

КАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

СЕКРЕТНО

Экз. № \_\_\_\_\_

МАТЕРИАЛЫ  
К МЕТАЛЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРОГНОЗНОЙ КАРТЕ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Г. Н. ЩЕРБА, Г. Б. ЖИЛИНСКИЙ

ГЕОЛОГИЯ,  
РЕДКОМЕТАЛЬНЫЕ ФОРМАЦИИ  
И ОЛОВОНОСНЫЕ РАЙОНЫ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

АЛМА-АТА  
1956

Академия Наук Арк. ССР

Приложение

к вх. № 328 с-567.

АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР СССР

СЕКРЕТНО

Экз. № \_\_\_\_\_

МАТЕРИАЛЫ  
К МЕТАЛЛОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРОГНОЗНОЙ КАРТЕ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Г. Н. ЩЕРБА, Г. Б. ЖИЛИНСКИЙ

ГЕОЛОГИЯ,  
РЕДКОМЕТАЛЬНЫЕ ФОРМАЦИИ  
И ОЛОВОНОСНЫЕ РАЙОНЫ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

АЛМА-АТА  
1956



Ответственный редактор  
академик К. И. Сапгаев.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР  
ПО БИОЛОГИИ

---

---

Г. Н. ЩЕРБА

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ НА РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

### ВВЕДЕНИЕ

Большим отрядом советских геологов были выявлены на обширной территории Центрального Казахстана разнообразные виды полезных ископаемых, из которых цветные и редкие металлы выдвигают этот район на первое место в Советском Союзе. Особенностями месторождений Центрального Казахстана являются их крупные размеры, комплексность состава, сравнительно легкая доступность и возможность на многих из них добычи руд наиболее производительным открытым способом. Благодаря этому здесь на базе выявленных запасов железа, марганца, меди, полиметаллов и редких металлов развиваются крупнейшие горнорудные и металлургические предприятия.

Стоящие перед страной задачи по дальнейшему росту производства металлов для народного хозяйства требуют усиления выявления и разведок месторождений в этом богатейшем районе страны.

Решениями партии и правительства предусмотрено значительное расширение производства цветных металлов и строительство предприятий горнорудной промышленности на базе новых месторождений.

Поскольку обнаженные на поверхности и легко оцениваемые в промышленном отношении месторождения в значительной части уже выявлены, перед геологами Казахстана встала задача составления карт прогнозов на различные полезные ископаемые, имеющих целью облегчить поиски того или иного вида минерального сырья, подвергнуть детальному исследованию в первую очередь наиболее перспективные площади, целеустремленно направить усилия различных геологических организаций республики на поиски конкретных месторождений, в данном случае месторождений вольфрама, молибдена и олова.

Пятый съезд коммунистической партии Казахстана поставил перед геологами задачу создать в ближайшие два года карты прогнозов на важнейшие виды полезных ископаемых. Данная работа и является частью выполнения этого решения. Особо составлены еще карты прогнозов по железу, марганцу, меди и полиметаллам.

Карта перспективных площадей на редкие металлы составлена для территории Центрального Казахстана, границей которого являются меридианы  $66^{\circ}$  и  $81^{\circ}$  в. д. и параллели  $46^{\circ}$  и  $54^{\circ}$  с. ш., общей площадью в 800 тыс. км<sup>2</sup>. Основой для ее составления явилось обобщение значительного фактического материала, добывшего практической деятельностью большого коллектива казахстанских геологов за последние два десятилетия.

Геологической основой прогнозов явилась геолого-структурная карта Центрального Казахстана м. 1 : 500 000, составленная в Институте геологических наук под редакцией Г. Ц. Медоева (1955), в которой учтены данные геологических съемок по 1952 г. включительно.

Коллективом была составлена регистрационная карта месторождений редких металлов с указанием состава, величины и генетического типа около 420 месторождений ирудопроявлений олова, вольфрама и молибдена. В результате обработки фондовых материалов составлено краткое описание всех месторождений ирудопроявлений редких металлов территории, сопровожданное кадастрами месторождений и списками главным образом рукописной и опубликованной литературы по состоянию на 1953 г., общим объемом в 60 печатных листов.

Для целей прогнозов были подготовлены еще обобщенная карта специагрузки в м. 1 : 500 000, которая включает шлиховую карту Центрального Казахстана, составленную путем обобщения крупномасштабных шлиховых карт отдельных площадей, карту металлометрических ореолов, схему размещения площадей развития дайковой формации, зон роговиков, участков гидротермальных проявлений (грейзенизация, серицитизация, окварцевание, пиритизация и др.), распространения кварцевых жил и т. д.; карта геологической изученности в м. 1 : 500 000; карта глубинных подвижных зон и карта интрузий.

Произведены обобщение данных о петрохимическом составе интрузий и определение абсолютного возраста, составлена классификация месторождений и выполнены некоторые другие вспомогательные работы. В меньшей мере использованы данные магнитной и гравиметрической съемки, главным образом для расшифровки крупных глубинных геологических структур.

Таков исходный первичный материал, послуживший основой для прогнозирования. Только после проведения этой работы и анализа всех данных удалось построить собственно карту прогнозов.

Как известно, прогнозные и металлогенические карты для Центрального Казахстана составлялись И. И. Чупилиным (1946, 1948), П. Н. Кропоткиным (1950) и А. И. Семеновым (1952). Эти карты не нашли достаточного применения вследствие своей схематичности (масштабы 1 : 1 000 000 и 1 : 1 500 000) и неполноты использования фактического материала, что объясняется тем, что над их составлением работали геологи-одиночки, а не коллективы.

Следует указать, что в данное время ощущается недостаточность обобщающих исследований по петрологии и металлогении Центрального Казахстана. Вопросы металлогенической характеристики осадочных, вулканогенных и интрузивных пород на этой территории еще не только не обобщены, но даже обстоятельно и не разрабатывались. Геолого-структурная основа также отражает недостаточную общую геологическую изученность этого района и для ряда площадей вынужденно схематизирована. Для иллюстрации слабой геологической изученности Центрального Казахстана приводим табл. 1 (в процентах к общей площади).

Таблица 1

Масштабы съемок	Годы		
	1945	1950	1953
1 : 25 000 и крупнее . . . . .	1	3	4
1 : 50 000 . . . . .	3	4	7
1 : 100 000 . . . . .		6	10
1 : 200 000 . . . . .	31	37	39
1 : 500 000 и мельче . . . . .	65	50	40
	100	100	100

Из табл. 1 видно, что общая геологическая и тем более поисковая изученность Центрального Казахстана недопустимо низка и в ближайшие же годы должна быть резко улучшена.

Естественно, что карта прогнозов отражает в сущности лишь современный уровень наших знаний, базируясь на том фактическом геологическом материале, который накоплен к настоящему времени многочисленным коллективом советских геологов, работавших в Центральном Казахстане. Несомненно

и то, что прогнозная карта будет корректироваться и дополняться данными последующих геологических работ в этом районе.

В подготовке материалов к карте прогнозов на редкие металлы принимали участие все геологические организации Казахстана. Основная работа была выполнена в Институте геологических наук Академии наук КазССР и Казахском геологическом управлении под общим руководством К. И. Сатпаева. В сборе и обобщении материалов, положенных в основу карты, приняли участие Г. Н. Щерба (руководитель и редактор), Г. Б. Жилинский и К. А. Мухля (Институт геологических наук), П. А. Куликов (руководитель группы), Н. П. Квочкина, Г. К. Слесарев, А. И. Спирионова, Ю. А. Столяров (Казахское геологическое управление).

В подготовке материалов по петрохимическому составу гранитных интрузий и характеристик отдельных месторождений участвовали Т. Ч. Чолпанкулов, В. А. Карпинская, Р. Н. Чумина и Л. А. Мирошниченко (Институт геологических наук). Карта металлометрических ореолов для листов М-43-В и частью L-43-А, L-42-Б составлены С. Д. Миллером и М. В. Куминовой, а материалы по району Карабского гранитного массива предоставлены М. А. Жуковым (Среднеазиагский геофизический трест). Описание Акчатауского месторождения составлено Г. В. Крыловым, а Восточно-Коунрадского Н. И. Большаковым (Казгеолтрест); район Шалгинского месторождения описан М. А. Коноплянцевым, месторождение Караоба — О. А. Синевым (Карагандинское геологическое управление); использованы также карты размещения некоторых месторождений и рудопроявлений Т. А. Миненко (Волковская экспедиция).

Помимо упомянутых материалов, были еще использованы полистные описания различных авторов и многочисленные другие фоновые рукописные и опубликованные материалы.

Отдельно по олову обобщение материалов произведено Г. Б. Жилинским. Публикуемые материалы являются лишь первым из четырех томов по прогнозам на редкие металлы.

## КРАТКИЙ ОБЗОР ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Геологическая история Центрального Казахстана может быть прослежена по наличию осадочных и вулканогенных формаций от докембria до настоящего времени. Особенно богат разнообразными комплексами палеозой, меньше данных имеется по докембрию. Значительная площадь описываемой территории, а также своеобразие отдельных ее частей наме-

чают известное различие геологического развития для северных, западных и центральных районов.

Наиболее полную характеристику геологического развития Казахстана мы находим в работах Н. Г. Кассина (1937—1952). Древние формации в последние годы особенно детально изучены Р. А. Борукаевым (1954) и Е. Д. Шлыгиным.

**Архей.** Выделяется в значительной мере условно вследствие глубокой степени метаморфизма слагающих его пород. В Kokчетавском районе сюда относится амфиболито-гнейсовая толща с кварцитами, слюдяными сланцами, мраморами, мощностью не менее 2500 м, выходящая на значительной площади в ядрах крупных антиклинальных поднятий. В Ерементау это формация слюдистых, кварцево-слюдистых и кварцитовых сланцев тоже значительной мощности.

Интенсивными движениями в верхах архея эти толщи были собраны в достаточно крутые складки, простирание которых было близким к широтному в Kokчетавском районе и почти меридиональным в Улутау и Ерементау.

