консолидации по отношению к обрамлявшим их локальным подвижным геосинклинальным зонам.

Начиная с ордовика намечается Гульшад-Тагалы-Карагайлы-Аягузская коленчато изогнутая подвижная геосинклинальная зона с внутренним островным континентальным выступом, расположенным на северо-восток от современного оз. Балхаш. На юге эта подвижная геосинклинальная зона сливалась с обширной геосинклинорной зоной Джунгарского Ала-Тау. Характерно, что описанная, почти замкнутая область подвижных геосинклинальных зон, то нарастая по площади, то уменьшаясь, сохраняет свой основной структурный план вплоть до верхнепалеозойского времени.

Начиная с верхнего девона, особенно с фаменского времени, происходит почти повсеместное погружение территории Центрального Казахстана, начинается трансгрессия, достигшая максимума в нижнекаменноугольную эпоху.

Дислокации варисского тектогенеза, преимущественно судетской и тянь-шаньской фаз, сформировали своеобразные новые структуры Центрального Казахстана. В породах нижнего консолидированного структурного этажа эти структуры проявились главным образом в виде антеклиз и синеклиз, подвижных горстов и грабенов, а в породах верхнего, собственно варисского этажа — в виде различно ориентированных пассивных пологих брахискладчатых структур, обычно сундучного профиля. Степень дислоцированности последних является функцией мощности слагавших их толщ, возрастая там, где они формировались в условиях интенсивно погружавшихся мобильных зон, зажатых среди пород каледонского или докаледонского фундамента.

Как правило, варисские структуры средне- и верхнепалеозойских комплексов, представляющие собой в основном пологие складки, ориентированы существенно в субширотном, северо-западном и северо-восточном направлениях, однако нередки и сравнительно небольшие, обычно узкие площади, где складки ориентированы субмеридионально.

В осадочных сериях повышенной мощности, накапливавшихся на площадях интенсивно погружавшихся подвижных зон, варисские структуры средне- и верхнепалеозойских комплексов бывают представлены также в виде систем достаточно крупных нормальных складок, часто осложненных пластовыми дизъюнкциями.

В ядрах подобных антиклинальных зон часто размещаются гранитоиды.

В верхнепалеозойское время на территории Центрального Казахстана четко обособлялись следующие подвижные структурные зоны (см. рисунок):

- 1) субмеридиональная Атбасар-Джезказган-Джамбулская, протягивающаяся с севера на юг на расстояние 800 км;
- 2) субширотная Тениз-Караганда-Тюндук-Майлисорская протяженностью более 600 км, вытянутая с запада на восток;
- 3) субширотная Тасбулак-Кзыл-Кенгир-Саяк-Алакульская протяженностью свыше 500 км, ориентированная с запада на восток;
- 4) северо-западная Зайсан-Иртышская зона протяженностью более 600 км.

Кроме того, отчетливо вырисовывается несколько прерывистая субмеридиональная Селеты-Коржункуль-Караганда-Шажагай-

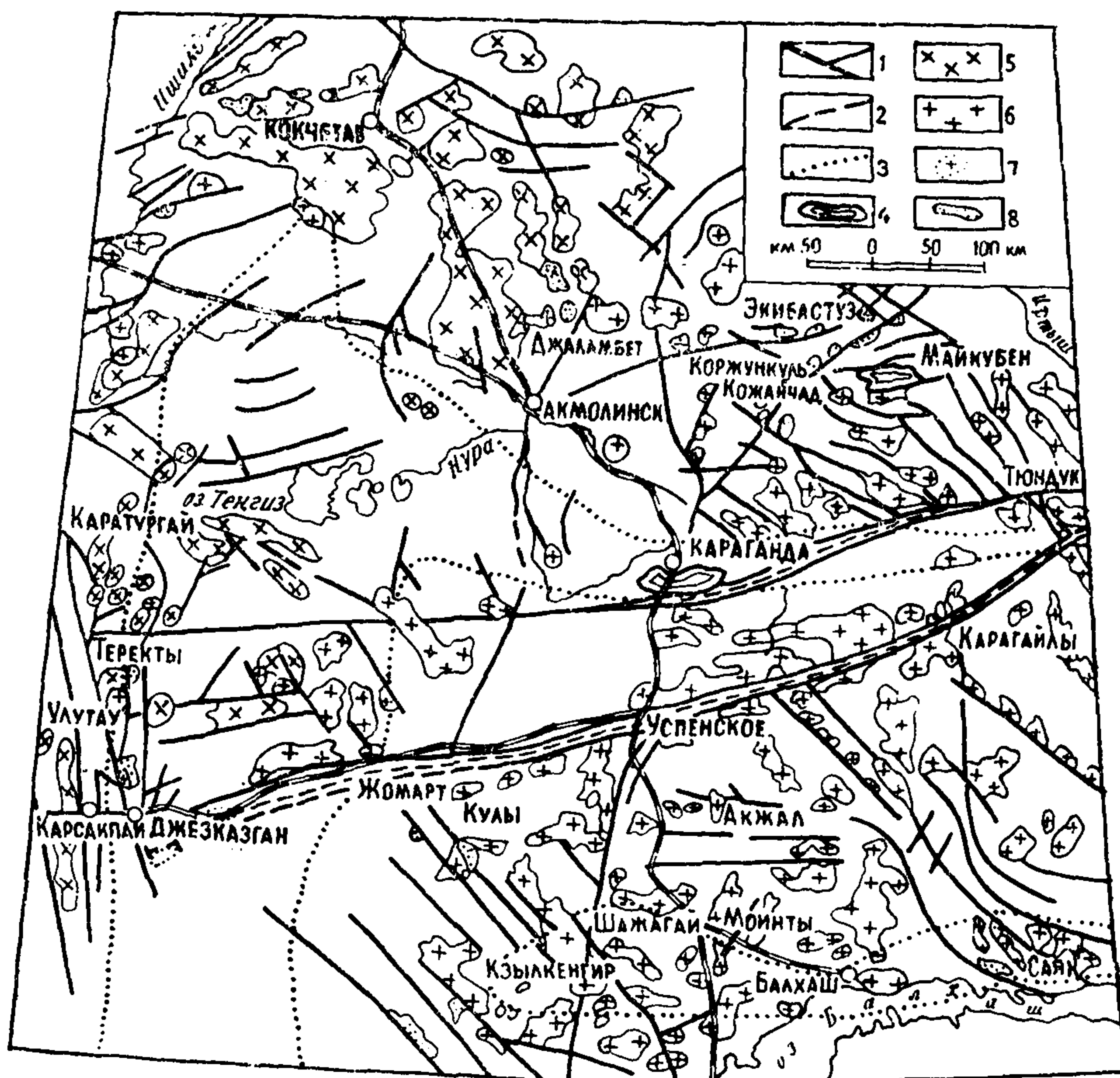


Схема разрывных структурных зон и интрузий в Центральном Казахстане: 1 — региональные разрывные зоны; 2 — разрывные зоны по данным геофизики; 3 — контуры депрессий в верхнем карбоне (по Н. Г. Кассину); 4 — угольные бассейны; 5 — гранитоиды каледонских и более древних этапов; 6 — гранитоиды варисских этапов; 7 — контуры массивов гранитоидов по данным геофизики; 8 — интрузивы ультрабазитов

Кзыл-Кенгир-Илийская зона, далее на юг плавно переходящая в субширотную Капчагай-Кульджинскую зону. Эта прерывистая зона на севере, примерно до верховьев р. Шажайлы, т. е. на протяжении 400 км имеет ясно выраженную субмеридиональную (уральскую) ориентировку, затем в промежутке Шажайлы-Капчагай — отчетливую северо-западную (алтайскую), а далее в отрезке Капчагай-Кульджа — субширотную (тянь-шаньскую).

Замыкание этих депрессий, а также процесс складчатости в заполнявших их верхнепалеозойских осадках завершились в верхней перми или нижнем триасе в конечную, тянь-шаньскую, фазу варисского тектогенеза. Наряду с образованием складчатости в верхнепалеозойских отложениях напряжения, возникшие во время тянь-шаньской фазы, обновили старые, а местами создали новые зоны глубоких тектонических разломов в консолидированном фундаменте докаледонид, каледонид и ранних варисцид. Закономерности заложения этих новых региональных зон разломов на основании данных геофизики и геолого-структурного анализа представляются в следующем виде:

1) субширотные региональные зоны смятия, падающие под углами $30-40^\circ$ на юг, с надвиганием блоков с юга на север в периоды главных фаз орогена, ориентированные существенно в тянь-шаньском направлении;

2) субмеридиональные региональные зоны разрыва с крутыми углами падения, следующие главным образом по спаям структурно разнородных толщ в теле жесткого фундамента;

3) диагональные зоны скалывания в породах фундамента, ориентированные на северо-запад или северо-восток, обычно крутопадающие и кулисовидные.

Необходимо отметить, что указанные выше системы главных зон разломов могут быть названы элементами первого порядка в структурном плане Центрального Казахстана на верхневарисском этапе его развития. Дизъюнктивы более высоких порядков зависят уже от второстепенных, чисто местных факторов, обусловленных мозаичностью и гетерогенностью общего структурного каркаса Центрального Казахстана на протяжении этого этапа, о чем уже было сказано выше.

К числу региональных разрывных структур первого порядка, заложенных или резко обновленных в Центральном Казахстане на верхневарисском этапе, могут быть отнесены:

1) субширотные надвиговые зоны, рассекающие и обрамляющие с юга и севера древние кокчетавские структуры;

2) субширотные Теректы-Караганда-Коктасджал-Тюндукские надвиговые зоны, обновившие ранее существовавшие здесь в нижнем и среднем палеозое зоны подвижных глубоких депрессий;

3) субширотные Джекказган-Жомарт-Караджал-Успенско-Карагайлинские надвиговые зоны, по данным геофизики уходящие далеко на восток и рассекающие Чингизский антиклинорий и Зайсан-Иртышскую депрессию;

4) субширотные Кулы-Кособа-Аксоран-Акжал-Дагандельские структуры так же, как и несколько кулисообразно расположенные на юго-запад и юго-восток от них субширотные разрывные структуры районов Булат-Тау и Северо-Восточного Прибалхашья;

5) субмеридиональные региональные разрывные структуры Каратургай-Улу-Тау — Джезказгана, с возможным их продолжением как на север от Каратургая, так и на юг от Джезказгана;

6) северо-западные региональные разрывные структуры Жомарт-Шалгия-Кеньказган-Караоба-Кзыл-Кенгер, сочленяющиеся на северо-западе с крупной Джезказган-Карагайлинской региональной надвиговой зоной;

7) субмеридиональные региональные разрывные структуры районов Жоламбет и Коджанчад, с перерывами прослеживающиеся на юг вплоть до Прибалхашья;

8) субмеридиональные и северо-западные региональные разрывные структуры Саяк-Дагандель-Теректы-Карагайлы, сочленяющиеся на севере с Джезказган-Карагайлинской региональной надвиговой зоной и с возможным продолжением своим как на север от Карагайлы, так и на юг от Саяка;

9) северо-западные причингизские региональные разрывные структуры.

Следует подчеркнуть, что в перечисленных крупных региональных зонах тектонических разломов средне- и верхнепалеозойские отложения имеют, как правило, пликтивно-складчатую структуру и обычно осложнены межпластовыми дизъюнктивными нарушениями различной интенсивности. Эти нормально-складчатые верхневарисские структуры всегда тектонически причленяются в своем основании к зонам главных разрывных структур, рассекающих остов подлежащих им консолидированных каледонид или докаледонид.

Сами региональные разрывные зоны состоят при этом из совокупности многих генетически единых, сопряженных, оперенных и координированных дифференциальных трещинных зон более высоких порядков, лишь в сумме слагающих специфически особенные структуры того или иного регионального линейно вытянутого тектонически напряженного поля.

Как показывают результаты геологических наблюдений и геофизических исследований, именно эти зоны региональных и глубоких разрывных структур на территории Центрального Казахстана являлись главными и решающими факторами в пространственном размещении как продуктов магматизма, так и всех проявлений связанной с ними богатой эндогенной металлогении варисских этапов. Они же оказали несомненное влияние и на процессы последующего развития киммеро-альпийской тектоники и неотектоники в пределах всего этого обширного региона.

Таковы вкратце основные специфические черты и развитие тектонических структур Центрального Казахстана. Выявление и учет

этих особенностей оказались крайне важными для установления объективных закономерностей пространственного размещения проявлений эндогенной металлогении на различных геологических этапах, а также для составления металлогенических прогнозных карт этого обширного геологического региона.

Основные особенности магматизма и отношение их к процессам проявления эндогенного рудообразования в условиях Центрального Казахстана

В тесной взаимосвязи с развитием основных геологических структур находились в Центральном Казахстане и процессы зарождения, становления и консолидации продуктов магматизма. В составе сильно дислоцированных и глубоко метаморфизованных докембрийских толщ здесь повсеместно развиты различные ортогнейсы, гнейсограниты, амфиболиты, спилиты, основные и кислые эффузивы, состав и геологический возраст которых еще далеко не изучены в деталях.

Наиболее достоверным по возрасту является верхнепротерозойский комплекс интрузивных основных и ультраосновных пород, представленных обычно сильно серпентинизированными перидотитами, пироксенитами и габбро-норитами. Пространственно они всегда тесно приурочены к комплексам пород верхнего протерозоя и обнажаются в виде четковидных линейных полос, обычно ориентированных согласно со структурами пород докембрия. Интрузии эти изучены пока слабо, но имеющиеся фактические данные указывают на то, что в этих ультраосновных и основных комплексах нет значительной первичной расслоенности по составу. За исключением Чарского массива, в них не наблюдается признаков лиственитизации и проявлений промышленно значимых скоплений медно-никелевых сульфидов. Однако в коре их выветривания всегда устанавливаются зоны окисно-силикатных железо-никелевых руд, содержащих кобальт, представляющих местами крупный промышленный интерес. С ними же связаны промышленные проявления асбеста, магнезита, талька, серпентина, россыпей титановых минералов, а возможно, и платиноидов.

Нижнепалеозойский период, во время которого на территории Центрального Казахстана были развиты преимущественно мобильные геосинклинальные зоны, в общем был крайне насыщен проявлениями магматизма как в его глубинных, так и в наземных формах. Для раннекаледонского (салаирского) геотектонического этапа особенно характерны мощные проявления спилит-кератофировой формации с комагматическими гипабиссальными малыми интрузиями гранитоидов, основных или средней основности. С ними обычно связана медная, медно-молибденовая и медно-турмалиновая минерализация.

С эффузивно-осадочными комплексами раннекаледонского эта-

па и с комагматическими с ними малыми интрузиями связана также золото-баритовая, барит-золото-колчеданная и полиметаллическая минерализация.

Позднекаледонский (собственно каледонский) геотектонический этап характеризуется прогрессирующим ростом проявлений магматизма. Интрузивы его обычно представлены крупными телами плагиоклазовых роговообманковых гранитов, гранодиоритов, местами штоками диоритов, тоналитов и других основных гранитоидов. Для некоторых массивов специфичен интенсивный натровый метасоматоз, приводящий к образованию альбититов, обычно обогащенных танталониобатами. Некоторые данные, однако, свидетельствуют о том, что процессы альбитизации являются значительно более поздними, чем сами гранитоиды.

Эффузивный магматизм особенно характерен для позднекаледонского этапа и представлен мощными излияниями лав, основность которых закономерно уменьшается с повышением их геологического возраста. Для этого этапа характерны также силлы и дайки диабазовых порфиритов.

Для магматизма позднекаледонского этапа в Центральном Казахстане особенно характерна кварцево-золоторудная формация, иногда с сульфидами и арсенидами цветных металлов. Также значительны здесь проявления скарноворудных полей, заключающих достаточно обильную контактово-метасоматическую железорудную (с кобальтом) и меднорудную минерализацию как в самих скарновых полях, так и в зонах гидротермального окварцевания и пиритизации вдоль крупных тектонических разломов.

С этими же гранитоидами позднекаледонского этапа ассоциируют, как уже было указано выше, значительные скопления танталониобатов, а также кварц-турмалиновая минерализация с оловом и вольфрамом.

Центральный Казахстан является одной из немногих в мире провинций, где проявились процессы мощного вулканизма, продолжавшиеся в течение готландия, нижнего и среднего девона. В юго-восточном квадранте территории, расположенном к югу от Успенско-Карагайлинской региональной разрывной зоны и на восток от Атасу-Моинтинского геоантиклинория, вулканизм проявлялся, по-видимому, также в течение всего карбона и перми. Эффузивы и их пирокласты местами достигают здесь громадной мощности, представляя собой в основном продукты трещинных излияний, хотя немало имелось, по-видимому, и вулканов центрального типа.

Вопросы стратиграфии и петрологии этих мощных эффузивных комплексов сегодня являются одной из наименее изученных проблем геологии Центрального Казахстана. Можно все же считать установленным, что состав магм этих эффузивов эволюционирует во времени в направлении постепенного уменьшения степени основности. Диффузно-рассеянная и цеолитовая минерализация меди довольно обычна для более основных разностей этих эффузивов, тог-

да как рассеянная пиритизация, алунитизация, андалузитизация, иногда с корундом и рутилом характерны для их более кислых разновидностей.

Нередко наблюдается вторичная гидротермальная кварцитизация и серицитизация этих эффузивов, сопровождаемая иногда рассеянной прожилково-вкрапленной, пиритовой и медно-молибденовой минерализацией, заключенной в них; она обычна в тех случаях, когда эффузивы бывают расположены в кровле гранитоидных интрузивов. Явления пропилитизации в них обычно практически отсутствуют, что указывает на достаточно высокую степень кислотности основного субстрата подобных гидротермально измененных эффузивов, входящих в состав пока собирательной группы пород, называемых «вторичными кварцитами».

Интрузии варисского геотектонического этапа расчленяются в Центральном Казахстане пока на две возрастные группы: а) ранневарисские интрузии, формировавшиеся до среднего карбона включительно, и б) поздневарисские, формировавшиеся предположительно в верхнем карбоне и перми.

Ранневарисские интрузии обычно представлены многофазными образованиями, начиная от более ранних диоритов, гранодиоритов и кончая более молодыми нормальной кислотности биотитовыми гранитами, щелочными гранитоидами и их разнообразными дайково-жильными дифференциатами.

Ранневарисские интрузии тяготеют к зонам крупных региональных разломов, пересекающих древний жесткий фундамент Центрального Казахстана. Это предопределяет соответствующую линейность в их пространственном размещении, хорошо заметную на современном уровне денудационного среза территории Центрального Казахстана.

Поднимаясь по тектонически ослабленным региональным разрывным зонам, гранитоидные интрузии ранневарисского этапа обнаруживали склонность «растекаться» вдоль встречающихся на пути поверхностей структурного раздела различных формаций и часто принимали формы обширных «пластовых» интрузий.

Ранневарисские гранитоиды обычно имеют ясные и широкие контактовые ореолы, представленные зонами ороговикования и скарнирования. Преимущественная приуроченность ранневарисских гранитоидных интрузивов к зонам региональных разломов достаточно объективно указывает на то, что они поднимались в верхние горизонты литосферы в основном именно по этим тектонически ослабленным зонам фундамента. Вместе с тем явления связанного с ними широкого контактового метаморфизма, так же как и пестрота петрографического состава самих гранитоидов, достаточно ясно указывают на значительную роль собственно интрузивных усилий в их формировании и становлении, включая местами, вероятно, и процессы «завоевания» камерного пространства путем некоторой ассимиляции прорываемых пород.

С ранневарисскими гранитоидами в Центральном Казахстане связаны проявления огромного количества скарновых и скарново-гидротермальных металлогенических формаций, заключающих руды железа и меди, полиметаллов и редких металлов. Характерна при этом преимущественная приуроченность скарновых ореолов к контактам более основных дериватов этих гранитоидов. То же свойственно и проявлениям апоинтрузивных, гидротермально-окремненных «вторичных кварцитов», местами заключающих крупные промышленные концентрации меди и молибдена.

Характер распространения поздневарисских или, как их обычно называют, «пермских» гранитоидных интрузивов Центрального Казахстана еще более подчеркивает направляющее значение глубоких региональных разрывных зон в процессах их подъема и пространственного размещения. Линейную ориентированность поздневарисских гранитоидных интрузивов можно иллюстрировать многими примерами. Укажем на главнейшие из них, наиболее наглядно проявляющиеся в условиях современного денудационного среза:

1) субширотная полоса гранитоидных интрузивов Кулы-Сартау — Кзылтау — Айртау — Кособа — Акча-Тау, расположенная к югу от Атасу-Успенско-Карагайлинской региональной разрывной зоны;

2) субмеридиональная полоса интрузий Коунрад — Бектаута — Акча-Тау — Кыларай — Каркаралы — Баянаул;

3) субмеридиональная полоса интрузий Аирчоку — Улутау — Найзатас и многие другие.

Характерной особенностью поздневарисских гранитоидных интрузивов Центрального Казахстана является в основном инъекционный характер их внедрения, обычно обуславливающий незначительную интенсивность проявлений связанных с ними термальных контактово-метаморфических ореолов. Для них, скорее, характерна внешняя микрогранит-аплитовая оболочка, представляющая собой, по существу, продукты «закалки» магмы этих интрузий, происходившей вдоль контактов с прорываемыми породами.

Для большинства поздневарисских гранитоидов Центрального Казахстана характерно явление грубого структурного расслоения, выраженное чередованием зон гранитоидов, ясно стратифицированных по степени зернистости. Однако, где бы ни проявлялись на обширной территории Центрального Казахстана эти поздневарисские гранитоиды, в каких бы структурных этажах литосферы они ни размещались, начиная от пород докембрия (Аирчоку, Улу-Тау, Куулы и др.) и кончая породами среднего палеозоя (Каркаралы, Баян-Аул и др.), они везде отличаются удивительно постоянными и характерными признаками своего петрохимического состава — повышенными против средней нормы содержаниями кремнезема, глинозема и щелочей при крайне незначительном участии щелочно-земельных элементов.

В ближайшем соседстве с подобными лейкократовыми «аляски-

товыми» гранитами, внутри той же региональной разрывной зоны и на том же денудационном уровне нередко размещаются парагенетически связанные с ними дайки и штоки гранит-порфиров, адаметеллитов, диабазовых порфиритов и др. По исследованиям В. К. Монича, в сложно построенных многофазных гранитоидных plutонах варисского этапа наиболее кислые разности гипсометрически всегда слагают наиболее высокие зоны.

Во многих случаях структурный анализ окружающей геологической обстановки показывает, что на современном денудационном уровне обнажаются только самые верхние «аляскитовые» зоны сложных и многофазных гранитоидных комплексов варисского этапа. Поздневарисские, «пермские» аляскиты, вероятно, представляют собой конечный продукт процесса длительной дифференциации состава глубоких магматических очагов в Центральном Казахстане, происходившего на протяжении всего палеозойского периода развития этого региона. С этим предположением согласуются многие особенности массивов аляскитов: их наиболее высокое гипсометрическое положение среди других дериватов многофазных варисских гранитоидов Центрального Казахстана; наиболее молодой геологический возраст; ультракислый состав, характеризующийся при этом значительно повышенным содержанием натрия, калия, бериллия, бора, фтора хлора, воды, серы и многих других летучих и подвижных компонентов, а также высокая степень обогащенности их многими цветными и редкими металлами в виде аксессуаров и гидротермальных жильных выделений.

Объективным подтверждением этого могут служить спектральные анализы состава многих поздневарисских гранитоидов, всегда показывающие повышенные содержания меди, марганца, бария, молибдена, вольфрама, олова и ряда других металлов. Так, в поздневарисских адаметеллитах Найзатасского района, расположенных всего в 30 км от Джезказгана, содержание меди доходит до 0,1—0,16%, бария — 0,1%, серы — более 0,1% при содержании марганца более 0,6—1%. Повышенные содержания меди и олова установлены в аляскитах Улу-Тау, молибдена и вольфрама — в аляскитах Акча-Тау, Темирчи и т. п.

С поздневарисскими гранитоидами в Центральном Казахстане связаны многочисленные, часто уникальные по промышленным масштабам, в основном гидротермальные металлогенические формации меди, марганца, свинца, цинка, молибдена, вольфрама, бериллия, олова и многих других металлов.

Магматизм киммеро-альпийского этапа достоверно проявляется в немногих пунктах Центрального Казахстана и представлен в виде липаритов, дацитов, андезитов и малых интрузивных тел долеритов. Эндогенные металлогенические формации, достоверно связанные с проявлениями киммеро-альпийского магматизма, еще не установлены в Центральном Казахстане.

Пространственное размещение гранитоидных интрузивов варис-

ского этапа в Центральном Казахстане является в общем достаточно закономерным. В основном оно определяется положением региональных глубоких разрывных зон, ориентированных, как было показано выше, в четырех главных структурных направлениях: а) субмеридиональном — уральском; б) субширотном — тянь-шаньском; в) северо-западном — алтайском; г) северо-восточном — нань-шаньском.

Сочленения или пересечения этих главенствующих разрывных структур создают в Центральном Казахстане характерные линейные или коленчатые полосы гранитоидных интрузивов варисских этапов. Расположение этих региональных глубоких разрывных структур и связанных с ними интрузий варисских гранитоидов является, естественно, одним из важнейших исходных факторов при анализе и расшифровке основных закономерностей пространственного размещения зон эндогенной металлогении Центрального Казахстана.

Опишем кратко ход главнейших геологических событий, происходивших в этом районе. Вслед за заключительными фазами тех или иных крупных геотектонических этапов происходили подъем и внедрение магматических масс в более высокие горизонты литосферы. Местами эти массы достигали дневной поверхности и давали излияния лав различного состава и мощности, а также накопления соответствующих пирокластов; местами они застывали на глубине, на тех или иных гипсометрических уровнях, в тех или иных структурных этажах.

Для верхнепротерозойского, ранне- и позднекаледонского геотектонических этапов определяющими факторами пространственного размещения магматических образований являлись мобильные геосинклинальные зоны и складчатые структуры, сформированные мощными вулканогенными и осадочными толщами. Для ранне- и поздневарисского геотектонических этапов пространственное размещение магматических образований определялось в основном положением региональных глубоких разрывных зон в консолидированном фундаменте.

Как показывают факты, состав глубинных магматических очагов в Центральном Казахстане за палеозойский период времени изменялся довольно закономерно: от более основных на ранних стадиях до более кислых или даже ультракислых разностей на завершающих стадиях варисского геотектогенеза. Магмы различных этапов оказывались при этом обогащенными теми или иными металлическими компонентами, что при благоприятном сочетании элементов тектоники, магматизма и окружающей геологической среды приводило к формированию промышленных металлогенических формаций того или иного состава.

Решающее влияние на пространственное размещение эндогенных металлогенических формаций оказывали не только факторы магматизма и тектоники, но и литохимические и физико-механиче-

ские особенности тех геологических пород, в которых происходили процессы миграции и осаднения полезных металлических компонентов, заключенных в их составе. Это обстоятельство подчеркивает важную роль анализа и учета специфических черт тех рудовмещающих комплексов, которые в условиях Центрального Казахстана явились наиболее благоприятными для пространственного размещения продуктов эндогенной металлогении.

Основные особенности рудовмещающих пород, благоприятные для размещения эндогенных металлогенических формаций в условиях Центрального Казахстана

Продукты интрузий поздневарисской эпохи, так же как и интрузий более древних этапов, размещаются в Центральном Казахстане в широком диапазоне по вертикали, начиная от пород древнего консолидированного фундамента и кончая породами среднего и верхнего палеозоя, причем их размещение находится в прямой связи со спецификой локальных структурно-тектонических условий. Петрологический облик наиболее молодых «пермских» гранитоидов, застывавших на самых различных структурных этажах, поразительно устойчив, что указывает на сходство термодинамических условий формирования и консолидации этих пород (см. рисунок).

Продукты постмагматической деятельности гранитоидных интрузий в виде тех или иных эндогенных металлогенических формаций размещены, вообще говоря, в самых различных структурных этажах и типах рудовмещающих пород. Однако, как показал анализ фактов, глубоко метаморфизованные толщи, имеющие большие мощности и вместе с тем однородные по физическим свойствам, как правило, неблагоприятны для локализации эндогенного оруденения значительного масштаба.

В подобных, практически изотропных средах эндогенная минерализация обычно проявляется в диффузно-рассеянном виде, где содержание полезных компонентов бывает обычно ниже промышленного минимума. В некоторых случаях минерализация локализуется в одиночных, обычно малых по размерам жилах и линзах, заполненных тем или иным жильным и рудным веществом.

В ранее застывших внешних оболочках гранитоидных интрузий рудоносные флюиды и гидротермы, поднимавшиеся из глубоких зон, мигрируют обычно по трещинам контракции. В более верхних зонах твердой оболочки этих гранитоидов, при наличии в них поверхностей первичного расслоения, рудоносные флюиды и гидротермы предпочтительно направляются именно по этим поверхностям, на которых часто и остается значительная часть их полезной нагрузки. Это, например, имеет место в Акчатау и в ряде других редкометалльных месторождений Центрального Казахстана.

В однородных по текстуре внешних оболочках интрузивов, без

наличия в них поверхностей первичного расслоения, рудоносные флюиды и гидротермы в значительной массе проходят вдоль крутопадающих трещин скалывания или контракции, а иногда даже переходят во вмещающие интрузию породы. При этом часть их полезной нагрузки также оседает в полостях и в зальбандах структурных трещин, а также в теле самого интрузива, где нередко происходят процессы интенсивного выщелачивания и щелочного рудного метасоматоза, вызывающие образование зон околожильной грейзенизации иногда с богатым промышленным редкометалльным оруденением.

В случаях, когда внешние контуры интрузии куполовидны или же вытянуты в виде узкого клина в одном направлении, например в виде дайки, в их апикальных частях вблизи контакта их с вмещающими породами нередко образуется густая сеть контрактционных трещин, которая еще более усиливается и ретушируется, если эти интрузии подвергаются позднейшим тектоническим подвижкам. В подобных структурах при прохождении через них металлоносных гидротермальных растворов создается благоприятная обстановка для формирования прожилково-вкрапленных штокверковых месторождений тех или иных металлов. Обстановка эта становится еще более благоприятной для рудоотложения в тех случаях, когда вышележащие породы оказываются пластичными и вязкими и создают экранирующие поверхности.

Таким именно образом, вероятно, формировались месторождения медно-молибденовых «порфировых» руд типа Коупрада, Коктас-Джала, Бощекуля, а также штокверковые месторождения вольфрама и молибдена типа Жанета, Кенкудука, Южной Караобы и ряд других. Возможно, что таким же путем формируются штокверковые месторождения и в сравнительно хрупких породах кровли интрузивов, особенно интенсивного подъема «сквозных» гранитоидных интрузий по узким, тектонически ослабленным зонам (Верхнее Кайракты).

Влияние специфики окружающей среды на локализацию и масштабы эндогенных металлогенических формаций особенно наглядно сказывается в условиях формирования скарновых рудных полей. Факты показывают, что процессы скарнирования бывают всегда приурочены к зонам раздела различных по строению и составу сред и особенно интенсивно развиваются именно вдоль поверхностей их раздела.

На Саякском медно-магнетитово-кобальтовом месторождении, например, скарнированию и последующему гидротермальному рудному метасоматозу подвергаются всего лишь две пачки сравнительно маломощных карбонатных пород (8 и 20 м), залегающих среди толщи терригенных образований среднего карбона. При этом характерно, что процессы скарнирования и последующего рудного метасоматоза даже в этих двух маломощных карбонатных пачках проявляются также неравномерно по всей их мощности. Они наи-

более интенсивны только вдоль кровли и подошвы этих пачек, т. е. опять-таки на поверхностях раздела двух сред, но более высокого порядка. Рудные тела при этом имеют вид согласных пластообразных залежей и линз.

Также четко проявляется влияние контролирующих структур в размещении продуктов скарнирования и гидротермального рудного метасоматоза и в более древних стратиграфических комплексах, как это имеет место в Карагайлинском полиметаллическом месторождении, где скарны и гидротермальные барит-полиметаллические рудные тела приурочены исключительно к горизонту флишоподных сланцев, заключенных среди мощной толщи однородных метаморфизованных песчаников. Такой же структурный контроль ясно проявляется в Кзыл-Эспе, Акчагыле, Гульшаде и практически во всех ныне известных скарноворудных формациях Центрального Казахстана.

На крупном скарноворудном месторождении Аксоран металлоносные гидротермы, более поздние, чем скарны, отложили свою полиметаллическую нагрузку опять лишь в зоне раздела двух различных сред — более ранних скарнов и лежащих выше них метаморфизованных известняков. На крупнейшем в Центральном Казахстане свинцовом месторождении Алайгыр рудная минерализация почти полностью заключена в теле маломощных дробленых кварцевых порфиров и частью в маломощных пачках известняков среди мощной толщи массивных порфиринов, карбонатов и пирокластов.

На крупнейшем в СССР свинцово-медном месторождении Джезказган промышленная минерализация приурочена избирательно только к горизонтам послойно раздробленных серых песчаников, залегающих среди пластичных красных алевролитов.

На свинцово-медном месторождении Кеньказган промышленная минерализация связана исключительно с горизонтами дробленых слоистых известняков и песчаников, расположенных среди мощных и массивных эффузивно-карбонатных толщ.

На Успенском медном месторождении рудные залежи приурочены к горизонтам дробленых серых песчаников и слоистых известняков среди мощного эффузивно-осадочного комплекса пород.

Все приведенные примеры, число которых при необходимости можно было бы значительно увеличить, подчеркивают исключительную роль именно структурных особенностей пород в процессах миграции гидротерм и последующего пространственного размещения их полезной металлической нагрузки.

Анализ фактов показывает, что *все промышленные эндогенные металлогенические формации Центрального Казахстана практически полностью размещены только в зонах различных межформационных и внутриформационных разделов среди различного рода первично расслоенных комплексов пород. При этом полости отслаивания и согласные «пластовые» надвиги и сдвиги, неизбежно*

образующиеся в зонах контактов среди механически разнородных комплексов пород под влиянием различных тектонических напряжений; равно как и сами поверхности слоистости пород, являются именно теми путями, которые в первую очередь используются подвижными гидротермальными растворами для их подъема, миграции и последующего отложения своей металлической нагрузки в виде самых различных по вещественному составу, особенно часто медных и полиметаллических, эндогенных металлических формаций.

Поверхности раздела различных по физическим свойствам сред и генетически связанные с ними многочисленные послойные тектонические полости и разрывы контролируют направления и пути мигрирующих гидротермальных растворов. Затем, уже на конечных стадиях жизни гидротермальных растворов, начинают действовать особенности внутренней структуры и литохимии вмещающих пород, благоприятствующие осаждению в них полезной нагрузки гидротермальных растворов путем заполнения первичных пор и пустот или путем обменных реакций рудного метасоматоза.

Такая преимущественная пространственная приуроченность скарновых и гидротермальных металлогенических формаций только к хорошо расслоенным комплексам пород с четко выраженными структурными поверхностями раздела между разнородными по физическим свойствам разновидностями пород, в которых наиболее охотно формируются всякого рода пластовые дизъюнктивные нарушения, является, по-видимому, одной из самых универсальных закономерностей пространственного размещения эндогенных металлогенических формаций не только в условиях Центрального Казахстана, но и во всяком мире. Приведем некоторые характерные примеры, подтверждающие это положение.

По П. Ф. Иванкину и И. И. Халтуриной [7], важнейшей особенностью внутреннего строения рудоносного осадочно-вулканогенного яруса Рудного Алтая является значительная послойная анизотропия (расслоенность) вулканогенно-осадочных толщ, вызванная многократным переслаиванием покровов компетентных пород с более податливыми туфами и туффитами. В этих условиях сравнительно мало интенсивная складчатость девонских толщ, обусловленная верхневарисскими тектоническими движениями, сопровождалась, с одной стороны, значительными послойными нарушениями в виде пологопадающих зон срыва пород на контактах сред разной компетентности, а с другой — образованием крутопадающих нарушений, зон брекчирования и скалывания пород, пересекающих хорошо расслоенные, пологие стратиграфические структуры.

Для постмагматических растворов осадочно-вулканогенный девонский комплекс пород Рудного Алтая представлял собой систему, резко анизотропную по степени пористости и проницаемости.

Главные поверхности анизотропии и в этом случае совпадали с напластованием пород; они обычно отвечали контактам свит и го-

ризонтов, представленных алевролитовыми осадочными (обычно экранирующими растворы) и пористыми эффузивно-пирокластическими (обычно аккумулирующими растворы) породами.

Легко доступные для постмагматических растворов пологозалегающие поверхности послойной анизотропии вулканогенно-осадочного комплекса обычно комбинируются с крутопадающими секущими тектоническими зонами, обеспечивающими возможность проникновения растворов на значительные расстояния по вертикали. Пространственное размещение всех разнообразных типов полиметаллических месторождений Рудного Алтая, находится, таким образом, в зависимости от характера послойной анизотропии рудовмещающего эффузивно-осадочного комплекса пород.

По данным П. В. Лазарева и М. А. Ребенко, для важнейших рудных районов Башкирии характерны куполообразные структуры, осложненные дизъюнктивными нарушениями, обычно приуроченными к контактам пород, преимущественно кварцевых порфиров с порфиритами. В этих контактах обычно бывает развито интенсивное раздробление и окварцевание пород, нередко сопровождаемое сульфидным оруденением меди, цинка и свинца. Сплошное колчеданное оруденение встречается только на контакте с туффитами. Колчеданы при этом образуются путем метасоматического замещения туффитов, они часто сохраняют реликтовую слоистость последних, которая обуславливает полосчатую текстуру руд.

В пределах рудоносных полей Среднего Урала, по данным В. П. Логина, в большинстве случаев отмечается приуроченность колчеданных залежей к стратиграфическим контактам литологически разнородных толщ (альбитофиров и их туфов с основными порфиритами) и более редко — к контактам жильных альбитофиров.

Отметим, что колчеданные месторождения на Урале тяготеют не только к вулканогенным комплексам ордовика, готландия и нижнего девона, но и кембрия (маньинская свита) и верхнего девона (Сибай). Такой широкий диапазон возраста рудовмещающих комплексов при практической тождественности минерало-геохимической специфики самих месторождений позволяет считать наиболее вероятным формирование их в результате рудоотложения из каких-то генетически единых и сравнительно более молодых и глубоких магматических очагов. Такой точки зрения придерживается значительная часть исследователей Урала, в частности И. В. Соболев и др. При таком, как нам думается, более объективном допущении практической одновозрастности и генетического единства медноколчеданных месторождений Урала становятся понятными как практическое тождество структурно-геологических условий проявления, так и поразительная идентичность минерало-геохимической специфики состава этих крайне своеобразных эндогенных месторождений Урала.

Переходя к некоторым примерам из мировой практики, ограничимся рассмотрением следующих крупнейших месторождений.

В знаменитом «медном поясе» Центральной Африки, в районах Северной Родезии и Бельгийского Конго, уникальная по масштабу медная минерализация приурочена всегда к пластовым зонам нарушений на контактах пород различной компетентности, входящих в состав древних кластических или карбонатных толщ.

В крупнейшем полиметаллическом месторождении Брокен-Хилл (Австралия) рудные тела имеют вид мощных линз, приуроченных к зонам пластовых нарушений среди комплексов докембрийских пород. Такая же структурная обстановка характерна и для другого крупного месторождения полиметаллических руд в Австралии — Маунт-Айза, где рудные тела также располагаются в зонах межпластовых разрывных нарушений среди пород докембрия.

В полиметаллических месторождениях района Трех штатов, дающих около половины добычи свинца и цинка в США, рудные тела имеют вид пластообразных залежей и приурочиваются к контактам литологически различных комплексов, в которых развиты пологие внутри- и межпластовые нарушения между породами различной степени компетентности. Нарушения обычно сопровождаются сильным брекчированием.

В месторождениях района Теннесси в США крупнейшие цинк-ворудные пластообразные залежи приурочены к разрывным межпластовым нарушениям среди различных первично расслоенных доломитов и известняков докембрия; нарушения также сопровождаются зонами дробления и брекчированием.

Во Франклин-Фернес в США оруденение также связано с зонами межпластовых тектонических нарушений в контактах отдельных стратиграфических горизонтов известняков.

В районе Нью-Мексико полиметаллические месторождения метасоматического типа залегают на контакте мраморов с силикатными породами.

В полиметаллическом месторождении Сулливан (Канада) мощные линзовидные рудные тела локализуются только вдоль межпластовых зон дробления среди кварцитов и аргиллитов.

В месторождении Флин-Флон (Канада) полиметаллические рудные тела приурочены к эффузивно-осадочной толще и залегают в виде линз вдоль контактов между свитами, а также на контакте кварцевых порфиров с различными пирокластами.

Число подобных примеров из мировой практики также можно было бы значительно увеличить. Учет этих главных элементов специфики рудовмещающей среды, наиболее благоприятной для рудоотложения, оказался поэтому крайне важным и необходимым при составлении металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана.

Для Центрального Казахстана, в частности, наиболее благоприятными в отношении потенциальной рудоносности оказались:

1) ясно расслоенные комплексы нижнего палеозоя — типа Карагайлы, Кужалы, Джаналы и др.;

2) грубо расслоенные эффузивно-осадочные комплексы среднего палеозоя — типа Алайгыра, Саяка, Аксорана, Акчагыла и др.;

3) ритмично расслоенные терригенные комплексы верхнего девона и карбона — типа Джезказгана, Успенского, Кеньказгана и др.

Как показали итоги обобщения всех накопленных геологических фактов, в Центральном Казахстане эндогенные металлогенические формации размещаются в описанных выше «потенциально рудоносных» комплексах пород далеко не везде, а возникали лишь там, где имелось одновременное благоприятное сочетание факторов тектоники, магматизма и рудовмещающей среды. Без такого сочетания одна лишь благоприятная рудовмещающая среда, как правило, остается металлогенически бесплодной. В соответствии с этим положением нужно считать практически бесперспективными предпринимаемые сейчас некоторыми исследователями попытки прогнозирования промышленных концентраций свинца на основании изучения лишь карбонатных толщ, а промышленных концентраций меди — на основании изучения лишь красноцветных толщ и т. п.

Также лишены практического значения предпринимаемые некоторыми исследователями попытки прогнозирования эндогенных месторождений на основе лишь постулированной, т. е. голой, идеи об обязательной шаблонности развития гранитоидного магматизма во всех подвижных геосинклинальных зонах на протяжении всей истории Земли и обязательной стандартности при этом всех продуктов их металлогенеза. Столь же односторонни попытки положить в основу прогнозирования лишь наличие тектонических разломов.

В ы в о д ы

Итоги конкретного анализа эндогенной рудной минерализации Центрального Казахстана с непреложностью говорят о том, что промышленные рудные месторождения на его территории формировались лишь там, где оказывались налицо указанные выше все три аргументирующих фактора рудогенеза. В частности, для Центрального Казахстана оказались наиболее благоприятными случаи, когда глубокие региональные разломы и сопровождающие их оперенные и координированные системы трещинных зон имеют узлы взаимного сочленения или пересечения. Особенно важны при этом места сопряжения с их веерообразно сходящимися брахискладчатыми структурами, сложенными притом резко анизотропными, первично расслоенными комплексами пород. Очень существенно, чтобы в этих местах одновременно были в наличии металлоносные растворы глубинных магматических очагов.

Анализ фактов показывает, что только там, где имелись сочетания всех указанных выше необходимых и достаточных предпосы-

лок для образования промышленных концентраций тех или иных металлов формировались различные, практически значимые эндогенные рудные месторождения.

Приведенные главные особенности пространственного размещения зон проявления эндогенного рудообразования Центрального Казахстана, описанные в том виде, как это объективно вытекает из анализа уже выполненных металлогенических прогнозных карт этого региона, позволяют убедиться в том, что все рудогенетические концепции, которые принимают в качестве примата рудоотложения изолированно или одни тектонические факторы, или одни факторы магматизма, или же лишь одни факторы рудовмещающей геологической среды, являются крайне односторонними. Факты показывают, что все указанные выше аргументирующие основы рудогенеза, взятые изолированно, вне взаимосвязи, неизбежно приводят к созданию одних лишь абстрактно-логических и практически бесплодных металлогенических схем. Отсюда вытекает, что при построении научно-полноценных теоретических положений и прогнозов в области металлогении необходимо базироваться на диалектическом единстве всех трех указанных основных факторов рудогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кассин Н. Г.* Развитие геологических структур Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1950. № 13, 14.
2. *Медоев Г. Ц.* Структурно-геологическая карта Центрального Казахстана // Вестн. АН КазССР. 1951. № 7.
3. *Сатпаев К. И.* Прогнозная металлогеническая карта Центрального Казахстана // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1953. № 6.
4. *Сатпаев К. И.* О металлогенических формациях, эпохах и провинциях Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1953. № 17.
5. *Сатпаев К. И.* О методике, фактической базе и основных выводах металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. № 20.
6. *Русаков М. П.* О значении и роли комплексных геолого-структурной, металлогенической и прогнозной карт Центрального Казахстана // Вестн. АН КазССР. 1956. № 11.
7. *Иванкин П. Ф., Халтурина И. И.* Об основных закономерностях полиметаллического оруденения Рудного Алтая // Сов. геол. 1955. № 2.

КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗНЫЕ КАРТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА *

(принципы и методы составления, содержание их и основные результаты внедрения в практику поисковых и разведочных работ)

I. К истории вопроса

Идея научных металлогенических прогнозов в ее современном понимании возникла сравнительно недавно и целиком принадлежит советским геологам. Впервые ее высказал в 1932 г. академик В. А. Обручев. В дальнейшем ее развивали академики А. Д. Архангельский, С. С. Смирнов и др.

Идея о создании металлогенической прогнозной карты Центрального Казахстана возникла в коллективе казахских геологов еще в 1942 г., когда впервые началось составление геолого-структурной карты этого региона м. 1:500 000, которая рассматривалась в качестве необходимой основы для карты прогнозов. С этого времени в Институте геологических наук Академии наук Казахстана были начаты капитальные исследования по обобщению узловых вопросов стратиграфии, тектоники, магматизма, литологии и металлогении Центрального Казахстана.

II. Краткая геолого-экономическая характеристика Центрального Казахстана

Центральный Казахстан представляет собой обширный палеозойский цоколь, опоясанный на западе Тургайской впадиной, на севере Западно-Сибирской низменностью, на востоке Иртышской впадиной, на юге Чу-Балхаш-Алакульской впадиной.

Площадь Центрального Казахстана превышает 800 тыс. км², что составляет приблизительно треть территории КазССР и превышает территории Украинской и Белорусской ССР вместе взятые, или территории Италии и Франции, также вместе взятые.

Здесь имеются отложения всех стратиграфических систем, известных современной геологической науке, все виды магматических образований, как основных, так и кислых, как глубинных, так и излившихся на поверхность.

Для Центрального Казахстана характерны сложность геологического строения и мозаичность его структур, отличных от стройных линейных структур Урала, Кавказа и ряда других горнорудных регионов страны.

По богатству недр Центральный Казахстан является подлинной сокровищницей СССР. Он включает основные в стране место-

* Статья опубликована в книге «Материалы научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам»: Доклады. Алма-Ата, 1958. С. 12—26. |

рождения цветных и редких металлов, железных и марганцевых руд, коксующихся углей и многих других полезных ископаемых.

Прогрессивное практическое использование богатейших ресурсов недр Центрального Казахстана превращает этот недавно безлюдный скотоводческий край в один из мощных промышленных районов не только республики, но и всей страны.

В Центральном Казахстане в советские годы бурно нарастали темпы геологических исследований, поисков и разведок. Создана многоотраслевая и мощная геологическая служба, которой уже накоплен громадный фактический материал. Площадь Центрального Казахстана к моменту составления его комплексной металлогенической прогнозной карты на 70% была покрыта геологической съемкой м. 1:200 000.

III. Методология и методика составления металлогенических прогнозных карт

Составление металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана было, в сущности, первым в СССР и в мире опытом. Поэтому необходимо было прежде всего разработать методологическую и методическую основы этих работ.

Предстояло составить такую металлогеническую прогнозную карту, которая в теоретическом отношении соответствовала поставленным перед ней важным задачам, а именно *«быть снимком, приблизительной копией с объективной реальности»* (В. И. Ленин) и служить надежной теоретической базой для дальнейших детальных геологопоисковых и геологоразведочных работ в Центральном Казахстане.

Основные методологические принципы, принятые нами, были следующие:

- а) комплексный подход к изучению вопроса;
- б) полный сбор всех фактических геологических и геофизических материалов по Центральному Казахстану, что обеспечивало необходимую полноту и конкретность в аргументации основных геологических положений при прогнозировании;
- в) глубокое изучение и систематизация всех собранных первичных фактических материалов и синтез их в их сложных взаимосвязях, с раскрытием степени дифференциального влияния основных рудоконтролирующих факторов в формировании и развитии богатой и сложной металлогении Центрального Казахстана; это обеспечивало надлежащую четкость и объективность основных выводов при прогнозировании;
- г) широкая коллективность в составлении прогнозных металлогенических карт, являющихся синтезом всех накопленных громадных фактических знаний по геологии и металлогении Центрального Казахстана, что было возможно только труду крупного геологического коллектива.

Нетрудно видеть, что *комплексность* в научной разработке вопроса, *полнота* в сборе всех первичных наблюдений фактов, *конкретность* в их анализе, *объективность* в обобщениях и, наконец, *коллективность* в творчестве — вот те методологические принципы, которые явились руководящими при составлении металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана. Метод этот вкратце можно определить как *метод комплексной структурно-региональной металлогении*.

Нам представляется, что именно этот метод, как наиболее объективный, а стало быть и наиболее свободный от элементов субъективизма, должен широко применяться в дальнейшем в практике составления металлогенических прогнозных карт для всех рудных регионов.

IV. Фактическая основа и содержание металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана

При составлении металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана был выполнен следующий перечень работ:

1. В качестве специальной геологической основы была составлена геолого-структурная карта м. 1:500 000, в нагрузку которой были учтены данные всех обычных геологических карт, выполненных для региона к моменту завершения самих металлогенических прогнозных карт, т. е. к 1954 г.

Вся история геологического развития Центрального Казахстана была расчленена на этой карте на шесть основных геотектонических этапов: 1) допалеозойский; 2) раннекаледонский (кембрий + ордовик); 3) позднекаледонский (готландий + нижний девон); 4) ранневарисский (средний девон + средний карбон); 5) поздневарисский (верхний карбон + пермь) и 6) киммеро-альпийский (мезозой + кайнозой).

Такая периодизация отражала в себе все наиболее характерные этапы качественного изменения поверхности и недр этого обширного региона на протяжении последних полумиллиарда лет, протекавших от конца докембрия.

В нагрузке структурно-геологических карт отражены лишь основные геологические элементы, которые имеют прямое и первостепенное значение для выяснения специфики металлогении Центрального Казахстана по каждому из шести указанных выше главных этапов его историко-геологического развития.

Таковыми основными геологическими элементами являются:

а) складчатые структуры, возникшие в пределах каждого из шести указанных геотектонических этапов; наряду с площадями развития на карте были показаны также ориентация и основные элементы морфологии этих структур, отражающие степень интенсивности складчатых процессов;

б) разрывные структуры, с расчленением их на структуры на-

двигового и сбросового типа и с указанием их возраста возникновения в рамках шести выделенных ведущих геотектонических этапов;

в) площади развития всех как гранитоидных, так основных и ультраосновных интрузий, с разбивкой их по возрасту в пределах тех же шести геотектонических этапов;

г) площади развития эффузивно-осадочных, карбонатных и терригенных комплексов пород, с разбивкой их по возрасту формирования также на шесть геотектонических этапов.

Карта составлена в шесть красок, каждая из которых соответственно обозначает один из указанных выше ведущих геотектонических этапов в развитии Центрального Казахстана. Краска каждого геотектонического этапа является его общим указателем для всех перечисленных выше основных элементов нагрузки, принятой для всей систематизированной геолого-структурной карты Центрального Казахстана.

Из изложенного ясно, что, базируясь в своей фактической основе на документальных данных всех имеющихся материалов обычной геологической карты Центрального Казахстана, преимущественно двухсоттысячного масштаба, рассматриваемая геолого-структурная карта является отбором и обобщением именно тех геологических элементов, которые имеют непосредственное и руководящее значение для раскрытия основных закономерностей в формировании и развитии металлогении Центрального Казахстана, обусловленной специфическими взаимосвязями элементов его тектоники, магматизма и литогенеза.

2. Собран и обобщен весь фактический материал по шлиховым и металлометрическим поискам и съемкам Центрального Казахстана. Оказалось, что для большей половины его территории имеются шлиховые и металлометрические карты сравнительно детальных масштабов. В итоге их обобщения были составлены систематизированные шлиховая и металлометрическая карты, важные специальные результаты которых были перенесены затем на принятую геолого-структурную основу.

3) Собран и обобщен весь материал поисково-геофизических и аэромагнитных съемок. Оказалось, что около половины территории Центрального Казахстана имеет аэромагнитные и поисково-геофизические карты сто- и двухсоттысячных масштабов. В итоге обобщения этих материалов была составлена карта поисково-геофизической изученности Центрального Казахстана, важные специальные результаты которой были перенесены на геолого-структурную основу.

4. Собран и обобщен весь материал по государственной магнитной и гравитационной съемкам и составлена карта гравитационного и магнитного полей Центрального Казахстана. Эта карта, в частности, подтвердила объективность существования в Центральном Казахстане ряда протяженных глубоких расколов

земной коры, имеющих сотни километров в длину, несколько километров в ширину, десятки километров в глубину, и ориентированных в основном в субширотном (тянь-шаньском) направлении и наклоненных обычно на юг под сравнительно пологими углами ($30-40^\circ$). Наряду с ними было подтверждено объективное существование в Центральном Казахстане также зон глубоких разломов субмеридионального (уральского), северо-восточного (нань-шаньского) и северо-западного (алтайского) направлений.

5. Собраны и обобщены данные о палеогеографических и фациально-литологических особенностях отложений верхнего девона и низов нижнего карбона всего Центрального Казахстана, верхнего карбона и перми западной его части, юры, верхнего мела и палеогена западного и северного его обрамлений. Эти данные позволили уточнить фации, мощность и состав осадков, положение и характер береговых линий существовавших в эти периоды морей и внутренних водоемов. В итоге были составлены серии палеогеографических и фациально-литологических карт, специально обобщенные результаты которых были также перенесены на принятую геолого-структурную основу.

6. Собран и обобщен весь геоморфологический, геофизический и поисково-разведочный материал о ныне захороненной древней (мезозой-кайнозойской) гидрографической сети, установлены связи этой древней гидрографической сети с площадями развития металлоносных массивов гранитоидов и ультрабазитов. Это позволило составить карту прогноза погребенных россыпей в древних речных долинах Центрального Казахстана.

7. В порядке осуществления принципа комплексности, а также с учетом громадного народнохозяйственного значения подземных вод в условиях Центрального Казахстана и специфики гидрохимии и динамики подземных вод для целей прогнозирования были собраны и обобщены все фактические данные о подземных водах Центрального Казахстана, что позволило составить полуторамиллионную карту гидрогеологического районирования этого региона.

8. Собран и обобщен весь фактический материал о развитии даек, малых интрузий, зон окварцевания, баритизации, вторичных кварцитов, скарнов и других метасоматически измененных пород, являющихся косвенными индикаторами различных эндогенных металлогенических формаций, в первую очередь руд цветных и редких металлов. Эти данные позволили составить карту «дополнительных спецнагрузок», обобщенные результаты которой были также нанесены на геолого-структурную карту Центрального Казахстана.

9. Путем глубокого изучения и ревизий всей геологической литературы, отчетных и фондовых материалов, включая и фонды государственных архивных управлений, был тщательно собран и систематизирован весь фактический материал о всех конкретных проявлениях руд черных, цветных, редких и благородных металлов,

углей, разного рода горнорудного, горнохимического сырья и минеральных стройматериалов Центрального Казахстана.

Всего таким путем в регионе было выявлено наличие свыше 5500 мест проявлений различных полезных ископаемых, из которых 600 оказались дореволюционными заявками, никем из советских геологов не посещенными до сих пор.

Все данные об этих фактических рудопроявлениях были сведены в единые систематизированные кадастры по отдельным металлам и другим видам полезных ископаемых в пределах каждой из 15 трапечей номенклатурных полумиллионных листов и нанесены на геолого-структурную основу.

Нужно подчеркнуть, что кадастры эти представляют собой на сегодня единственно полную и наиболее систематизированную сводку всех фактически установленных к настоящему времени мест проявлений различных полезных ископаемых Центрального Казахстана.

Оказалось, что из всех ныне зафиксированных здесь месторождений и рудопоявлений 50% приходится на руды меди, частью со свинцом, 16% — на руды свинца и полиметаллов, 17% — на руды железа и марганца и 12% — на руды вольфрама, молибдена и других редких металлов.

10. Нанесение всех данных о конкретных проявлениях всех видов полезных ископаемых на указанную выше специальную геолого-структурную основу дало *карту совмещения полезных ископаемых с геологическими структурами и магматизмом Центрального Казахстана.*

При нанесении на карту все месторождения и рудопоявления были расчленены на: а) крупные месторождения; б) промышленные месторождения; в) рудопоявления и заявки.

11. Весь фактический материал о месторождениях и рудопоявлениях черных, цветных и редких металлов был детально изучен и систематизирован по структурно-генетическим и минералого-геохимическим признакам и расчленен на отдельные *металлогенические (рудные) формации*. В основу их выделения были положены следующие главные критерии: однотипность условий образования месторождений (генезис), одновозрастность, идентичность минералогического и геохимического состава руд.

Основные особенности, характерные для тех или иных самостоятельно выделенных металлогенических формаций Центрального Казахстана, были детально изучены и описаны на конкретных примерах таких месторождений, в которых наиболее ярко отражены типичные черты данной металлогенической формации.

Эти «типовые» месторождения в материалах комплексных металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана получили название «генотипных месторождений», или сокращенно «генотипов».

На основе детального анализа специфики этих месторож-

дений-«генотипов» и с учетом всего комплекса фактических материалов о конкретных месторождениях и рудопроявлениях для Центрального Казахстана была впервые разработана схема возрастной и генетической классификации металлогенических формаций. Всего была выделена 51 рудоносная металлогеническая формация, из них 31 эндогенная и 20 экзогенных. Краткая их характеристика дана в табл. 1.

12. Все фактически установленные проявления рудоносных металлогенических формаций в соответствующих генетических условных обозначениях были нанесены на геолого-структурную карту Центрального Казахстана, дополненную всеми перечисленными выше элементами «спецнагрузки». Это в итоге дало *комплексную металлогеническую карту Центрального Казахстана*, являющуюся главной исходной базой для составления прогнозных карт.

13. На основе учета всей совокупности перечисленных выше фактов были выявлены площади возможного развития тех или иных металлогенических формаций, причем главными критериями выделения таких перспективных площадей для эндогенных месторождений являлись металлогенические (уже известные рудопроявления и комплексы косвенных индикаторов оруденения), магматические (связь с определенными рудоносными интрузиями), тектонические (благоприятные структуры), литологические (физико-механические особенности и состав вмещающих пород) и др.

Для экзогенных металлогенических формаций поля их возможного проявления определялись с учетом данных палеогеографических и фациально-литологических карт развития тех стратиграфических комплексов, к которым генетически приурочены эти формации.

14. Оконтуривание на комплексной металлогенической карте Центрального Казахстана площадей наиболее благоприятного сочетания основных рудообразующих, рудопроводящих и рудолокализирующих факторов, связанных со спецификой магматизма, тектоники и рудовмещающей среды, позволило составить *пометалльные металлогенические прогнозные карты* Центрального Казахстана в отдельности: 1) на черные металлы (железо и марганец); 2) медь; 3) полиметаллы (свинец, цинк, медь); 4) молибден, вольфрам и олово.

15. В составленных таким образом пометалльных металлогенических прогнозных картах Центрального Казахстана были выделены и оконтурены по степени промышленной перспективности следующие три категории площадей:

1) явно промышленные, требующие проведения *первоочередных* детальных и комплексных геологопоисковых работ м. 1:50 000 и крупнее;

2) с благоприятными геологическими признаками, требующие проведения *первоочередных* комплексных геологопоисковых работ м. 1:200 000 и крупнее;

Т а б л и ц а 1. Специфика и этапы развития металлогении Центрального Казахстана

№ п/п	Металлогениче- ский этап	Преобра- жающий гео- тектониче- ский режим	Количество металлогене- тических формаций		Металлогеническая характеристика этапов по полезным ископаемым	
			эндо- генных	экзо- генных	ведущим	подчиненным
1	Допалеозойский	Геосин- клинальный То же	3	1	Железо, никель, асбест	Золото, вольфрам (ше- елит), титан
2	Раннекаледон- ский (кембрий + +ордовик)		5	3	Медь, золото, сера (колчеданы), барий (барит)	Молибден, ванадий, же- лезо, марганец, свинец, цинк, серебро, графит, фосфор
3	Позднекаледон- ский (готландий + +нижний девон) Ранневарисский (средний девон + +средний карбон)	»	5	—	Золото, рассеянные металлы	Медь, железо, марга- нец, ниобий, тантал
4		Шельф	7	4	Железо, марганец, уголь, алюминий (ко- рунд, диаспор, андалу- зит)	Медь, свинец, цинк, кадмий, серебро, барий, висмут, титан
5	Поздневарисский (верхний карбон + +пермь)	Платфор- менный	11	3	Медь, свинец, марга- нец, вольфрам, молиб- ден, барий	Железо, цинк, серебро, кадмий, олово, строн- ций, сера, бор, фтор
6	Киммеро-альпий- ский	То же	— 31	9 20	Алюминий (боксит), ти- тан (россыпи), уголь, никель (кора выветри- вания), медь (зона це- ментации), железо	Сера (колчедан, сульфаты), марганец, олово, титан и золото (россы- пи), минеральные соли
						Медь, олово, ко- бальт, хром Кобальт, кадмий, циркон, бор, строн- ций Серебро, свинец, сурьма, кобальт Золото, германий, вольфрам (шее- лит), молибден, бор Мышьяк, сурьма, ртуть, кобальт, индий, рений, скан- дий, висмут, се- лен, теллур Кобальт, фосфор, германий

3) со слабыми и неясными промышленными признаками, требующие проведения *плановой* государственной геологической съемки м. 1:200 000.

Контуры всех трех категорий площадей были построены во всех пометалльных металлогенических прогнозных картах Центрального Казахстана попланшетно, т. е. в рамках каждой из 15 трапеций номенклатурных листов полумиллионной карты Центрального Казахстана.

16. Полный комплект металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана включает следующие геологические материалы, составленные отдельно для каждой из 15 трапеций номенклатурных полумиллионных листов: 1) описание основных черт геологии и металлогении площади данного листа; 2) описание основных месторождений «генотипов» всех имеющихся здесь металлогенических формаций; 3) сжатое описание всех месторождений и рудопроявлений в пределах листа; 4) их единый и систематизированный кадастр; 5) авторский список (список первоисточников), откуда можно черпать более полные геологические данные; 6) карту геологической изученности листа; 7) карту совмещения шлиховой и геофизической изученности, а также спецнагрузок в пределах данного листа; 8) геолого-структурную карту данного листа; 9) карту совмещения в пределах листа полезных ископаемых с геологическими структурами и магматизмом; 10) комплексную металлогеническую карту листа; 11) палеогеографические карты: а) франского, б) фаменского отложений, в) этрена и г) верхнего палеозоя (где это было необходимо для прогнозных целей) в пределах данного листа; 12) контуры различной очередности прогнозных площадей в пределах данного листа по отдельности: а) на железные и марганцевые руды, б) медные руды, в) свинцовые (полиметаллические) руды, г) редкометалльные (вольфрамовые, молибденовые и оловянные) руды, д) контуры совмещения всех перспективных (прогнозных) площадей на все перечисленные выше металлы в пределах данного листа.

Такое комплектование материалов по отдельности для каждого номенклатурного полумиллионного листа проведено в целях наиболее скорого практического использования получаемых прогнозных данных для целей поисков и разведок.

17. Физический объем всей проделанной работы составил графически более 280 листов в переводе на стандартный лист трапеции международной разграфки, из которых опубликовано 70.

Объем всех текстовых геологических материалов составил 36 томов, из которых опубликовано 9.