**Протерозой.** Р. А. Борукаев на основании обширных документальных данных выделяет нижний протерозой, а в верхнем отмечает три толщи, разделенные складчатостью. По его данным, в нижнем протерозое развиты слюдяные сланцы, порфириоиды, амфиболовые сланцы и очковые гнейсы мощностью в 2—2,5 тыс. м. Складчатость сопровождается интрузиями основных пород в Бошекульском районе.

В основании верхнего протерозоя появляются менее метаморфизованные осадочные породы. Ефимовская толща Kokчетавского района содержит мраморизованные известняки, ороговиковые песчаники. Кварциты характерны и для других районов (Моинты, Бошекуль, Чуилийские горы, Сарысу); мощность отложений от 1,6 до 2,5 км. Выше с несогласием залегает толща пестрого состава, содержащая известняки, песчаники, сланцы при значительном участии эфузивно-пирокластических пород среднего и основного состава; общая мощность ее достигает 3,5 км. Складчатые процессы сопровождались интрузиями ультраосновной и габброидной магмы.

В верхах разреза развита вулканогенно-осадочная толща, состоящая из песчаников, кварцитов, джеспилитов, туфов и порфиритов мощностью до 2 км. Интрузии уже преобладающие кислого состава — гранодиориты и граниты.

К концу протерозоя структурное основание Центрального Казахстана на большей части его площади было уже достаточно консолидировано, полностью оформлены древние антиклинальные структуры, мало подвергавшиеся в последующем пликативным нарушениям.

**Нижний палеозой.** Геосинклинальный тип развития сохраняется в нижнем и среднем кембрии только в относительно ограниченных узких прогибах Чингиза и Қарсакпая. Основная площадь, по Н. Г. Кассину, характеризовалась режимом субгеосинклинали и подвижного шельфа. Это значит, что уже салаирский тектогенез обусловил возникновение расколов в основании и подвижных зон, которые в значительной степени определили дальнейшее структурное развитие региона.

Отложения кембрия в Башкадырском и Чингизском районах начинаются спилито-кератофировой формацией (до 4 км), на которой несогласно залегает яшмовая толща и мощные песчаниково-сланцевые отложения среднего кембрия (1,7—2,5 км). Тектонические движения на границе нижнего и среднего кембрия, а также среднего и верхнего — сопровождаются интрузиями габбрового и гранитного (Чингиз) состава. На границе среднего и верхнего кембрия происходит внедрение преимущественно интрузий гранитоидов.

Начиная с верхнего кембрия, на большей части территории преобладает уже платформенный тип осадков — песчаников, конгломератов, флишевых образований, сопровождаемых пестрыми по составу эфузиями.

Отложения ордовика достаточно широко распространены на всей территории. В составе их преобладают песчаники и туфопесчаники суммарной мощностью до 2 км, а в грабенах до 4 км. В районе Баянаула, Аркалыка значительное развитие получают порфириты и туфы. Интенсивная таконская складчатость создала довольно крутые складки, преимущественно меридионального или близкого к нему простирания. В Чингизской, а также в Чуилийской системах сохраняется традиционное северо-западное простирание и лишь в Приишимье складки ориентированы к северо-востоку. Близкие к широтным структуры отмечаются в районе Кокчетава.

**Готландия.** Особенno широко представлен в Карагандинском, Баянаульском, Шидертинском и Северо-Балхашском районах. В его составе преобладают песчаные фации; эфузивы и пирокласты в составе толщи довольно распространены и в других районах, особенно в верхнем готландии. Полностью отсутствуют (исключая некоторые узкие зоны Чингиза) геосинклинальные разрезы. Вся площадь в готландии может быть охарактеризована как подвижный шельф при все возрастающей роли суши. Верхнекаледонская фаза складчатости поэтому проявилась в форме брахискладок различного масштаба и простирания, за ней следовали крупные расколы, сопровождающиеся мощными интрузиями гранитоидов (Зерендинский массив и др.).

**Средний палеозой.** Почти вся территория Центрального Казахстана в девоне и нижнем карбоне представляла собой сушу. Только на отдельных ее участках (в районе Караганды, оз. Тениз, Муржика) происходило значительное прогибание, в результате чего мощность отложений здесь достигает местами 3—3,5 км.

В основании девона обычно залегают конгломераты, перекрывающиеся грубыми песчаниками и сложным эфузивно-пирокластическим комплексом, содержащим кислые и основные лавы. Верхи разреза девона вновь содержат песчано-конгломератовые слои, перекрывающиеся горизонтами фаменских известняков.

В области прогибов этреновые фации также представлены известняками с прослойми песчаников и сланцев. Турнейская трансгрессия расширяет площади распространения морских осадков. В разрезе Караганды, мощностью до 1800 м, преобладают песчаники (60%), алевриты и сланцы (35%) угленосной свиты. В Тениз-Коржункульской мульде мощность известняков этрена и нижнего турне достигает 400 м, выше залегает угленосная свита мощностью в 900 м. Известковые фации особенно развиты в западной половине Центрального Казахстана.

В Прибалхашье в нижнем карбоне проявляется интенсивная вулканическая деятельность. Интрузии представлены мелкими телами диоритов и габбро-диоритов.

**Верхний палеозой** (средний карбон — пермь). Мощный вулканализм нижнего карбона Прибалхашья вследствие новых тектонических движений распространился в среднем карбоне на большую часть Центрального Казахстана. В составе вулканогенных толщ широко развиты альбитофирзы и порфириты с сопровождающим их комплексом различных туфов. В. Ф. Беспалов описывает для Северного Прибалхашья мощные верхнекарбоновые — пермские эфузивы.

Следует отметить, что вопросы стратиграфии вулканогенных толщ для Центрального Казахстана еще недостаточно разработаны. Более детально изучена их петрография Н. Г. Сергиевым (1948).

В Джезказганской и Тенизской впадинах отложения верхнего палеозоя представлены преимущественно песчаными фациями. Они достигают мощности 1—2,5 км.

Интенсивные тектонические движения в среднем карбоне окончательно оформили систему разрозненных и различно ориентированных брахискладок. Именно то обстоятельство, что, начиная с верхнего кембрия, геосинклинальный режим развития сменился режимом шельфа и даже платформы с различной подвижностью блоков, обусловило несогласный план более

поздней складчатой тектоники и ее платформенный характер.

Наиболее мощная интрузивная деятельность, проявившаяся вслед за складчатостью, привела к образованию крупных гранодиоритовых и гранитных интрузий карбонового возраста. Более поздняя интрузивная фаза, возраст которой считается пермским, была не столь мощной; состав интрузий стал более кислым — аляскитовым.

**М е з о з о й.** Почти вся территория полностью превратилась в сушу. Продолжавшиеся поднятия способствовали широкому развитию денудационных процессов. Если принять, что обнаженные сейчас интрузии пермского возраста формировались на глубине не менее 1—2 км, то толщина срезанного денудацией слоя может быть сопоставлена с этой величиной с добавлением глубины вскрытия самих массивов в 0,5—1 км. Там же, где вскрывались и еще более древние породы, мощность эта была еще больше. Лишь на очень ограниченных площадях грабенов происходило накопление континентальных осадков мезозоя со слабой угленосностью (Караганда, Майкубен, Коржункуль и др.). Сводовые поднятия альпийского орогенеза сопровождались дизъюнкциями и неравномерными вертикальными перемещениями отдельных блоков. Магматизм проявился очень слабо. Помимо эфузивов (липариты, андезиты и др.), известны трещинные интрузии гранитов так называемого семейтауского комплекса и дайки гранит-порфиров, отличающиеся повышенной щелочностью.

**К ай н о з о й.** Вертикальные восходящие движения, особенно увеличившиеся к концу мезозоя, продолжались и в кайнозое, что еще более усилило процессы денудации. Опускания отмечались только в северном районе и Прииртышье. Проявлений новейшего вулканализма с этими движениями пока не отмечено. В обширных межгорных пространствах образовался маломощный покров суглинистых накоплений, изредка перемежающийся с глинисто-песчаными и галечниковыми отложениями речных долин. Мощность отложений в древних речных долинах возрастает до 100 м. В составе их преобладают глины и суглинки.

## ОБЩАЯ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

Геологическое строение Центрального Казахстана привлекает внимание многих исследователей. До настоящего времени существуют еще разногласия в вопросе о характере и закономерностях развития геологических структур.

Во избежание повторений уже известных и широко опубликованных в литературе фактов и взглядов Н. Г. Кассина (1952),

П. Н. Кропоткина (1948), Р. А. Борукаева (1954) и других исследователей мы хотели привлечь внимание только к некоторым еще мало освещенным вопросам, имеющим тем не менее существенное значение для понимания закономерностей в распределении месторождений редких металлов.

Территория Центрального Казахстана в смысле геологического и тектонического развития не представляет единого региона, а является областью сложного сочетания ряда крупных геологических единиц, обладавших индивидуальными особенностями в течение длительного формирования от докембра до настоящего времени. Поэтому в полном смысле единой и однобразной истории здесь нет, хотя главнейшие структурные регионы и связаны между собой известной зависимостью.

Основные геолого-структурные единицы общеизвестны. На западе четко вырисовывается крупный меридиональный Карсакпай-Улутауский антиклиниорий, существовавший с докембriя как жесткая глыба и позднее перекрывавшийся осадками только среднего палеозоя. Севернее он сменяется наложенным Ишимским антиклиниорием каледонского возраста, имеющим уже северо-восточное простирание. Чуилийский антиклиниорий, подвижный в течение ряда геологических периодов и также с докембрийским ядром, окаймляет Центральный Казахстан с юго-запада (Г. Н. Щерба, 1955).

На северо-востоке на многие сотни километров протягивается в северо-западном (алтайском) направлении Чингизский антиклиниорий, развивавшийся в течение всех основных тектонических эпох (подвижная геосинклинальная зона), а потому докембрийские структуры его осевой части окаймляются каледонскими и варисскими.