V. Основные теоретические результаты комплексных металлогенических прогнозных карт

1. Вся многогранная металлогения Центрального Казахстана расчленена по возрасту на 6 геотектонических этапов, а по геолого-

Т а б л и ц а 2. Рудоносные (металлогенические) формации

№ п/п	Эпоха	Формация	Генезис	Главные рудоконтролирующие факторы
1	2	3	4	5
1	Докембрийская	1. Боровская золоторудная 2. Златогорская никелевая 3. Имантауская медная 4. Карсакпайская железорудная	Эндогенный, гидротермальный Гистеромагматический Скарново-гидротермальный Осадочно-метаморфический	Гранитоиды докембрия, разрывная тектоника Ультрабазиты и их коры выветривания Контактные ореолы основных пород докембрия Осадочно-вулканогенные толщи геосинклинальных зон докембрия
2	Раннекаледонская	1. Бошекульская медная 2. Майкаинская золотоколчеданная 3. Баян-Аульская полиметаллическая 4. Атансорская железорудная 5. Ешки-Ольмеская медная 6. Ишимская марганцевая 7. Кияктинская ванадиеносная 8. Байконурская фосфоритоносная	Гидротермальный То же » Скарново-гидротермальный » Осадочно-метаморфический » »	Малые интрузии основных гранитоидов в составе спилит-кератофировой формации, разрывная тектоника Малые интрузии гранитоидов, разрывная тектоника Расслоенные вулканогенные толщи, межпластовая и секущая тектоника Контактные ореолы гранитоидов, разрывная и межпластовая тектоника То же Кремнистые и вулканогенные толщи геосинклинальных зон Терригенные толщи геосинклинальных зон
3	Позднекаледонская	1. Степняк-Бестобинская золоторудная 2. Лосевская редкометалльная 3. Боксинская медная	Гидротермальный То же Скарново-гидротермальный	Разрывная тектоника в зонах средней основности гранитоидов Зоны дробления и альбитизации среди гранитоидов Контактные ореолы средней основности гра-

Центрального Казахстана

Вещественный состав по элементам, имеющим значение:			Главные генотипы	Промышленное значение
ведущее	подчиненное	сопутствующие		
6	7	8	9	10
Au	Sn, W	Nb	Куспек	Слабопромышленное
Ni	Co, Cu, Cr	Pt	Златогорское, Шайтантас, Имантау	Промышленное
Cu	Fe	Pb, Zn		Неясное
Fe	—	—	Карсакпай	Весьма промышленное
Cu, Mo	Au, Co, FeS ₂	Pb, Zn, As	Бошекуль	Весьма промышленное
Au, Ag, Ba	Cu, Pb, FeS ₂	Zn, Sr, In, Se, Ge	Майкаин	То же
Au, Ag, Zn	Pb, Cu, FeS ₂		Александровское	Слабопромышленное
Fe	Co	Pb, Zn, Co	Атансор	Промышленное
Cu	Au, Ag, Co, FeS ₂		Ешки-Ольмес	»
Mn	Fe	Co	Приишимское	»
V	Рассеянные, графит	Mo	Киякты	Слабопромышленное
P	Ba		Байконур	То же
Au, Ag	Pb, Zn, Cu	Sb, As	Бестобе, Степняк	Весьма промышленное
Nb	Sn, W, Zr	Sc, Hf	Лосевское	То же
Cu	Au, Ag, FeS ₂	Pb, Zn, Mo, Bi, B, As	Северное Боксинское	Неясное

1	2	3	4	5
		4. Тойгулинская медная 5. Коджанчадская медная	Гидротермальный То же	нитоидов с карбонатными толщами Разрывная тектоника в зонах контакта даек диабазовых порфиров с расслоенными толщами Региональные разрывные зоны среди расслоенных комплексов, контакты диабазовых порфиров
4	Ранневарисская	1. Теректинская медная 2. Шешенькаринская алюмосиликатная 3. Мурзачекинская железорудная 4. Кеньтобинская железорудная 5. Саякская медно-кобальтовая 6. Кзыл-Эпинская полиметаллическая 7. Коктасджальская медная 8. Атасуйская железо-марганцевая 9. Алтыбайсорская железо-марганцевая 10. Атбасарская медная 11. Карагандинская угленосная	Эксгаляты вулканов Сольфатарно-фумарольная переработка эффузивов Скарново-гидротермальный То же » » Гидротермальный Метаморфогенно-гидротермальный Осадочный » »	Миндалины основных порфиров Поля развития кислых и средней основности эффузивных толщ Контактовые ореолы ранневарисских гранитоидов с расслоенными толщами Контактовые ореолы гранитоидов с расслоенными толщами в зонах разрывных структур То же Расслоенные эффузивно-осадочные толщи, прорванные гранитоидами в зонах разрывных структур Зоны дробления и окремнения малых интрузий гранитоидов среди вулканогенных толщ Зоны региональных разрывных структур среди расслоенных кремнисто-карбонатных толщ вблизи гранитоидов Карбонатные толщи среднего палеозоя Красноцветные толщи среднего палеозоя Сероцветные терригенные толщи
5	Поздневарисская	1. Джездинская марганцевая	Гидротермальный	Зоны региональных разрывных структур и контролируемые ими

6	7	8	9	10
Cu			Тойгулы	Слабопромыш- ленное
Cu	Au, Ag	Pb, Zn	Коджанчад	Промышленное
Cu			Теректы	Непромышленное
Корунд, алунит, андалузит	Cu (?), Au (?), Pb(?)	Ti	Семизбугу, Ше- шенькара, Тар- гыл	Промышленное на корунд, рутил, высокоогнеупоры
Fe, Cu	Mo, W		Мурзачеку	Неясное
Fe	Mn		Кеньтобе	Промышленное
Cu, Fe	Co	Mo, As, Zn	Саяк	»
Pb, Zn	Cu, Cd, Ag	As, Bi, In	Гульшад, Акчагыл	»
Cu	Mo	As	Коктасджал	Весьма промыш- ленное
Fe, Mn	Ba, Pb	Zn, Ge	Караджал	Высокопромыш- ленное
Fe	Mn		Алтыбайсор, Борлы	Непромышленное
Cu		Pb	Владимирское, Спасское	»
Уголь		Метан	Караганда	Высокопромыш- ленное
Mn	Fe, Ba	Pb, B, Ga	Джезды	Весьма промыш- ленное

1	2	3	4	5
		2. Дзезказганская свинцово-медная	Гидротермальный	малые интрузии гранитоидов среди расслоенных терригенных осадков Зоны сочленения крупных региональных разломов в районах развития расслоенных терригенных толщ вблизи апикальных частей средней основности гранитоидов
		3. Коунрадская, медно-порфировая	То же	Конические зоны обрушений в районах региональных разрывных структур, среди апоинтрузивных вторичных кварцитов по средней основности гранитоидам
		4. Аксоран-Акджальская полиметаллическая	Скарново-гидротермальный	Зоны межпластового дробления вдоль региональных разрывных структур в контактах расслоенных толщ с гранитоидами
		5. Карагайлинская барит-полиметаллическая	То же	Зоны межпластового дробления расслоенных толщ в контактах с гранитоидами в пределах региональных разрывных структур
		6. Алайгырская свинцовая	Гидротермальный	Зоны дробления среди расслоенных эффузивно-осадочных толщ в районах развития региональных разломов
		7. Акчатауская кварцево-грейзовая редкометалльная	То же	Зоны дробления кислых гранитоидов в районах развития региональных разломов
		8. Кайрактинская кварцево-жильная, редкометалльная	»	Зоны повышенной трещиноватости в районах развития региональных разломов в апикальных частях кислых гранитоидов
		9. Булаттауская оловоносная	»	Зоны дробления гранитоидов в районах развития региональных разломов
		10. Улутауская рассеянная, оловоносная	Пневматолитовый	Поля развития пермских аляскитов в зонах региональных разломов
		11. Тургайская ртутно-сурьмяная	Гидротермальный	Зоны дробления пород в районах развития региональных разломов

6	7	8	9	10
Cu	Pb, Zn, Ag, Cd, S, As, Sb, Re	Hg, Mo, Bi, Se, Tl, Ba, Sr, Ga	Джезказган	Уникально- про- мышленное
Cu	Mo, Ag, Re	Pb, As	Коунрад	Высокопромыш- ленное
Pb, Zn	Cd, In, B	As, Se, Tl	Акджал	Весьма промыш- ленное
Pb, Zn, Ba	Cu, Cd, Ag, Sr, In	Bi, Se, Tl	Карагайлы	То же
Pb	Ag	Zn, Cu	Алайгыр	Высокопромыш- ленное
W, Mo	Sn, Be, B, Bi, Sc, F	Pb, Cu, As Ga	Акчатау, Караоба	То же
W, Mo	Bi, B	Cu, Pb, Zn	В. Кайракты, Шалгия	»
Sn	Mo, W, F, B	Cu, Pb	Булаттау	Неясное
Sn	W, F, B		Улутау	Непромышленное
Sb	Hg, As, Bi		Тургай	Промышленное

1	2	3	4	5
		12. Терсакканская медная	Осадочный	Обогащенные растительными остатками прослой серых алевролитов в красноцветных толщах
		13. Маманская гипсовая	»	Лагунные осадки пермского возраста
		14. Қайнаминская угленосная	»	Сероцветные толщи пермского возраста
6	Киммеро-альпийская	1. Амангельдинская бокситовая	Осадочный	Благоприятное сочетание пород палеозойского фундамента, сохранности и состава верхнемеловой коры выветривания
		2. Шайтантасская кобальто-никелевая	»	Кора выветривания ультрабазитов
		3. Жмикская фосфоритная	»	Глауконитовая толща палеогена
		4. Лощиновская железородная	»	Благоприятные фации озерно-речных осадков среднего олигоцена
		5. Тургайская титаноносная	»	Озерные кварцевые пески верхнего палеогена
		6. Формация россыпей разного состава и типа	»	Благоприятные условия аккумуляции
		7. Павлодарская галогенная	»	Благоприятные озерно-лагунные осадки
		8. Майкобеньская угленосная	»	Сероцветные осадки юры
		9. Болаттамская угленосная	»	Сероцветные осадки палеогена

геохимическим особенностям — на 51 металлогеническую формацию, из которых 31 эндогенная. Специфика и этапы развития металлогении Центрального Казахстана сводно могут быть представлены в виде табл. 2.

2. В Центральном Казахстане установлен важный факт многовозрастности эндогенной металлогении. Эндогенные рудные месторождения здесь возникали в докембрийском, раннекаледонском (салаирском), позднекаледонском, ранневарисском и поздневарисском этапах. Это имеет прямые геологические подтверждения в виде галек руд ранних металлогенических формаций в составе пород более молодых стратиграфических комплексов. Об этом же свидетельствуют и результаты многочисленных определений абсолют-

6	7	8	9	10
Cu		Sr, Ba	Копказган	Непромышленное
Гипс	Ангидрит	—	Маман	Промышленное
Уголь		—	Кайнама	»
Бокситы	Высоко-огнеупоры	Ti, Ga	Амангельдинское	Высокопромышленное
Ni	Co, Mn		Шайтантас	Промышленное
P	Глауконит	Mn	Жмик	Слабопромышленное
Fe	Mn		Лощиновское	Промышленное
Ti	Zr кварцевые пески		Джиланчик	Весьма промышленное
Sn, W, Au	Ti, Nb, Zr		Булаттау, Улутау	Слабопромышленное
Поваренная соль	Сульфаты		Коряковское, Маралды	Промышленное
Уголь			Майкобень	Высокопромышленное
Уголь	FeS, Ge		Болаттам	Промышленное

ного возраста металлоносных интрузивов руд и др. Этот факт полностью отвергает известную теорию Шнейдерхена о какой-то одноактности творения металлогении отдельных крупных рудных регионов.

3. Разновозрастные металлогенические формации Центрального Казахстана, как правило, расположены в различных структурных зонах, обычно на значительных горизонтальных расстояниях друг от друга, измеряемых иногда сотнями километров. Геохимический состав их часто резко отличен друг от друга как по ведущим металлам, так и по элементам-спутникам. Эти факты указывают на отсутствие в Центральном Казахстане выдвигаемых Шнейдерхеном «регенерированных» эндогенных месторождений.

4. Анализ эндогенной металлогении Центрального Казахстана

отвергает широко распространенное представление о какой-то исключительной металлогенности только геосинклинальных зон, в особенности в отношении цветных и редких металлов. В Центральном Казахстане многие крупнейшие, нередко мирового класса месторождения меди, полиметаллов, вольфрама, молибдена возникли именно в поздневарисском этапе, когда этот регион представлял собой типичную консолидированную платформу, расколотую сетью глубоких тектонических разломов.

5. На примере конкретной эндогенной металлогении Центрального Казахстана, как на ранних этапах ее действительно геосинклинального развития и тем более на поздних этапах ее наиболее интенсивного платформенного развития отвергается теория Билибина о какой-то стандартности развития металлогении подвижных геосинклинальных зон.

6. Не подтверждается идея Билибина о каких-то универсальных особенностях металлогении «внутренних» и «внешних» зон крупных подвижных поясов Земли. В металлогении Центрального Казахстана такие типичные по Билибину металлы «внутренней» зоны, как медь и молибден, обычно тесно соседствуют с такими типичными металлами «внешней» зоны, как олово, вольфрам и свинец, в пределах не только одних и тех же тектонических зон, но даже и одного и того же рудного поля (Джезказган, Карагайлы, Акшоку, Караоба и др.).

7. Анализ фактических материалов по конкретной эндогенной металлогении Центрального Казахстана ясно показывает на сравнительно *высокую степень дифференцированности* минералого-геохимического состава отдельных *металлогенических формаций*.

Различного возраста скарновые и скарново-гидротермальные формации Центрального Казахстана четко дифференцированы по составу на существенно-железорудные, редкометалльные ранних стадий, меднорудные, свинцово-цинковые (полиметаллические), редкометалльные поздних стадий. Наиболее часты случаи, когда в пределах скарноворудных полей представлены проявления лишь двух-трех из этих комплексов.

В крупном полиметаллическом Карагайлинском месторождении четко устанавливается вертикальная зональность. Здесь до глубины 200—250 м проявлены свинцово-цинковые руды с баритом, тогда как ниже этого горизонта имеются медные руды с кварцем. В крупнейшем Джезказганском месторождении также четко выражена вертикальная зональность, но она противоположна той, что отмечается в Карагайлы. В Джезказгане медные руды преобладают в верхних горизонтах месторождения приблизительно до глубины 250 м, ниже которой проявлено медно-свинцовое оруденение.

В крупнейшем редкометалльном месторождении Верхнее Кайракты до глубины свыше 800 м представлены практически мономинеральные вольфрамовые руды. В крупнейшем свинцовом месторождении Алайгыр руды до глубины 400 м содержат лишь свинец.

В месторождении Коктасджал, которое выдвигается сейчас в качестве одного из крупных медных центров Центрального Казахстана, до глубины более 50 м установлены практически монометалльные медные руды.

Вдоль крупных региональных тектонических зон Центрального Казахстана дифференциация рудного вещества может быть проиллюстрирована двумя характерными примерами.

Вдоль крупнейшей субширотной Джезказган-Караджал-Успенско-Карагайлинской тектонической зоны с запада на восток располагаются следующие рудные узлы: Джезды (марганец, железо, барит, бор), Джезказган (медь, свинец, цинк), Джомарт-Атасу (железо, марганец, барит, свинец), Кужалы (свинец), Джаналы-Успенское (медь), Шоинтас (марганец, железо), Акмая-Верхнее Кайракты (вольфрам), Алайгыр-Алабуга (свинец), Аккезень (вольфрам), Карагайлы-Атабай-Адель (свинец, медь, барит), Кентобе-Муржик (железо, марганец).

Вдоль крупной субмеридиональной Караоба-Кеньказган-Шалгия-Джомартской региональной тектонической зоны в направлении с юга на север размещаются следующие крупные рудные узлы: Караоба (вольфрам, молибден, олово), Кеньказган (медь, свинец), Шалгия (молибден), Джомарт-Джайрем (марганец, свинец, барит).

Приведенные примеры показывают, что имеющие место проявления горизонтальной зональности в геохимическом составе металлогенических формаций Центрального Казахстана не укладываются в рамки универсальной температурной зональности Эммонса. Наоборот, они скорее соответствуют тому, что М. А. Усов, С. С. Смирнов и Ю. А. Билибин выделяют в виде отдельных обособленных «импульсов» и «ритмов» в общем ходе рудоотложения под названием «зональности отложения».

Для всех этапов эндогенных металлогенических формаций Центрального Казахстана типично сравнительно пониженное участие серы и железа, что приводит к скромному участию здесь типичных колчеданных формаций, столь характерных для Урала.

8. Анализ материалов комплексных металлогенических прогнозных карт показал, что в процессах пространственного размещения эндогенных месторождений одним из важных факторов являются *особенности рудовмещающей среды*. Рудные концентрации практического значения, как правило, выбирают себе для локализации только *механически анизотропные комплексы пород*.

Высокометаллогенными оказались именно хорошо *расслоенные комплексы пород, где любое тектоническое напряжение легко раскрывало контактовые и структурные швы* и где более интенсивно происходили процессы дробления в более хрупких пластах и пластичного смятия в более эластичных пластах, игравших роль экранов в процессах циркуляции металлизированных гидротерм.

В однородных мощных толщах пород, где нет элементов анизо-

тропности, имеет место только диффузная минерализация, лежащая далеко ниже промышленных концентраций, или же проявлены только одиночные непромышленные жилы.

Отсюда следует, что нельзя организовывать поиски исходя только из «общелитологических» соображений, например искать свинец только в полях развития карбонатных толщ или искать медь только в толщах красноцветов.

Подобные поиски «вслепую» приводили к бесцельной трате времени и средств, поскольку в итоге их было установлено, что в том же Центральном Казахстане имеются громадные поля развития массивных карбонатных толщ, где скоплений полиметаллов совершенно нет, или еще более обширные поля бесструктурных красноцветных толщ, где совершенно отсутствуют промышленные месторождения меди.

9. Не менее важным фактором в размещении эндогенного оруденения явился магматизм. В условиях Центрального Казахстана магматический контроль по времени перемещается от более основных интрузий к кислым: от ультрабазитов протерозоя к основным и средней основности магмам каледонских этапов, от многофазных гранодиоритовых комплексов ранневарисского этапа к ультракислым «аляскитовым» интрузиям поздневарисского металлогенического этапа.

Часто наблюдаемая пространственная близость рудоносных формаций с выходами различных малых гранитоидных интрузий является, по существу, парагенетической, указывая на общность породившего их глубокого магматического очага. Подобные малые интрузии, в сущности, лишь «направляют» и «трассируют» пути циркуляции и деятельности парагенетически связанных с ними металлоносных гидротерм.

С другой стороны, целый ряд крупных рудных районов Центрального Казахстана представляет собой районы криптобатолитовые, особенно для магматизма и металлогении поздневарисских этапов, когда только структурная специфика рудного поля или небольшие проявления даек и жил являются косвенными индикаторами еще не вскрытых интрузивов. Такие районы наиболее потенциальны в смысле богатства своих недр.

Ранне- и поздневарисские гранитоидные интрузии Центрального Казахстана обычно вытянуты в виде лент. Отсюда мы подходим к третьему аргументирующему фактору металлогении, а именно к элементам структуры — к тектонике.

10. В Центральном Казахстане именно *структурные элементы* сыграли решающую роль в пространственном размещении как гранитоидных интрузий, так и связанной с ними эндогенной металлогении. Яркой особенностью тектоники ранне- и поздневарисского этапов являются *зоны протяженных разрывных структур*.

Для Центрального Казахстана особенно характерны глубинные разломы субмеридионального (уральского), субширотного (тянь-

шаньского), северо-восточного (нань-шаньского) и северо-западного (алтайского) направлений. Эти разломы как бы на нитку накладывают вдоль себя многие крупные металлогенические формации Центрального Казахстана. Особенно важны при этом *узлы пересечения* или *узлы сочленения* этих различно ориентированных разрывных структур, где, как в фокусе, размещаются все основные эндогенные рудные месторождения Центрального Казахстана (Джезказган, Карагайлы, В. Кайракты и мн. др.).

Наиболее благоприятной оказывается такая структурная обстановка, когда зоны пересечения или сочленения глубоких разломов находятся вблизи брахискладчатых структур, сложенных хорошо расслоенными механически-анизотропными толщами пород. Именно такую локальную структурную обстановку имеют все крупные месторождения Центрального Казахстана, начиная с Джезказгана на западе и кончая Карагайлы на востоке.

Таковы специфические черты трех основных и аргументирующих факторов, совместный учет которых оказался обязательным для раскрытия объективных закономерностей в пространственном размещении эндогенных рудных формаций Центрального Казахстана. Если при прогнозировании не учитывать значения одного или двух из этих основных факторов рудогенеза, то будет неизбежным творчество только одних лишь схоластических логически-умозрительных металлогенических схем. Будут, например, одинаково бесперспективными поиски и шаткими прогнозы, если базировать их только на учете литологии или только на учете магматизма, или только на учете тектоники.

11. Ряд таких металлов, как железо и медь, являются «сквозными» и проходят через все металлогенические этапы Центрального Казахстана.

Медь дает наиболее крупные концентрации только в раннекаледонский и поздневарисский этапы.

Для железа также характерны два этапа образования крупных концентраций — допалеозойский и ранневарисский. Все промежуточные этапы играют сравнительно небольшую роль в концентрации руд железа.

Марганцу присущи три этапа его промышленных концентраций — раннекаледонский, ранне- и поздневарисский.

Золото типично только для ранне- и позднекаледонского металлогенических этапов. В допалеозойский и ранневарисский этапы оно проявляется лишь спорадически, а в поздневарисском практически отсутствует полностью.

Свинец и цинк дают крупнейшие концентрации в ранне- и поздневарисский этапы, хотя они скромно участвуют и в ранних металлогенических этапах. Интересно, что в поздневарисском этапе свинец парагенетически тесно близок к меди.

Молибден, как и медь, особо крупные концентрации дает в двух металлогенических этапах — раннекаледонском и поздневарисском.

Вольфрам особо крупные концентрации образует только в поздневарисском металлогеническом этапе.

В общем в многоэтапной эндогенной металлогении Центрального Казахстана концентрация отдельных металлов неодновременна. Они как бы зарождаются и отмирают в определенные историко-геологические этапы времени. Поэтому о какой-то унаследованности или регенерированности металлогении Центрального Казахстана говорить не приходится.

VI. Основные результаты практической проверки данных комплексных металлогенических прогнозных карт

В результате составления металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана был выявлен ряд перспективных площадей для поисков руд отдельных металлов (табл. 3).

На значительной части территории Центрального Казахстана эти контуры практически совпадают между собой, выявляя районы со сложной многокомпонентной металлогенией.

Т а б л и ц а 3. Площади, перспективные для поисков руд отдельных металлов

№ п/п	Площади, перспективные	Площади первой очереди		Площади вто- рой очереди		Всего	
		км ²	%	км ²	%	км ²	%
1	На железные и марганцевые руды	4400	0,5	16000	2,2	23400	2,7
2	На медные руды	49400	6,8	169000	23,4	218400	30,2
3	На свинцовые (полиметаллические) руды	49600	6,8	134700	20,1	184300	
4	На руды редких металлов	8600	10,7	260000	32,5	346300	26,9 43,2

Размеры указанных перспективных площадей ярко и убедительно подчеркивают степень высокой потенциальности недр Центрального Казахстана для открытия здесь в дальнейшем новых крупных промышленных концентраций руд черных, цветных и редких металлов. Эти перспективные площади передавались для практической проверки производственным геологическим организациям республики еще с 1954 г. По своим размерам они обеспечивают работу геологопоисковых организаций минимум на 10—15 лет при условии максимально возможных темпов в их работе.

Комплексные металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана оказали положительное влияние на повышение

объема и эффективности геологопоисковых и геологоразведочных работ при учете следующих конкретных рекомендаций:

1. О необходимости резкого расширения фронта геологопоисковых работ на черные, цветные и редкие металлы в Центральном Казахстане, что вытекало из выявившегося несоответствия между количеством перспективных площадей, рекомендуемых для первоочередных поисков, и объемами фактически ежегодно проводимых поисков.

2. Локализации первоочередных поисков в пределах конкретных, заведомо благонадежных перспективных площадей, определившихся в результате прогноза.

3. Комплексного проведения поисков с использованием наиболее прогрессивных методов и с учетом конкретных рекомендаций для каждой перспективной площади, сделанных в материалах прогноза, исходя из анализа специфики их геологического строения и металлогении.

4. Расширения фронта геологоразведочных работ на тех уже известных месторождениях, которые на основании прогноза представлялись наиболее перспективными и промышленно благонадежными. Рекомендации содержали конкретные указания о доразведке на флангах, на глубоких горизонтах или на новых участках. Обратные рекомендации также имели место в тех случаях, когда разведываемые месторождения определялись прогнозами, как мало перспективные и по всем геологическим данным заведомо неблагонадежные. И в том, и в другом случае преследовалась одна и та же цель — повышение рентабельности и эффективности разведочных работ.

5. Комплексного изучения месторождений с задачей освоения не только основных и второстепенных металлов, но и элементов-примесей.

6. Целеустремленного ведения поисков на наиболее дефицитные виды минерального сырья и планомерного раскрытия перспектив на остальные (недефицитные) полезные ископаемые в процессе комплексного геологического картирования и поисков.

Не считая результатов внедрения за 1954 г., данные которых были учтены в процессе окончательного оформления материалов комплексных металлогенических прогнозных карт, за последующие 1955—1957 гг. на территории Центрального Казахстана было вновь открыто всего около 230 месторождений и рудопроявлений: черных (17), цветных (120) и редких (85) металлов. Кроме того, за этот же период времени более 50 месторождений подверглись коренной переоценке, из них 20 — в сторону резкого увеличения перспектив.

Все эти и другие новые данные тщательно изучаются и регулярно наносятся на соответствующие листы пометалльных и комплексных металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана.

Анализ итогов первых трех лет внедрения металлогенических прогнозных карт дает следующие основные результаты:

а) Около 75% новых месторождений и рудопроявлений точно попадают на те площади, которые были определены в прогнозных картах как перспективные для первоочередных поисков.

б) Остальная часть (25%) вновь открытых месторождений и рудопроявлений выявлена в процессе планомерного геологического картирования и поисков, причем около половины из этих рудопроявлений расположены в контуре перспективных площадей второй очереди. Таким образом, около 90% новых месторождений и рудопроявлений было предусмотрено к открытию в материалах прогнозных карт. Остальные 10% новых месторождений и рудопроявлений оказались открытыми вне контуров ранее очерченных перспективных площадей, а именно в пределах площадей, рекомендованных для планомерного геологопоискового картирования м. 1:200 000. Это является вполне естественным и рассматривается как положительный фактор, еще более повышающий потенциальность недр Казахстана, и как закономерное расширение и уточнение наших познаний на основе накопления нового опыта.

в) Особо необходимо отметить весьма отрадное подтверждение прогнозов в части резкого расширения перспектив таких еще недавно числившихся в разряде рудопроявлений месторождений, как Алайгыр (свинец), Коктасджал (медь), Джанет (молибден), Батыстау (молибден), Атансор (железо), Ешки-Ольмес (медь), Акжал (полиметаллы), Акбастау (медь, полиметаллы), Акжартас, Узунжал (свинец) и другие, которые вышли сейчас в ряд крупных рудных месторождений. В итоге реализации рекомендаций прогнозных карт расширились перспективы и запасы таких крупнейших месторождений, как Джезказган и Коунрад.

Значительным подтверждением научного предвидения оказалось открытие богатых медноколчеданных руд в Чингизском хребте, новых редкометалльных штокверков в Северном Прибалхашье, полиметаллических скарнов в Северном Казахстане и в Прибалхашье и целого ряда других промышленно-перспективных месторождений.

* * *

Таковы некоторые основные практические результаты, полученные за первые три года внедрения комплексных металлогенических прогнозных карт в производстве геологопоисковых и геологоразведочных работ в Центральном Казахстане. Как легко видеть, результаты эти неопровержимо указывают на то, что наш первый опыт составления пометалльных и комплексных металлогенических прогнозных карт за первые три года его проверки на практике оправдал себя полностью. Именно поэтому идея составления металлогенических прогнозных карт получила сейчас всеобщее призна-

ние и достойных последователей не только в Казахстане, но и далеко за его пределами. Теперь мы имеем возможность видеть такие или аналогичные нашим карты во многих учреждениях страны и уже только в этом одном усматривается положительное значение нашего первого опыта — опыта коллектива казахстанских геологов во главе с Институтом геологических наук Академии наук Казахской ССР.

Нет сомнения в том, что в результате широкого обсуждения комплексных металлогенических прогнозных карт, составленных для территории Центрального Казахстана, выигрывает не только наша отечественная металлогеническая наука, но и наша повседневная практика геологопоисковых и геологоразведочных работ, что в целом способствует еще более быстрому и полному раскрытию богатейших недр нашей родины.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЙ И ЭНДОГЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕДИ В НЕДРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА *

Тема настоящего доклада имеет не только научное значение, но и практически актуальное обоснование.

Как известно, Казахстан в 1959—1965 гг. и далее, вплоть до 1975 г., должен резко увеличить выплавку черновой меди. В настоящее время благодаря внедрению таких заменителей меди, как алюминий, пластмассы и другие материалы, потребление меди снизилось с 20 до 9—10 тыс. т на 1 млн т выплавляемой стали. Это соотношение обязывает нас давать черновой меди в 1960—1965 гг. около 500—600 тыс. т. На уровне же 1975 г., когда предполагается выдавать стали 100—120 млн т, стране потребуются меди около 1,0—1,2 млн т. Сейчас удельный вес Казахстана по учтенным общим запасам меди в его недрах равен 45% общесоюзных запасов. Установка на резкое увеличение масштабов казахстанской и особенно центральноказахстанской медепромышленности к 1965 и 1975 гг. требует, согласно расчетам, увеличения новых запасов меди на 50% от уже учтенных общих запасов в Казахстане вообще и в Центральном Казахстане в частности.

Фактические за 1951—1958 гг. и плановые на 1959—1965 гг. по Центральному Казахстану показатели свидетельствуют о следующем:

1. Общие капиталовложения в геологоразведочные работы по меди возрастают на 83%.

2. Общий метраж бурения увеличивается на 129%.

3. Затраты на поиски (вместе с геофизикой и бурением) достигают в этот период 40—48% и только по Дзезказгану будут на уровне 24%.

4. Плановый прирост запасов в 1959—1965 гг. снижается на 35% по сравнению с фактическим приростом запасов меди в 1951—1958 гг.

5. Эффективность буровой разведки (ЭБР) в среднем снижается с 6,3 до 1,9 т/м, т. е. в 3,3 раза, а для 1951—1955 и 1961—1965 гг. — с 9,6 до 1,8 т/м, т. е. более чем в пять раз для территории Карагандинского совнархоза.

6. Полная стоимость разведки 1 т меди в балансовых запасах, наоборот, увеличивается по всему Центральному Казахстану почти на 200% (с 64 до 196 руб/т), а для Дзезказгана и районов работы Центрально-Казахстанского геологического управления — в 6,3 раза.

Все изложенное в совокупности указывает на то, что выявление

* Работа написана в соавторстве с М. П. Русаковым. Опубликовано в книге «Материалы научной сессии по металлогеническим и прогнозным картам»: Доклады. Алма-Ата, 1958. С. 268—316.

новых балансовых запасов меди в недрах Центрального Казахстана (а равно Алтая и юго-восточных районов Казахстана) вступает с 1959 г. в трудную полосу сравнительно малоэффективных и дорогих разведок на медь при значительных глубинах бурения (от 300—400 до 1000—1500 м).

Все более и более актуальной для Центрального Казахстана (и Восточного Казахстана в целом) становится задача открытия новых перспективных меднорудных полей и выявления в них крупных запасов меди. Вследствие этого установление металлогенических особенностей и закономерностей проявления и концентрации меди в недрах Казахстана, и в первую очередь Центрального Казахстана, имеет не только научно-теоретическое, но и практическое актуальное значение. Это и понятно в свете неотделимости науки от практики.

Геолого-структурная и прогнозно-металлогеническая карта Центрального Казахстана *

В геологической литературе [1, 2, 3] эти карты, методология их составления и основные выводы по ним получили надлежащее освещение и признание их значения и роли для дальнейших поисково-разведочных работ и экономических оценок недр Казахстана по ряду рудных и нерудных ископаемых.

Карты в черновиках были готовы еще в 1955 г. За три года (1955—1957) на базе данных в картах прогнозов было выявлено свыше 200 новых месторождений и рудопроявлений. Это доказывает большое практическое значение прогнозных карт. Широкие и правильные методологическая и методическая основы для составления металлогенических прогнозных карт, детальное изучение и систематизация всего фактического материала, объективный синтез всех накопленных фактических знаний по стратиграфии, литологии, структурно-фациальным особенностям комплексов, геофизике, тектонике, геоморфологии, гидрохимии и гидродинамике, по магматизму, малым интрузиям, дайкам, жилам, полям и зонам окварцевания, скарнирования и по другим индикаторам эндогенной минерализации; установление объективных рудоконтролирующих факторов, конкретная морфогенетическая классификация всех месторождений и рудопроявлений, комплексность металлогенической карты на структурно-геологическом фоне, а в целом применение метода комплексного структурно-регионального изучения металлогении, — все это позволило дать не только структурно-геологическую и прогнозно-металлогеническую карту Центрального Казахстана м. 1:500 000 на площади 800 000 км², но и историю геологического развития этого региона с выделением шести основных геотектонических этапов (допалеозойского, двух

* Составлены коллективом казахстанских геологов ИГН АН КазССР, Министерства геологии и охраны недр СССР и КазССР и изданы в 1956 г.

каледонских, двух варисских и одного киммеро-альпийского), установить циклы и этапы магматизма, металлогенические эпохи, основные районы и поля развития рудных и нерудных месторождений разных эпох их формирования.

Для всего региона составлен кадастр всех рудных полезных ископаемых (более 3500 точек). Вместе с горючими и нерудными ископаемыми кадастр включает 5500 точек.

Вопреки прежним дореволюционным взглядам и прогнозам, отвергавшим в Центральном Казахстане наличие значительных месторождений железа, марганца, свинца и цинка, редких металлов, признававшим за этим регионом лишь значение меднорудного района, удалось установить разновременный, многоэтапный, сложный и многокомпонентный характер комплексной металлогении Центрального Казахстана.

Из 3500 кадастровых точек на медь приходится 43%, железо и марганец — 17%, свинец и полиметаллические руды — 16%, редкие металлы — 10%, золото и серебро — 9%, т. е. всего 95%. На все прочие металлы и элементы (Ni и Co, Al, Sb, Cr, V, Bi, Hg и т. д.) приходятся остальные 5% рудных точек кадастра, число которых растет с каждым годом.

Мотивы, побуждающие вновь возвращаться к металлогеническим особенностям и закономерностям проявления и концентрации меди в недрах Центрального Казахстана и других меднорудных районов республики, помимо практических обоснований, очерченных в введении, заключаются также в следующем.

1. Карты составлены по данным 1950—1954 гг. За период 1955—1958 гг. многие данные пополнились, некоторые изменились или уточнились.

2. Возраст немых осадочных толщ или эффузивных комплексов во многих местах карты уточнился (например, некоторые эффузивы силура перешли в девон, эффузивы девона — в нижний или средний карбон, местами в пермь; силурийские толщи кое-где перешли в девон и карбон и т. д.).

3. Уточнился или изменился возраст интрузий (из каледонских некоторые перешли в варисские, и наоборот); получено много определений абсолютного возраста гранитоидов.

4. Неправильно относимый ранее к девону (частично к силуру-девону и нижнему карбону) возраст вторичных кварцитов Центрального Казахстана и других районов удалось уточнить и разбить на пять возрастов: салаирский (Sm_1), позднекаледонский, девонский, ранневарисский ($D_2—C_2$) и поздневарисский ($C_3—P_1$). Число массивов вторичных кварцитов возросло до 300; число пространственно и парагенетически связанных с ними медьсодержащих месторождений увеличилось с четырех до 45. Уточнились структурное положение вторичных кварцитов и их связь с различными этапами внедрения и фациями гранитоидных и эффузивных пород.

5. Несколько уточнились возрастные взаимоотношения месторождений цветных и редких металлов.

6. За последние пять лет открыты новые месторождения меди и даже новые меднорудные зоны (Акбастауская и др.).

7. Благодаря геофизике расширились знания о региональных тектонических структурах и глубинных разломах, а также данные о локальных структурах рудных полей.

8. Появились данные о новых рудопроявлениях золота, никеля и кобальта и некоторых других элементов, ранее не отображенных на прогнозной карте.

9. Уточнились данные и выводы о глубинных подвижных зонах [4], общей структуре Центрального Казахстана на основании анализа гравиметрии и магнитометрии [5], а также данные о скарнах и оловоносности этого региона [6, 7].

10. Наконец, разведки и доразведки ряда медных месторождений изменили масштабы их общих учтенных запасов меди и перспектив. Видоизменяются число и соотношения меднорудных районов Центрального Казахстана.

Все указанное обуславливает и оправдывает назначение этого доклада об особенностях медной металлогении в Центральном и Восточном Казахстане.

Из общих закономерностей проявлений и эндогенной концентрации меди в недрах всего Восточного Казахстана надо отметить следующее.

Во-первых, специфическую насыщенность медью недр Центрального Казахстана, относительно значительное обеднение медью недр Алтая и еще более слабое проявление меди в юго-восточных районах (Тарбагатай, Джунгарский Алатау, Кетменский хребет и Заилийский Алатау). Соотношение удельных весов по меди для этих районов по выявленным на сегодня общим ее запасам можно представить таким рядом — 80:15:5. Это указывает на региональное геохимическое обеднение недр с северо-запада (Центральный Казахстан) на восток (Алтай) и юго-восток (Джунгарский Алатау, Тарбагатай и т. д.).

Во-вторых, на сегодня можно говорить о таких примерных геохимических, уже выявленных, соотношениях тяжелых цветных металлов (медь, свинец, цинк) в недрах указанных выше районов:

	Cu:Pb:Zn
Центральный Казахстан	16:4:4
Алтай	3:6:12
Джунгарский Алатау	1:2:2
Кетменский хребет и Заилийский Алатау	1:3:3

Из этих соотношений видно, что в Центральном Казахстане медь резко превалирует над свинцом и цинком, на Алтае резко уступает свинцу и цинку, в юго-восточных районах имеет умеренно подчиненное значение перед свинцом и цинком по совокупности.

В-третьих, в Центральном Казахстане медь является своего рода «сквозным» металлом в эндогенной минерализации этого региона, проявлявшимся во всех пяти металлогенических эпохах, от протерозоя до верхнего палеозоя включительно. Эндогенная медная минерализация в Центральном Казахстане резко преобладает над экзогенными медными формациями, причем осадочно-медная формация не имеет практического значения. Из 19 медных и медьсодержащих комплексных формаций десять приходятся на самостоятельные (монометаллические) медные формации, а девять — на комплексные, с железом или свинцом и цинком.

Выявленной закономерностью является и резко неравномерное по интенсивности формирование рудопроявлений и концентраций меди по металлогеническим эпохам: в *Центральном Казахстане* к варисской металлогении относится 92% всех учтенных общих запасов меди, а к каледонской — только 8%, на *Алтае* почти все 100% концентраций и общих запасов меди относятся к варисской металлогении.

В Тарбагатае и Джунгарском Алатау имеет место то же положение, что и на Алтае. Докембрийская медная минерализация нигде не имеет практического значения. Таким образом, с северо-запада (северо-западная и северная части Центрального Казахстана) к востоку и юго-востоку, в сторону Алтая и Джунгарского Алатау, еще более резко, чем в Центральном Казахстане, усиливается значение и проявление варисской медной металлогении.

Географо-структурная локализация медьсодержащих рудопроявлений и месторождений в Центральном Казахстане укладывается в следующие районы с их удельным весом по учтенным общим запасам меди (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что по учтенным общим запасам меди (от запасов в Центральном Казахстане, равных 100%) на первом месте стоит Джезказганский район с его месторождениями гидротермальных медистых песчаников (68,1%); на втором месте — два района Прибалхашья (15%) с главным медно-порфировым месторождением Коунрад; на третьем месте — три района Северного Казахстана (10,4%) с главным месторождением порфировой меди Бошекуль; наконец, на четвертое место надо ставить совокупность пяти районов водораздельной части Центрального Казахстана (6,5%). По указанным в таблице и достаточно изученным 11 районам, или четырем их группам, учтены данные более чем по 84 месторождениям.

Из четырех малоизученных районов (№ 16—19) неперспективными или малоперспективными являются Атбасар-Терсакканский (с осадочными месторождениями меди) и Прибаянаульский. Не велики пока запасы и перспективы Таскура-Бетпак-Далинского района. Наиболее перспективным из этих четырех районов является Акбастауский район в юго-западных предгорьях хр. Чингиз, где за 1955—1957 гг. открыты крупные месторождения медьсодер-

Т а б л и ц а 1

№ района	Район	Удельный вес района, % от		Генетический тип большинства месторождений	Геологический возраст металлогении	Количество изученных и разведываемых месторождений меди, более
		общезапа- санских запасов	запасов Центр. Ка- захстана			
I	Ишим-Кокчетавский	0,20	0,30	КМ*+гидротермальный	Каледонский	5
II	Майкаин-Бошекульский	7,50	9,40	Гидротермальный	»	2
III	Тасадыр-Кокжанчадский	0,50	0,70	То же	Каледонский+варисский	10
IV	Итого по трем районам Северного Казахстана	8,20	10,40	Гидротермальный+КМ	Каледонский	17
	Коктауджартасский	1,80	2,10	Гидротермальный	Варисский	5
V	Каркаралинский	0,50	0,60	То же	»	6
VI	Мурджик-Дегелепский	0,5	0,60	»	»	3
VII	Успенско-Спасский	1,0	1,20	»	»	11
VIII	Водоразд. Шетский	1,5	2,00	»	»	12
IX	Всего по пяти районам (IV—VIII)	5,3	6,60	Гидротермальный	Варисский	37
	Джезказганский	54,0	68,80	То же	»	16
X	Балхаш-Коунрадский	10,5	13,40	КМ+гидротермальный	»	9
XI	Балхаш-Саякский	1,3	1,60			5
	Всего по двум южным районам	11,8	15,00	Гидротермальный+КМ	Варисский	14
	Итого по 11 изученным районам Центрального Казахстана	80,0	100	То же	Варисский+каледонский	84

Кроме этих 11 районов, имеются еще четыре малоизученных и слаборазведанных района:

16/1	Атбасар-Терсакканский	0,05	0,06	Осадочный	Варисский	10
17/2	Таскура-Бетпак-Далинский	0,6	0,70	Гидротермальный	»	2
18/3	Прибалхашский	0,05	0,06	То же	»	3
19/4	Акбастау-Чингизский	1,0	1,20	»	»	3
Итого по четырем районам		1,7	Около 2,0	Гидротермальный	Варисский	25

* КМ — контактово-метасоматический.

жащих руд (Акбастау, Космурун, Мизек и др.). Всего в эти четыре малоизученных и слабо разведанных района входит более 25 месторождений почти исключительно варисского возраста.

Металлогенический и генетический-типовой анализ данных по месторождениям меди Центрального Казахстана показывает следующее:

а) К каледонской металлогении относятся главным образом месторождения северной части Центрального Казахстана (районы I—III). Удельный вес запасов меди каледонских месторождений составляет по Центральному Казахстану около 10% (в аспекте всего Казахстана 8%). Из генетических типов проявлены медно-порфировый (Бошекуль и др.), побочная медь в контактово-метасоматических месторождениях железа и метасоматически гидротермальная медь в туфоосадочных породах силура (Коджанчадский район).

б) К варисской металлогении относятся месторождения всех ос-

Т а б л и ц а 2

Морфогенетические типы	Морфология рудные тел	Удельный вес запасов, %	
		по всему Казахстану	по Центр. Казахстану
Гидротермальные эпигенетические медистые песчаники Джезказгана	Крупные пластообразные залежи, обычно многоярусные, варисской металлогении	54,0	68,0
Медно-порфировые руды (Коунрад, Бошекуль, Коктасджал, Коктасджартас, Борлы, Джетымшоко, Алмалы, Шетьшоко и др.)	Крупные неправильные рудные блоки, большей протяженности в плане, чем на глубину; варисской, реже каледонской металлогении	22,0	27,0
Контактово-метасоматические скарны (часто с магнетитом), с гидротермальным обогащением медью (Саяк, Атансорский район и др.)	Неправильные или линейно-вытянутые, иногда пластообразные рудные тела разного масштаба, варисской и каледонской металлогении	1,8	2,3
Медьсодержащие комплексные или полиметаллические руды, гидротермальные, обычно с баритом (алтайский тип)	Крутопадающие линзообразные, реже жиллообразные или штоковидные тела сравнительно небольших масштабов	0,7	0,9
Прочие морфогенетические типы: меднорудные жилы с кварцем, примесью барита, оруденелые тектозоны, осадочные месторождения и др.	Жиллообразные, неправильные штокообразные рудные тела	1,5	1,8
Итого		80	100

тальных 12 районов, в которых резко преобладают запасы меди в гидротермальных месторождениях медистых песчаников Джезказгана, медно-порфировые руды Коунрада, Коктасджала, Коктасджартаса и др. и целый ряд месторождений иных генетических типов. Удельный вес учтенных общих запасов меди в варисских месторождениях Центрального Казахстана составляет 92%.

Таким образом, дальнейшие поиски медных месторождений должны предпочтительно направляться главным образом в районы с варисской металлогенией.

Генетические типы промышленно-интересных медных месторождений Центрального Казахстана и их удельный вес приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что на эпигенетические медистые песчаники Джезказгана и медно-порфировые руды в Центральном Казахстане по совокупности приходится 95% учтенных общих запасов меди, на медистые скарны и магнетиты — 2,3%, на прочие типы — 2,7% (от общих запасов меди по Центральному Казахстану).

Данные табл. 2 показывают, что поиски, перспективные и де-

Т а б л и ц а 3

Широко распространенные формации и типы медного оруденения	Число месторождений и рудопроявлений	Мало распространенные формации и типы	Число месторождений и рудопроявлений
Осадочно-сингенетическое Си-оруденение	104	Си-, Ni-формация в ультрабазитах	4
Кварцево- жильный тип оруденения (изредка с примесью кальцита, барита)	177	Си-, Fe-формация	8
Прожилково-вкрапленное медное оруденение в различных породах	509	Си-цеолитовая формация	5
Кварцево-баритовое прожилково-вкрапленное медное оруденение	143	Кварцево-турмалиновая меденосная жильная формация	9
Прожилково-вкрапленное медно-молибденовое оруденение во вторичных кварцитах	52	Рассеянное Си-оруденение в эффузивных породах девона	4
Медьсодержащие скарны (нередко с магнетитом)	43	Кварцево-колчеданно-полиметаллическое оруденение (нередко с золотом)	12
		Си-, Pb-формация	13
Итого	1038		55
Всего месторождений с морфогенетической характеристикой с установленным типом оруденения			1083
			528

Итого 1611

тальные разведки в Центральном Казахстане, а следовательно, и дальнейший прирост запасов должны идти главным образом в аспекте первых двух морфогенетических типов медного оруденения. В остальных типах медного оруденения промышленное значение имеют и могут иметь немногие, среднего масштаба, месторождения контактово-метасоматических, гидротермально обогащенных медью скарнов (Саяк) и очень редкие, тоже среднего и малого масштабов, жильные гидротермальные месторождения (Успенское и др.).

Интересна морфогенетическая группировка медьсодержащих месторождений Центрального Казахстана по данным кадастра 1955 г. (табл. 3).

Из кадастра же видно, что медное оруденение в Центральном Казахстане количественно наиболее широко проявлено на следующих листах:

М-42-В (Улутауский)	112
М-43-Г (Каркаралинский)	240
М-43-В (Успенско-Карагандинский)	334
М-43-А (Бошекуль-Осакаровский)	330
М-43-Б (Баян-Аульский)	394
Л-43-А (Джезказганский)	19
Л-43-Б (Коунрад-Балхашский)	24

Из изложенного видно, что на первых пяти смежных листах зафиксировано в кадастре 1410 месторождений и рудопроявлений меди. На этих листах разведаны только два крупных медных месторождения — Бошекуль и Коктасджал — и около 8—10 месторождений среднего и малого масштабов. Суммарные учтенные общие запасы меди на этих четырех листах составляют лишь около 12,5% суммарных общих запасов меди по Центральному Казахстану. На листах Л-42-А (Джезказганском) зарегистрировано только 19 месторождений меди, на Л-43-Б (Коунрад-Балхашском) — 24 месторождения, итого 43. Между тем на этих двух листах учтены общие запасы меди 70% суммарных учтенных запасов меди по Центральному Казахстану, т. е. в 6—7 раз больше, чем на предыдущих четырех листах.

Следовательно, по Центральному Казахстану можно сделать следующий вывод: частота (плотность) медных рудопроявлений на данном листе (в данном районе) не всегда является надежной предпосылкой обнаружения здесь крупных промышленных месторождений и запасов меди. Этот вывод, по-видимому, будет иметь приложение к Акбастауской рудоносной зоне на юго-востоке Центрального Казахстана, где при небольшом числе месторождений могут быть выявлены крупные запасы меди. Его полезно учесть при развитии и дальнейших поисково-разведочных работ на всей территории Центрального Казахстана.

Прогнозно-перспективные на медь площади в Центральном Казахстане в оптимально-максимальном их аспекте были исчислены к 1955 г. следующим образом: перспективные площади I очереди — 49 400 км², или 6,8%, и перспективные площади II очереди — 169 000 км², или 23,4%; всего 218 400 км², или 30,2%.

По сравнению с прогнозными площадями I+II очереди по другим металлам в Центральном Казахстане, как-то: черные металлы — 2,7%, свинец и полиметаллические руды — 26,9%, редкие металлы — 43,2%, прогнозные площади по меди (30,2%) занимают второе место после редких металлов. К этому положению необходимо сделать следующие замечания:

1. Можно согласиться с высокой прогнозной перспективностью и размером перспективных площадей по редким металлам (346 тыс. км²) и по свинцово-полиметаллическим рудам (184 тыс. км²), так как в зоне окисления руды этих металлов, особенно в самостоятельных, без меди, месторождениях, не всегда отмечены древними выработками, а при современном геологическом опосковании они нередко пропускались и в последние 6—8 лет открывались главным образом при помощи металлометрических съемок. Тем не менее по этим металлам принятые прогнозно-перспективные площади надо считать оптимально-максимальными.

2. В отношении меди в Центральном Казахстане (да и в других регионах), как правило, дающей на поверхности, в зоне окисления, ярко окрашенные окисленные медные минералы (малахит, азурит, хризоколла и т. д.), можно утверждать, что в итоге вековых поисков древних кочевых народов и коренного казахского населения, а также в итоге 30-летних поисков на медь при советской власти в значительной мере с помощью геофизики почти все медные месторождения и рудопроявления вошли в кадастр (около 1500 точек) и зафиксированы на карте. Неоткрытыми рудопроявлениями меди на сегодня, возможно, являются, во-первых, те, в которых на поверхности процессы выщелачивания благодаря обилию пирита в первичных сульфидных рудах почти начисто убрали медь из коренных выходов, опустив ее вниз, в зону вторичного обогащения (например, месторождения типа Акбастау, Мизек, Космурун); во-вторых, те, которые представляют собой слепые рудные тела, не имеющие выходов на поверхность (например, в Таскура-Джезказганском районе); в-третьих, те месторождения сплошных и вкрапленных руд, которые в зоне окисления оставили на поверхности лишь зоны ожелезнения, кэпинги — на верхах медно-порфировых месторождений — и железные золотосодержащие «шляпы» — в зоне окисления сплошных колчеданных руд (например, в районах Майкаина, Джусалы, Шоптыкуля и др.). Уместно отметить, что значительная часть упомянутых зон окисления и скрыторудоносных участков расшифрована в Центральном

Казахстане за последние 6—8 лет, но в целом такие участки еще не охвачены и не закончены ревизией и поисковыми разведками.

Принимая доказательное положение о сложной, многоэтапной и многокомпонентной металлогении Центрального Казахстана и признавая еще не вскрытую полностью высокую потенциальность недр Центрального Казахстана по всем группам металлов, в частности и по меди, необходимо все-таки считать, что обещающими актуальными прогнозно-перспективными на медь районами являются значительно меньшие (против указанных выше) площади, которые на сегодня можно исчислять в таких размерах:

1. Общая площадь пока не обревизованных и детально не изученных 100 массивов вторичных кварцитов 2000 км².

2. Площадь Таскура-Джезказган-Улутауского района, структурно и металлогенически пока мало расшифрованного и изученного, 10 000 км².

3. Общая площадь Коктасджал-Спасской меднорудной зоны 5000 км².

4. Общая площадь Акбастауской рудоносной зоны на юго-запад от хр. Чингиз длиной не менее 250 км, шириной около 20—30 км 8000 км².

5. Общая периферийная площадь вокруг уже известных и разведываемых месторождений меди 10 000 км².

Итого до 35 000 км² актуальных первоочередных, требующих ревизии и поисков, прогнозно-перспективных на медь площадей против 218 тыс. км² общих площадей, вообще говоря, требующих детального структурно-металлогенического изучения в ближайшие 10—15 лет.

В литературе [1] проценты прогнозно-перспективных площадей в Центральном Казахстане неоднородно исчислены от общей площади этого региона 730—800—870 тыс. км².

При исходной площади 800 тыс. км² общая площадь актуальных прогнозно-перспективных на медь площадей в Центральном Казахстане может и должна исчисляться на сегодня в 35 000 км², или 4,5%, а не 30,2%. Этот вывод согласуется с тем, что уже было упомянуто выше. Подобный же вывод относительно прогнозов открытия новых месторождений и прироста запасов имеется и для Рудного Алтая, а именно: «Не приходится сейчас рассчитывать на легкое обнаружение вскрытых на поверхности рудных месторождений. Основные приросты запасов руд приходятся в Рудном Алтае на 3—4 главных рудных поля. Степень общей разведанности уже известных промышленных месторождений на Алтае в настоящее время высокая, а возможности дальнейшего наращивания запасов руд на них ограничены. Прирост запасов в недрах должен осуществляться за счет открытия и разведки новых месторождений, главным образом слепых или перекрытых наносами» [8].

Здесь же уместно напомнить, что в Центральном Казахстане по свинцу выявлено на сегодня только шесть крупных месторож-

дений, в которых сосредоточено около 90% всех учтенных общих запасов свинца. Кроме того, имеется 40 месторождений среднего и малого масштабов и 674 точки рудопроявлений и заявок, а всего по кадастру 720 точек. Таким образом, для свинца (и полиметаллов) выход крупных промышленных месторождений в Центральном Казахстане равен от всех точек кадастра приблизительно 0,8%, для месторождений среднего и малого масштабов — около 7%. Примерно такая же картина по свинцу наблюдается и в Рудном Алтае.

По меди в Центральном Казахстане крупных промышленных месторождений имеется на сегодня пять (Джезказган, Коунрад, Бошекуль, Коктасджал и Саяк), или 0,3% общего кадастрового числа медных рудопроявлений и, кроме того, около 80 медных месторождений среднего и малого масштабов (с общими запасами меди от 10 до 100 тыс. т), или 5% кадастра. Остальные 94,7% кадастровых точек приходятся в Центральном Казахстане на медные рудопроявления непромышленного значения, имеющие в лучшем случае условное значение прогнозно-поисковых признаков, причем на поверхности вскрываются лишь экзогенного происхождения окисленные руды, железные шляпы или кэпинги, зоны выщелачивания и т. п.

Экзогенная меднорудная формация в Центральном Казахстане включает в себя две группы: 1) осадочно-сингенетические медные руды разного возраста и 2) формацию железных шляп, зон окисления и вторичного окисного и сульфидного обогащения месторождений вкрапленных медных руд, особенно медно-порфировых месторождений (типа Коунрада, Бошекуля и др.). Эта последняя формация относится к киммеро-альпийской металлогенической эпохе, охватывающей время от мезозоя до четвертичного периода включительно.

Из установленных на сегодня в Центральном Казахстане 68 металлогенических формаций на экзогенные приходится 27 формаций разного состава, из них на медь — только 3. В допалеозойской, ранне- и позднекаледонской металлогенических эпохах нет осадочных медных формаций. Они проявлены в ранневарисскую ($D_2—C_2$) и поздневарисскую ($C_3—P_1$) металлогенические эпохи и преимущественно в западной и северной частях Центрального Казахстана [1, 9]. Обе представляют собой маломощные (0,3—1—2 м) прослои обогащенных растительным детритом песчаников в красноцветных толщах верхнего девона, нижнего карбона и перми. Эти формации являются аналогами осадочных медистых песчаников Западного Урала, по многочисленным проявлениям которых на протяжении более 500 км были в свое время учтены большие запасы валовой меди в морфологически очень капризных телах малого масштаба и со средним содержанием меди порядка 0,5—1%, в очень ограниченных объемах — более 1%. Приуральские медистые песчаники разрабатывались лишь в крепостное

время. В Центральном Казахстане эти черты прослеживаются более чем по 100 рудопрооявлениям данной формации, главным образом в Атбасар-Терсакканском, Джезказган-Улутауском районах, в бассейнах рек Уленты и Чидерты и др. Детальное изучение и разведка некоторых из этих рудопрооявлений проводились лишь выборочно.

В Джезказган-Улутауском районе [1] осадочная медная формация связана исключительно с красноцветной толщей верхнего девона. Пространственно она связана с более древними эндогенными цеолитной (№ 11) и прожилковой медной формациями в эффузивах среднего девона — поставщиках меди из области сноса. Осадочная формация с медью представляет собой небольшие (50—100×0,5 м) и маломощные (0,2—0,5 м) линзовидные прослои серых песчаников с растительным шламом среди красных песчаников и конгломератов. Содержание меди порядка 0,5—1% и меньше. Таковы убогие рудопрооявления Карадин, Караганда и др. В них нет жильной минерализации, тектоническая обстановка спокойная, ясна приуроченность оруденения к автохтонным растительным остаткам. Масштаб оруденения ничтожно малый. Источником меденосных растворов и терригенных рудных взвесей-илов являлась доверхнедевонская кора выветривания. Проявления осадочной медной формации верхнего девона широко развиты на водораздельных пространствах рек Терсаккан, Кенгир, Кара-Сарытургай. Здесь отмечено свыше 10 рудопрооявлений этой формации ничтожно малого масштаба и с убогим содержанием меди.

В северо-восточной части Центрального Казахстана, в группах Коджанчадской, Вишневской, Чадринской и Олентинской, известны многие месторождения формации осадочных медистых песчаников в красноцветах $D_2—D_3^1$ (Медная гора, Жиланды, Софа, Чадраузек и др.). И здесь имеются небольшие пластовые залежи медистых грубозернистых песчаников во франском ярусе девона или в самых низах фамена. Падение пластов обычно под углами 20—60°. Размер рудных залежей невелик. На Медной горе — 350, 540, 100 м². Содержание меди на обогащенных участках от 1 до 1,8%. Общие запасы меди на этом месторождении порядка 8—10 тыс. т. На месторождении Жиланды имеется пять линзовидных, не выдержанных по простиранию и падению прослоев зеленовато-серых песчаников с наибольшим размером 280×3,5 и 200×0,7 м. Среднее содержание меди на мощность 0,45—0,98 м около 0,7—0,8% при максимуме до 2,9%. Прочие рудопрооявления Вишневской группы (Конурадыр I, II и III, Актасты, Шортанды и др.) еще меньше и беднее. Запасы меди нигде не учтены.

В Чадринской группе длина залежей при мощности от 0,3 до 1,5 м не превышает 200 м. Содержание меди в окисленных рудах с малахитом и реликтовым халькозином (мест. Софа) высокое — 3,1—6,2%. На месторождении Чадраузек, где меденосный гори-

зонт песчаников D_3^1 с перерывами протягивается на 5 км, мощность медистых песчаников 0,7—0,9 м; содержание меди 0,93—1,35%. Олентинская группа подобных же рудопроявлений наименее интересна.

Для всех перечисленных рудопроявлений медистых песчаников северо-востока Центрального Казахстана характерны их малый масштаб, прерывистая пластово-ленточная форма залежей, бедное содержание меди со спорадическим обогащением в неглубокой зоне окисленных руд, ничтожно малые запасы.

Наконец, в Ишим-Кокчетавском [10] и Атбасар-Терсакканском [11] районах Центрального Казахстана широко развиты месторождения и рудопроявления осадочной медной формации. Здесь известно до 50 рудных точек с медистыми песчаниками разного возраста.

К верхнему девону (конгломераты, песчаники мощностью до 1500 м) приурочены месторождения Шарыкты, Бакалы-Адыр, Акимовское и др. С нижним карбоном (конгломераты, песчаники, известняки мощностью 100—600 м) связано Спасское месторождение. К осадкам среднего карбона (красноцветные песчаники, аргиллиты, известняки мощностью до 1100 м) относятся месторождения Владимирское, Богородское, Кенанское, Людмиловское, Атбасарское и др.

К верхнему карбону и перми (песчаники, сланцы, аргиллиты, мергели, известняки общей мощностью 700—1100 м) принадлежат месторождения Копказган, Смирновское, Алтынказган, Кийма, Первомайское, Борисовское и др. Все толщи среднего и верхнего палеозоя этих районов выполняют огромную депрессию, заложенную на каледонском фундаменте еще в среднем девоне и пребывавшую в мобильном состоянии до перми включительно. Все толщи собраны здесь в пологие брахискладки с редкими и малозаметными тектоническими зонами смятия и трещиноватости. Отсутствие последних резко отличает эти районы от Джезказганского района с его резко проявленной пликативной дизъюнктивной тектоникой.

Независимо от возраста почти во всех осадочных рудопроявлениях названных районов установлены после разведок незначительные мощности оруденелых песчаников и аргиллитов (Спасское — до 2 м, Владимирское — 0,2—2 м, Богородское — 0,4 м, Полтавское — 0,32 м, Смирновское — 0,15 м, Борисовское — 0,2—0,3 м, Терсаккан — 0,5 м, Кенен — 0,3 м, Табаркульские — 0,3—0,5 м, Алтынказган — 0,3—0,4 м, Кийма — 0,3—0,4 м, Балталы — 0,6 м и т. д.). Длина рудных пластов редко вытягивается на 300—500—650 м по простиранию; обычно имеются отдельные, разобщенные между собой пятна площадью в десятки, реже в сотни квадратных метров. Лишь в месторождении Кналы оруденелые песчаники образуют площадь 80 000 м². Как правило, горизонт медистых пород непостоянен и быстро выклинивается и по простиранию, и по

падению (часто на глубине 10—20 м). Содержание меди неравномерное и в целом убогое (0,5% и ниже, с редкими примерами обогащения до 0,8—2% у поверхности). Среди вкрапленных сульфидов в медистых песчаниках установлены редкие зерна: на Спасском — халькозин, борнит, халькопирит, пирит, галенит; на Богородском скважина вскрыла только вкрапленность пирита; на Полтавском встречаются в песчанике мелкие желвачки халькозина, есть халькопирит и борнит; на Копказгане установлены борнит, халькопирит, пирит, марказит, блеклая руда, галенит, резко преобладает халькозин, встречаются гематит, ковеллин, самородная медь.

В зонах окисления резко преобладают малахит (медная зелень) и азурит, очень редко присутствуют атакамит, хризоколла, еще реже — тенорит и церуссит. Барит почти везде полностью отсутствует, изредка в прожилках проявлены безрудные — кварц и кальцит.

В оруденелых конгломератах нередко встречаются рудные (внутри) гальки (из кварцитов и других пород). Как правило, в рудных пластах наблюдается повышенное содержание растительного шлама. Обычно аргиллиты более оруденелые, чем песчаники. Почти на всех месторождениях имеются неглубокие древние выработки, в которых добывались руды из обогащенных участков зоны окисления.

Результаты буровых разведок Спасского, Богородского, Борисовского, Алтынказганского, Кийминского и других месторождений оказались везде отрицательными — крупных промышленных запасов меди не установлено. Лишь на Спасском установлены запасы меди в 1,5—2 тыс. т и в Копказгане — десятки — первые сотни тонн меди. На Кийминском месторождении четыре буровые скважины глубиной 80—90 м уже на глубине 6—18 м установили полное выклинивание медного оруденения. В Копказгане, где четыре горизонта медистых песчаников и алевролитов в толщах S_3-R_1 , мощность рудных пачек колеблется в пределах 0,5—2,7 м (чаще 0,5—1,5 м). Можно предполагать и эпигенетическое медное оруденение; здесь проявлены барит, целестин, кальцит. Содержание меди изредка поднимается до 3,25%, особенно в окисленных рудах. В Шарыкты, в штуфах оруденелых песчаников девона отмечалось содержание меди 2,54%, но площади медистых песчаников не превышали 30 и 340 м².

В общем детальное изучение и разведки медистых песчаников и аргиллитов в западных районах Центрального Казахстана установили их характерный осадочный генезис [1, 10, 11], убогое в среднем (1,0—0,5% меди и ниже), неравномерное и спорадическое оруденение пиритом, халькозином и другими сульфидами, небольшой размер рудных тел, быстрое выклинивание на глубину и по простирацию пластов, отсутствие промышленных запасов меди; в виде редкого исключения (Спасское, Копказган) общие запасы ме-

ди увеличиваются до первых сотен и тысяч тонн. Таким образом, этот тип медного оруденения в Центральном Казахстане, составляющий в кадастре этого региона около 7% общего числа медных точек, является бесперспективным и не обещает даже малого прироста запасов. Эта формация имеет лишь металлогеническое значение, косвенно указывая на то, что в проявлениях доранневарисской металлогении, т. е. в ранне- и позднекаледонские металлогенические эпохи, были значительные рудопроявления меди, денудация которых и поставляла рудные растворы и терригенные взвеси для осадочных медных формаций среднего и верхнего палеозоя.

Уместно отметить, что осадочная ранневарисская (D_3-C_2) свинцовая формация, например среди карбонатных пород Западного Прибалхашья — Георгиевские рудопроявления — и Мукурское месторождение в Приишимье, проявлена в Центральном Казахстане во много раз реже и слабее, чем медная осадочная формация. Это показывает, что среди каледонских металлогенических формаций свинец был проявлен очень слабо по сравнению с медью.

Ошибкой геологоразведочной службы Казахстана было неправильное толкование экзогенных осадочных медных формаций Атбасар-Терсакканского и других районов Центрального Казахстана как аналогов гидротермальных медистых песчаников Джезказгана [12, 13, 14]. Но еще большей ошибкой было (после выявления осадочной природы верхнедевонской и карбоновой меди в красноцветах Центрального Казахстана) бездоказательное приобщение к экзогенной медной формации и гидротермальных медистых песчаников Джезказгана [13, 14, 15, 16].

Гипергенные образования в виде железных шляп, кэпингов на медно-порфировых рудах, зон окисления и зон вторичного сульфидного (халькозинового) обогащения не только имеют значение прогнозно-поисковых признаков, но интересны и в промышленном отношении, поскольку в балансе учтенных общих и балансовых запасов окисленные и вторичные халькозиновые руды в зоне обогащения играли и играют очень заметную роль в целом ряде медных месторождений (Джезказган, Успенка, Коунрад, Борлы, Коктасджартас, Коктасджал, Бошекуль и т. д.). По совокупности на гипергенные рудные образования (главным образом, на зоны вторичного сульфидного обогащения в медно-порфировых и других месторождениях) приходится около 19% всех учтенных общих запасов меди в Центральном Казахстане.

Эндогенные концентрации меди разного возраста и различных генетических типов — главная основа всех крупнейших учтенных общих и балансовых запасов меди в недрах Центрального Казахстана. За вычетом гипергенных зон окисления и вторичного (халькозинового) обогащения на медно-порфировых и других месторождениях на долю эндогенных первичных промышленно-ценных концентраций меди приходится не менее 80% общих учтен-

ных запасов меди в Центральном Казахстане. Поэтому именно этим концентрациям меди уделяется и должно уделяться главное внимание в тематике и задачах выявления основных закономерностей в размещении медных месторождений в недрах Центрального Казахстана.

Эндогенная металлогения меди в регионе Центрального Казахстана на площади более 800 000 км² уже достаточно хорошо проанализирована на огромном фактическом материале и изложена в геологической литературе последних 5—6 лет [1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 17, 19], главным образом в работах геологов ИГН АН КазССР.

На сегодня вполне доказанными являются для Центрального Казахстана следующие положения, подчеркивающие и своего рода закономерности.

1. В многоэтапной и сложнокомпонентной металлогении Центрального Казахстана медь является главным и сквозным металлом, фиксируемым в эндогенных рудопроявлениях от докембрия до перми включительно. В качестве спутника медь в том или ином количестве присутствует во всей эндогенной минерализации региона.

2. На долю меди в Центральном Казахстане приходится 43% рудных точек (1500 из общего числа 3500). На сегодня регион содержит 80% общеказахстанских и 35,5% общесоюзных запасов меди. Центральный Казахстан — уникальная медная провинция СССР.

3. Крупные и промышленные эндогенные концентрации меди возникали в Центральном Казахстане в течение двух металлогенических эпох: раннекаледонской (8% учтенных общих запасов меди) и поздневарисской (88% запасов). Ряд мелких по масштабу самостоятельных и комплексных месторождений меди образован в ранневарисскую и позднекаледонскую эпохи.

4. Раннекаледонская медная металлогения связана [1, 9, 19] с интрузивной ветвью среднеосновных порфиров мощной нижнекембрийской спилит-кератофировой формации, образовавшейся в условиях геосинклинальной зоны.

Поздневарисская медная (и комплексная с наличием меди) металлогения парагенетически связана с малыми и субвулканическими интрузиями, дайками и экструзиями кислой гранитной магмы, контролируемые поздневарисскими подвижными зонами глубинных тектонических разломов, заложенных в платформе жестких и консолидированных каледонид.

5. С ранневарисскими интрузиями (главным образом, в среднем карбоне) преимущественно в связи с пликативными структурами, нередко с наложенными на них разрывными дислокациями ассоциируются медноскарновые и комплексные (медь с железом или со свинцом и цинком) месторождения с их общим небольшим удельным весом в сульфидных запасах меди.

6. Из 68 металлогенических формаций всех эпох в Централь-

ном Казахстане к эндогенным относится 41 формация, из которых 19 медных и комплексных с медью и 8 эндогенных со свинцово-полиметаллическими рудами. Таким образом, эндогенных меднорудных формаций (19) более чем в два раза больше, чем формаций свинцово-полиметаллических.