Обширные площади на севере Центрального Казахстана занимает Kokчетавская глыба — платформенная область, сложенная породами архея и протерозоя и не участвовавшая в пликативных деформациях в последующие периоды. По направлению к югу она погружается под более молодые складчатые сооружения Тенизской впадины. Южная граница Казахской складчатой страны расположена южнее оз. Балхаш и скрыта под молодыми мезо-кайнозойскими осадками.

Таково вкратце геолого-структурное обрамление Центрального Казахстана. Следует, по нашему мнению, выделить еще так называемый Срединный антиклиниорий (горст), разделяющий эту территорию с севера на юг на две части. На севере он представлен Ерементауским антиклиниорием и далее по выходам докембра через Атасу, Мойнтинский антиклиниорий, Булаттау прослеживается на юг и соединяется с Чуилийским антиклиниорием. Структура эта прерывиста и полное содержание и значение ее остаются не раскрытыми. Важно то, что, судя по данным структурной карты (Г. Ц. Медоев, 1955), про-

стирание комплексов докембрая здесь в основном меридиональное, т. е. еще уральское. Рассекающий его приблизительно в средней части Тектурмасский антиклиниорий, очевидно, является образованием несколько более молодым, в основном дизъюнктивного характера. Интересно то, что тектонические и металлогенические особенности разделяемых Срединным антиклиниорием западной и восточной частей Центрального Казахстана приобретают вполне определенные различия (олово, полиметаллы, медь, железо и др.).

Заключенная в пределах обрамляющих структур огромная складчатая область характеризуется развитием несколько более выдержаных каледонских складок разнообразного про-стирания, главным образом северо-западного, и менее выдержаных — варисских брахискладок различных направлений преимущественно синклинального типа.

Отсутствие строго выдержанных складчатых систем, сложная взаимосвязь верхних структурных ярусов с нижними привели к разногласиям между различными исследователями.

Вначале очень коротко напомним имеющиеся взгляды. Н. Г. Кассин во многочисленных работах, обобщая огромный фактический материал по геологии, палеогеографии и структурам, пришел к выводу об относительной самостоятельности развития каледонских и герцинских пликативных структур и возможном в связи с этим перекрещивании складчатых систем.

Несколько иной является точка зрения Н. С. Шатского (1938). По его мнению, герцинское складкообразование унаследовало основные направления каледонской складчатости. Основные складки сопровождаются виргациями. Мульды представлены двумя типами — унаследованными и наложенными; кислые интрузии размещаются в антиклинальных структурах. Широко развитые дизъюнктивные нарушения являются осложнением складчатых структур.

По Е. Д. Шлыгину, основное значение в развитии геологических структур имеют древние складчатые дуги, окаймляющие регион и определяющие последующее развитие герцинид.

Ю. А. Билибин (1947—1953), затем П. Н. Кропоткин (1950), а вслед за ними и другие исследователи сейчас разрабатывают идею последовательного развития подвижных зон, которое сопровождается тектоническими процессами и магматизмом, на различных стадиях несущим специфические металлические компоненты. Цветные и редкие металлы привносятся магмой при образовании интрузий в срединные и поздние этапы их развития. В первом случае интрузии являются синхронными и следуют за основной складчатостью. Поздние этапы характеризуются уже преобладанием разрывных дислокаций и наземного вулканизма. В. Ф. Беспалов (1954) выделяет даже ряд геоло-

гических провинций, в том числе и Джунгаро-Балхашскую. Если исключить некоторый универсализм и мало удачную попытку рассматривать срединную часть Центрального Казахстана как типичную геосинклинальную область, то эти идеи заслуживают большого внимания и окажут существенную помощь при интерпретации развития тектонических структур — магматизма и металлогенеза.

Современная тектоническая структура Центрального Казахстана есть результат крупных тектонических движений в шесть основных этапов — докембрийский, раннекаледонский, позднекаледонский, ранневарисский, поздневарисский и альпийский. Основные орогенические этапы сопровождались магматическими процессами, с которыми связано эндогенное, в частности редкометальное оруденение.

Как видно из приведенного краткого обзора, вопросы тектоники Казахстана до сего времени вызывают разногласия между сторонниками идей Н. Г. Кассина, Н. С. Шатского, Е. Д. Шлыгина, П. Н. Кропоткина, Р. А. Борукаева и др. Корень их заключается в различном понимании взаимной связи и зависимости плана пликативной тектоники герцинского структурного яруса от складчатой тектоники каледонского основания.

Не касаясь причин и закономерностей развития пликативных деформаций в течение двух основных складчатых этапов — каледонского и герцинского, следует все же коротко остановиться на некоторых особенностях тектоники Центрального Казахстана, поскольку они в значительной степени определяют и особенности его металлогенезии.

1. Создается впечатление о необходимости уточнения некоторых положений тектонистов по Центральному Казахстану. Представляется, что та сложная тектоника центральных областей между г. Балхашем на юге и г. Акмолинском на севере, включая зону Улутау-Чуйских гор на западе и Чингиза — на востоке, есть результат в основном различной мобильности блоков допалеозойского основания, разбитых разломами и погруженных на различную, в большинстве значительную, глубину. Это явилось причиной отсутствия здесь выдержаных геосинклинальных зон продолжительного развития (исключая, быть может, Карагандинскую, Тенизскую и другие структуры), столь свойственных другим тектоническим областям. Этим же объясняется наличие различных и резко меняющихся мощностей отложений, непостоянство плана складчатых форм, развитие вулканогенных образований. К. И. Сатпаев (1953, 1954) на основании анализа обширного материала выделяет для этого региона ряд крупных разломов (дизъюнкций первого порядка) субширотного (тяньшанского), субмеридионального (ураль-

ского) и диагонального направления, отраженных на геологической карте (Г. Ц. Медоев, 1955), которые оказывали решающее влияние на развитие более мелких структур,магматизма и рудогенеза.

2. Эта мозаичная тектоника структурного основания Центрального Казахстана заставляет не столь упрощенно рассматривать унаследование предыдущих складчатых структур как простое повторение элементов последующими складками, а значительно шире, принимая во внимание развитие и унаследованных и наложенных структур с учетом характера их складчатого основания и развития в нем дизъюнктивной тектоники. В этом случае даже перекрещивание складок находит логическое объяснение.

Что касается формирования складчатых структур в послекаледонское время, то отсутствие выдержаных систем и однобразного складчатого плана объясняется тем, что при их формировании главную роль играла дифференцированная мобильность блоков разбитого нарушениями структурного основания, а не односторонние тангенциальные движения. Пока не будут изучены эти глубинные подвижные зоны, во многом останется неясной и закономерность развития складчатых систем.

Нам представляется, что споры между сторонниками различных направлений в печати и в устных выступлениях о наличии или отсутствии унаследования в структурах затрагивают только одну сторону вопроса — именно унаследованность проэтизации более поздних складчатых структур, тогда как зависимость характера последующей тектоники от предыдущей объемлет более сложные явления, происходящие между двумя структурными зонами, включая и существенное влияние на план развивающихся деформаций и глубинной дизъюнктивной тектоники и мобильности этих зон. Только глубоко укоренившиеся у нас идеи об исключительно пластическом характере деформаций на больших глубинах привело к широко трактуемым в литературе плавным прогибам в геосинклинальных областях, даже если они достаточно круты и совершаются быстро. Приводимые разрезы обычно лишены глубинных дизъюнктивных структур. Даже относительно небольшие выступы древнего основания объясняются как внутренние геосинклинали, хотя во многих случаях они являются обычными горстами.

Самый факт интенсивного развития вулканических процессов при формировании так называемых геосинклинальных зон указывает на серьезное значение при этом глубинных разломов, роль которых была подчеркнута К. И. Сатпаевым (1953).

Сопоставление мощности различных структурных ярусов, фаций осадков, фактов частого наличия горстообразных вы-

ступов допалеозоя, широкого развития дизъюнктивной тектоники только подтверждают наличие таких глубинных разломов, далеко не всегда четко обнаруживающихся на поверхности в форме линейной складчатости и не получающих обыкновенно непосредственного выражения на современных геологических и структурных картах.

Мы думаем, что более полное выявление элементов глубинной дизъюнктивной тектоники должно быть произведено не только по магматическим проявлениям (интрузиям и зонам вулканических излияний) и аномалиям силы тяжести, но и по анализу фаций и особенно их мощностям.

Карта изомощностей каледонских и герцинских структурных комплексов имела бы решающее значение для анализа названных глубинных структур.

3. Важная роль глубинных разломов проявилась не только в мощности осадконакопления и его фациях и в формировании складчатых структур, о чем упоминают иногда другие исследователи (А. А. Богданов, В. Ф. Беспалов), но определила и линейное размещение интрузий различного возраста на территории Центрального Казахстана.

Как известно, для гранитных массивов этой области многочисленными исследованиями вполне однозначно доказано, что они на уровне своего становления являются именно интрузивными образованиями, а не палингенными или метаморфогенными. Отсюда совершенно естественно, что проникновение в верхние структурные ярусы большого количества магматических масс могло произойти лишь в случае наличия глубоких расколов, сообщавших магматические бассейны с верхними структурными ярусами. Отсюда размещение интрузий следует рассматривать как одно из проявлений глубинной дизъюнктивной тектоники, очень важное для понимания распределения эндогенных месторождений.

При изучении положения в структурах одновозрастных интрузий на плане бросается в глаза для многих из них линейное расположение. Если форма и конфигурация интрузивных массивов находятся в зависимости от строения вмещающего их структурного яруса и межформационных зон, то их общая линейность вызвана пространственным положением глубинных тектонических зон разломов. На составленной нами схеме (фиг. 1) видно, что в процессе исторического развития структур этой области эти глубинные разломы не оставались постоянными, обнаруживая тенденцию смещения к югу. Последовательное погружение опускавшихся фрагментов структурного основания с севера на юг в этапы магматизма сопровождалось поступлением интрузивных масс. Направление перемещения расплава уже во вмещающие структуры, очевидно,

было встречным, поскольку опускания также способствовали созданию камерного пространства между формациями и структурными этажами. Кстати, движения и вдоль Успенского надвига были направлены с юга на север. Следовательно, можно предположить, что сменявшееся во времени последовательное погружение основания с севера на юг сопровождалось в общем обратным перемещением масс в верхнем структурном этаже.