7. Из 19 эндогенных с медью формаций самостоятельных (мометалльных) медных 9, остальные 10 — комплексные с медью (Cu, Ni — 1, Cu, Fe-скарны — 1; Au, Cu, Pb, барит — 1, Au, Zn, Pb, Cu, кварц — 1, Cu, Fe-скарны — 1, итого три в раннекаледонской эпохе; Cu, Fe-скарны — 1 в позднекаледонской эпохе; Fe, Cu-редкометалльные скарны — 1, Cu, Fe, Co-скарны — 1 в ранневарисской эпохе; Fe, Cu-скарны — 1, Cu, Pb-песчаники Джезказгана — 1 в поздневарисской эпохе). Среди свинцово-полиметаллических эндогенных формаций самостоятельных пять, комплексных — три. Таким образом, по меди самостоятельных формаций по числу чуть меньше комплексных, а по свинцу, наоборот, самостоятельные (5) формации преобладают над комплексными (3), причем в комплексе участвует преимущественно медь.

Характерна комплексность меди в скарнах с железом, а в других генетических типах — преимущественно со свинцом и цинком. Это указывает на общность варисских магматических очагов как источника рудоносных терм и для меди (ранняя стадия), и для свинца и цинка (более поздняя стадия гидротерм).

8. Для каледонских эпох прослеживается значительно бо́льшая геохимическая близость и парагенезис меди с золотом, чем в варисских рудопроявлениях меди (например, в Джезказгане, Коунраде, Саяке и др.).

9. В отношении таких элементов-спутников в медных рудах, как молибден, кобальт, рений, мышьяк и др., существенной разницы между каледонскими и варисскими металлогеническими эпохами как будто не усматривается.

10. Подмечается, что медное оруденение в качестве рудовоспринимающих и рудовмещающих пород (химической и литологической среды) предпочитает фации малоизвестковых песчаников, алюмосиликатных и вторичнокварцитизированных пород, а свинец и цинк избирают преимущественно фации известняков, богатых карбонатами песчаников и апоосадочных вторичных кварцитов (Жилан, Байбатыр и др.). В скарнах одинаково часто проявлены медь, свинец, цинк, железо и редкие металлы.

11. Доварисские (вернее, допоздневарисские) медные эндогенные формации предпочтительно контролируются пликтивными структурами с наложенными на них разрывными дислокациями. Частично это относится и к ранневарисским медным формациям. Поздневарисские медные формации чаще всего контролируются тектоническими разломами (линейным, кольцевыми и др.) и проявленными в связи с ними слепыми интрузиями (Джезказган), малыми и субвулканическими интрузиями (Акбастау, Космурун и

Металлогенические эпохи	Парагенные интрузивные (дайкивые экстрозивные) породы	Номер формации	Эндогенные металлогени
			Существенно медные
1	2	3	4
Поздневарисская, охватывающая верхний карбон и пермь (C ₃ —P). Залклучает три медные формации	Поздневарисские (пермские) экстрозии кварцевых альбитофиров, порфиров и фельзитов в их жерловых и апофизно-даиковых фациях	19	Многостадияльная гидроформация из: 1) медно-порфировых руд ричных кварцитах; 2) массивных колчеданно-медью, цинком, свинцом ных медно-порфировых 3) баритоворудных жил с цом, серебром, золотом, кущих колчеданные руды
	Слепые или вскрытые интрузии поздневарисских гранитов	18	Гидротермальная кварц-жилково-вкрапленная мед формация в региональных ломов в связи со вскры трузиями поздневарисских проявлено: а) в песчанонего палеозоя; б) вулканом S ₂ , D ₁ и D ₂ ; в) карбонатниках джезказганской свистих мергелях
	Поздневарисские малые интрузии и экстрозии порфиров и фельзитов	17	Гидротермальная прожилково-вкрапленная вторичнокварцитовая медная формация (медно-порфировых руд) в связи с дайками и экстрозиями поздневарисской гранитовой магмы, в зонах тектонических разрывов
	Поздневарисские граниты кислого состава	16	

Т а б л и ц а 4

ческие формации	Генетические типы		Главнейшие месторождения, характеризующие формацию и генетические типы
Комплексные медь-содержащие	Тип	Название и характер генотипов эндогенной минерализации	
5	6	7	8
термальная комплексная в апоэкструзивных вторитовых залежах с среди ранее образованных руд, по зонам смятия; медью, цинком, свинцом вдоль крутых сколов, се-	VIII	Линейно вытянутые рудные зоны или крупные изометричные поля с выходами вторичных кварцитов, железных шляп и баритовых жил и штоков. В первичной зоне—линзовидные массы вторичных медно-порфировых руд, линзы массивных колчеданов и баритоворудные жилы с крупным масштабом всех рудных тел	Акбастау, Космурун, Мизек, Домрат и др.
кальцит-баритовая проная или медно-свинцовая зонах тектонических разрывов или слепыми ингранитов. Оруденение глинистых породах древне-осадочных породах толщах С ₁ ; г) песчаты С ₂ —С ₃ —Р ₁ ; д) перм-	VII	Многоэтажные пластообразные залежи вкрапленных руд, площадью 0,5—1 км ² и более, мощностью от 2—3 м и до 10—15 м. Падение пологое или крутое. Меди от 1—2% и более. Кварцево-баритовые жилы с медью и золотом. Длина до 1 км, мощность от 0,3 до 1—2 м	Джезказган Успенское Кеньказган Ргайлы, Торегельды, Маны и др. Тесектас, Женалы, Чокомон, Казанаус, Сарыадыр, Найзатас
	III	Изометричные или линейно вытянутые площади от 10 до 800 тыс. м ² ; вертикальная мощность от 50—100 и до 300—400 м. Меди около 1% (среднее)	Коунрад, Коктасджал, Коктасджартас, Алмалы, Жетымчоку, Шетьшоко, Коргонтас, Сарышаган, Борлы, Сокуркой, Кенькудук и мн. др.
Скарново-гидротермальная медно-железорудная и медно-свинцово-цинковая формации в контакте гранитоидов с отложениями среднего и верхнего палеозоя	II	Линзы и неправильной формы тела размером от 1000 м ² и более	Александровское, Темиртас, Батыстау (Уткуль, Сыз, Вишневские, Мурзачоку)

1	2	3	4
Ранневарисская — от среднего девона до среднего карбона включительно (D ₂ —C ₂). Заключает пять медных и медьсодержащих эндогенных формаций	Ранневарисские (C ₁ —C ₂) гранитоиды и дайки	15	Гидротермальная вкрапленно-прожилковая медная с золотом и баритом формация в зонах тектонических разломов среди: а) карбонатных и терригенных пород D ₃ ; б) окварцованных эффузивных комплексов девона; в) гранитоидов
	Ранневарисские (C ₁ —C ₂) интрузии гранодиоритов и гранитов среднего состава	14	
		13	Скарново-гидротермальная медная формация в зонах контакта гранитоидов с карбонатным комплексом нижнего палеозоя
		12	
	Жерловые фации девонских эффузивов кислого состава		Гидротермальная формация вторичных алюмокварцитов близ жерловых фаций кислых эффузивов девона (D ₂₋₃) со следами медного оруденения
	(Эффузивные порфириты девона)	11	Цеолитовая медная формация в миндалекаменных порфиритах девона
	Позднекаледонские дайки диабазовых порфиритов (в зонах смятия)	10	Гидротермальная вкрапленно-прожилковая медная формация среди эффузивно-осадочного комплекса пород S ₂ —D ₁ в контакте с дайками в зоне секущих и внутрипластовых разрывов

5	6	7	8
	IV	Линзообразные и жиллообразные тела, с кварцем и вкрапл. сульфидов, длина до 750—1100 м, мощность от 10—30 м. Меди 1—2% и более; есть молибден	Карсы, Чолаккарасу, Алкасор (Қойтас), Малубай, Сексембай (Аркалык, Чувак, Шайтанды?)
Скарново-гидротермальная железо-медно-кобальтовая (с золотом) формация в контакте гранитоидов с известняками среднего палеозоя	II	Пласто- и линзообразные, часто неправильной формы тела площадью до 10 000 м ²	Саякская группа (Саяк I—IV, Тастау, Мулдубай)
	II	Пласто- и линзообразные тела на контактах пород различной компетентности площадью до 10 000 м ²	Акчагыл
Скарновая железо-медно-редкометалльная формация в контакте гранитоидов с породами нижнего палеозоя	II	Неправильной формы тела и линзы площадью до 5000 м ²	Каратас, Кокзабой
	III	Неправильные блоки вторичных кварцитов с прожилково-вкрапленным оруденением меди	Керегетас
	V	Неправильные тела убогих руд, нередко вдоль тектозон	Коянды, Маман, Маны, Аиртау, Керегетас, Селетинское
	IV	Серии кварцевых жил с халькопиритом, пиритом и золотом	Жанатобе, Ашилы, Яблоновские, Тасадыр (Кокчетавский) в Северном Казахстане
		Иногда кварцево-медные с турмалином жилы у даек лампрофиров	Бурли, Акпалак (в Северном Казахстане), Қоктас, Коджанчадская группа, Сункария, Караузьяк

1	2	3	4
Позднекаледонская — от верхнего силура до нижнего девона включительно	Позднекаледонские дай-ки габброидных пород, диабаз-порфири-тов, сиенит- и гранит-порфи-ров, интрузии гранодиоритов	9	Гидротермальная вкрап-ленно-прожилковая медная (с золотом) формация сре-ди гранитоидов или слю-дистых кварцитов и других пород древнего палеозоя в контакте с дайками габ-броидных пород и в самих дайках и интрузивах
	Позднекаледонские гра-нитоиды атансорского и крыккудукского комплексов (2-я фаза — от габ-бро-диоритов до сиенитов)	8	
Раннекаледонская — от низов кембрия до верхов ордовика (завершается таконской фазой складчатости — O—S ₁)	Раннекаледонские грани-тоиды крыккудукского комплекса (габбро-диори-ты, диориты)	7	Гидротермальная метасо-матическая прожилково-вкрапленная, кварцево-мед-ная формация среди вул-кано-осадочных пород ор-довика в зонах тектониче-ских разломов окварцован-ных и ожелезненных
		6	
		5	
	Раннекаледонские (сала-ирские) дайковые фации сиенит- и гранодиорит-порфи-ров	4	Гидротермальная вкрап-ленно-прожилковая медная (с Mo) формация типа медно-порфировых руд сре-ди пород спилит-кератофи-ровой формации Ст ₁

5	6	7	8
	IV	Серии кварцеворудных жил с сульфидами и золотом умеренной длины (до 150—200 м) и мощности (1—2 м); иногда имеется турмалин	Тойгулы, Алтынказган II (Жилантобе); Бозшакан, Аркалык, Чувак, Шайтанды
Скарновая медно-железородная и медно-редкометалльная формации (местами с примесью цинка и кобальта) у контакта карбонатных толщ верхнего силура или протерозоя с гранитоидами	II	Пласто- и линзообразные тела площадью до 40 000 м ² , штоки и гнезда, скарны с магнетитом, халькопиритом, пиритом; иногда длина до 1,4 км при ширине 150—250 м	Боксы, Ушбулак, Уратюбе, Атансор I, Ишкеульмес
	IV	Линзо- и пластообразные тела с пиритом, пиротином, халькопиритом. Кварцевые жилы с вкрапленностью халькопирита, борнита, пирита	Имантауское, Акканбулак, Якши-Янгизтау, Бакировское, Дорофеевское, Карашилик, Довлеткуль, Сатпак
Кварцево-колчеданная золото-медно-свинцово-цинковая формация среди вулканогенной толщи верхнего кембрия—ордовика (секущие и межпластовые линзовидные залежи)	VI—	Неправильные линзо- или жиллообразные рудные залежи изменчивой малой мощности, нередко значительной длины, с невысоким содержанием меди в комплексных рудах	
Барит-колчеданная золото-медно-свинцовая формация, генетически связанная со спилит-кратофировой вулканогенной формацией	VI—		Джангабул, Торткудук, Западно-Александровское
	III	Линейно вытянутые крупные блоки вкрапленных руд с пиритом и халькопиритом, на месте дайковых плагиогранит-порфиров и эффузивных пород спилит-	Бошекуль, Кзылкаинды, Одак, Уштаган, Теректы (Сатпак)

1	2	3	4
Допалеозойская (завершается рифейской складчатостью)			
	Раннекаледонские граносиениты	3	
	Докембрийские малые интрузии и дайки амфиболитизированных диабаз-порфиров	2	
		2a	Гидротермальная кварцево-медная формации среди гнейсогранитов (Майтобе)
	Рифейские (верхнепротерозойские) гипербазиты	1	

Примечание. Формации 2 и 3 в пределах допалеозойской и раннекаледонскую формацию 8.

др.) и экстрюзиями, превращенными во вторичные кварциты (Мизек и др.).

12. Характерен парагенезис барита с меднорудными формациями. В раннекаледонскую металлогеническую эпоху барит умеренно проявлен в барит-колчеданной золото-медно-свинцовой формации среди эффузивных пород нижнего кембрия (Майкаин) и в барит-колчеданно-золоторудной формации, парагенетически связанной с малыми интрузиями гранитоидов среди вулканогенной толщи верхнего кембрия.

В медно-порфировых рудах Бошекуля, Кзылкаинды и др. барит практически отсутствует. Нет барита и в позднекаледонских формациях (медисто-железорудные скарны и магнетиты Атансорской группы и др.). Почти нигде не отмечается барит и среди медных или полиметаллических скарновых и гидротермальных

5	6	7	8
		кератофировой формации; глубина оруденения до 300 м	
Скарновая медно-железная формация в экзоконтактах граносиенитов с осадочно-вулканогенной толщей ордовика (гематит-магнетитовые руды с побочной медью)	II	Линзообразные и неправильной формы тела, достигающие иногда значительных размеров	
Скарновая медно-железная в метаморфических сланцах докембрия (пирит, пирротин, халькопирит)	II—	Железные шляпы весьма значительных размеров	
		Небольшие кварцевые жилы с сульфидами и золотом	Майтобе
Постмагматическая медно-никель-кобальтовая (пирротин-халькопирит, пентландит) формация	I—	Линейно вытянутые рудные зоны в серпентинитах с вкрапленным оруденением (Ni—0,14%, Cu — до 3%), перешедшим в зону окисления	Шайтантас, Аиртау, Ешкиульмес и другие в Джезказган-Улутауском районе; Златогорское и Караулшоко в Северном Казахстане

некаледонской эпох, по-видимому, правильнее перенести в позднека-

формаций ранневарисской металлогенической эпохи. Однако роль барита резко возрастает в поздневарисских медных (Успенка) и в комплексных гидротермальных медно-свинцовых формациях (Джезказган, Мизек, Акбастау, Карагайлы, Кайракты и др.) и даже в скарново-гидротермальных свинцово-баритовых формациях в зонах глубоких разломов, среди пород готландия — нижнего девона, среднего и верхнего девона, в зонах послойного дробления пород этрена и нижнего карбона.

Барит в поздневарисских медных, комплексных и полиметаллических формациях играет роль своего рода индикаторного жильного минерала; в этом отношении имеется аналогия с такими же формациями в Рудном Алтае, Кетменском хребте, Каратау, Средней Азии. Но в медно-порфировых поздневарисских формациях во вторичных кварцитах барит обычно проявлен слабо.

13. Парагенетическая связь самостоятельных (Cu) и комплекс-

ных (Cu, Fe или Cu, Pb, Zn) эндогенных формаций с теми или иными магматическими проявлениями показана в табл. 4. Здесь же уместно подчеркнуть, что в ранних металлогенических эпохах (докембрийской и раннекаледонской) преобладали в роли парагенных магматических пород гипербазиты, основные породы состава габбро и диоритов, среднего состава гранодиориты и их порфировые аналоги. В позднекаледонскую и варисскую эпохи наряду с гранодиоритами, граносиенитами, сиенитами усиливается роль гранитов среднего и кислого состава. Малые и субвулканические интрузии преимущественно имеют кислый состав.

Основные и второстепенные группы эндогенных медных и медьсодержащих комплексных формаций в Центральном Казахстане

Из 19 медных и медьсодержащих эндогенных формаций Центрального Казахстана можно выделить следующие их группы:

I. *Магматическая* (вернее, постмагматическая) Cu, Ni-формация в рифейских (верхнепротерозойских), возможно, и в раннекаледонских (См — О) интрузиях гипербазитов (одна формация).

II. *Скарновая* железо-медная формация в контакте с диабаз-порфиритами допалеозоя; скарновая Cu, Fe-формация в контакте раннекаледонских граносиенитов с осадочно-вулканогенной толщей силура; скарновая Cu, Fe-формация (с примесью Zn и Co) в контактах позднекаледонских гранитоидов атансорского интрузивного комплекса с известняками верхнего силура.

Скарновая Cu, Fe с примесью редких металлов и скарново-гидротермальная Cu-формация на контактах ранневарисских (С₂) гранитоидов с карбонатными толщами нижнего палеозоя; скарново-гидротермальная Cu, Fe и Co-формация в контакте ранневарисских гранитоидов с известняками среднего палеозоя. Всего три ранневарисские скарновые с медью формации. Наконец, скарновая Cu, Fe-формация в контакте поздневарисских гранитоидов с отложениями среднего палеозоя.

Итого в пяти металлогенических эпохах — семь медноскарновых формаций.

III. *Гидротермальные вкрапленно-прожилковые медные формации типа медно-порфировых руд*, из них:

1) раннекаледонская (салаирская) вторичнокварцитовая медная формация среди спилит-кератофировой формации нижнего кембрия в связи с дайками сиенит- и гранодиорит-порфиров (Бошекуль, Кзылкаинды и др.);

2) поздневарисская гидротермальная вторичнокварцитовая формация медно-порфировых руд среди кислых эффузивов и туфов разного возраста, гранитоидов и других пород в связи с варисскими гранитоидами, плагио- и гранодиорит-порфирами малых интрузий и экструзивными порфирами и фельзитами субвулкани-

ческих интрузий (Коунрад, Борлы, Сокуркой, Сарышаган, Коктасджал, Коктасджартас, Алмалы, Шетьшоко, Жекежуан, Коргонтас, Акбастау, Мизек и др.), всегда и везде под контролем тектонических разломов;

3) ранневарисская (девонская) формация вторичных апоэффузивных кварцитов со следами меди.

IV. Гидротермальные вкрапленно-прожилковые метасоматические медные формации в зонах тектонических разломов и трещин:

1) среди окварцованных вулканогенно-осадочных толщ ордовика в связи с гранитоидами каледонского крыккудукского комплекса;

2) среди слюдистых кварцитов древнего палеозоя в контакте с позднекаледонскими дайками габброидных пород и в этих последних; формация несогласно перекрывается франскими конгломератами верхнего девона;

3) среди эффузивно-осадочных пород $S_2—D_1$ в контакте с позднекаледонскими дайками диабазовых порфиритов под контролем секущих и внутриформационных разрывов и зон расланцевания;

4) среди тектонически дробленых карбонатных, терригенных и эффузивных пород девона в контакте или вблизи ранневарисских гранитоидных интрузий, или среди самих гранитоидов, в зонах дробления.

Итого 4 вариетета этой группы формаций, различающиеся лишь по геологическому возрасту и характеру вмещающих пород.

V. Цеолитовая медная формация, связанная с миндалекаменными разностями девонских эффузивов.

VI. Раннекаледонские гидротермальные комплексные баритовые или кварцевые золото-свинцово-медные, иногда с цинком, формации среди вулканогенных пород нижнего или верхнего кембрия, нижнего силура в виде межпластовых или секущих линзовидных залежей.

VII. Поздnevарисская гидротермальная комплексная медно-свинцовая кварцево-баритовая прожилково-вкрапленная формация, связанная с региональными зонами разломов и эродированными или слепыми поздневарисскими интрузиями гранитов.

Для этой молодой и наиболее продуктивной по меди (а также по свинцу) формации, приуроченной к тектоническим узлам региональных и локальных секущих и внутрипластовых разломов и срывов, характерен широкий вертикальный диапазон оруденения в стратиграфической колонке пород, начиная от древнего палеозоя и до перми.

По стратиграфическому возрасту рудовмещающих пород эта формация в Центральном Казахстане установлена в зонах дробления:

1) среди пестроцветных песчано-глинистых пород древнего палеозоя;

2) среди вулканогенно-осадочных пород верхнего силура, нижнего и среднего девона;

3) среди карбонатно-терригенных толщ верхнего девона;

4) среди карбонатных толщ нижнего карбона (Таскура, Джек-казган);

5) среди пестроцветных песчано-глинистых толщ среднего карбона — нижней перми (джезказганская свита);

6) среди галогенных мергелистых толщ перми.

Несмотря на то, что оруденение этой формации выборочно охватывает почти всю мощность палеозоя (в районе Улутау-Джек-казгана-Таскуры свыше 6000 м), высокопродуктивная медная минерализация I стадии рудного метасоматоза и свинцовая минерализация II его стадии (образующая характерную, как будто обратную, вертикальную зональность по схеме: медь вверху, свинец ниже меди) развивается преимущественно в двух отделах джек-казганской свиты среднего и верхнего карбона общей мощностью около 650—700 м. Во всех нижележащих толщах и в перми пока не отмечено и не выявлено ни сколько-нибудь крупных и перспективных месторождений, ни значительных запасов меди или свинца.

Джекказганский тип медных месторождений — тип гидротермальных медистых песчаников джекказганской свиты средне- и верхнекарбонового возраста под контролем тектонических разломов и слепых гранитоидных интрузий.

VIII. Поздневарисская многостадийная гидротермальная комплексная вторичнокварцитовая барит-колчеданная медно-цинково-свинцовая серебряно-золотая формация, последовательно сформированная: 1) из сульфидных медно-порфировых руд в апоэкструзивных вторичных кварцитах в зоне тектонического разлома, с апофизной дайкой поздневарисской субвулканической интрузии порфиров и фельзитов, в жерловой ее фации превращенных во вторичные кварциты; 2) массивных колчеданно-пиритовых с медью, цинком, свинцом, линзовидных залежей вдоль зон смятия во вторичных кварцитах, превращенных в кварцево-серицитовые сланцы и 3) баритоворудных с медью, цинком, свинцом, серебром и золотом жил, вдоль крутых сколов, секущих и медно-порфировые руды, и массивные колчеданные залежи. Эта акбаставская формация выявлена лишь в 1955—1957 гг.

Таким образом, перечислены восемь групп морфогенетических медных формаций и типов медных месторождений Центрального Казахстана. С учетом различного возраста их вариететов получается 19 медных и комплексных медьсодержащих формаций, зафиксированных на площади 800 000 км² этого региона. Все формации и типы для пяти металлогенических эпох сжато перечислены и охарактеризованы в табл. 4, в которой также отмечены объективные геологические факты и признаки формаций и типов месторождений:

1. Геологический возраст эндогенных медных формаций и месторождений в рамках пяти металлогенических эпох.

2. Парагенные для них изверженные породы — интрузивные, дайковые, экструзивные и их петрографический габитус от допалеозойских гипербазитов и диабазов до кислых гранитоидов и экструзивных порфиров и фельзитов поздневарисского возраста.

3. Положение формаций и месторождений относительно парогенных магматических пород — интрузивов, малых и субвулканических интрузий, экструзий, даек.

К внутриинтрузивной группе относятся формации 1, 4, 15в, 17, 19; к околоинтрузивной — 2, 3, 8, 9, 10, 12, 13, 14, к внеинтрузивной — 5, 6, 7, 11, 15, 18. Таким образом, большинство формаций принадлежит к внутриинтрузивной или околоинтрузивной группе.

4. Парагенными породами в доварисских металлогенических эпохах преимущественно являются основные породы и реже гранитоиды среднего состава. Ранне- и поздневарисские парогенные для медных формаций породы представлены гранодиоритами, гранитами и профирово-фельзитовыми дериватами кислой гранитной магмы.

5. Почти во всех формациях, возможно, за исключением 11, 2, 3, 8, 12, рудоконтролирующими факторами являются региональные и локальные тектонические разломы, зоны трещин и смятия; часто формации развиваются в тектонических узлах более древних (каледонских) и молодых (варисских) разломов с внедренными в них интрузиями.

6. Некоторые формации (5, 6), по-видимому, не сопровождаются ясно выраженным тектоническим контролем разрывного порядка.

7. Для формации 18 (джезказганские медистые песчаники) геофизикой установлены не только тектонические разломы (секущие глубинные, флексурные, внутрипластовые срывы), но и слепые гранитоидные интрузии на глубинах порядка 2—3 км, поэтому минерализация здесь носит эпитермальный (телетермальный) характер при вероятной средней температуре гидротерм в пределах 100—300°.

8. В большинстве меднорудных полей Центрального Казахстана имеет место акробатолитовый или эпибатолитовый эрозионный срез. Для некоторых формаций и рудных полей (9, 10, 11, 15, 19) имеется криптобатолитовый срез эрозии, а для формации и рудного поля Дзезказгана и Коктасджарта — ультракриптобатолитовый срез, так как и дайковые породы здесь на поверхности не проявлены. При глубоком эрозионном срезе (например, в рудных полях Кенькудук, Каскыргазган к востоку от Коунрада) резко снижаются качество медно-порфирового оруденения и средний процент содержания меди, а от формации вторичных кварцитов сохраняются лишь ее корни, иногда с переходами их в линейно-проявленные грейзеноподобные породы.

9. Горизонтальная зональность в меднорудных полях Центрального Казахстана проявлена неясно и изучена слабо. Если она и существует (например, в Карагайлы, Акчагыле, Майкаине, Мизеке и др.), то отражает собой, скорее, локализацию отдельных стадий минерализации, чем температурную зональность. Горизонтальная зональность иногда выражена в скарновых месторождениях.

10. Вертикальная эндогенная зональность обычно проявляется в увеличении с глубиной пиритовой составной части (почти во всех медно-порфировых месторождениях) и снижении свинца и цинка в составе комплексной минерализации (Акбастау, Кеньказган и др.). На Джезказгане до сих пор признавалась характерная обратная вертикальная зональность: здесь на верхних горизонтах рудного поля преобладает медь, на глубоких почти везде появляются свинец и цинк. По-видимому, трещинные пути для проникновения гидротерм были уже залечены медной минерализацией I ранней (медной) стадии оруденения, а II стадия более поздней, существенно свинцовой минерализации с трудом проникала в верхние горизонты, находя себе место для метасоматического рудоотложения главным образом на глубоких горизонтах рудного поля. В свете новых (1957—1958 гг.) данных вопрос о вертикальной зональности в Джезказгане освещается иначе.

11. Вещественный состав меднорудных или комплексных с медью формаций в общих чертах отражен в табл. 4. Наиболее существенным является:

а) Преобладание в формациях кварца или барита, причем последний в большинстве формаций практически отсутствует. Нередко к кварцу или бариту присоединяются карбонаты.

б) Масштаб развития тех или иных процессов изменения боковых или рудовмещающих пород — окварцевание, серицитизация, хлоритизация, карбонатизация и т. д.

в) Соотношение между пиритом и медьсодержащими сульфидами. В большинстве формаций и месторождений имеется пирит, часто он резко преобладает над другими сульфидами (Бощекуль, Сарышаган, Майкаин, Акбастау и др.). В некоторых же формациях и месторождениях роль пирита ограниченная и подчиненная (Джезказган, Коктасджартас, Коктасджал, Алмалы и др.). В меденосных скарнах сульфиды меди обычно преобладают над сульфидами цинка и свинца. Очень часто в таких скарнах присутствует магнетит (медистые магнетиты). В большинстве скарново-магнетитовых месторождений медь имеет сугубо подчиненное значение (Атансор и др.). Лишь в Саяке наряду с магнетитом имеется и высокое (2—3%) содержание меди.

12. В заключение о формациях уместно сказать следующее. В Центральном Казахстане широко развиты интрузии разного возраста и состава. В суммарном выражении площадь всех интрузивных пород составляет около 10% территории Казахстана.

зий составляет около 86 тыс. км², или 11—13% всей площади региона.

На долю основных и ультраосновных интрузивов падает 2,4%, на кислые и средние — 97,6%. Понятно поэтому слабое проявление магматических и постмагматических медно-никелевых формаций в Центральном Казахстане. По геологическому возрасту кислые и средние интрузии распределяются так (%):

докембрийские	5	} 39	ранневарисские	41	} 56
раннекаледонские	16		поздневарисские	15	
позднекаледонские	23				

Естественно, что в связи с заметным преобладанием варисских интрузий (56%) над каледонскими (39%) резко преобладают и варисские магматогенные медные и комплексные формации. Но прямой пропорциональности в этом вопросе не усматривается. Несмотря на подчиненное значение поздневарисских (15%) интрузий по отношению к ранневарисским (41%), металлогеническая способность и отдача глубинных очагов поздневарисских интрузий была значительно выше, чем у очагов ранневарисских.

13. По Г. Ц. Медоеву [17], при всей сложности тектоники Центрального Казахстана типы (морфография) складчатых структур разных этапов пикативного тектогенеза отличны друг от друга. Доюрским, нижнепалеозойским, ордовикским и частично силурийским образованиям присуще преобладание линейного типа структур, например в Карсакпай-Улутауском, Нияз-Ерементауском, Тектурмасском, Пришымском, Восточно-Кокчетавском, Северо-Прибалхашском и Чингизском районах.

Этот тип складчатых структур отражается и на простирании, и на форме интрузивных тел, а косвенно — и на простирании, и на форме подчиненных этим структурам эндогенных медьсодержащих формаций и их рудных тел.

Однако местами складчатые структуры в толщах того же возраста выражены также брахиформами, например в докембрии Кокчетавского района, в нижнем палеозое и силуре северной части Центрального Казахстана и в силуре Северо-Западного Прибалхашья. Эта оговорка несколько усложняет вопрос о простираниях и формах древних интрузий и связанных с ними медных формаций. Для девона, нижнего карбона и верхнего палеозоя (С₂—Р) тип складчатых структур почти повсеместно выражен брахиформами с пологими углами падения в крыльях брахиантиклиналей и брахисинклиналей. Но нередко случаи крутых и даже опрокинутых крыльев складок на участках и в зонах крупных надвиговых и сбросовых дислокаций. Брахискладчатый тип пикативных структур хорошо проявлен в верхнепалеозойских осадочных отложениях Тенгизского и Сарысуйского синклиналиев, а также в

Актогай-Токрауском и Северо-Прибалхашском районах, где преобладают основные и реже кислые эффузивы.

В районах развития брахискладчатых структур интрузии нередко проявлены в ядрах брахиантиклиналей, и поэтому медьсодержащие формации, например, скарновые и гидротермально-пластовые, нередко контролируются формой интрузий и вмещающих их пород. Ориентировка разновозрастных пликативных структур в целом по Центральному Казахстану весьма различна, что и показано на геолого-структурной карте этого региона. Особенно хорошо это видно при сопоставлении простираний каледонских и варисских структур в Улутауском, Приишимском и других районах, где сочетаются субмеридиональные и субширотные (Улутау) или северо-восточные и северо-западные (Ишим) простирания.

14. Выявление закономерностей локализации медных и комплексных с медью эндогенных формаций в Центральном Казахстане осложнено тем, что пликативные формы дислокаций почти во всех районах этого региона дополнены и нарушены в своей целостности многочисленными и различными по возрасту, простиранию и амплитудам разрывными дислокациями — надвигами с зонами смятия, взбросами, сдвигами и сбросами в различном их сочетании.

Многие из этих дизъюнктивов древние, заложенные в допалеозойской и каледонских эпохах, но, как правило, они обновлялись и усложнялись при более поздних подвижках в варисские и мезозой-кайнозойские этапы тектогенеза. В целом в Центральном Казахстане преобладают северо-западное и северо-восточное простирания крупных дизъюнктивов, но в ряде районов проявляется субмеридиональное (Улутау) или субширотное (восток-северо-восточное) простирание разломов (например, в Спасско-Коктасджартасской и Успенской зонах смятия, в Западно-Баянаульском районе и др.).

Различным этапам и фазам тектогенеза отвечали и внедрения соответствующего возраста магматических тел. По Г. Ц. Медоеву, интрузии по отношению к их вмещающим структурам являлись преимущественно межформационными, располагаясь между складчато-несогласными разновозрастными формациями. Но значительная часть крупных и малых интрузий, субвулканических интрузий и экстррузий является дискордантными, трещинными интрузиями и экстррузиями и целиком контролируется региональными и сопряженными с ними локальными разломами и разрывами, служившими путями поднятия и внедрения магмы. Такой контроль имел исключительное развитие и значение в поздневарисскую тектоно-магматическую и металлогеническую эпоху, наиболее продуктивную в Центральном Казахстане по эндогенной медной минерализации.

Основные морфогенетические типы медных и медьсодержащих месторождений Центрального Казахстана

Поскольку большинство медных месторождений Центрального Казахстана достаточно подробно и неоднократно освещалось в геологической литературе [16, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28], уместно кратко остановиться на тех морфогенетических их типах, которые имеют значительный удельный вес в учтенных на сегодня общих запасах меди в Центральном Казахстане, как-то: тип Джезказгана (68 % запасов), тип медно-порфировых месторождений (27% — Коунрад, Коктасджал, Бошескуль и др.), тип меденосных скарнов (2,3% — Саяк, Батыстау, Акчагыл и др.), тип Коджанчада (меньше 1%), тип Акбастау (больше 1%) и другие (например, Успенское, Беркара, Кайракты, Кенъказган).

1. Важнейшим в Центральном Казахстане морфогенетическим типом медной и свинцово-медной металлогении и месторождений меди является *тип гидротермальных медистых песчаников Джезказгана* (формация 18-д). Для этого типа характерны [20]: резкая энгигенетичность оруденения в песчаниках; тектонический и литологический контроль оруденения; состав, структура и парагенезис рудных (халькопирит, борнит, халькозин, галенит, сфалерит и др.) и жильных минералов (кварц, карбонаты, барит), слабый гидротермальный метаморфизм вмещающих пород, высокая степень промышленной благонадежности месторождений. Геологически изученные и разведываемые рудные поля Северного Джезказгана (480 км²) и Центрального Джезказгана (120 км²) в целом занимают площадь 600 км², в рамках сложенных джезказганской свитой песчаников среднего и верхнего карбона, с реликтами пермских отложений. На Центральный Джезказган приходится 90% учтенных общих запасов меди, на Северный — только 10%. Джезказганская свита состоит из двух отделов общей мощностью 650—670 м. Отделы разделяются горизонтом раймундовских конгломератов.

В Центральном Джезказгане в двух отделах установлено до 9—10 рудных горизонтов мощностью от 2—3 до 10—15 м, а местами больше. В Северном Джезказгане в развитом здесь нижнем отделе имеется лишь один рудный горизонт умеренной мощности. Всего в Джезказгане 16 отдельных рудных участков и свит, 85 рудных залежей. Кроме меди в рудах присутствует свинец при содержании его 0,5—1% и редко больше. В районе развиты исключительно пологие брахиантиклинали (Джанайская, Кенгирская и др.) и мульды (Джиландинская и др.). В целом в Джезказганском районе и к юго-востоку от него, в сторону Таскуры на 150—200 км, имеется своеобразный синклиорий, выполненный отложениями джезказганской свиты и нижней перми. Площадь этого синклиория превышает 10 000 км². Джезказганская свита скрыто несогласно (?) залегает на отложениях этрена, визе и турне (С_л); в ядрах

антиклиналей иногда выходят осадочные (D_3) и эффузивные (D_2) образования девона. Рудное поле Джезказгана приурочено к сложному тектоническому узлу. На западе (ЮЗ) проходит Идыгейский глубинный, древнего заложения разлом северо-западного простирания протяжением к северо-западу на 120—150 км, и, вероятно, того больше (150—200 км) к юго-востоку, в сторону Таскуры. Вдоль Идыгейского разлома зафиксированы зоны тектонических брекчий (иногда шириной до 1 км), дайки порфиров на северо-западном его фланге, а на глубине 2—3 км, по данным геофизики, на протяжении более 50 км фиксируется ряд слепых гранитоидных интрузий, вероятно, поздневарисского возраста, с глубинным очагом которых и связана медная металлогения Джезказгана. Вероятное падение Идыгейского разлома — крутое к северо-востоку. С востока к этому разлому подходит северо-восточного простирания Джезказган-Теректинский флексурный разлом, южнее которого резко преобладают пермские отложения. Имеются также меридиональная Восточно-Джанайская флексурная зона и ряд таких же, но более мелких флексурных разломов по бортам двух куполовидных вздутий на запад-юго-западном склоне оси Кенгирского антиклинала. Минимум двух субширотных флексурных зон можно предполагать у северного и южного краев Джиландинской мульды, в Северном Джезказгане.

Общим экраном джезказганской рудоносной свиты (650 м) является стратиграфически более высокая красноцветная свита мелкозернистых и плотных песчаников мощностью порядка 300 м. Она безрудная, как и перекрывающие ее отложения перми. Однако проявления меди в толще перми на других участках указывают на то, что процессы оруденения протекали в поздневарисскую (пермскую) эпоху.

Рудные поля Джезказгана имеют форму пологолежащих пластообразных залежей нередко площадью до 1—1,5 км² под контролем пологих внутрипластовых тектонических срывов малой амплитуды. Имеют значение и крутопадающие флексуры на крыльях джезказганских куполов второго порядка. Новые данные по Джезказгану свидетельствуют о том, что отношение серых рудоносных и красных песчаников в джезказганской свите равно примерно 1:1. Возникает предположение, что серые песчаники стали таковыми под влиянием рудного метаморфизма; первоначально же была однородная свита красноцветов, отдельные пласты в которой могли отличаться тонкими деталями своего сложения и состава (примесь карбонатов). Выявляется, что рудные пласты имеют ширину от 400 до 1200 м, в плане имеют форму пологих выпуклых к юго-западу дуг, приуроченных к оси и верхам крыльев Кенгирской антиклинали, полого погружающейся в сторону Идыгейского разлома и слепых гранитоидных интрузий. Доказывается также, что продуктивное пластовое оруденение в Центральном Джезказгане фиксируется лишь в пределах глубин-

ных гипсометрических отметок 100—400 м, что может указывать на 300-метровый вертикальный интервал когда-то существовавшей активной гидротермальной зоны рудоотложения.

Минералогия Джезказгана полно и детально изучена [21, 22]; характерно малое распространение пирита, особенно в верхних рудных горизонтах. На глубоких горизонтах районов Кресто-Центр, Петро, Покро, Таскудук и других количество его несколько увеличивается. Больше пирита и в лежащем боку рудных залежей, где медное оруденение за счет него сходит на нет. Можно предполагать, что наиболее глубокие горизонты (ниже гипсометрической отметки 100 м) будут минерализованы с преобладанием пирита.

Южнее Джезказган-Теректинского флексурного разлома геофизика доказывает наличие 2—3 куполов второго порядка. Заложенная здесь скважина на глубине около 600 м не вышла еще из пермских отложений.

Таким образом, перспективы Южно-Джезказганского рудного поля пока совершенно не ясны.

Общее развитие геологического изучения Джезказгана хорошо отражено в литературе [23, 24, 25, 26, 27, 28 и мн. др.]. Характерно, что английские концессионеры интересовались рудами с 9—12% меди, в которых они насчитывали 60 тыс. т меди. Общесреднее содержание в учтенных общих запасах порядка 1,5—1,6%. Разрабатываются в 1957—1958 гг. руды со средним содержанием меди около 2%. Объем добычи растет с каждым годом.

Джезказганский генетический тип поздневарисского медного (со свинцом) оруденения в самом Джезказганском районе принципиально проявлен также в отложениях виле и верхнего девона. В Джезказган-Улутауском районе ргайлинский вариант этого типа (формация 18-а) проявлен в древнепалеозойских красноцветных песчаниках, где суммарная истинная мощность восьми рудных пластов песчаников равна 60 м. Пласты падают под углом 40—50°. Содержание меди порядка 0,5—1%, свинца и цинка нет, бария до 0,1%. На аналогичном месторождении Торегельды, где имеются четыре рудных пласта мощностью от 1,5 до 18 м, свита медистых песчаников и аргиллитов прорвана дайками кварц-порфиров, тоже оруденелых на мощность до 5 м. Рудоносная зона смятия прослеживается на Ргайлы по простиранию на 5 км. Локально проявлены темные ожелезненные кварциты с медной зеленью, в контакте с которыми имеются меднорудные кварцевые жилы.

На месторождении Маны I того же типа мощность трех рудных пластов серых рудных песчаников 20, 40 и 120 м. Среди рудных минералов первичной зоны установлены халькопирит, борнит, халькозин; пирит отсутствует. Часто (Маны II) медистые песчаники обесцвечены и каолинизированы. Вся Ргайлинская группа месторождений медистых песчаников, безусловно, интересна как источник бедных (0,5—1,0%) медных руд.

Месторождение Таскура, в 130 км к юго-востоку от Джезказгана, приурочено к пологозалегающим мергелистым известнякам, условно принимаемым за нижнепермские отложения; однако, возможно, они окажутся известняками нижнего карбона мощностью до 300 м. Приподнятый рудный блок ограничен тектоническими разломами небольшой амплитуды. Площадь оруденелых известняков 370 тыс. м². Средняя мощность вкрапленного оруденения около 9 м, среднее содержание меди 1,09%. Ученные запасы меди порядка 100 тыс. т. Имеется и нижний рудный горизонт с содержанием меди до 0,3%. Рудные и жильные минералы те же, что и на Джезказгане, но сверху много гипса. Растительные остатки в породах месторождения отсутствуют. Эпигенетическое гидротермальное оруденение является вариантом типа Джезказгана и расширяет перспективы поисков на площади между Таскурой и Джезказганом. Намечается залегание Таскуры в узле сочленения двух пликтивных структур северо-восточного и северо-западного направлений. Возможно открытие в Таскуре и других рудных блоков.

2. *Тип медного месторождения Успенского рудника* [29, 30] раньше рассматривался как пример жильных месторождений. Разведки последних лет позволяют считать его вариантом Джезказгана (формация 18). Месторождение залегает среди верхнедевонских и девон-карбоновых песчаников, известняков, туфов, сланцев и нижних конгломератов и эффузивов. Вся эта серия мощностью свыше 500 м расположена в широкой региональной Успенско-Карагайлинской надвиговой зоне смятия восток-северо-восточного простирания. Рудовмещающая толща круто (60—70°) падает к югу. Рудные тела имеют падение к югу до 80—85°.

Известняки являются коллекторами богатого оруденения. В лежащем боку залежей расположена широкая зона вкрапленных руд в песчаниках с содержанием меди 1—2%. Ниже песчаников залегают порфиroidы. В висячем боку пластовой рудной залежи развиты практически безрудные кремнисто-глинистые, черные, слабо пиритизированные сланцы, служившие экраном при процессах оруденения. Вмещающие породы сильно окварцованы («роговики»), частично серицитизированы. У висячего бока оруденение наиболее богатое (5—10% и более). Оруденение приурочено к участкам развития дорудных пластовых трещин, обычно у границы известняков и песчаников, частично выполненных рудным барит-кварцевым материалом; прилегающие к трещинам породы подверглись метасоматическому оруденению. Количество барита с глубиной уменьшается, кварца возрастает. Из рудных минералов преобладают борнит, халькозин, блеклые руды (в верхних горизонтах); халькопирит, сфалерит, пирротин, пирит встречаются главным образом в нижних горизонтах. Имелись богатая зона окисленных руд и зона вторичного сульфидного обогащения (с борнитом, халькозином). На глубине примерно 200—215 м место-

рождение имеет тенденцию к выклиниванию. На восточном фланге Успенской рудной зоны находится рудный участок Белла, который начат доразведкой в 1957 г. Интрузивные породы (топарский интрузивный комплекс) к юго-западу от рудника относятся к поздневарисским интрузиям. В окрестностях рудника развиты линейно вытянутые полосы вторичных яшмокварцитов. Так называемые «роговики» в самом месторождении, по существу, являются вторичными кварцитами первой стадии дорудной минерализации. Характерно, что при последующем отложении в трещинах кварца и барита барит является более ранним образованием и сечется кварцевыми прожилками [22]. Для Успенки (сходно с Джезказганом) характерны относительная бедность железом и серой (мало пирита) и почти чистая монометалльность оруденения, хотя и на Джезказгане соотношение между медью и свинцом равно 96:4. Аналогом Успенки является месторождение Кенеказган, в северной части Бетпак-Далы.

3. *Тип медно-порфировых руд (формации 17 и 4).* На всю совокупность этих месторождений 27% учтенных общих запасов меди в Центральном Казахстане. Имеются две группы месторождений:

1) Раннекаледонская (салаирская) в северной части Центрального Казахстана (Бошекуль, Кзылкаинды, Сатпак, Одак, Уштаган и Теректы-Нуринское); на эти месторождения приходится около 9% запасов меди по Центральному Казахстану.

2) Варисская группа медно-порфировых месторождений в средней и южной частях Центрального Казахстана (месторождения Баянаульского района, Коктасджал, Коктасджартас, Джусалы, Маликкайнар, Джестымшоко, Алмалы, Шетшоко, Жекежуан, Киникбай, Коргоптас, Кушоко, Куяндышоко, Южное Бешоко, Коунрад, Борлы, Сокуркой, Сарышаган, Жамантуз, Шурабек, Коктас, Женалы, Кенкудук, Каскырказган и другие — всего более 40 месторождений); на эти месторождения приходится 18% запасов меди, без учета убогих (0,4%) забалансовых руд.

К а л е д о н с к а я группа медно-порфировых месторождений отвечает раннему этапу развития геосинклинального режима в Центральном Казахстане. Бошекульское месторождение [9] приурочено к нижнекембрийской зеленокаменной вулканогенно-осадочной и спилит-кератофировой эффузивной формации, поздние интрузивные ветви которой в виде серии мощных даек плагиогранит- и сиенит-порфиров, кварц-диоритовых порфиритов вызвали гидротермальные процессы минерализации.

В бошекульской формации, в нижней свите эффузивов, преобладают спилиты и диабазы, в верхней — кератофиры. Эта эффузивная формация (с участком туфов и терригенных морских осадков) сложена на Бошекуле в субширотно (ВСВ) вытянутую антиклиналь, осложненную тектоническим разрывом восток-северо-восточного простирания, вдоль которого все эффузивные и дай-

ковые породы подверглись вторичному окварцеванию, серицитизации, пиритизации и более поздней аргиллизации. В рудном поле главную роль играют дайковые плагиогранит-порфиры (вторичные кварциты), прорывающие более ранние дайки кварцевых диорит-порфиров. После внедрения весь интрузивно-дайковый комплекс подвергся интенсивному дроблению с образованием многочисленных трещин, по которым и проникали гидротермы из глубинного очага гранитоидной магмы. Вкрапленно-прожилковое оруденение представлено в первой стадии магнетитом, железным блеском, молибденитом, пирротинном, арсенопиритом, золотом; во второй стадии рудного метасоматоза — пиритом, халькопиритом, борнитом, блеклыми рудами, сфалеритом и галенитом. Жильные минералы — кварц, кальцит, серицит. Рудные минералы замещали главным образом полевые шпаты, слюды, бисиликаты, основную массу порфиров. Рудный метаморфизм наложен на автометаморфизм дайковых пород кислого состава.

Древние и молодые гипергенные процессы в зоне выветривания и окисления создали бесструктурные глиноподобные массы из серицита, каолинита и алунита. Зона охристых руд (вертикальной мощностью от 5 до 18 м) имеет ширину от 80 до 300 м и длину до 2,8 км.

Местами охристая зона богата медью, особенно вдоль контакта верхнекембрийской песчаниковой толщи, несогласно перекрывавшей все рудное поле Бощекуля. На этом контакте сосредоточены все древние выработки. Минеральный состав охристой зоны сложный: кроме лимонита, молибденита и других охр присутствуют малахит, азурит, тенорит, куприт, атакамит, брошантит, хризоколла и другие, более редкие минералы меди. Зона выщелачивания имеет нерезкие границы с охристой зоной и зоной вторичного сульфидного обогащения. В последней, особенно развитой в западной части рудного поля, проявлены халькозин, борнит, ковеллин, причем первичные сульфиды преобладают над вторичными. Эта зона развита на вертикальных интервалах от 13—25 до 50—80 м.

Зона промышленных первичных сульфидных руд занимает полосу длиной около 2,5 км, шириной от 300 до 700 м.

У северо-западной границы плагиогранит-порфировой дайки происходит постепенное обеднение медью. В первичной зоне развит главным образом кварц, реже кальцит; барит очень редок (лишь по тонким прожилкам). Рудоносные кварцевые прожилки отлагались последовательно и по трещинам различного простирания. С ранней генерацией кварца в первой системе трещин связаны пирит и молибденит. Во второй системе (2-я генерация) в кварце преобладает пирит с примесью халькопирита. В третьей и четвертой системах трещин, секущих предыдущие, мощностью 2—6 м с кварцем отложены халькопирит и подчиненный ему пирит.

Азимуты простираний трещин: ЮВ — 150—170°, ЮЗ — 235—

250°, СВ — 5—20° и СЗ — 50—60°; углы падения трещин от 25—35 до 50—65°. Имеются три генерации пирита, две — халькопирита, одна — молибденита, по одной — для блеклых руд, сфалерита и галенита (редкие примеси). Первичная медь связана с халькопиритом и борнитом, золото, серебро и мышьяк — с блеклыми рудами. На некоторых участках в северо-восточной части месторождения размером 50×2 м, в окварцованных плагиогранит-порфирах содержание молибдена повышается до 0,11—0,14%. Содержание молибдена в скважинах 0,007—0,026%, кобальта порядка 0,004%. Среднее содержание меди для учтенных общих запасов близко к 0,65—0,75%. Содержание золота 0,3 г/т; серебра 9,6 г/т. В хвостах обогатительной фабрики при отработке месторождения до глубины 20 м будет накоплено до 30 млн т глинозема при среднем его содержании 20%.

Денудация Бошекульского рудного поля в начале верхнего кембрия, в среднем карбоне, в мезозое и кайнозое удалила здесь наиболее богатые верхние части месторождения, вследствие чего остались лишь глубокие горизонты первичных руд с пониженным общесредним содержанием меди при маломощной зоне вторичного сульфидного обогащения.

1. Месторождение *Кзылкаинды* (в 7 км к ЮЗ от Бошекуля) аналогично Бошекулю (эффузивы спилит-кератофировой формации Ст, дайки диорит-порфиров и сиенит-порфиров, разломы северо-восточного простирания, участки вторичных кварцитов, интенсивная пиритизация, охристо-глинистая зона окисления). Здесь выявлено более 12 меднорудных участков общей площадью свыше 400 тыс. м². Две скважины показали невысокое содержание меди. Опробование вторичных кварцитов дало содержание меди 1—2%. Месторождение требует детального изучения и разведки.

К типу медно-порфировых руд близки слабо изученные меденосные турмалиновые вторичные кварциты Одак, Уштаган, Теректы.

2. В *Одаке* раннекаледонские интрузии плагиосиенитов, сиенит-порфиров и плагиогранит-порфиров рвут известняково-эффузивную формацию верхнего протерозоя на протяжении более 5 км. Эти интрузии, частично вмещающие породы, претерпели после своего застывания брекчирование и минерализацию с образованием вдоль разломов северо-восточного простирания турмалинизированной зоны шириной 300—400 м. Площади богатых турмалиновых пород достигают 60 тыс. м². Во вторую стадию минерализации по сети трещин отлагались пирит, молибденит, халькопирит и другие сульфиды-примеси и золото. Убогооруденелая (до 0,3% меди) зона протягивается на 6 км. В восточной части Одака есть участки площадью более 50 000 м² с содержанием меди до 0,42%. В сиенитах и сиенит-порфирах имеются примазки малахита и вкрапленность реликтового халькопирита. Базальные конгломераты карадока трансгрессивно перекрывают рудное поле Одака; в

гальке их имеются турмалинизированные сиениты. Таким образом, нижнекембрийский возраст месторождения является доказанным.

3. В *Уштагане* (30 км к СВ от Одака) основные эффузивы протерозоя прорваны раннекаледонскими гранитоидами, превращенными в кварцево-серицитовые слабо турмалинизированные вторичные кварциты, нередко пиритизированные. Общая площадь рудного поля до 4 км². Вторичные кварциты дали содержание золота 0,6 г/т. Имеются признаки медной зелени. Уштаган близко напоминает Одак.

4. В *Теректы* (Нурунском), в 5 км к западу от ст. Нурунск, площадь поля светлых вторичных серицитовых кварцитов превышает 2 км². Эти породы местами турмалинизованы, есть и сплошные кварцево-турмалиновые тела. Отмечаются также меридионально вытянутые грядки, богато оруденелые малахитом и азуритом (до 3—5% меди). Вмещающие кварциты породы верхнего силура отделены от них тектоническими разломами. Месторождение не разведано.

5. В *месторождении Сатпак* (в 27 км к юго-западу от Бошекуля) бошекульская эффузивная толща $Ст$ прорвана интрузией сиенит-порфиров, на северо-западе примыкающей к песчаникам верхнего силура. Красные сиенит-порфиры относятся к субвулканическим интрузиям поздней стадии раннекаледонского магматизма; приурочены они к зонам разлома северо-восточного простирания в торткудукской осадочно-эффузивной толще $Ст_3 + S_1$. Серия даек лежит в зоне разлома и смятия СВ 60° простирания. Имеются сопряженные трещинки и дайки СЗ 330—340° простирания длиной до 1 км. Зона измененных эффузивов имеет ширину около 500 м, к ней приурочено и медное оруденение. В зоне смятия, вдоль крупных трещин, залегают сильно окварцованные породы мощностью до 1,2—2 м. Здесь же проявлены тектонические брекчии с эпидотом и кальцитом. Оруденение в дайковых сиенит-порфирах не наблюдается. Рудные тела жиллообразные в зонах разлома с прожилково-вкрапленным оруденением. Их общее простирание СЗ 65—70°. В руде много кварца, вмещающие породы несут вкрапленность куприта, малахита и других минералов. Длина рудных тел — 10—30 м, площадь вкрапленно-рудных зон около 800 м². Содержание меди в рудах от 2—3 до 6—8%. Длина геофизических аномалий Сатпака до 2 км. В общем Сатпак представляет собой формацию прожилково-вкрапленных медных руд.

Территория Северного Казахстана в настоящее время геологически хорошо изучена и опоискована, шансов на открытие новых каледонских медно-порфировых месторождений, подобных Бошекулю, мало.

В а р и с с к а я группа медно-порфировых месторождений более многочисленна (до 40 точек) и более разнообразна как по масштабу, так и по характеру рудовмещающих пород, по структурам рудных полей, по содержанию меди, по степени превращения

пород во вторичные кварциты и т. д. Далее приведены краткие характеристики этих месторождений.

1) *Тасадыр* (к северо-западу от Баянаула [32]). Среди верхнедевонских известняков вскрыты два лакколита варисских гранит-порфиров общей площадью до 1 км² и вертикальной мощностью до 400 м. Вмещающие известняки местами превращены во вторичные кварциты. В контактовой зоне до глубины 60—70 м разведаны богатые руды зоны окисного и сульфидного обогащения с 2—4% меди и выше. Разведанный запас меди в них порядка 8—10 тыс. т.

Сами гранит-порфиры лакколитов гидротермально изменены и несут рассеянную сульфидную минерализацию (пирит, халькопирит), а на поверхности — малахит, азурит. Наиболее заметное содержание меди (1,8—1,5—1%) в порфирах захватывает экзоконтактовую зону лакколита. В глубь лакколита содержание меди уменьшается до 0,5—0,3% и ниже. Площадь оруденелых порфиров со средним содержанием меди 0,5—0,7% близка к 80—100 тыс. м². При условной глубине 50 м геологические запасы меди вместе с богатыми рудами контакта приблизятся к 60—75 тыс. т.

Рассеянные медные руды встречаются в этом районе в месторождениях Караузьяк II (в окварцованных интрузивных порфирах, площадь 10 000 м², до 1% Cu), Кши-Амантау, Айнабулак и др.

2) В *Прибаянаульском районе* (к востоку и юго-западу от Баянаула) известно восемь участков в варисских окварцованных гранитоидах и интрузивных порфирах, где на площади в десятки тысяч квадратных метров установлена во вторичных кварцитах окисленная медь при содержании 0,5—1% и выше. Эти месторождения изучаются с 1958 г. На всех участках проявлены тектонические разломы и трещины, много вторичных кварцитов.

3) В субширотной региональной длиной до 400 км *Коктасджартас-Спасской* зоне надвига, смятия, поперечных разломов, внедрения малых интрузий и развития вторичных кварцитов выявлен, изучен и разведан или начат разведкой следующий ряд медно-порфировых месторождений (с востока на запад):

4) *Коктасджал* [33] — малая интрузия окварцованных плагиогранит-порфиров северо-западного простирания, в тектонической зоне рассланцованных силурийских эффузивов северо-западного простирания, далеко уходящей к юго-востоку в сторону гранитного массива Куу (30 км) и к северо-западу (10—12 км), в сторону Коктасджартасской надвиговой зоны. Рудное поле расположено на системе трещин северо-западного простирания, а на флангах ограничено поперечными разломами восток-северо-восточного направления. Интрузия пересекается дайками фельзитов и порфиров. Длина рудного участка до 1000 м, ширина до 400 м. Площадь окисленных руд и вторичных кварцитов более 100 000 м². Выявленная глубина оруденения более 300 м. Ниже зоны окисления (с

1% меди до глубины 25—30 м) лежит небогатая зона вторичного сульфидного обогащения (с 1,0—1,2% меди, вертикальной мощности до 20 м), еще ниже — первичные медно-порфировые руды с халькопиритом и редким пиритом с содержанием меди 0,8—0,7% в верхних и 0,4—0,6% в глубоких горизонтах.

Севернее месторождения, в той же зоне смятия, имеется шток поздневарисских (230 млн лет) гранитов с признаками меди и кварцевыми жилами. Месторождение разведано в 1957 г.

5) *Коктасджартас* [34] — у тракта Каркаралы — Павлодар, расположено в 0,5—0,7 км южнее Коктасджартасского надвигового шва, по которому эффузивы девона и силура надвинуты — с юга на север — на угленосную толщу нижнего карбона. Рудное поле приурочено к оси погружающейся на запад антиклинальной складки из порфиров, альбитофиров и туфов девона (D_{1-2}), превращенных во вторичные кварциты. Участок сильно разбит рядом разломов. Ясных интрузий нет, но на западе рудного поля (где предполагается поперечный разлом) обнажаются альбитофиры экструзивного облика. Разведаны до глубины отдельные блоки окисленных и богатых халькозиновых руд с содержанием меди 2—3%, местами до 4—5%. Ученные запасы меди не превышают 20—25 тыс. т. Первичные руды не изучены и не разведаны. Месторождение разрабатывалось в 1915—1916 гг.; руды подвергались гидрометаллургической обработке на Джильтавском заводе Вахтера. Одно время месторождения Коктасджал и Коктасджартас относились к раннекаледонской (салаирской) металлогенической эпохе [9].

6) *Маликкайнар* — западнее Коктасджартаса, приурочено к малой интрузии гранодиорит-порфира (монцонит-порфира) среди силуро-девонских эффузивов. Площадь рудного поля около 10 тыс. м², содержание меди в окисленных рудах 0,8—1%.

7) *Джусалы* — тяготеет к мощной дайке фельзитов северо-западного простирания, с площадью окисленных руд до 10—12 тыс. м². Содержание меди около 1%. Месторождение не разведано.

8) *Джусалы-Карасорская группа* — к северо-западу от оз. Карасор, объединяет ряд месторождений вкрапленных руд во вторичных апоинтрузивных и эффузивных кварцитах (Шайтанды, Жусалы и др.), в которых под зоной окисленных руд установлены халькозиновые вкрапленные руды с содержанием меди 1% и больше.

9) *Джатым-Чоку* — к югу от Караганды, приурочено к зоне надвига, где сильно дислоцированные девонские эффузивы прорваны серией даек кислого состава. И дайки, и вмещающие эффузивы превращены во вторичные кварциты. Площадь трех участков окисленных руд достигает 75—80 тыс. м². Содержание меди 0,7—1%. Запасы меди до 100 тыс. т. Месторождение расположено в водораздельной части Центрального Казахстана с запада на восток.

10) *Кзылджал* — к юго-востоку от Успенского рудника, связано с дайками гранит-порфира среди смятых эффузивов и сланцев силура.

11) *Шетиоко* — медно-порфировые руды приурочены к дайке интрузивного порфира длиной до 1000 м и шириной 60—80 м, рвущей сланцы силура и несогласно перекрывающие их эффузивы девона, а также шток более ранних варисских гранодиоритов. В зоне окисления содержание меди в окисленных рудах достигает 2% (местами 4—5%). Площадь оруденения не менее 40—50 тыс. м². Месторождение приурочено к зоне разлома северо-восточного простирания.

12) *Алмалы* — на правобережье р. Шурубай-Нура, в той же тектонической зоне, проходящей через сланцы силура и каледонские диориты. Тектоническая зона шириной более 1 км включает и каледонские диориты с проявлением в них окисленной меди, и шток варисских гранодиоритов и граносиенитов. В последних вдоль разломов и трещин северо-восточного простирания внедрены дайки фельзитов. Граносиениты местами окварцованы и пропитаны медной зеленью. На глубине — вкрапленность халькопирита и вторичного халькозина. Общая площадь медно-порфирового оруденения до 100 тыс. м². Среднее содержание меди порядка 0,6—0,7%. Общегеологические перспективные запасы меди до 75—80 тыс. т.

13, 14) *Быркудук II и Киикбай* — небольшие месторождения медно-порфировых руд, приуроченные к дайкам варисских кварц-порфиров и микрогранитов, на глубине несущих вкрапленность сульфидов.

15) *Западный Акчатау* — медно-порфировое оруденение, тяготеет к широтной зоне варисских гранитоидов, брекчированных и турмалинизированных в зоне шириной до 80 м и длиной порядка 200 м.

16) *Жекежуан* — к югу от рудника Акчатау, связано с малой интрузией кварц-порфиров, у тектонического контакта варисских гранитоидов и эффузивов девона или нижнего карбона, превращенных вместе с малой интрузией во вторичные кварциты. Содержание меди в окисленных рудах 1% и выше. Зона халькозинового обогащения слабая. В зоне первичных руд содержание меди ниже 0,5%.

17) *Коргонтас* — восточнее тракта Коунрад — Караганда, залегает в массиве апоинтрузивных вторичных кварцитов, на месте поздневарисских лейкократовых гранитов. Среди кварцитов проходит субширотная дайка окварцованных микрогранитов (аплитов) с медной зеленью в зоне окисления. Площадь оруденения до 10 тыс. м². Содержание меди 1% и ниже.

18) *Курпетай* — окисленные руды, приурочены к участкам варисских гранитоидов среди массива вторичных кварцитов, местами сильно лимонитизированных.

19) *Кушоко* — в верховье р. Токрау, тяготеет к массиву вторичных кварцитов на месте поздневарисских малых интрузий кварц-порфиров. Металлометрические аномалии дают участки с 1—3% меди. Площадь оруденения до 80—100 тыс. м². На поверхности спорадически проявлена медная зелень. Вокруг массива много баритовых жил со следами медной зелени.

20—22) *Месторождения Сарышаган, Шурабек, Жамантуз и др.* — в Западном Прибалхашье, приурочены к субширотно-вытянутым малым интрузиям плагиогранит-порфиров среди девонских и силурийских вулканогенно-осадочных толщ. В Сарышагане, где площадь интрузии достигает 1,5 км², она усложнена по контактам продольными (северо-западного простирания) разломами при сильной пиритизации вмещающих брекчированных пород, а также рядом субмеридиональных разломов, сопровождаемых зонами окварцованных пород. Площадь медно-порфирового оруденения в Сарышагане превышает в двух участках 120 тыс. м². Зона окисления выражена слабо; сульфидные вкрапленные руды начинаются с глубины 20 м. Вкрапленное оруденение прослежено до глубины 80 м с содержанием меди 0,5—0,7%. Перспективы месторождения порядка 100—120 тыс. т меди. На западном фланге установлены лейкократовые мелкозернистые граниты, сильно окварцованные и со следами меди.

В *Шурайске* (55—60 км к западу от залива Сарышаган) медно-порфировые руды с 1—1,5% меди приурочены к дайке окварцованных гранит-порфиров. Рудное поле Жамантуз площадью до 16 км² тяготеет к узлу пересечения двух региональных разломов — субширотного (ЗСЗ) и субмеридионального, пересекающих крупный интрузив варисских гранитоидов с дополнительными дайками кислого и основного состава. Имеется ряд участков вторичных кварцитов и окисленных медных руд, связанных с дайками и локальными зонами тектонических трещин.

Во всех перечисленных месторождениях вместе с медью проявлен и молибден (до 0,01% и редко выше).

23) *Сокуркой* — в Северо-Западном Прибалхашье (в 3 км от оз. Балхаш), представляет собой крупный (до 2 км²) массив апоэффузивных вторичных кварцитов, внутри которого скважинами установлены малые интрузии оруденелых кварц-порфиров. Вторичные кварциты в их кровле также несут и медную зелень. Месторождение малого масштаба и слабо разведано.

24) *Борлы* — к западу-северо-западу от Коунрада, приурочено к узкой полосе окварцованных гранодиоритов вдоль оси пологой антиклинали их нижнекарбонových порфиров, тоже гидротермально измененных. В рудном поле имеется ряд тектонических трещин, иногда с кварцевыми жилами, молибденом и медью. Окисленные руды развиты слабо. Бурением установлен на глубине 20—25 м горизонт обогащенных халькозином руд с содержанием меди от 0,6 до 0,8%. Ученные запасы месторождения порядка 50—60 тыс. т меди.

25) *Карабас*, к югу от ст. Борлы, представляет собой обширный (до 10 км²) участок, где среди эффузивных пород карбона эрозией вскрыты варисские гранодиориты, превращенные в апоинтрузивные вторичные кварциты. Через гранодиориты проходят субширотная дайка микрогранита, апофиза от небольшого штока мелкозернистых лейкократовых гранитов у западной окраины рудного поля и ряд мелких фельзитовых даек.

Среди вторичных кварцитов сохранился участок кровли гранодиоритов, состоящий из гидротермально измененных эффузивов. Буровая разведка проводилась в юго-восточной части массива (более 10 скв.) и в северо-западной его части (2 скв.); окисленных руд нигде не установлено; на глубине 15—20 м под выщелоченными породами залегают первичные вкрапленно-сульфидные руды с пиритом, редким халькопиритом и исключительно редкими зернами вторичного халькозина и ковеллина. Среднее содержание меди в этих рудах не превышает 0,2—0,3%.

В Западно-Коунрадском районе буровая разведка проведена на массивах апоэффузивных вторичных кварцитов Сымбыл, Южное Акшоко, Каратеке, Быркол и др. Промышленных руд нигде не встречено, вскрыты лишь пиритизированные породы. На Каратеке, где апоэффузивные локально турмалинизированные вторичные кварциты на востоке и юго-востоке граничат с гидротермально измененными гранодиоритами с дайками кварц-порфиров среди них, в трех скважинах во всех породах отмечена лишь пиритизация при содержании меди от сотых долей до 0,1%.