Если для обрамляющих Центральный Казахстан древних структур характерно совпадение глубинных разломов, или что-то же — подвижных зон, с осевыми частями антиклиниориев, то для средней части, с преобладающей герцинской складчатостью, широтные разломы постепенно к югу сменяются диагональными и даже меридиональными, секущими складчатость. Характерно, что эти линейные зоны интрузий часто накладываются одна на другую на разных стадиях магматизма, например, в ранне- и поздневарисскую. Больше того, именно мобильностью глубинных зон можно объяснить и доказанную многофазность интрузий одного геологического возраста.

Как видно из нашей схемы (см. фиг. 1), зоны глубинных разломов далеко не всегда совпадают по направлению со складчатыми структурами, а сами интрузии пересекают складчатые формы в различных частях и различных направлениях.

Очевидно, что усиление мобильности этих глубинных зон несколько отстает от складкообразования и их раскрытие (этапы растяжения и некоторого опускания) относится, главным образом к послескладчатому периоду, а поэтому они, исключая, может быть, Успенскую зону, в складчатости верхнего структурного яруса прямо не отразились. Как известно, интрузии обычно не создают сплошных линейных зон, а отделены одна от другой некоторым расстоянием, образуя цепочки. В данном случае приходится исходить из того положения, что если подводящие интрузии каналы глубоки, то есть все основания считать их и достаточно протяженными по простирию. Более глубоко мобильные зоны проникали в том случае, когда они вскрывали очаги магматизма, энергия которых способствовала прорыву магмы в верхние структурные ярусы. Таковы самые общие сведения о характере подвижных зон и их роли в размещении магматизма.

Коротко рассмотрим наметившиеся таким путем подвижные зоны. На нашей схеме (см. фиг. 1) показаны только основные.

Раннекаледонские подвижные зоны, пересекающие не только породы допалеозоя (протерозой и архей), но проникающие и на более глубокие горизонты, прослеживаются вдоль оси Карсакпай-Улутауского антиклиниория в меридиональном

направлении. С главной сопряжены еще две более коротких зоны — широтная Улутауская и северо-западная Арганатинская. Вне видимой определенной связи с предыдущими, но отчетливо согласная с раннекаледонской складчатостью, в северо-восточном направлении вытянута зона Жарканинагача. Следы древних подвижных зон, проявившихся в форме кислых интрузий, прослеживаются и вдоль р. Ишим. Кокчетавская глыба рассекается двумя зонами широтного простирания — более короткой в районе к западу от Кокчетава и более протяженной, дугообразно изгибающейся на юго-восток, — Азат-Аркалыкской, затухающей где-то в районе Бощекуля. Общая длина ее около 400 км. Здесь она сопрягается с небольшой широтной Бощекульской зоной, характерной развитием небольших интрузий пестрого состава. Следует упомянуть еще меридиональную Крыккудукскую зону, протягивающуюся на север от Акмолинска, которая, очевидно, тоже сочленяется с Азат-Аркалыкской.

В позднекаледонский этап подвижность зон и сопровождающий их интрузивный магматизм проявлялись гораздо шире, захватив практически всю территорию Центрального Казахстана.

На севере, несколько южнее раннекаледонских, в широтном направлении протягивается Зерендинско-Степнякская зона и вторая, параллельная ей, сопрягающаяся с двумя более короткими, почти меридиональными. В восточном направлении они обе имеют также тенденцию отклоняться к юго-востоку. Продолжение их обнаруживается в структурной системе Чингиза (Аккотас-Аягузская зона). В Северном Прибалхашье мобильные зоны образуют два отчетливых направления — меридиональное и широтное. Наконец, в Западном Прибалхашье они имеют выдержанное северо-западное направление, соединяясь к югу через Чуилийские горы с северными дугами Тяньшана.

Наиболее широко проявилась подвижность глубинных зон в карбоне. Обращает на себя внимание крупная Теректы-Нуринская зона, протянувшаяся параллельно известной Тектурмасской зоне разломов на 700 км от района Джезказгана до Баянаула в почти широтном направлении. На востоке она сопрягается с серией параллельных северо-западных зон Чингиза. На юго-западе также имеется серия северо-западных зон; они не достигают этой основной, ограничивая так называемый Северо-Балхашский треугольник. Мунглу-Кылчинская, Моинтинская и другие зоны затухают по направлению к северо-западу, очевидно, ограничиваясь второй широтной зоной, которую можно назвать Тектурмасской (севернее Калдырминской), хотя она к западу от железной дороги также затухает. Внешние зоны образуют как бы большой четырехугольник, внутри которого сложно сочленяющиеся северо-западные, меридиональ-

ные (Балхаш-Джилтауская) и широтные зоны образуют меньший четырехугольник и треугольник.

Поздневарисские движения оживили более ранние зоны, вследствие чего намечается наложение молодых интрузий на более ранние. Несколько самостоятельное значение приобретает Калдырма-Бахтинская и Куу-Кызылтауская зоны. Остальные — либо мелкие либо накладываются на предыдущие. Характерно раскрытие ранних зон в центральных частях, а также развитие их со временем по простиранию, что особенно наглядно видно в Чингизе и Северном Прибалхашье. Возникают еще мелкие дополнительные зоны.

Таким образом, если древние подвижные зоны развивались по окраинам Центрального Казахстана, то более молодые особенно отразились в центре, характеризуя сложную дифференцированную подвижность блоков древнего структурного основания этого района. Многократные движения в центральной зоне проявились в виде мощных параллельных зон почти широтного простирания (вернее ВСВ); в остальной части ясно преобладают северо-западные зоны. Реже мы имеем меридиональные и еще реже северо-восточные, обычно мелкие. Нами описана только одна категория глубинных подвижных зон. Как указывалось, в процессе геологического развития Центрального Казахстана подвижные зоны проявлялись многообразно. Подвижные зоны, контролировавшие размещение интрузивного магматизма, являются лишь одной категорией из этих глубинных структур.

Приведенные данные не подтверждают противоположной точки зрения И. И. Чупилина об отсутствии линейности в распределении интрузий.

4. С указанными зонами магматизма связано и расположение всех основных поясов редкометального оруденения (и не только редкометального), порожденного каледонским и варисским магматизмом. Обращает на себя внимание приуроченность крупных месторождений и рудных узлов к местам пересечения и поздневарисскими зонами ранневарисских.

К этому вопросу подробнее мы вернемся ниже. Здесь же еще укажем, что эта приуроченность оруденения к глубинным подвижным зонам, сопровождаемым интрузиями, и к их обрамлению проявлена более отчетливо, чем, по мнению П. Н. Кропоткина (1948, 1950), связь рудных поясов с простиранием структур складчатого фундамента или с антиклиналями В. Б. Кочурова (1944), или, наконец, с зонами, показанными на карте А. И. Семенова (1952), хотя то или иное влияние названных элементов, безусловно, имеет место. Нужно еще добавить, что прямой связи в пространственном положении месторождений с крупными разломами обычно также не наблюдается.

Для нас еще не совсем ясен разработанный Ю. А. Билибина и его группой (1947—1953) вопрос о прямой связи эндогенного оруденения с развитием складчатых зон. Некоторое противоречие здесь заключается в том, что развитие вмещающих структурных зон происходит в верхних ярусах земной коры, а зарождение магматизма, сопровождающего специфической металлоносностью, — в нижних. Строение же и специфика металлогенических зон строятся на основе только развития верхних структур без учета более глубоких. Таким образом, эта сторона вопроса о связях остается еще нераскрытоей. Она тем более важна, что, как показано выше, зоны магматизма накладываются на пликативные структуры средней части Центрального Казахстана отнюдь не согласно.

Прогрессивное значение идей Ю. А. Билибина заключается в разработке историчности процессов развития подвижных зон земной коры и сопровождающего их магматизма. Для нас важна та выявленная закономерность, что большая часть редких металлов приносится кислыми интрузиями средних и поздних этапов развития. Эти интрузии образуют нередко протяженные зоны, секущие складчатые структуры. Вопросы металлогении Казахстана разрабатываются в Академии наук КазССР группой К. И. Сатпаева. В основу построений кладется принцип последовательного необратимого геологического развития крупных регионов, обладающих специфическими особенностями. Развитие это рассматривается в совокупности и взаимосвязи различных по глубине структурных ярусов, различных проявлений тектонических движений и магматизма. Металлогения связывается с проявлениями магматизма, обладающего на каждом этапе определенной металлоносностью.

### **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

Общие вопросы металлогении этого района освещены в работах ряда исследователей и особенно К. И. Сатпаева (1941, 1953, 1954). В соответствии с шестью основными металлогеническими эпохами им дается схема развития металлогении (табл. 2). Она включает 50 формаций, содержащих руды различных металлов. Ниже излагаются данные о металлогении редких металлов.