26) *Месторождение Коунрад*, открытое в 1928 г. [31, 36, 37, 38], в 1929—1931 гг. было самым крупным медным месторождением в СССР. Оно эксплуатируется с 1938 г. открытым карьером, площадью до 1 км² и глубиной до 120—130 м — с 1958 г. Это главная рудная база Балхашского медеплавильного завода (БМЗ), дающего в Союзе самую крупную продукцию меди.

Месторождения Коунрада разведывались в 1928—1936 гг. (62 000 м бурения) и в 1955—1956 гг. (около 40 000 м бурения).

Не подтвердились прежние представления об антиклинальной складке, девонских эффузивах, о самостоятельном штоке гранодиорит-порфиров, с которыми якобы генетически были связаны медное оруденение и апоэффузивные вторичные кварциты.

Фактически верхнедевонские песчанико-сланцы и известняки с фауной D_3^2 падают к югу. Они перекрывались покровами нижнекарбоновых эффузивных порфиров, порфиров и их туфов.

Между осадочными породами девона и эффузивами от крупного массива гранодиоритов и гранитов южнее Коунрада внедрился мощный интрузивный язык порфировидных гранодиоритов с мало-мощными среди них дайками гранодиорит-порфиров.

В экзоконтактах гранодиоритов проявились относительно слабые процессы вторичной кварцитизации и медной минерализации (порядка 0,05—0,1%).

Позднее сформировался Восточно-Коунрадский массив лейкократовых гранитов. Подвижки по его периферии породили кольцеобразные дайки гранодиоритов. В экзоконтактах этих поздневарисских гранитов, на западе массива, проявились окварцованные породы типа вторичных кварцитов. Вероятно, в поздневарисскую эпоху (C_3-P) на месте Медного Коунрада возникли конически-кольцевые тектонические зоны в поперечнике до 1 км, по которым проходила экструзия кварцевых порфиров и фельзитов. Неправильно-прерывистое кольцо экструзивных порфиров и фельзитов было превращено в апоэкструзивные с андалузитом, серицитом и корундом вторичные кварциты с вкрапленностью пирита. Внутри конически-кольцевой структуры порфировидные гранодиориты в первую стадию были превращены в апоинтрузивные вторичные кварциты, во вторую по трещинам этих пород отложилась вкрапленность пирита II, халькопирита, энаргита, блеклой руды, сфалерита. Экраном при рудоотложении служили покровные части экструзии, ныне размытые эрозией. В экструзивных порфирах и фельзитах установлены ксенолиты гранодиорит-порфиров, прорванных экструзивной магмой. Есть дайки фельзитов среди гранодиоритов. Дайки диоритовых порфиритов секут вторичные кварциты.

Эндогенная медная минерализация внутри кольцевой дайки и под экраном покровных частей экструзии создала максимальную (вероятно, не менее 1%) концентрацию меди в верхних горизонтах трещиноватых апоинтрузивных вторичных кварцитов. На нижних горизонтах этих кварцитов и гранодиоритов содержание меди снижается до 0,3—0,4%. Вне кольцевой дайки медная минерализация рассеивалась, и здесь содержание меди нигде не поднимается выше 0,3%.

Гипергенные процессы окисления и вторичного сульфидного обогащения также были интенсивны и продуктивны только внутри кольцевой дайки, где, вероятно, было размыто не менее 400—500 м рудоносных с вкраплениями пирита и халькопирита пород (вторичных кварцитов, медь из которых могла мигрировать только вниз, а не в стороны). Этим предопределялась малая потеря меди при ее гипергенной миграции. Рудное поле Коунрада достигает 850—900 тыс. м², на половине этой площади проявлены промышленные окисленные руды (окисленные верхи зоны цементации) средней мощностью 20 м, при колебаниях от 2 до 50 м. Ниже лежит зона выщелачивания мощностью от 7 до 56 м, в среднем 32 м.

Зона халькозиновых вкрапленных руд (зона вторичного сульфидного обогащения) залегает в западной части рудного поля до глубины 136—208 м, в восточной части — до 54—144 м. Средняя мощность сульфидных руд по всему месторождению к 1938 г. составляла 100—120 м, глубина порядка 200—240 м. После генеральной доразведки Коунрада в 1955—1957 гг. более бедная часть

халькозиновой зоны неоднородно опустилась до глубины 350—450 м.

Максимальная площадь сульфидных руд на Коунраде близка к 600—650 тыс м². Среднее содержание меди в окисленных рудах, сейчас уже вынутых, было около 1,2%, во всем объеме сульфидных руд — около 0,98%, в зоне выщелачивания — 0,14—0,20%, в экструзивных фельзитах кольцевой экструзивной дайки — 0,01—0,02%, а в обогащенных вдоль трещин участках — до 0,55%. В процессе формирования месторождения почти вся медь концентрировалась в холодных трещиноватых апонитрузивных вторичных кварцитах и гранодиоритах внутри кольцевой дайки, а нагретые и малотрещиноватые экструзивные фельзиты меди почти не воспринимали (подобная же картина наблюдается в Алмалы и других месторождениях).

Разведка порфировой меди Коунрада оказалась самой дешевой в СССР (около 9 руб. на тонну меди). В Восточно-Коунрадском поздневарисском гранитном массиве также есть кольцевые и полукольцевые дайки кварц-порфиров, окварцованных или грейзенизированных. Но внутри их преобладает минерализация вольфрамом и молибденом, а не медью. Последняя, очевидно, уходила в верхние горизонты таких благоприятных структур, как структура Медного Коунрада.

27) *Кенькудук* (Восточно-Коунрадский район) — расположено среди глубоко эродированных варисских гранодиоритов и более поздних биотитовых и аляскитовых гранитов с дайками кислого и основного состава. Имеется сеть локальных тектонических разломов северо-западного и северо-восточного простираний и кварцево-меднорудных жил с древними на них выработками. Металлометрическая съемка дает ореол рассеяния меди на площади более 5 км². По сети трещин имеются среди гранитоидов маломощные (1—1,5 м) зоны грейзенизации с медью (1—2%). Буровые скважины до глубины 100—125 м дали убогие медно-порфировые руды со средним содержанием меди 0,4%. До глубины 45—50 м есть интервалы с содержанием меди 0,5—0,6%.

28) *Каскырказган* — севернее Кенькудука, аналогичное ему, но здесь имеются более мощные дайки оруденелых гранитпорфиров и микродиоритов. Площадь окисленных медных руд до 100 тыс. м², среднее содержание меди в них порядка 0,6—0,7%; в сульфидных рудах по скважинам среднее содержание меди порядка 0,5% и редко более.

Еще севернее имеется ряд таких же убогих медно-порфировых месторождений. При глубоком эрозионном срезе вторичные кварциты на этих месторождениях (27, 28 и др.) уцелели лишь в своих корневых частях, переходящих или в кварцевые жилы или в грейзены. Наиболее богатые верхние горизонты медно-порфировых руд здесь уже снесены денудацией.

29) *Южный Бешоко* — к югу от Каркаралинска, приурочено к

массиву апоэкструзивных вторичных серицитовых и алунитовых кварцитов, имеющих в плане оригинальный лапчатый контур площадью до 0,3 км². Экструзия порфиров и фельзитов возникла под контролем субширотного разлома, к югу от массива кварцитов. Экструзивные порфиры перекрыли собой варисские гранодиориты и вмещающие их эффузивные порфириты среднего палеозоя; намечается жерловая фация экструзии (высота 912). Вдоль тектонических трещин вторичные кварциты пиритизированы; металлометрией отмечается содержание в них молибдена до 0,05—0,1%. Окисленных медных руд на поверхности нет. Некоторые (3—4) из пробуренных здесь 18 скважин показали на разрозненных интервалах содержание меди в пределах 0,5—1% и молибдена от сотых до десятых долей процента. Перспективы месторождения невелики.

30) *Куяндышоко* — к северу от предыдущего, представляет собой сложное сочетание контуров варисских гранитоидов, вмещающих их эффузивных порфиров и вторичных кварцитов. Много локальных тектонических разрывов и кварцевых жил. Окисленные руды убогие и на отдельных участках. Буровые скважины подсекли вкрапленные сульфидные руды с преобладанием пирита и редкими зернами халькопирита. В верхних горизонтах иногда встречаются редкие зерна халькозина, но ясно выраженной халькозиновой зоны вторичного обогащения здесь пока не установлено. Средние содержания меди по скважинам не превышают 0,2—0,4% и редко достигают 0,5%. Перспективы месторождения неясные, скорее отрицательные, чем положительные.

31, 32) В этой же, юго-восточной части Центрального Казахстана известны медно-порфировые месторождения *Джаур*, *Бурлю* и др., приуроченные к массивам вторичных кварцитов. В Джауре медное оруденение тяготеет к окварцованным варисским граносиенитам, интрузивный язык которых вдается в карбоновые эффузивы, превращенные во вторичные кварциты. На поверхности имеются лишь отдельные пятна окисленных руд; есть дайки и кварцевые жилы. В Бурлю, к северу от Саяка, среди вторичных кварцитов проявлены участки прожилково-вкрапленного корунда, а на соседних участках — окисленные медные руды. Многие массивы вторичных кварцитов в юго-восточной части Центрального Казахстана еще не изучены, некоторые из них несут следы медного оруденения.

33) *Кошкеку* — в Дегеленском районе, в 90 км от Иртыша, приурочено к дайке порфиров и фельзитов, залегающей среди силурийской эффузивно-осадочной толщи с общим падением ее к западу. Прослеженная длина дайки на северном участке более 600 м при горизонтальной мощности от 50 до 80 м и редко больше. Порфировая дайка сопровождается маломощными дайками порфиритов. Площадь окисленных руд, с содержанием меди от 0,5 до 1%, близка к 30—35 тыс. м². Буровая разведка северной части месторождения проведена неправильно; до глубины 15—20 м обнаруживаются руды с содержанием меди 0,5—1%, а местами и более.

На южном участке имеется значительная площадь вторичных кварцитов с примазками медной зелени. Севернее ее, вдоль трещинной зоны вскрыты богатые (2—3% меди) окисленные руды среди эффузивных пород. Месторождение в целом недоразведано.

Заключая изложение вопроса о формациях медно-порфировых руд (№ 4 и 17), составляющих III тип медных месторождений Центрального Казахстана, уместно подчеркнуть, что в большинстве случаев порфировая медь связана или с окварцованными гранитоидами малых интрузий и даек, или с массивами вторичных апоинтрузивных и апоэффузивных кварцитов, число которых в Центральном Казахстане достигает 300. Значительная часть этих массивов еще слабо изучена и не опробована на медь и другие металлы.

4. *Акбастауский тип* (VIII, табл. 4) комплексного медьсодержащего колчеданно-полиметаллического, с баритом, золотом и серебром и медно-порфирового оруденения.

Для этой многостадийной гидротермальной комплексной формации (19) характерны следующие особенности и последовательность рудной минерализации:

а) Постоянная и теснейшая связь рудных полей с зонами и узлами поздневарисских тектонических разломов, ведущих северо-западного простирания и сопряженных с ними разломов субширотного, восток-северо-восточного и северо-восточного, реже субмеридионального простирания. В целом, без деталей, эти поздневарисские тектонические зоны длиной в сотни километров и общей шириной до 20—30 км хорошо отмечены на геологической карте Центрального Казахстана м. 1:500 000, изданной ИГН АН КазССР в 1956 г. (под редакцией Г. Ц. Медоева).

Сложная тектоническая зона разломов, в которой главные швы круто падают к восток-северо-востоку, проходят по границе среднепалеозойской интрагсоантиклинали на месте современного сложного Чингизского антиклинория и расположенных западнее широких брахискладчатых структур из эффузивно-осадочных толщ девона и карбона.

К востоку от Акбастауской, или Западно-Чингизской, зоны разломов расположен широкий горстообразный блок из силурийских, ордовикских и кембрийских эффузивно-осадочных и метаморфических толщ; к западу от зоны преобладают эффузивно-осадочные толщи среднего и верхнего палеозоя. И к той, и к другой площади приурочены многочисленные интрузии гранитоидов: каледонских и варисских — в системе Чингиза, только варисских — к западу от Чингиза. В Чингизском тектоническом блоке мало вторичных кварцитов, к западу от Акбастауской тектонической зоны имеется большое число крупных и мелких массивов вторичных кварцитов.

Глубинные разломы Акбастауской зоны, вероятно, были за-

ложены в каледонский тектонический этап, но резко подновлены в варисское время.

б) Широкое развитие поздневарисских экструзий возле рудных полей и узлов — вторая особенность в локализации и формировании месторождений VIII типа и металлогенической формации 17. Эти экструзии, представленные альбитофирами, порфирами и фельзитами, иногда уцелевшими от эрозии агломерат-туфами, слагают массивы Мизек, Джусалы, Космурун и другие, расположенные в Акбастауской зоне. На современной поверхности уцелели главным образом их жерловые фации с апофизами (Джусалы-Акбастау, Космурун, Мизек), иногда прижерловые части покровов (Мизек, Акбастау). Везде эти вулканические и субвулканические постройки, расположенные в сложных узлах тектонических разломов возле главных тектонических швов (в системе их висячего бока), превращены в апоэкструзивные вторичные кварциты, площадь которых варьирует от 0,5 до 1—2 км² при поперечниках жерловых фаций 1—1,5 км. Вторичные кварциты являются мощными индикаторами тех поздневулканических (фумарольных и сольфатарных) гидротермальных процессов, которые развивались в экструзиях и по их периферии, вероятно, на глубину 1—2 км от поверхности экструзий. Жерловые фации и их вторичные кварциты нередко пересекаются локальными тектоническими разломами (Джусалы, Мизек и др.), вдоль которых проявлены процессы баритизации (более молодой, чем кварцитизация) и рудной минерализации. Превращаются во вторичные кварциты и силурийские эффузивы, и их туфы, прилегающие к жерловым фациям или частично перекрытые «kozyрьками» уцелевших покровов бывшего вулкана (Мизек).

в) Для всех рудных полей этого [VIII] типа и формации (19) характерна длительная тектоническая пульсация главных и второстепенных (сопряженных) тектонических разломов в течение всего поствулканического периода остывания экструзий и их глубинных очагов, являвшихся источником флюидов и гидротерм. Такая пульсация, отмеченная и в процессах рудной минерализации, хорошо прослеживается в Акбастау и Мизеке.

г) В первой стадии и поствулканической минерализации формируются апоэкструзивные вторичные кварциты как на месте жерловых фаций и их апофизных даек, так и в прилегающих к жерлам и апофизам вмещающих породах силура (эффузивных порфиритах, туфах, туфопесчаниках). В Мизеке превращаются в кварциты и покровы экструзивных альбитофиров. В Акбастау во вторичные кварциты превращаются также альбитофиры дайки, внедрившейся вдоль главного тектонического разлома северо-западного простирания. Длина этой дайки более 2 км, мощность 150—220 м. В процессе кварцитизации возникает также вкрапленность пирита в этих гидротермально метаморфических породах.

д) Во второй стадии тектонической пульсации и гидротермаль-

ной минерализации апофизная дайка Акбастау подвергается смятию и рассланцеванию. Массивные вторичные кварциты постепенно превращаются в пиритизированные кварцево-серицитовые сланцы. В эту стадию в кварцитах и сланцах, вдоль поверхностей сланцеватости и по сети поперечных трещин, происходит вкрапленная халькопиритизация пород, превращающая их в первичные сульфидные медно-порфиоровые слегка рассланцованные руды.

с) В конце второй стадии или в третью стадию, после образования локальных резко выраженных зон смятия в кварцитах и кварцево-серицитовых сланцах среди них формируются мощные (до 8—10 м) линзообразные тела массивных колчеданных руд с пиритом, халькопиритом, сфалеритом и кварцем в роли жильного минерала.

Такие тела вскрыты и разведаны (до глубины 200—250 м) не только в Акбастау, но и в Мизеке, у северного подножия массива, вдоль зоны смятия, а также в Космуруне, где они контролируются разломами и зонами смятия не северо-западного, а северо-восточного простирания (поперечные разломы, сопряженные с главным тектоническим швом).

ж) В четвертую стадию тектонической и гидротермальной пульсации в массивных колчеданных телах и во вмещающих их породах с вкрапленностью пирита и халькопирита возникают кососекущие зоны скола, вдоль которых в Акбастау формируются кососекущие баритоворудные жилы мощностью 3—5 м с богатым вкраплением сфалерита и галенита, при подчиненной роли халькопирита и пирита. Эти жилы богаты золотом и серебром. В зоне окисления и выщелачивания (зона сыпучки) содержание золота местами достигает десятков граммов на тонну, а серебра — 100—200 г/т и больше.

В Мизеке вдоль кососекущих сколовых зон сформированы мощные баритовые жилы с железным блеском или штоковидные тела с вкрапленностью сфалерита и галенита. Возле них апоэффузивные вторичные пиритизированные кварциты пронизываются золотоносными баритовыми жилами и прожилками. Баритизируются и вторичные кварциты жерловой фации массива Мизек.

Такова схема последовательного формирования месторождений типа Акбастау-Мизек-Космурун.

В Акбастау рудная зона протягивается более чем на 2 км по простиранию. Мощность ее уменьшается к северо-западу и к юго-востоку. Вкрапленные и массивные руды бурением прослежены до глубины 200 м; вероятно, они опускаются и до глубины 400—500 м. Содержание меди во вкрапленных рудах порядка 1%; в массивных колчеданных телах оно увеличивается до 2—3% при сумме всех металлов до 5—6% и редко более. К концу 1957 г. на Акбастау были выявлены запасы меди порядка 200—250 тыс. т. На поверхности в рудной зоне картируются узкие (15—25 м), но длинные грядки — полосы ожелезненных вторичных кварцитов, ре-

ликти этих пород большей мощности, но постепенно превратившихся в кварцево-серицитовые сланцы или сланцеватые вторичные серицитовые кварциты, в той или иной степени баритизированные. Баритоворудные жилы на Акбастау обнажаются редко и впервые были вскрыты канавами золотостарателей. В районе Акбастау — Космуруна по радиусу до 15—20 км открыто более 10 массивов вторичных кварцитов или зон лимонитизированных кварцево-серицитовых сланцев. В некоторых из них, несомненно, будут открыты руды типа Акбастау.

В Мизеке разведаны крупные блоки золотоносных апоэффузивных вторичных кварцитов и жильные с золотом бариты. В штольне № 1 в забое, на глубине 30—35 м от поверхности, встречены богатые (до 3—5% меди) окисленные медно-порфировые руды. У северного подножия Мизека, в зоне смятия, бурением подсечены медистые колчеданные руды. Огромный участок к юго-востоку от Мизека с выходами и делювием железистых вторичных кварцитов и барита до сих пор не изучен и не разведан. От Космуруна к юго-востоку в 40—50 км вдоль тектонической зоны установлены в ряде мест вторичные кварциты с лимонитом и следами медной зелени. В горах Домрат, примерно в 100—120 км от Акбастау к северо-западу, также установлены гряды вторичных кварцитов, золотоносные бариты и следы медной зелени. Таким образом, месторождения типа Акбастау, Мизек-Космурун представляют собой сложную поздневарисскую тектоническую зону длиной 200—250 км. Уместно отметить, что в месторождениях Джусалы и Майкаин, в последнее время относимых к раннекаледонской металлогенической эпохе, имеется весьма сходная с Акбастау обстановка: тектонические разломы северо-западного и северо-восточного простирания, экструзии альбитофиров Змеиной сопки и сопки Б. и М. Майкаин, вторичные кварциты на месте этих экструзий, частично превращенные в кварцево-серицитовые сланцы, содержание меди в этих кварцитах до 0,3%, железные шляпы с золотом на поверхности и массивные маломедистые колчеданные линзы на глубине, бариты и в них полиметаллические руды (Майкаин). В какой-то степени руды Акбастау (тип VIII, формация 19) сходны с алтайскими колчеданно-полиметаллическими месторождениями, в которых имеются и золотоносные микрокварциты, и золотоносные бариты.

5. Тип меденосных скарнов и медистых скарномagnetитов широко проявлен в Центральном Казахстане (табл. 4, формации 2, 3, 8, 13, 14, 16; тип II). Из учтенных по Центральному Казахстану общих запасов меди на скарновый, вернее скарново-гидротермальный, тип медного оруденения, обычно комплексного, приходится около 2,5—3%. Еще в 1932 г. были обследованы и описаны 36 контактовых месторождений меди [10]. За последние 3 года (1956—1958) в Центральном Казахстане было всего выявлено и детально изучено 110 скарноворудных полей [11, 12, 13], разделенных по ве-

щественному составу оруденения на пять типов, из них два с медью.

Было установлено также, что все 110 скарновых месторождений группируются в 17 узлах или участках, причем на 10 из них локализуется по нескольку (9—12) месторождений, а на 7 проявлены лишь единичные месторождения. Первые 10 участков или узлов следующие: Атансорский, Баянаульский, Караджальский (Сев. Дегеленский), Карагайлинский (Вост. Каркаралинский), Самомбетский, Батыстауский, Акчатауский, Аксоран-Акжальский, Кызылэспинский и Саякский. Из 17 намеченных узлов 12 расположены в Северном и Северо-Западном Прибалхашье, три — в восточной части и два — в северной части Центрального Казахстана. Таким образом, рудоносные скарны резко преобладают на юге Центрального Казахстана, где почти исключительно проявлены варисские гранитоидные интрузии.

Установлено, что скарноворудные поля приурочены везде к узлам сопряжения глубинных подвижных зон [4], наиболее благоприятных для проникновения эксгальций, для метаморфизующих и рудных растворов. По другим окраинам Центрального Казахстана (запад, север и восток) значительно меньше сопряженных интрузивно-тектонических зон и их пересечений, поэтому меньше и рудных месторождений, и скарнов.

В геохронологическом разрезе установлено, что в допалеозойскую и раннекаледонскую металлогенические эпохи было сформировано не более пяти скарновых полей Центрального Казахстана в контакте с дайками древних диабаз-порфиров и раннекаледонских граносениитов, причем скарны чрезвычайно бедны медью, а площадь их не превышает 6—10 тыс. м².

В позднекаледонскую эпоху сформировано не более 15% скарновых полей в контакте с позднекаледонскими габбро-диоритовыми и скарновыми интрузиями крыккудукского и атансорского комплексов, причем кроме железа и меди в скарнах проявлены золото и редкие металлы.

На ранневарисские скарны приходится 50% и на поздневарисские около 30% общего числа скарновых полей Центрального Казахстана в контакте с интрузиями гранодиоритов или гранитов, причем кроме железа и меди во многих варисских скарнах отмечается повышенное содержание свинца, цинка и редких металлов.

Таким образом, из десяти скарновых формаций в пяти металлогенических эпохах шесть приходится на ранневарисские скарны. Ясно наблюдается увеличение скарновых полей от наиболее древних металлогенических эпох к молодым.

Из 110 выявленных скарновых полей 57, или 50%, приходится на медьсодержащие скарны. И в позднекаледонских, и в варисских скарнах фиксируются лишь комплексные меденосные скарны при наличии в них кроме меди и железа (магнетита) таких металлов-спутников, как золото, кобальт, цинк, свинец, а в варисских,

кроме того, очень немного и редко — вольфрама, молибдена, олова, бора.

Из 57 выявленных меденосных скарновых месторождений лишь немногие (не более 7—10%) интересны в отношении промышленной меди и преимущественно в комплексе с железом, реже с золотом, свинцом и цинком. Удельный вес общих запасов скарновой меди в Центральном Казахстане не превышает 2,5%. Уместно упомянуть о некоторых месторождениях меднорудных скарнов.

Из позднекаледонских месторождений:

1) *Боксы* — на р. Ишим; гранатовые и гранатово-пироксеновые скарны лежат на контакте с гранодиоритами. Выявленные линзы меднорудных скарнов имеют длину порядка 100 м и мощность от 3 до 25 м (средняя 4—5 м); в глубину линзы протягиваются на 80—90 м с той же мощностью 4—5 м. Оруденение представлено магнетитом и вкрапленностью халькопирита. В зоне окисления (до 20 м) широко развиты малахит, куприт, брошантит, хризоколла. Среднее содержание меди в скарнах около 1%; имеется золото — от 2 до 8 г/т. Ориентировочные общие запасы меди порядка 10—15 тыс. т. В гранодиоритах, к юго-востоку от скарнов, имеется серия кварцевс-турмалиновых жил с медью и молибденом.

2) *Ешкеульмес* — в 100 км к северо-востоку от Акмолинска, в контакте позднекаледонских гранодиоритов с известняково-эффузивной толщей протерозоя. Скарны в последней протягиваются отдельными зонами. Две главные скарноворудные зоны имеют длину 300—400 м при мощности от 3—5 до 14 м; на глубину скарны прослежены до 70—90 м, мощность их от 6 до 14 м. Падение скарновых тел 75—80°. Содержание меди превышает 1%. Первичные минералы представлены вкрапленным халькопиритом; спектр-анализ отмечает молибден, вольфрам и золото. Ориентировочно-перспективные запасы меди 50—100 тыс. т.

3) *Уратюбе* — в 110 км к северо-востоку от Макинска и в 3 км от железорудного месторождения Атансор. Зона скарнов мощностью от 2 до 12 м прослежена на 300 м. Среднее содержание меди в скарнах порядка 1% при колебаниях в зоне окисления от 0,3 до 10%. Ориентировочно-перспективные запасы меди до 15 тыс. т. Месторождение не разведано, структура не уточнена. В северс-западной части Центрального Казахстана имеются и другие позднекаледонские медноскарновые месторождения аналогичного состава и масштаба — Ушбулак, Атансор I и т. д.

Из варисских комплексных меднорудных скарновых месторождений следует отметить:

4) *Батыстау* — в 100 км к северо-востоку от железнодорожной станции Агадырь и в 60 км от рудника Акчатау.

Рудные гранатовые скарны расположены на контакте нижнекарбонных известняков и варисской интрузии кварцево-полевошпатовых порфиров. Разведаны два рудных тела: южное длиной 850 м, со средней мощностью скарнов 18,5 м, при падении рудного тела под углом 45—70°. Северное рудное тело сходно с южным.

Рудные тела выклиниваются на глубинах 200—300 м. Оруденение в скарнах комплексное; содержание меди варьирует от 0,02 до 1,31%; цинка — от 0,26 до 3,9%, свинца — от 0,05 до 3,12%, трехокиси вольфрама — от 0,01 до 0,2%, молибдена — от следов до 0,044%, олова — до 0,4% и висмута — до 0,2%. Ученные запасы по скарновому полю Батыстау (тыс. т): меди — 36; цинка — 171,5; свинца — 39. Кроме того, учтены значительные запасы индия, селена и теллура. Глубина зоны окисления варьирует от 15 до 20 м. Характерно, что в 100—200 м от скарнового поля в связи с более молодыми варисскими гранитами расположен молибденово-вольфрамовый рудный штокверк с запасами молибдена и вольфрама.

5) *Александровское (Тораккойтас)* — в 130 км к северо-востоку от Агадыря. Площадь рудного поля сложена песчаниками, сланцами и известняками нижнего карбона, прорванными поздневарисскими гранитами. На контакте известняки превращены в гранатовые скарны, местами с примесью волластонита и пренита. Зона скарнов по периферии интрузива прослеживается на протяжении 1,5 км при падении скарнов под углом 40—50°. Горизонтальная мощность скарнов варьирует от 30 до 100 м. Повышенное содержание меди пока установлено на двух участках площадью до 5000 и 20 000 км². Содержание меди на них в зоне окисления варьирует от 0,1 до 11,2%, свинца — от 0,07 до 1%, цинка — от 0,03 до 1,04%. Месторождение слабо изучено, на глубину не разведано. Требуется доказать наличие скарнов под вышележащими песчаниками (верхний маркирующий горизонт выше скарнов) и соединение на глубине первого и второго рудных участков, отстоящих друг от друга на расстоянии 1300 м. В последнем случае перспективы месторождения будут исчисляться десятками тысяч тонн меди.

6) *Акчагыл* — в 30 км от железнодорожной станции Моинты. Приурочено к контакту верхнесилурийских известняков с варисскими гранитами, сопровождаемыми серией даек гранит-порфиров, кварц-порфиров и диабаз-порфиров. Наиболее продуктивна восточная зона скарнов с падением их к западу, мощностью до 10—15 м и более. Рудные скарны разведаны на протяжении более 600 м и на глубину до 200 м. Среднее содержание меди в существенно гранатовых скарнах 1—2%. Ученные общие запасы меди порядка 50—60 тыс. т, из них до 30 тыс. т в скарнах со средним содержанием меди 1,86%. Содержание цинка тоже порядка 1,5—2%; учтенные общие запасы порядка 60—70 тыс. т. Первичными рудными минералами являются вкрапленные халькопирит и сфалерит при некоторой примеси магнетита и галенита. Недалеко от скарнового поля в мраморизованных известняках проявлены арсеникопиритовые жилы. В западных зонах преобладают цинк и свинец при наличии золота и серебра.

7) *Саякские месторождения* — в Северном Прибалхашье, в 200 км к востоку от г. Балхаш и медеплавильного завода. Они

приурочены к Саякской мульде площадью более 1000 км²; окружающие породы принадлежат к девону и нижнему палеозою. Мульда выполнена сложно дислоцированными и разнообразными по составу отложениями нижнего карбона общей мощностью свыше 2400 м. Они несогласно перекрыты эффузивами среднего карбона. Все эти образования прорваны четырьмя интрузиями гранодиоритов и гранитов, на глубине, вероятно, соединяющимися в одно интрузивное тело. По периферии мульды и в ней самой фиксируется ряд тектонических разломов различного простирания. В гранитоидах вдоль разломов проявлены многочисленные дайки кислого и основного состава, а также ряд зон с турмалинизацией и кварцевыми жилами. Имеется пять скарноворудных месторождений — Саяк I, II, III, IV и Тастау. К юго-востоку, за крупным тектоническим разломом, расположено месторождение Молдыбай.

На Саяке I в экзоконтакте варисских (C₂) гранодиоритов расположена полоса скарнов длиной около 500 м, при горизонтальной мощности 30—40 м. В ней проявлены магнетит (в виде линз и залежей) и вкрапленный халькопирит; в зоне окисления много малахита и других окисленных минералов. Скарны двух генераций: додайковые и последайковые; дайки порфиритов, рассекающие скарны первой генерации, скарнированы и вдоль них отложены жиллообразные залежи медистого магнетита. Обогащение скарнов медью носит гидротермальный характер. В эндоконтакте гранодиоритов вдоль тех же порфиритовых даек проявлена вкрапленно-прожилковая медная минерализация на площади около 12—15 тыс. м². Морфология магнетитовых залежей в скарнах весьма сложная и прихотливая. Содержание меди в магнетитово-скарновой массе варьирует от 1 до 3%, в среднем оно близко к 1,5—2%. До глубины 100 м перспективные запасы меди до 100 тыс. т, магнетита порядка 4—5 млн т. В скарнах имеется примесь кобальта.

В южных месторождениях Саяк II, IV и Тастау вскрыты подобные же скарны, но в них мало магнетита, содержание меди около 1% и несколько увеличенная (до 0,05%) примесь кобальта. В северном месторождении Саяк III, где нет непосредственного контакта с гранитоидами и скарноворудные (без магнетита, но обогащенные медью) жиллообразные залежи падают к югу, буровые скважины пересекают 3—4 и до 5 залежей (рудных горизонтов); некоторые из них контролируются внутрипластовыми дайками порфиритов. Содержание меди порядка 2—3%. Оруденелые скарны опускаются на глубину свыше 200 м. Общие запасы меди на Саяке III порядка 60 тыс. т, а возможно, и более.

Суммарные общие запасы меди по всей Саякской группе скарновых полей близки к 250—300 тыс. т. Это наиболее крупное и богатое в Центральном Казахстане месторождение скарново-гидротермальной меди с примесью кобальта и золота, а в Саяке I — с магнетитом.

По поводу меденосных скарнов и медистых магнетитов Центрального Казахстана уместно отметить, что небогатая «побочная» медь в скарнах, при содержании ее 0,1—0,3% и редко до 0,5%, отмечается во всех тех скарновых месторождениях (позднекаледонских и варисских), где имеется магнетит. В соседнем, Кустанайском, районе, где уже выявлены скарново-магнетитовые руды поздневарисского (C_3) возраста с их запасами 4—4,5 млрд. т, среднее содержание меди в обогащенных сульфидами скарномagnetитах варьирует от 0,02—0,04 до 0,08—0,1%. В хвостах после магнитной сепарации, вероятно, рационально и экономично будет проводить флотационное обогащение для получения коллективных пирит-медно-кобальтовых концентратов.

Б. Коджанчадский [IV] тип гидротермальных вкрапленно-прожилковых медных руд позднекаледонского возраста (формация 10, табл. 4) представляет некоторый интерес, поскольку удельный вес общих запасов меди в Коджанчадской группе таких месторождений близок к 0,6%, но в перспективе может превысить 1%.