#### **1. Докембрий**

Металлогения докембрая изучена еще очень слабо, и пока только косвенные признаки указывают на связь с этой эпохой редкометального оруденения. Такими признаками являются:

1) широкое развитие в составе докембрийских комплексов гранито-гнейсов и вообще кислых интрузий;

Таблица 2

Схема развития металлогенеза Центрального Казахстана  
(по К. И. Сатпаеву)

Металлогеническая эпоха	Число металлогенических формаций			Металлогеническая характеристика эпохи по полезным ископаемым, имеющим значение		
	эндо-генных	экзо-генных	всего	ведущее	промышленное	сопутствующее
Дошаровийская	3	1	4	Железо, никель	Золото, шеелит, асбест	Кобальт, хром, платиноиды
Раннекаледонская	5	3	8	Медь, золото, колчедан, марганец, барит, фосфорит	Ванадий, железо, марганец, графит, бор	Молибден, свинец, цинк, олово, шеелит
Позднекаледонская	5	1	6	Золото	Медь, железо, марганец, шеелит, монацит	Свинец, цинк, олово, мышьяк, сурьма, кобальт
Ранневарисская	5	3	8	Железо, марганец, угли, высокоглиноземистое сырье: корунд, диаспор и оgneупоры	Медь, свинец, цинк, барит	Кобальт, золото, шеелит, молибден, мышьяк, висмут
Поздневарисская	9	3	12	Медь, свинец, цинк, вольфрам, молибден, марганец, барит	Железо, олово, бериллий, сурьма, угли, сульфаты	Ртуть, мышьяк, бор, фтор, висмут
Киммеро-альпийская	—	12	12	Бокситы, угли, лигниты, никель (кора выветривания), медь (зона обогащения)	Железо, колчедан, марганец, россыпи (олово, золото, монацит, рутил, ильменит, шеелит), сульфаты, соли	Фосфор, кобальт, платиноиды, алмазы (россыпи)

2) на площади Кокчетавской глыбы в шлихах из рыхлых отложений широко распространен кассiterит в тех местах, где отсутствуют верхнепалеозойские и более молодые формации;

3) в районе к западу от Джезказгана в отложениях обнаружены обломки кварцево-турмалиновых пород и песчаников с орбитом и касситеритом;

4) в породах среднего кембрия Улутау, Карагату и Чингиза имеются ванадиеносные сланцы, содержащие повышенное количество молибдена.

Все это позволяет предполагать, что докембрий западной части Центрального Казахстана характеризовался в основном оловянностью, связанной с кислыми интрузиями. Необходимо только отметить, что, как показали геологические наблюдения и определения абсолютного возраста, оловорудные месторождения Чебанайского массива в Приишмье и Атасуйские относительно молоды по возрасту и не связаны генетически с древними комплексами.

Наиболее ранние интрузии архея, по имеющимся данным, представлены теперь амфиболитами и эклогитами. Последующие интрузии являются уже породами кислого ряда — нормальными и калиевыми гранитами, плагиогранитами, превращенными в гранито-гнейсы. В районе Улутау еще известны габбро, диориты, микроклиновые гранито-гнейсы, лейкократовые граниты, образующие три возрастные группы. Очевидно, оловянное и редкометальное оруденение могло быть связано именно с кислыми комплексами.

В связи с глубокой эродированностью массивов едва ли можно рассчитывать на обнаружение связанных с древними комплексами промышленных коренных месторождений редких металлов и олова.

## 2. Раннекаледонский этап

Кембрей. Здесь прежде всего необходимо отметить низкие концентрации молибдена, доходящие в среднем до 0,01% и несколько более, связанные с другими горизонтами кембрийских осадков. Первый горизонт кремнистых сланцев нижнего (?) кембрия содержит повышенное содержание железа и молибдена; установлен в районе Карсаклая (Кумкудуук).

Второй горизонт более широко представлен в различных районах Казахстана. Это ванадиеносные кремнисто-глинистые сланцы среднего кембрия, известные в том же районе Карсаклая (Курайлы), Чингизе, Карагату (Баласаускандақ, Джебаглы) и других местах. Эти месторождения заслуживают

серьезного внимания по ванадию, а молибден в них является лишь попутным компонентом. Он рассеян в значительных мас- сах руды, суммарно обладающих крупными запасами.

С раннекаледонской тектонической фазой, по Р. А. Бору- каеву, связано образование габбрового комплекса, к калиевой ветви которого принадлежит Бощекульская гипабиссальная интрузия гранодиорит-порфиров. Под воздействием послемаг- матических процессов она подверглась серицитизации и оквар- цеванию, сопровождавшимся привносом медного и молибдено- вого оруденения. Возраст оруденения типа вкрапленных руд определяется как нижнекембрийский. Благодаря значительным размерам рудного тела и промышленному содержанию меди практический интерес представляют и значительные запасы имеющегося здесь молибдена, среднее содержание которого в руде составляет всего лишь 0,014 %.

С кислыми и более поздними фазами раннекаледонского интрузивного магматизма связана серия мелких месторождений и рудопроявлений (кроме Бощекуля). Среди них наиболее рас- пространены молибденовые рудопроявления кварцевожильного типа. Сюда относятся Боксы, Азатское, Айсоры, Селетинское и Улькунтубье в Аркалыкском массиве и др. В кварцевых жилах, помимо молибденита, имеются пирит и халькопирит, реже встречаются гематит и висмутин. Только на двух участках отмечаются еще вольфрам (в Аркалыкском массиве) и золото (месторождение Ажи).

Рудоносные кварцевые жилы характеризуются небольшими размерами и низкими содержаниями молибдена, в среднем не превышающими сотых долей процента.

В западной части Центрального Казахстана много ранне- каледонских интрузий. Здесь известно около 15 рудопроявле- ний, сконцентрированных на двух участках. Первый из них рас- положен на правобережье р. Терсаккан, где массив Каптаадыр контактирует с девоно-карбоновыми отложениями. (По мнению И. М. Полякова, обнаженные здесь граниты — ранневарисские.) Имеющиеся участки рудопроявлений (Обалы, Саржал) пред- ставлены кварцевожильным типом в гранитоидах с молибдени- том, халькопиритом, галенитом, гематитом. В небольшом коли- честве имеются скарны (Аулиетас), оруденение убогое.

Второй участок — массивы Жамантас и Караменды, в 50 км к северу от ст. Теректы железной дороги Жарык—Джезказган. Здесь в многофазных и сложно дифференцированных массивах гранодиоритов, прорванных гранитами, известно 9 участков молибденового и вольфрамового оруденения, которые представ- лены кварцевожильным типом, реже пегматитовым, скарновым и даже вторично-кварцитовым. По всей вероятности, большая часть рудопроявлений связана с молодым магматизмом Терек-

ты-Нуринской зоны; более раннее же также отличается малыми размерами рудных тел и убогим содержанием молибдена и вольфрама.

Таким образом, из известных к настоящему времени 10—15 рудопроявлений вольфрама и молибдена, порожденных раннекаледонскими интрузиями, исключая тип Бощекуля, ни одно пока не имеет практического значения; не выявлено и достоверно связанного с ними оловянного оруденения. Масштабы редкometального оруденения ничтожно малы по сравнению со значительными масштабами интрузивной деятельности.

### 3. Позднекаледонский этап

Оруденение связано с рядом последовательных магматических комплексов — боровским, степнякским и атансорским.

С боровским комплексом связан ряд мелких молибденовых месторождений и рудопроявлений кварцевожильного типа Сайагач, Акполак, Бурли, Чувак (с медью) и пегматитового (Троицкое в Зерендинском массиве). Известно и шеелитовое кварцевожильное рудопроявление Баян, а также скарновое — Приозерное. Оловоносность известна в Приишимье и районе Улутау. Мелкие рудопроявления подобного же типа имеются и в Дегелен-Чингизской зоне. Для них характерны низкие содержания молибдена или вольфрама (сотые доли процента) и наличие таких минералов-спутников, как полевой шпат, пирит, халькопирит, золото, реже эпидот, актинолит, турмалин (Чувак), галенит (Батпак). Вольфрамовые минералы представлены исключительно шеелитом. Некоторый интерес представляют в этом отношении только скарны Приозерного месторождения; особое место занимает Лосевское месторождение колумбита.

Со степнякским комплексом генетически связываются многочисленные и довольно крупные кварцевожильные месторождения золота, с которым ассоциируют сульфиды меди, свинца, цинка, мышьяка, сурьмы. Формы рудных тел сложные жилообразные, штокверковые, линзообразные и иные. В качестве постоянной примеси в рудах присутствуют шеелит и молибденит (Степняк, Бестюбе, Джусалы, Джеламбет и др.), представляющие лишь минералогический интерес. Возраст степнякского комплекса определяется промежутком между силуром и девоном.

Позднекаледонские интрузии сопровождаются промышленным оруденением золота, ниобия, tantalа, железа, марганца, меди, полиметаллов; что касается редких металлов, то из известных 20 рудопроявлений молибдена и вольфрама ни одно, по имеющимся данным, промышленного значения не имеет. Практический интерес представляют кассiterитовые месторождения

Чебанайского массива, россыпи Улутау и оловоносные участки грейзенизированных гранитов к северо-востоку от г. Кокчетава (Орлиная гора).

#### 4. Ранневарисский этап

Начиная с девона, уже вся внутренняя часть Центрального Казахстана представляла сложную область шельфа с дифференцированной подвижностью блоков консолидированного каледонского структурного основания, вследствие чего возникали локальные геосинклинальные зоны каркасного типа (блокового, грабенового и т. д.), сочленявшиеся с так называемыми внутренними геосинклиналями и характеризовавшиеся различным фациальным и литологическим составом, резко различными их мощностями, доходящими только для девона до 3—4 км.

Многочисленные глубинные расколы обусловили широкое развитие мощного девонского вулканизма, сопровождавшегося излиянием наземных лав, образованием пирокластических комплексов и малых субвулканических интрузий преимущественно среднего и кислого состава. Отмечается, что наиболее активные вулканические явления происходили на границах перехода «геосинклинальных зон к геантектическим», что лишний раз подтверждает дизъюнктивную природу разграничающих структур.

Редкометальное оруденение, связанное с девонским вулканализмом «раннего этапа развития варисской геосинклинали», еще точно не установлено, хотя наличие его возможно во вторично-кварцитовых образованиях и прожилково-вкрашенных медных рудах (особенно молибдена). Н. А. Севрюгин и Ю. А. Столяров описывают в Баянаульском районе несколько молибденовых рудопроявлений во вторичных кварцитах, развившихся по эфузивам девона, вероятно в завершающие стадии вулканизма. Здесь молибден (тысячные доли процента) ассоциирует со свинцом (0,05%). Этот тип оруденения пока еще очень мало изучен. Некоторые незначительные концентрации молибдена отмечаются совместно со свинцом в известняковых фациях фамена и этрена (З. Прибалхашье).