Группа этих месторождений расположена на правом берегу р. Шидерты, в районе развития эпиконтинентальных эффузивно-осадочных образований верхнего силура (порфиритов, их туфов, туфоконгломератов, туфопесчаников), разбитых локальной сетью тектонических разломов, сопряженных с субширотным региональным Коджанчадским разломом, длиной более 100 км, и прорванных малыми интрузиями комагматичных эффузивам пород — кварцевых диоритов, сиенит-диоритов, габбро-диабазов, диабазов, порфиритов и т. п. С ними усматривается парагенетическая связь позднекаледонской медной минерализации, приуроченной к крутопадающим зонам дробления в изверженных и туфоосадочных породах. Зоны дробления состоят из системы различно ориентированных трещин, убывающих с удалением от главной тектонической зоны. Рудные тела имеют форму разобщенных вытянутых полос, линз, неправильных блоков без четко выраженных контуров. Прожилково-вкрапленное оруденение нередко связано здесь с переходами в широкие (1—2 м) трещинно-жильные тела, где обломки боковых пород между многочисленными трещинами сцементированы мелкообломочной оруденелой брекчией или жильным кварцем, баритом, кальцитом с медно-сульфидной минерализацией. Иногда встречается штоковый прожилково-вкрапленный тип оруденения. Нередки также оруденелые, не выдержанные по простиранию пласты туфопесчаников и туфоконгломератов мощностью от 0,4 до 2,5 м и редко более. Часто богатая медная минерализация концентрируется вдоль контактов даек. Руды прослеживаются до глубин 135—150 м, редко более. Гипогенными сульфидами являются пирит, халькопирит и борнит, частично халькозин, гипергенными вторичными минералами в зоне сульфидного обогащения на глубинах 30—85 м, реже 115—135 м — халькозин и ковеллин. В зоне окисления до глубин 3—35 м преобладают малахит, азурит,

хризоколла, тенорит, куприт и гидроокислы железа. Установлены четыре стадии гипогенной минерализации: I — альбит, эпидот, серицит, хлорит, кварц, пирит; II — борнит-халькопирит (и халькозин); III — мусковит; IV — кальцит и цеолит. Коджанчадские месторождения хорошо изучены [32, 44, 45, 46] и разведываются много лет. Всего здесь более 20 месторождений (Аяккоджан, Коджанчад, Сокуркудук и др.). Близость к Бошекулю (80—90 км) и повышенное содержание меди до 1,5—2% усиливают промышленное значение и актуальность Коджанчадских месторождений.

7. Кроме описанных выше морфогенетических типов медного оруденения в рубрику «*Прочие типы*» необходимо внести разного геологического возраста жильные, жиллообразные, штоковидные и пластообразные рудные залежи, которые контролируются локальными тектоническими разломами и наличием (или близостью) тех или иных интрузий или даек. Таких месторождений насчитывается много десятков или даже одна-две сотни. Большинство из них не разведаны и слабо изучены. Запасы меди учтены лишь по отдельным месторождениям (Кайракты, Беркара, Баян-Аульская группа), и то весьма скромные. Состав руд обычно комплексный: кроме меди в них имеется цинк, свинец; химанализы открывают серебро и золото, иногда мышьяк (Кайракты). По составу жильных минералов это или баритоворудные залежи (Кайракты) с вкрапленными рудами (халькопирит, халькозин, сфалерит, галенит, пирит), или с наличием барита и кварца (Беркара) в мало-мощных, но богатых медью, цинком и свинцом рудных залежах. Наконец, имеются жиллообразные месторождения с кварцем и вкрапленными сульфидами (халькопирит, пирит и др.), например, месторождение Колпаковское среди эффузивных порфиров. В эту же рубрику («Прочие месторождения») уместно отнести Байское месторождение, к юго-востоку от Каркаралинска, где к зоне разлома с неправильной сетью даек кварцевых порфиров приурочена толща крутопадающих нижнедевонских песчаников и аргиллитов, сильно деформированных и несущих бедную вкрапленность пирита и халькопирита общей мощностью около 80—90 м. Среднее содержание меди в этих вкрапленных рудах около 0,5—0,6%; учтенные запасы меди порядка 70—75 тыс. т. Сюда же можно отнести месторождение Адель к северу от Байского, где раньше разрабатывалась богатая зона окисления с малахитом и азуритом, пересеченная тонкими прожилками барита и неправильными полосами вторичных кварцитов.

Разведочными канавами и шурфами здесь вскрыты пологопадающие горизонты (пласты) маломощных, но богатых окисленных медных руд, в глубину не разведанные.

В северо-восточной части Центрального Казахстана к этой же группе можно отнести Джангабульское и Западно-Александровское месторождения с баритом и вкрапленными сульфидами среди нижнепалеозойских вулканогенно-осадочных пород, а также сход-

ные с ними вкрапленнорудные месторождения Экптюбе, Царицеалександровское, Элемес, Сартогай, Куркопа, Караузьяк и др. Последние месторождения залегают среди нижнедевонских эффузивов, прорванных дайками гранит-порфиров. Оруденение обычно приурочено к зонам дробления. Из варисских месторождений с прожилково-вкрапленными медными рудами вдоль тектонических зон брекчирования можно упомянуть кварцево-жильные или штокообразные месторождения Алкасорское, Малубай, Жамантуз, Сексембай, Карсы, Чокоман и другие с содержанием меди до 1—2%.

Основные положения, выводы и рекомендации

1. Центральный Казахстан — уникальная меднорудная провинция в СССР с 1500 месторождениями и рудопроявлениями меди и 35,5% общесоюзных общих запасов меди, учтенных на конец 1957 г. Медьсодержащие точки составляют в этом регионе 43% общего кадастрового числа рудных точек (по всем металлам).

2. Медь является сквозным металлом для всех пяти эндогенных металлогенических эпох от протерозоя до перми включительно. Из 19 эндогенных медьсодержащих формаций, созданных в течение этого времени, на самостоятельные существенно медные формации приходится 10, на комплексные с медью формации — 9. В комплексных рудах участвуют выборочно медь, железо, цинк, свинец, золото, серебро, молибден, вольфрам, мышьяк и другие элементы.

3. Допалеозойская металлогеническая эпоха не оставила в недрах Центрального Казахстана ни одного промышленно-ценного медного месторождения; формации 1 и 2 ничтожно малы по проявлению меди. В эту эпоху созданы крупные осадочно-метаморфогенные концентрации железа (железистые кварциты Карсакпая), редкие и мелкие месторождения золота и ничтожные по масштабу (пост)-магматические рудопроявления с никелем, кобальтом и медью. Последние могут быть интересными лишь в экзогенных своих производных (силикатные никелевые с кобальтом руды, в коре выветривания).

4. На две каледонские металлогенические эпохи (раннюю — C_m — O и позднюю — S — D_1) приходится всего лишь 9,4% суммарных общих учтенных запасов меди по Центральному Казахстану, причем на один Бошекуль 8,75%, на остальные 0,65%. Примерно таков или даже меньше процент и каледонских месторождений от общего кадастра медных точек (1500 точек).

5. На ранне- и поздневарисскую металлогенические эпохи приходится до 91% всех учтенных общих запасов меди в недрах Центрального Казахстана, из них на поздневарисскую медь не менее 81% (Джезказган, Коунрад, Акбастау и др.).

6. Распределение каледонской и варисской меди в недрах

Центрального Казахстана (9 и 91%) указывает, во-первых, на относительно слабую металлогенность в отношении меди каледонской магмы и ее отдельных очагов, во-вторых, на возможную денудацию значительных концентраций каледонской меди в девоне и карбоне, когда за счет такой меди, сносившейся с участков суши, формировались осадочные медные формации в красноцветах верхнего девона, карбона и перми.

7. Осадочные сингенетические медные формации в среднем и верхнем палеозое Центрального Казахстана по числу точек (участков) рудопроявлений (114) занимают заметное место (7,5% общего кадастра медных точек), но удельный вес учтенных запасов осадочной меди (и то в двух лишь месторождениях из 114) не превышает 0,06%, т. е. ничтожно мал. Этим определяется ничтожно малое значение осадочной меди в Центральном Казахстане, а равно и еще более ничтожное значение осадочных формаций со свинцом и цинком (два месторождения без учтенных запасов металлов). Не рекомендуются дальнейшие затраты на изучение и разведку этих (осадочных) формаций цветных металлов.

8. Экзогенные медные формации типа зон окисления, выщелачивания, железных шляп и кэпингов (на медно-порфировых месторождениях) и зон вторичного халькозинового и другого сульфидного обогащения, созданные преимущественно в мезозое и кайнозое, заключают около 19% учтенных общих запасов меди в недрах Центрального Казахстана. Они не только имеют промышленное значение, но и играют роль прогнозно-поисковых признаков при дальнейших поисковых работах.

9. Указанную роль экзогенной меди и ее индикаторов не следует переоценивать при составлении прогнозных по меди карт Центрального Казахстана, так как почти все выходящие на поверхность окисленные ярких окрасок медные руды уже открыты и выявлены в регионе в древние века, в старину (XVIII и XIX века) и за 40 лет поисков при советской власти. Огромное большинство рудопроявлений с окисленной медью не приводит к открытию значительного числа крупных по запасам медных месторождений.

10. Роль так называемых слепых месторождений в Центральном Казахстане еще недостаточно ясна, поскольку почти все известные по кадастру медные рудопроявления так или иначе фиксируются геологически или геофизически (металлометрически) на современной поверхности. Что касается слепых рудных тел на уже известных рудных полях, нельзя отрицать факт их выявления бурением (Джезказган, Белла, Космурун, медный участок Карагайлы и т. д.), а также будущего открытия.

11. Металлогенические особенности и закономерности в проявлении и локализации эндогенных концентраций меди в Центральном Казахстане, кроме 3—8 пунктов данного заключения, уже хорошо освещены в работах геологов ИГН АН КазССР (см. список литературы). Оптимальное сочетание факторов магматизма

(интрузивного и экструзивного), структурно-тектонического и химико-литологического, в формировании рудных месторождений давно уже выдвигалось в геологической литературе [17, 18]. На примере металлогенических эпох и месторождений Центрального Казахстана сочетание этих трех основных факторов получило свое дальнейшее раскрытие, уточнение и подтверждение.

12. Глубинные и локальные магматические очаги интрузий и экструзий и парагенные изверженные породы выявлены и доказаны почти во всех меднорудных полях и месторождениях Центрального Казахстана. Закономерная зависимость числа медных месторождений, их масштаба и удельного веса запасов меди в формациях металлогенических эпох прослеживается в табл. 5.

Таблица 5

Важнейшие интрузивные этапы и металлогенические эпохи	Число главных интрузий и экструзий		Суммарн. площадь, км ²	Площадь интрузий, км ²	% от площади интрузий	% от общей площади Центрального Казахстана	Удельный вес общих запасов меди
	абс.	%					
Докембрийские	28	3,6	3160	113	2,9	0,4	0
Ранне-и позднекаледонские	151	19,3	42700	206—367	39,1	5,3	9
Ранне- и поздневарисские	603	77,1	63200	113—92	58,0	7,9	91
Итого	782	100,0	109060	140	100,0	13,6	100,0

Из табл. 5 видно ничтожно малое проявление в Центральном Казахстане докембрийских интрузий и отсутствие учтенных запасов меди вблизи них. Число варисских интрузий в четыре раза больше каледонских. Общая площадь варисских интрузий лишь в 1,5 раза больше общей площади каледонских, что отражено в процентах от общей площади интрузий. Удельный вес варисской меди в 10 раз больше такового каледонской.

Все это свидетельствует о значительно большей металлогенности варисской магмы в отношении меди (равно как и в отношении всех цветных металлов) по сравнению с каледонской магмой. Средняя площадь каледонских интрузий лежит в пределах 206—367 км², варисских — 113—92 км², т. е. в 2—3 раза меньше, чем каледонских. Эти показатели отражают, во-первых, более глубокий эрозионный срез каледонских интрузий, во-вторых значительное приближение их к батолитовому типу интрузий при эмбатолитовом срезе интрузий. В-третьих, чем глубже эродированы интрузии, тем меньше сохраняется связанных с ними рудных формирований.

13. Локализация медных (и вообще рудных) месторождений в

Центральном Казахстане указывает на резкое преобладание группы околоинтрузивных месторождений (примерно 75%) и меньшую значимость внеинтрузивной (15%) и внутриинтрузивной (10%) групп месторождений. Для внеинтрузивной группы варисских месторождений меди можно предполагать залегание их в кровле еще не вскрытых интрузий (Джезказган, Коктасджартас и др.). Как правило, внутри интрузий мало медных месторождений, они сравнительно малого масштаба и с низким процентом содержания меди (Кенькудук, Каскырказган и др.). Каледонские месторождения внутри крупных интрузий бедны и ничтожно малы по масштабу.

Для варисских медных месторождений и их рудных полей типичен акробатолитовый эрозионный срез (Коунрад, Алмалы, Коктасджал, Бощекуль, Сарышаган, Борлы и др.). Характерны и примечательны такие варисские медные месторождения, как Джезказган, Таскура, Коктасджартас и др., рудные поля которых имеют ультракриптобатолитовый срез эрозии без обнаженных на поверхности интрузий и даже без проявления даек. Геологически и геофизически надлежит выявлять слепые, еще не вскрытые эрозией малые интрузии, в кровле которых и в апикальной их части развиваются медные рудопроявления или такие индикаторы мощных процессов минерализации, как скарны или вторичные кварциты.

14. Неопровержимый факт предпочтительной локализации каледонских гранитоидных интрузий и медных месторождений по западной, северной и северо-восточной периферии Центрального Казахстана свидетельствует о том, что области генерации на глубине кислой гранитоидной магмы с начала и до конца палеозоя постепенно перемещались с севера и северо-запада к югу и юго-востоку, вслед за замыканием каледонской геосинклинали и перемещением варисской парагеосинклинали с северо-запада на юго-восток, от Кокчетавской докембрийской глыбы и каледонид в сторону Балхаша и Джунгарского Алатау. Здесь в конце палеозоя происходили максимальное наращивание мощности гранитной сиалической зоны земной коры, предельная дифференциация гранитоидной магмы с трещинными интрузиями и экструзиями предельно кислых дериватов этой магмы в верхние горизонты земной коры под контролем резко усилившейся разрывной тектоники и подновления зон древних глубинных разломов в каледонидах и в допалеозойском фундаменте Центрального Казахстана. Эти подновленные глубинные тектонические структуры и узлы широко проявились в Джезказгане — вдоль Идыгейского регионального разлома, в юго-восточной части Центрального Казахстана, вдоль Акбастауской зоны глубинных разломов, и на юге Центрального Казахстана, в Прибалхашье (Коунрад и др.). Молодые, пермские, экструзии кислой магмы (альбитофиры, порфиры, фельзиты) под контролем тех же поздневарисских разломов из Прибалхашья да-

леко продвинулись к юго-востоку, в Джунгарский Алатау, где вскрываются [49, 50] пермские вулканы в горах Аркарлы, Чулак, Кату, их неки, апоэкструзивные вторичные кварциты с медью и золотом.

15. В отношении металлогении наиболее продуктивных ранне- и поздневарисских интрузий и экструзий уместно подчеркнуть, что такие порции магмы формировались преимущественно в среднем и верхнем карбоне и в перми, в условиях далеко прошедшей консолидированности палеозойских складчатых комплексов региона. Поэтому небольшая часть интрузий формировалась в ядерных частях брахискладок; большая же часть их, проникая по глубоким разломам, размещалась в межформационных трещинных зонах, на границах структурных ярусов, в тектонических узлах — в местах пересечения варисских и более древних, каледонских, разломов. Большинство варисских рудоносных интрузий сложные, многофазные, почти всегда они сопровождаются комплексом даек кислого, среднего и основного состава. От экструзий (Коунрад, Акбастау, Мизск, Космурун и др.) сохранились преимущественно жерловые фации и их апофизы, превращенные во вторичные кварциты. Изредка остаются и верхние части покровов (Мизек, Акбастау). Экструзии иногда имеют кольцевую форму (Коунрад); выявлены и гранит-порфировые лакколиты (Тасадыр). Глубинные очаги поздневарисских интрузий и экструзий, вероятно, находятся на глубинах 2—3—4 км. Породы малых интрузий, субвулканических интрузий самих экструзий, лакколитов всегда кислого состава, насыщены и пересыщены кремнеземом и глиноземом. Магма их была обогащена минерализаторами, поэтому широко развиты аутометаморфизм, грейзенизации, вторичное окварцевание и другие процессы для малых интрузий и экструзий. В большинстве случаев возле них развивается медная минерализация в условиях акробатолитового, реже эпи- и криптобатолитового эрозионного среза.

16. Структурно-тектонический фактор медной металлогении проявлен в виде пликативных и дизъюнктивных дислокаций, чаще же в сочетании тех и других (Бошекуль, Джебказган и др.). Пликативные дислокации особенно заметны в каледонских рудных полях, а также в полях развития скарнов всех металлогенических эпох (куполообразные складки с кольцевой локализацией скарнов — Тораккойтас и др.). Детальный анализ рудных полей Центрального Казахстана показывает, что для всех без исключения медных месторождений этого региона имеется локальная трещинная структура (из тектонических разломов и трещин), которая самостоятельна или в комбинации с пликативной структурой данного рудного поля способствовала формированию месторождения и его рудных тел. Например, в Джебказгане именно комбинация пликативных форм с внутрипластовыми срываами, с Идыгейским региональным разломом и его ответвлениями обусловила подъем с

глубины 2—3 км гидротерм, от очагов слепых гранитоидных интрузий, и рудный метасоматоз среди песчаников джезказганской свиты. Структуры меднорудных полей Центрального Казахстана весьма разнообразны и обуславливают те варианты основных морфогенетических типов медного оруденения, которые проявлены в этом регионе.

17. Необходимо подчеркнуть, что тектонические структуры меднорудных полей Центрального Казахстана редко являются однофазными стабильными предрудными образованиями. На примере Акбастау, Бошекуля, Коктасджала, Коунрада и других рудных полей необходимо признать, что тектоническая структура рудного поля (восстание пластов, разломов, тектонических трещин, узлы их и т. д.) создавала пути для подъема гидротерм, для распределения последних под экраном непроницаемых сланцевых и других толщ или под экраном тектонических глин, притирания. Но для формирования сколько-нибудь значительного месторождения обязательно требовались тектоническая пульсация тектонических разломов и трещин, подновление тех путей, по которым циркулировали гидротермы, что прекрасно видно на примере Акбастау и других месторождений. Вот почему все чаще накапливаются доказательства многофазного формирования месторождений, когда имеются предрудные и внутрирудные внедрения даек и малых интрузий, или многостадийного отложения руд и рудных залежей, когда не было дополнительных инъекций даек, но тектонические зоны разломов и смятия неоднократно пульсировали, обуславливая брекчирование первых генераций руд и гидротермально метаморфизованных пород, подновление трещин и зон смятия, образование новых трещин скола и разрыва, новый состав гидротерм, формирование новых генераций рудных и жильных минералов в данном месторождении. Именно в этом аспекте (а не в свете стабильных тектонических структур) и надлежит изучать рудные и нерудные месторождения Центрального Казахстана.

18. Химико-литологический фактор рудообразования и эндогенной концентрации медных (и других) руд освещался давно и всесторонне. Для медных месторождений Центрального Казахстана доказано, что известняки и мергели, как коллекторы оруденения меди, играют подчиненную роль. Они выполняют свое назначение лишь в скарновых месторождениях и в немногих гидротермальных месторождениях Центрального Казахстана (Таскура, Успенка и др.). Рудовмещающими и оруденелыми для медных месторождений этого региона обычно и чаще всего являются породы песчано-глинистого (аркозовые, известковистые песчаники, аргиллиты, туфопесчаники) и эффузивно-вулканогенного облика и состава (различные порфириты и порфиры, туфы и брекчии их, интрузивные и экструзивные порфиры, реже гранитоиды разного состава). Очень благоприятны для оруденения вторичные кварциты на месте интрузивных и эффузивных пород, созданные в первую начальную ста-

дию гидротермального процесса, или брекчии вторичных кварцитов, созданные в порядке тектонических пульсаций в данном рудном поле.

Придается большое значение физико-тектонической анизотропии тех или иных, разнородных по составу, плотности, пористости и другим свойствам пород, которые при тектонических воздействиях скорее и легче всего создают зоны и толщи расщепленных и наиболее проницаемых пород, благоприятных для циркуляции гидротерм и рудного метасоматоза. Химико-литологический фактор медного оруденения играет свою роль, но разнообразие вмещающих и метасоматически минерализованных пород указывает на то, что это фактор подчиненного значения по сравнению с интрузивным магматизмом, возрастом последнего (т. е. степенью металлогенности магмы) и тектонической структурой рудных полей.

19. Морфогенетические типы и вариететы медных и медьсодержащих месторождений Центрального Казахстана показаны в табл. 4.

При наличии 19 медьсодержащих формаций для всех пяти эндогенных металлогенических эпох эти формации легко группируются в восемь морфогенетических групп, которые чрезвычайно разнородны по своему распространению и практическому значению в смысле учтенных запасов меди по той или иной морфогенетической группе. В порядке убывания этих запасов нами выделен ряд основных морфогенетических типов медных и медьсодержащих месторождений с их вариететами (табл. 4 и 6).

В табл. 6 в строку «Прочие типы» из табл. 4 вошли следующие непромышленные морфогенетические типы: I — допалеозойские постмагматические вкрапленные медно-никелево-кобальтовые месторождения в серпентинизированных гипербазитах (формация 1, табл. 4); V — ранневарисские гидротермальные вкрапленные цеолитово-медные руды в миндалекаменных порфиритах. Вис Центрального Казахстана — в Кетменском хребте — этот тип медного оруденения приурочен к основным эффузивам карбона.

В строку «Прочие типы» входит также тип VI (формации 5, 6), объединяющий неправильные линзо- и жиллообразные тела кварцево-баритово-рудные, преимущественно вкрапленные, рудные тела комплексного состава, главным образом раннекаледонского, но частично и варисского возраста (Кайракты, Беркара, Колпаковское и др.). На этот «сборный» тип приходится в совокупности большого ряда мелких месторождений до 1,6 % учтенных общих запасов меди в недрах Центрального Казахстана.

Все ведущие морфогенетические типы достаточно полно охарактеризованы. Поэтому повторно отметим, что на типы Джезказганский [VII], Коунрад-Бошекульский [III], Акбастауский [VIII] и Саякский [II], т. е. на медистые песчаники Джезказгана, медно-порфировые с молибденом руды, акбастауские комплексные мед-

но-полиметаллические руды и меденосные скарны и магнетиты приходится в совокупности около 97,5% учтенных общих запасов меди в недрах Центрального Казахстана, на все прочие типы и месторождения — 2,5%.

20. Из табл. 4 и 6 видно, что минимум 97,5% учтенных запасов меди в Центральном Казахстане принадлежит типичным гидротермальным месторождениям разных морфогенетических типов варисского и каледонского возраста. Что касается медно-скарновых месторождений (2,5% запасов меди), принадлежащих к семи формациям (табл. 4, формации 2, 3, 8, 12, 13, 14, 16), то следует иметь в виду, что все контактово-метасоматические скарны и магнетиты 1-й генерации после тектонической деформации обычно дополнялись гипотермальными скарнами 2-й или даже 3-й генерации и, кроме того, гидротермальному обогащению медью и другими металлами. Таким образом, вся эндогенная медь в недрах Центрального Казахстана сформировалась в месторождениях благодаря гидротермальным процессам в условиях гипотермального (скарны), мезо- и эпитеермального рудоотложения сульфидов разного состава.

21. Первичная горизонтальная и вертикальная зональность в

Т а б л и ц а 6

Основные морфогенетические типы медьсодержащих месторождений	Номер типа и формации, относящиеся к данному типу	Удельный вес в % учтенных запасов по типу	Возраст генетического типа
Джезказганский тип гидротермальных медистых песчаников	VII—формация 18	68,0	Поздневарисский
Коунрад-Бошекульский тип гидротермальных меднопорфировых месторождений среди вторичных кварцитов и его варианты	III—формации 17 и 4	27,0	Варисский и каледонский
Успенский вариант типа VII—жилообразные залежи массивных и вкрапленных руд	VII—вариетет	0,3	Поздневарисский
Акбастауский тип гидротермальных комплексных медно-полиметаллических с баритом месторождений во вторичных кварцитах	VIII—формация 19	3% в счет 27% по типу III	»
Саякский тип меденосных скарнов, магнетитов и комплексных руд	II—формации 2, 3, 8, 12, 14, 16	2,5	Варисский и каледонский
Коджанчадский тип гидротермальных силурийских медистых туфопесчаников	IV—формации 10 и 9	0,6	Каледонский
Прочие типы	I, V, VI —формации 1, 11, 5, 6 и др.	1,6	Каледонский и варисский

медных месторождениях Центрального Казахстана пока слабо изучена, но в целом горизонтальная зональность проявлена неярко, главным образом в скарновых месторождениях (с разным составом скарновых силикатов, по мере удаления от контакта с интрузивом). Иногда зональность возникает вследствие повторного преобразования скарнов за счет кварцевого или баритового метасоматоза в гидротермальную стадию минерализации (Карагайлы и др.).

Что касается первичной вертикальной зональности, то почти везде с глубиной намечается разубоживание продуктивной халькопиритовой минерализации (иногда с примесью гипогенных борнита, халькозина, блеклых руд) за счет все возрастающего обилия пирита в составе вкрапленных или сплошных руд. Поэтому почти везде обозначается активная зона продуктивного первичного медного рудоотложения на ограниченном вертикальном интервале порядка 300—400 м (Джезказган, Коунрад, Божекуль, Коктасджал и др.) и не более 500 м (Акбастау). Вследствие далеко прошедшего процесса денудации и преобразования первичных сульфидных руд в зоны окисления и вторичного халькозинового обогащения нередко бедные, с преобладанием пирита, вкрапленные руды появляются уже с глубины 80—100 м. Вообще вопрос о первичной активной зоне продуктивного медного рудоотложения пока слабо освещен для Центрального Казахстана, и с этой точки зрения в перспективных построениях для больших глубин (более 500 м) надо соблюдать большую осторожность.

22. Прогнозно-перспективные на медь площади в Центральном Казахстане в 1955 г. были исчислены в 218 тыс. км², что составляет 30 % всей площади Центрального Казахстана (800 км²), из них на площади 1-й очереди падало 49,4 тыс. км² (6,8 %). Повторяя краткие рекомендации в отношении изучения и поисков новых медных месторождений на прогнозных площадях, отметим, что в ближайшие 5—7 лет геологопоисковые и геофизические работы рекомендуется провести:

1) на 100 массивах вторичных кварцитов, остающихся неизученными и неопробованными — 2000 км²;

2) на площади Таскура-Джезказган-Ргайлы, контролируемой Идыгейским глубинным разломом, 10 000 км²;

3) на площади Коктасджал-Спасской надвиговой зоны — 5000 км²;

4) на площади Акбастауской региональной тектонически-рудонесной зоны, к юго-западу и западу от хр. Чингиз — 8000 км²;

5) на периферийных участках вокруг крупных, уже известных месторождений — общей площадью 10 000 км².

Итого 35 тыс. км² первоочередных актуальных прогнозных на медь площадей против 218 тыс. км², исчисленных в 1955 г. Остальные 183 тыс. км², вообще говоря, тоже требуют детального структурно-металлогенического изучения в течение ближайших 10—

45 лет, но первоочередными и актуальными являются указанные выше 35 тыс. км².

23. Геотектоническое и металлогеническое районирование Центрального Казахстана в последние 10—12 лет освещалось, с приложением тех или иных схем, в работах Б. О. Борсука, В. Ф. Беспалова, Д. Н. Казанли, Г. Н. Щербы, Г. Ц. Медоева, Р. А. Борукаева, Е. Д. Шлыгина, Д. В. Наливкина, Н. С. Шатского и других исследователей, но единого, со всех точек зрения согласованного, увязанного, критически оцененного и наиболее достоверного представления по данному вопросу до сих пор не имеется. Надлежит в ближайшем будущем составить наиболее достоверную, опирающуюся на всю совокупность фактических данных, как геологических, так и геофизических, совмещенную геотектоническую и металлогеническую схему-карту Центрального Казахстана, столь необходимую в деле прогнозов и поисков новых рудных месторождений на территории этого региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сатпаев К. И. О методологии, фактической базе и основных выводах металлогенических прогнозных карт Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
2. Русаков М. П. О значении и роли комплексных геолого-структурной, металлогенической и прогнозной карт Центрального Казахстана // Вестн. АН КазССР. 1956. № 11 (140).
3. Сатпаев К. И. Основные специфические особенности геологии и металлогении Дзезказган-Улутауского района. Алма-Ата, 1956.
4. Щерба Г. Н. Палеозойские глубинные подвижные зоны Восточного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1956. Вып. 34.
5. Казанли Д. Н. Структура Центрального Казахстана на основании анализа гравиметрического и магнитного полей // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
6. Мирошниченко Л. А. О скарнах Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
7. Жилинский Г. Б. О некоторых генетических особенностях оловорудных проявлений в Центральном Казахстане // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
8. Иванкин П. Ф. и Казанцев М. И. Задачи геологов Восточного Казахстана // Рудный Алтай. 1958. № 1.
9. Борукаев Р. А. Геология и рудные формации северо-востока Центрального Казахстана. Алма-Ата, 1956.
10. Абдулкабирова М. А., Сатпаев К. И., Шлыгин Е. Д. Геология и рудные формации Ишим-Кокчетавского района Центрального Казахстана. Алма-Ата, 1956.
11. Быкова М. С., Сатпаев К. И. и Яренская М. А. Геология и медные формации Ишим-Терсакканского района. Алма-Ата, 1956.
12. Попов В. М. Медистые песчаники Северного Казахстана. 1940—1942.
13. Попов В. М. Медистые песчаники Центрального Казахстана и Северной Киргизии: Автореф. дис. . . . докт. геол.-мин. наук. М., 1956.
14. Попов В. М. Вопросы генезиса медистых песчаников Северной Киргизии и Центрального Казахстана // Изв. АН КиргССР. Сер. геол. 1956. Вып. 2.
15. Сатпаев К. И. О некоторых специфических особенностях геологии и металлогении медистых песчаников Атбасар-Терсакканского района // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1954. № 18.

16. Сатпаев К. И., Русаков М. П., Сейфуллин С. Ш., Штифанов В. И. К вопросам генезиса руд Дзезказгана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1956. Вып. 23.
17. Медоев Г. Ц. К методике составления геолого-структурной карты Центрального Казахстана (Сары-Арка) // Вестн. КазФАН СССР. 1945. № 3.
18. Сатпаев К. И. Металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана. М., 1955.
19. Борукаев Р. А. Некоторые закономерности металлогении допалеозоя и нижнего палеозоя северо-востока Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. № 20.
20. Сатпаев К. И. О металлогенических прогнозных картах Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. № 20.
21. Сатпаева Т. А. Рудообразующие минералы Дзезказганского месторождения. Алма-Ата, 1947.
22. Сатпаева Т. А. Минералогические особенности месторождений типа медистых песчаников. Алма-Ата, 1958.
23. Яговкин И. С. Геологические исследования в пределах Дзезказганского района. Л., 1928.
24. Сатпаев К. И. Дзезказган на пороге первой пятилетки // Минеральное сырье. 1929. № 1.
25. Сатпаев К. И. Дзезказганский меднорудный район. М., 1932.
26. Сатпаев К. И. и Русаков М. П. Дзезказган в итоге первой пятилетки. Алма-Ата, 1923.
27. Никитин И. М. и Псшев Г. П. Геолого-экономический очерк рудных месторождений Дзезказганского района // Тр. ВГРО. 1933. № 293. [Вступительная статья М. П. Русакова].
28. Сатпаев К. И. Основные черты геологии и металлогении Дзезказгана // Большой Дзезказган. М., 1935.
29. Яговкин И. С. Успенское медное месторождение в Казахской АССР // Тр. Геологического комитета. Новая серия. 1928. Вып. 165.
30. Русаков М. П., Ваганов М. и Яговкин И. С. Успенско-Спасский район и его минеральные ресурсы // Тр. ВГРО. 1933. Вып. 236.
31. Русаков М. П. Божекульское месторождение медных порфировых руд, его особенности и промышленные перспективы // Вестн. ВГРО. 1932. № 7, 8.
32. Кассин Н. Г. Общая геологическая карта Казахстана // Тр. ГГРУ ВСНХ СССР. 1931. Вып. 110.
33. Кассин Н. Г., Русаков М. П. и Яговкин И. С. Медные месторождения Северо-Восточного Казахстана // Главнейшие медные, свинцовые и цинковые месторождения СССР. М., 1931.
34. Русаков М. П. Казахстан и Средняя Азия — основные меднорудные районы СССР // Тр. IV Всесоюзной конференции по цветным металлам. 1932. Вып. 2.
35. Русаков М. П. О рудной базе Прибалхашстроя и ее дальнейших перспективах // Цветные металлы. 1932. № 3.
36. Русаков М. П. Медное месторождение Коунрад, пути и итоги оформления запасов и перспективы. М., 1934.
37. Наковник Н. И. Месторождение Коунрад и его горные породы и минералы. М., 1937.
38. Газизова К. С. Медное месторождение Коунрад, его геолого-структурные и генетические особенности. М., 1957.
39. Русаков М. П. Новое медно-порфировое месторождение Юбилейное (Кожчоку) в Дегеленском районе Казахстана // Правда. 1947.
40. Русаков М. П. Контактные месторождения меди в Казахстане и перспективы их промышленного использования // За индустриализацию Советского Востока. 1932.
41. Мирошниченко Л. А. О скарнах Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
42. Мирошниченко Л. А. Рудоносность скарнов различных металлогенических эпох Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 2.

43. *Мирошниченко Л. А.* К вопросу локализации скарновых месторождений Центрального Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1957. Вып. 4.
44. *Водорезов Г. И., Кассин Н. Г. и Медоев Г. Ц.* Общая геологическая карта Казахстана. Описание Средне-Шидертинского и Улентинского листов // Тр. ВГРО НКПТ СССР. 1933. Вып. 318.
45. *Бандалетов С. М.* Структура Кожанчадского рудного поля // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1955. Вып. 20.
46. *Бандалетов С. М. и Покровская И. В.* Геолого-минералогическая характеристика Кожанчадской группы медных месторождений // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1956. Вып. 24.
47. *Обручев В. А.* Рудные месторождения. М., 1929.
48. *Богданович К. И.* Курс рудных месторождений. М., 1911.
49. *Русаков М. П. и Фремд Г. М.* Некоторые вопросы генезиса, состава, локализации и оруденения вторичных кварцитов Казахстана // Ученые записки Казахского госуниверситета им. С. М. Кирова. 1958. Вып. 4.
50. *Русаков М. П. и Фремд Г. М.* Пермские вулканы и их неки в Джунгарском Алатау // Проблемы вулканизма. Ереван, 1959.