Исследованиями многих казахстанских геологов, особенно В. С. Коптева-Дворникова (1940, 1952), В. К. Монича (1945, 1955) и других доказано, что варисский интрузивныймагматизм проявился очень сложно в несколько основных интрузивных фаз, каждая из которых характеризовалась особым комплексом пород и сопровождающей его металлогенией.

С бретонской фазой складчатости сколько-нибудь существенных интрузий пока не установлено. Последующая судетская фаза складчатости в средних этапах своего развития сопровождалась комплексом интрузий переменного состава, образующих

относительно небольшие сквозные тела. По В. К. Моничу, этот комплекс относится к тоналит-трондемитовой формации. В начальные этапы он характеризовался интрузиями габброидов и заканчивался формированием нормальных гранитов. Следует указать на преобладание в его составе пород диоритовой и гранодиоритовой групп. Сюда относятся Муржикский массив, небольшой шток диоритов в районе Акчатау и многие другие. Возраст этих интрузий считается нижнекарбоновым.

В. К. Монич в Баянаульском районе с этим комплексом связывает рудопроявления олова и молибдена кварцевожильного типа (Койтас, Кокпактас, Джамантуз и др.) и некоторые медномолибденовые рудопроявления (В. К. Монич, 1955).

Возможно, что к ранневарисскому этапу следует отнести и комплекс щелочных интрузий, разделенных В. К. Моничем на две формации — щелочных гранитов и щелочных и нефелиновых сиенитов, в которых отмечены содалито-нефелиновые породы, а также кассiterитовые рудопроявления (Тлеумбет).

Промышленных месторождений редких металлов, связанных с названными интрузиями, пока неизвестно. Возраст многих из них, в особенности нормальных и щелочных гранитов, еще требует уточнения.

### 5. Средневарисский этап

В связи с завершением формирования основных варисских пликативных структур и развитием послескладчатых дизъюнктивных деформаций среднего карбона проявилась мощная интрузивная деятельность. Цепи крупных интрузивов вдоль дизъюнктивных нарушений регионального масштаба в верхнем уже частично консолидированном структурном ярусе образовали линейные зоны, показанные на нашей схеме (см. фиг. 1). Этот комплекс нормальных биотитовых гранитов отличается наличием краевых субфаций с отчетливыми ассилияционными явлениями. Вследствие этого возникают разности гранодиоритового ряда. Формы массивов уплощенные, со слабо развитой купольной структурой апикальных частей, что указывает на преобладание вертикальных, движений при создании их камерного пространства (Г. Н. Щерба, 1951). Пояса интрузий, включая сюда и ранневарисские, пересекают антиклинальные и синклинальные варисские структуры, будучи сравнительно более выдержаными и протяженными.

Интрузии эти пересекают отложения визе, а их галька обнаружена в отложениях верхнего палеозоя. Имеющиеся определения абсолютного возраста по гелиевому методу дают результаты, указанные в табл. 3 (лаборатория ИГН АН КазССР, аналитик М. Н. Строева).

Некоторые колебания абсолютного возраста и его завышение, очевидно, обусловлены степенью сохранности исходного

материала и наличием в минералах остаточного окклюдированного гелия, но в целом результаты близки к установленным стратиграфическим взаимоотношениям.

Таблица 3

Название массивов	Возраст, в млн. лет
Дунгалинский . . . . .	265—270
Хантауский . . . . .	273
Каибский . . . . .	252—261
Сарыоба . . . . .	250

К. И. Сатпаев (1953) указывает, что с этими интрузиями связано главным образом железо-марганцевое оруденение скарнового типа; что же касается редких металлов, то они имеют только сопутствующее значение.

Со среднекарбоновыми интрузиями связано более 70 мелких месторождений и рудопроявлений пегматитового, скарнового, кварцевожильного, грейзенового и вторично-кварцитового типов. Нужно оговориться, что поскольку обычными являются примеры пространственного совмещения поздневарисских интрузий со средневарисскими, постольку возраст тех или иных рудопроявлений и месторождений не всегда можно считать определенно установленным. Возможны случаи, когда при более детальных исследованиях придется вносить известные уточнения и поправки.

Пегматитовый тип рудопроявлений молибдена отмечен на двух участках массива Караменды в бассейне р. Сарыкенгир. Молибденит ассоциирует с пиритом и халькопиритом. Концентрации молибдена малы.

Значительно больше известно рудопроявлений скарнового типа (около 10). На контактах массивов с известняками верхнего девона и нижнего карбона или даже готландия возникают обычно гранатовые скарны с эпидотом, кальцитом, магнетитом, халькопиритом и тем или иным количеством шеелита (Аулиетас, Сарыджал), молибденита (Батпак), шеелита и молибденита, к которым присоединяется в небольшом количестве и олово (Акбиик, Басагинское) или кобальт (Саяки). В небольших количествах редкометальное оруденение имеется и в полиметаллических скарновых месторождениях (Актайяк I). В некоторых случаях на оруденение, связанное с конечными стадиями скарнового процесса, накладывается более позднее — редкометальное кварцевожильное (Батыстау), относящееся, очевидно, к более позднему этапу.

Кварцевожильно-грейзеновые рудопроявления довольно многочисленны. По сравнению с кварцевожильными обычно

относятся к несколько более глубоким зонам формирования и связаны с интрузиями, обогащенными летучими. В западной части района к этому типу относятся молибденитовое месторождение Мык с золотом и халькопиритом, возможно участки района месторождения Джамантас (вольфрам, молибденит, висмутин). Несколько подобных рудопроявлений имеется в районе массивов Мунглу и Кылча (лист L-42-Б). К ним относятся Тюбешалава, Карагюбек, Карагас. Правда, перечень имеющихся здесь рудных минералов скорее напоминает минерализацию более позднего периода, но определенных данных для уточнения его возраста пока нет. Несколько непромышленных точек молибденового и вольфрамового оруденения подобного типа встречено и в Северном Прибалхашье.

Более половины всех рудопроявлений относится к собственно кварцево-жильному типу. Особенно многочисленны они на площади детально опиcкованных массивов Мунглу и Кылча. Преобладает здесь комплексная минерализация, реже это чисто молибденитовые (Швароба, Ергетау, Ю. Карагюбек) или вольфрамовые рудопроявления (Мунглу и др.), причем вольфрам содержит преимущественно в форме шеелита, подчеркивая контаминированность рудоносных интрузий.

Много участков вольфрамово-молибденового оруденения жильного типа находится и в расположенных севернее железной дороги массивах Караменды, Джамантас и Карагас. Содержание молибдена и вольфрама (шеелит, редко вольфрамит) здесь убогое. Заметно повышается роль меди, а в расположенных севернее, очевидно того же возраста, месторождениях Саржал и Обалы — еще и свинца (галенита).

В Северном Прибалхашье и в центральной части региона молибденитовые и вольфрамовые рудопроявления довольно многочисленны и разбросаны на большой территории. Для них характерен полиминеральный состав руд, содержащих обычно в качестве второстепенных примесей либо молибденит, либо шеелит. Главное значение имеют минералы меди (Беркара, Кобамбай и др.), меди и свинца (Чубартавское, Кызыладыр II и др.). Несколько реже встречаются чисто молибденитовые (Ю. Беркара), шеелитовые (Джалпаккара и др.) или вольфрамово-молибденовые (Кызыладыр I и др.).

Несколько обособлено Куяндинское золото-шеелитовое месторождение, которое по минеральному комплексу очень напоминает золоторудные месторождения пояса Западной Калбы, на продолжении которого это месторождение залегает также среди черных туфогенных песчаников среднего палеозоя. Оно связано с гранит-порфирами; кварцевые жилы, помимо золота, содержат промышленное количество шеелита.

Вторично-кварцитовый тип редкометального оруденения представлен участком ЮЗ Кумалы (Жана-Аркинский район). Тела вторичных кварцитов располагаются в экзоконтакте гранодиоритовой интрузии. Молибден и вольфрам здесь присутствуют в незначительных количествах совместно со свинцом и цинком. Часть вторичных кварцитов, вероятно, связана с завершающими этапами девонского и карбонового вулканизма.

Наконец, еще укажем на возможные небольшие концентрации меди совместно с молибденом и даже вольфрамом в осадочных породах — песчаниках и сланцах, содержащих органические остатки. Заметное повышение концентраций в осадочных породах намечается в тех случаях, когда происходит миграция рудных компонентов из осадков под воздействием интрузий и их переотложение в более верхних, пространственно более локализованных, благоприятных геологических структурах или литологических горизонтах. Этот тип оруденения, который можно назвать *переотложенным*, обладает двойственным характером, вследствие специфических условий развития и наследования черт осадочного и глубинного генезиса. Следует указать, что эта двойственность, очевидно, находит отражение и в составе минеральных парагенезисов. Осадочно-метаморфическими эти месторождения нельзя называть по той причине, что сами руды и осадки, в которых они накапливались, пространственно разобщены (осадки могут быть даже ассилированы), состав же руд может быть более разнообразен за счет привноса компонентов из магматических источников.

Сюда же, вероятно, следует включить значительную часть так называемых телетермальных месторождений и, в частности, медные месторождения типа Байкудук I, Сулкаркия и многие другие. Переотложенный тип оруденения, очевидно, имеет более широкое распространение, в том числе и в Центральном Казахстане. С такой позиции открываются известные перспективы для его поисков с учетом фациального типа и металлоносности осадочных пород, наличия благоприятных структур и соответствующего положения интрузивных, либо региональных тектонических зон.

Оценивая общие перспективы редкометального оруденения, связанного с главным карбоновым магматизмом, приходится отметить ту основную особенность, что концентрации редких металлов несмотря на широкое распространение незначительны и могут иметь лишь некоторое значение как попутные компоненты основного промышленного оруденения (медиго, полиметаллического). Самостоятельное вольфрамово-молибденовое оруденение в кварцевых жилах и грейзенах непромышленно из-за низких содержаний и малого размера рудных тел. Недостаточно изучен вторично-кварцитовый тип, обладающий боль-

шими потенциальными запасами руд. Практически отсутствует олово.

В целом редкометальное оруденение средневарисского этапа имеет рассеянный характер, и промышленные концентрации (исключая золото-шебелитовое Куюндинское другого пояса) здесь еще не выявлены.

## 6. Поздневарисский этап

В карбоне полностью закончилось формирование варисских складчатых структур и большая часть Центрального Казахстана, по данным Н. Г. Кассина, представляла собой сушу с очень редкими прогибами (Караганда, Джезказган). Складчатость к западу от Срединного антиклиниория имеет отчетливый платформенный характер (широкие брахискладки), тогда как на востоке она больше напоминает сложную складчатость геосинклинального типа, хотя также преобладают брахискладки, но более узкие и различно ориентированные. Тектонические движения, начавшиеся в середине перми, привели к оживлению глубинных тектонических зон и развитию расколов в верхнем структурном ярусе. Во многих случаях активизировались более ранние средневарисские зоны (отмечается складчатость пермских осадков Ю. Алтая и других изолированных районов). В результате возникли интрузии кислых гранитов, использовавшие для своего размещения как крутые трещины, так и пологие межформационные зоны в различных ярусах, от докембрия до верхнего палеозоя. Преобладающие формы интрузий — лакколитоподобные, часто округлые в плане, иногда с кольцевыми зонами, что вызвано развитием вертикальных движений в процессе образования горстов или явлений оседания. Известная ритмичность движения в глубинных зонах привела к образованию сложных многофазных интрузий (А. Г. Гокоев, 1949; В. С. Коптев-Дворников, 1952; Г. Н. Щерба, 1948, 1953).

Поздневарисские интрузии развиты в восточной половине Центрального Казахстана — от Караганды и Баянаула на севере до Балхаша на юге. Они не образуют столь выдержаных зон, как средневарисские, и отличаются сравнительно небольшими размерами, исключая один-два случая. Молодые интрузии пересекают складчатые формы отложения нижней перми и интрузии ранне- и средневарисского этапа. Верхняя возрастная граница их еще недостаточно ясна. Большинство исследователей считает их пермскими или несколько более молодыми.

Утверждение о мезозойском (точнее новокиммерийском) возрасте лейкократовых аляскитовых гранитов базируется на следующих доводах (А. Г. Гокоев, 1949).

1. В Чарском районе Ю. Алтая в основании отложений эфузивно-осадочной и граувакковой толщи, относившейся по

флористическим остаткам к перми, были установлены конгломераты с гальками бирбиров. Эти отложения пересекаются гранитами Дельбегетейского массива и дайками гранит-порфиров, производных калбинского комплекса. Далее постулируется необоснованное положение о том, что раз кора выветривания имела наибольшее развитие в мезозое, то бирбировы и отложения, включающие их гальку, тоже мезозойские.

Совершенно очевидно, что на территории Казахстана коры выветривания возникали многократно и бирбировы относительно древних серпентинитовых массивов Чара могут иметь различный, в частности палеозойский возраст.

2. Параллелизация комплекса поздневарисских интрузий с семейством мало удачна по той причине, что последние резко отличаются петрографически и своим кайнотипным обликом от поздневарисских, представляя последовательную серию от гипабиссальных до наземных фаций.

Дайковая формация, стекловатого кайнотипного облика порфиров и лампрофиров в Нарымском и Миролюбовском массиве (Ю. Алтай), по нашим данным 1949 г., пересекает граниты Калбинского комплекса и связанные с ними руды, будучи приуроченной к более молодым тектоническим зонам, и не имеет ничего общего с его дайковой формацией. По материалам В. К. Монича, дайки анортоклазовых липарит-порфиров, сфералитовых гранит-порфиров и пехштейновых порфириотов в Баянгульском районе тоже пересекают поздневарисские интрузии.

Как видно из этого, выводы о молодом возрасте распространенного в Казахстане комплекса лейкократовых аляскитовых гранитов не имеют достаточного основания и противоречат фактам. Для решения этого спорного вопроса проделана известная работа по определению абсолютного возраста гранитов, главным образом по касситериту, реже монациту.

Определения возраста по пробам Г. Н. Щербы и Г. Б. Жилинского производились М. Н. Строевой в лаборатории ИГН АН КазССР по гелиевому методу (табл. 4).

По данным Г. Б. Жилинского, определения абсолютного возраста по касситеритам Чебанайского месторождения, отнесенного к позднекаледонскому этапу, дают 287 млн. лет.

Таким образом, эти данные подтверждают достоверность отнесения комплекса лейкократовых гранитов к поздневарисскому (пермь или пермотриас) этапу. Не соответствует действительности и утверждение Е. В. Шевченко (1951), И. И. Чупилина (1946, 1948) о простом строении массивов, поскольку многофазное строение большинства рудоносных интрузий доказано не только нашими ранними исследованиями, но и данными подавляющего большинства геологов.

Таблица 4

Район, массив или месторождение	Минерал	Абсолютный возраст, в млн. лет
Южный Алтай		
Монастырские граниты Калбы . .	Монацит	202—220
Словянные месторождения Нарымского массива		
Чердояк . . . . .	Кассiterит	220
Новая точка . . . . .	"	240
Бурабай . . . . .	"	229
Центральный Казахстан		
Караоба . . . . .	"	220
Майкуль . . . . .	"	233
Шолпан . . . . .	"	170

С поздневарисским интрузивным этапом связаны наиболее многочисленные рудопроявления и месторождения вольфрама, молибдена и олова, среди которых находятся крупнейшие по запасам. Именно эти месторождения служат объектом эксплуатации и источниками получения редких металлов. Они образуют ряд рудных узлов, среди которых можно назвать Коунрадский, Акчатауский, Байназарский, Караобинский, Шалгининский и др. В этих рудных узлах месторождения относятся к кварцевожильно-грейзеновой формации; они не одиночны, а сгруппированы по несколько на относительно небольшой территории, будучи приуроченными к областям сопряжения глубинных подвижных зон и пересечения дизъюнктивов.

Всего насчитывается около 240 рудопроявлений и месторождений, в том числе не менее 30 промышленно интересных. Из общего числа к пегматитовой формации относится 10, скарновой около 20, грейзеновому типу 8, кварцевожильно-грейзеновому 85 и собственно кварцевожильному — 110.

Уже эти данные показывают, что кварцевожильно-грейзеновая формация важнейшая и по количеству и по значению. Руды размещаются как в пределах самих интрузий, так и в их экзоконтактах среди песчано-сланцевых, эфузивных, известковых пород и более ранних интрузий.

Среди красноцветных песчаников верхнего палеозоя Атбасарского района повышенные содержания молибдена (до 0,02% в среднем) отмечены в меденосных фациях (Борисовское). Последние характерны наличием богатых растительных остатков, повышенным содержанием меди и свинца. Хотя зна-

чительная часть металлических компонентов, безусловно, перенесена и в процессе диагенеза и, возможно, под влиянием гидротермальных растворов, отрицать первично-осадочное накопление меди, свинца и молибдена трудно. Наличие вторичных концентраций рудных компонентов обосновывается тем, что первичные накопления, как правило, слишком убоги и сопоставимы с концентрациями в современных осадках.

Пегматитовая формация насчитывает более 10 представителей, а если учесть, что рудоносные пегматиты известны на месторождениях других типов (Караоба, Акчатау, Батыстау и др.), то число это достигает десятков.

Среди собственно пегматитовых месторождений мы находим кассiterитовые и колумбитовые (Бектауата), бериллиевые (жила Изумрудная и район массива Джаманкарабас), вольфрамовые (Байгуль, Токрауское и др.) и, наконец, вольфрамово-молибденовые и молибденовые (Аркарлы и др.). Некоторый интерес представляют в этом типе местные скопления берилла и вольфрамита, в остальном же оруденение бедное, а сами рудные тела имеют ограниченные размеры.

В практическом отношении более важна скарновая формация, количество месторождений которой с каждым годом возрастает. Скарны — гранатовые, гранат-пироксеновые, волластонитовые и др. Скарновые месторождения редких металлов имеют обычно комплексный состав руд. Крупнейшим является Караджальское месторождение, содержащее берилл, гельвин, шеелит, кассiterит, минералы свинца, цинка и меди. Обычная редкометальная ассоциация наблюдается на месторождении Котпар. Более редки чисто шеелитовые месторождения (Сарышокинское, Койтас, Котантау и др.). Один молибден отмечен среди железо-полиметаллического оруденения скарнов Чомакчеку.

Перспективы скарнового оруденения еще далеко не выявлены, и, очевидно, в этом направлении следует ожидать интересных открытий.

Кварцево-жильно-грейзеновая формация представлена тремя типами: грейзеновым, кварцево-жильно-грейзеновым и кварцево-жильным.

Грейзеновый тип сравнительно мало распространен как самостоятельный, тогда как отдельные грейзеновые тела известны на большинстве месторождений второго типа. Выделяя его, мы хотим обратить внимание на некоторую его самостоятельность, а также на то, что основная масса известных грейзеновых тел и так называемых околосложильных грейзенов образуется до и независимо от кварцевых жил. Пространственно объединяют их лишь общие пути движения флюидов и растворов.

Оловянное оруденение известно в грейзенах района Улутау (бассейн р. Айбасдара), З. Атасу, где оно сопровождается еще незначительным вольфрамовым, и на месторождении Шакшагайлы. Грейзены с касситеритом, шеелитом и молибденитом известны на месторождении Верхний Коктал; вольфрамито-шеелито-молибденитовые — на месторождении Аюлы. Собственно молибденовое оруденение характерно для грейзенов Аксанского месторождения. Обычно чисто грейзеновый тип оруденения не дает высоких концентраций редких металлов; во всяком случае они здесь ниже, нежели в двух последующих типах.

Кварцево-жильно-гнейзеновый тип насчитывает более 85 месторождений и рудопроявлений, среди которых имеются такие крупные, как Акчатау, Восточный Коунрад, Караоба, Шалгия и др. По составу руд они чаще всего бывают комплексными — вольфрамово-молибденовыми с висмутом, бериллием ( $\frac{2}{3}$  всех месторождений), реже чисто молибденовые (Шалгия, В. Коунрад, Ю. Коунрад и др.) или вольфрамовые (Куу, Аршалы и др.). Олово присутствует во многих месторождениях, но только на Караоба оно имеет промышленное или близкое к нему значение.

Самостоятельные оловянные месторождения этого типа представлены Северо- и Южно-Атасуйской группами. Возраст оловянного оруденения Атасу еще окончательно не установлен. Как известно, исходя из залегания Ю. Атасу среди гранитогнейсов, возраст месторождения одни исследователи считают протерозойским, другие — поздневарисским. Определения абсолютного возраста полностью не решают этой задачи, хотя они и недвусмысленно опровергают древний возраст. По данным Г. Б. Жилинского и М. Н. Строевой, возраст касситеритов Ю. Атасу — 120—129 млн. лет, а З. Атасу даже 99 млн. лет, т. е. скорее новокиммерийский. В этом направлении необходимы дальнейшие исследования.

Главное значение среди кварцево-жильно-гнейзенового типа имеют вольфрамово-молибденовые и молибденовые месторождения. Несколько особо стоит месторождение Шалгия, для которого широко проявлена не столько грейзенизация, сколько более низкотемпературные изменения типа березитизации, хотя она здесь и не проявлена в ее классическом выражении.

Грейзены образуют самостоятельные линзы, зоны и другие формы реже; обычно они находятся совместно с кварцевыми жилами, давая вытянутые жилообразные и штокверковые тела.

Кварцево-жильный тип со слабо проявленным изменением боковых пород тоже весьма распространен. Сюда наряду с переходными группами включены и кварцевые жилы мезотермального облика с несколько иной минерализацией, а также своеобразная группа кварцево-турмалиновых жил. Об-

щее число месторождений и рудопроявлений этого типа около 100.

Среди месторождений и рудопроявлений кварцевожильного типа также преобладают вольфрамово-молибденовые, хотя чисто молибденовые и чисто вольфрамовые представлены довольно большими группами.

Представителями вольфрамово-молибденовой группы являются Калмак-Кырган, З. Кызылтау, Жартас, Кызылкайнар, Койтас и др. В качестве примесей в рудах имеются висмут, бериллий, медь, реже олово, свинец, мышьяк и очень редко золото (Койтас).

В вольфрамовых месторождениях основным рудным минералом является вольфрамит, к которому в кварцево-турмалиновом типе присоединяются шеелит (Ишимское и др.) и олово (Дальнее).

Шеелитовое оруденение возникает при наличии известковистых вмещающих пород. Здесь кварцевожильный тип накладывается на скарновый (Акмая). Особенно крупны по запасам штокверковые месторождения. Несмотря на относительно невысокие содержания они приобретают важнейшее значение благодаря огромной массе руд и возможности их добычи открытым способом (В. Қайракты, Акмая). Существенно молибденовые месторождения, особенно близкие к мезотермальным, характерны наличием повышенных количеств меди (Шоркудук, Акоба) и свинца (Шалтас, Ю. Шалгия и др.).

К кварцевожильному типу относятся и кассiterитовые месторождения З. Прибалхашья — Майкуль и Шолпан.

Несколько своеобразным типом редкометального оруденения является в т о р и ч н о - к в а р ц и т о в ы й, который хоть и близок к кварцевожильному штокверковому, но все же имеет отличительные особенности, заключающиеся в рассеянном характере молибденового оруденения в массе кварцитов, кварцевых прожилках и трещинах (Тулагай), ассоциирующего часто с медью или свинцом. Сюда относится известное Коунрадское месторождение медных руд и ряд других (Борлы, Сокуркой).

По данным К. С. Газизовой, нижнекарбоновые гранодиориты Коунрада пересекаются жерловой фацией карбоновых или более поздних экструзий, с которыми ассоциирует оруденение. Характер развития магматизма (кольцевые дайки в зонах оседания) позволяет предполагать, что возраст этих образований, по аналогии с поздневарисскими интрузиями, послескладчатый, т. е. либо карбоновый, либо даже пермский. Возраст этого типа оруденения еще требует уточнения. Перспективы его значительны.

Как видно из обзора, кварцевожильная формация редкометальных месторождений поздневарисского этапа является глав-

нейшей по практическому значению и выдигает Центральный Казахстан по запасам вольфрама на первое место в Советском Союзе. Если учесть еще молибденовое оруденение и в медно-порфировых рудах и вторично-кварцитовом типе вообще, то и по молибдену эта металлоносная провинция тоже становится на одно из первых мест.

Выявленные запасы олова пока относительно скромны, хотя и по этому виду минерального сырья намечаются известные перспективы.

С этим же этапом связаны многие, в том числе крупные, месторождения меди, полиметаллов, железа, сурьмы, бериллия и других полезных ископаемых.

### 7. Мезо-кайнозойский этап

Полная консолидация складчатых систем Центрального Казахстана завершилась в палеозое; осадконакопление уступило место значительным денудационным процессам на большей части территории. Тектонические киммерийские движения проявились в виде расколов, нередко пологих сводовых или дифференцированных блоковых поднятий, сопровождавшихся магматической деятельностью в виде лавовых излияний и поверхностных интрузий семетаусского комплекса. По В. К. Моничу, в состав этого комплекса входят эффузивы — трахидациты и трахиличариты, а также сиенитовые и гранитные интрузии. Существенного редкометального оруденения в этом комплексе не установлено, да и распространение его сравнительно ограничено.

Значительные масштабы денудации в процессе господствовавших восходящих движений в течение мезо-кайнозоя вскрыли палеозойские структуры на значительную глубину, обнажив рудоносные интрузии и связанные с ними месторождения. Значительная часть месторождений была при этом уничтожена, молибден и вольфрам рассеивались в массе рыхлых отложений, давая лишь кое-где ореолы непромышленных концентраций. На молибденовых месторождениях образовалась зона выщелачивания, достигающая и в настоящее время мощности 10—15 м. Зона окисления на месторождениях редких металлов достигает 50—80 м.

Устойчивый в отношении выветривания кассiterит накапливался в отдельных древних долинах, давая россыпи под древне-четвертичными глинами. Такие россыпи известны в районе Чебанайского массива на Ишиме, в районе с. Князевки и в Атасуйском районе. Они еще слабо изучены и, вероятно, окажутся на отдельных участках промышленными. Практический интерес представляет и кора выветривания оловоносных грейзенизованных гранитов, в которой тоже отмечаются промышленные содержания кассiterита.

Большее практическое значение имеют четвертичные делювиально-пролювиальные россыпи вольфрамита, шеелита и реже кассiterита. Они известны возле всех обнаженных коренных месторождений, где для этого имеются благоприятные геоморфологические условия. Промышленными песками являются щебнистые суглинки и щебнисто-песчано-галечниковые отложения, залегающие на более древних глинах или размытых породах палеозоя.

Наиболее крупные долинные россыпи вольфрамита были разведаны в районе месторождений Акчатау и Байназар. Чисто шеелитовые россыпи известны в районе Котантау, обычно же шеелит ассоциирует с вольфрамитом (Узунбулак), реже — с золотом (В. Кайракты).

Кассiterитово-вольфрамитовые россыпи имеются в районе Караоба, Куу, Атасуйских месторождений. Наконец, чисто кассiterитовые — в Атасу, Улутау (Нагорбекдара и др.) и Приишмье. Последние невелики по размерам и имеют сравнительно низкие содержания кассiterита.

Заканчивая на этом краткий обзор редкометальной металлогении Центрального Казахстана, нужно особо выделить поздневарисский этап как наиболее продуктивный в смысле формирования промышленных месторождений редких металлов. Именно в течение этого периода были образованы наиболее крупные месторождения вольфрама и молибдена, создающие славу этой металлоносной провинции.

В возрастном положении и пространственном размещении вольфрам и молибден тесно сочетаются друг с другом; менее четка эта связь для олова, хотя собственно оловянных месторождений меньше, чем комплексных. Несколько обособленным типом являются медно-молибденовые месторождения вкрапленного типа во вторичных кварцитах и порфировые руды.

### РУДОНОСНЫЕ ИНТРУЗИИ

Идея исторического последовательного возникновения магматических процессов и рудогенеза на фоне развития подвижных зон, как уже упоминалось, разрабатывается многими советскими учеными и особенно четко ранее выражена в работах Ю. А. Билибина (1947—1953).

Ранние этапы развития подвижных зон (уральский тип), по Ю. А. Билибину, отличались особой мобильностью, формированием спилито-кератофировой формации с колчеданными месторождениями и интрузий ультраосновного и основного состава со специфическим оруднением (хромиты, титаномагнетиты, никель, медь и др.). Второй комплекс интрузий от габбро до щелочных пород несет с собой магнетитово-медное, медно-молибденовое и золото-мышьяковое оруднение.

Средние этапы (восточноазиатский тип) характеризовались устойчивым режимом осадконакопления и превращением геосинклинали в складчатую область. Эффузивы представлены андезит-дабит-липаритовой формацией. Наиболее типичны крупные интрузии состава от кварцевых диоритов до кислых калиевых гранитов, сопровождаемые месторождениями редких металлов и олова.

Поздние этапы развития включают консолидацию складчатого комплекса, развитие наземных излияний и формирование трещинных интрузий небольших глубин пестрого состава от средних и основных до кислых и щелочных. Преобладают малые интрузии. В металлогении главное значение приобретают золото, молибден, олово, затем медь, серебро, сурьма, мышьяк, ртуть.

В целом за полный период развития подвижных зон намечается не менее пяти последовательных интрузивных комплексов, сопровождаемых оруденением того или иного состава. Полностью для Центрального Казахстана подобная схема неприменима, поскольку регион в палеозое развивался в общем не как геосинклинальная область, а как область сложного шельфа с переменной подвижностью отдельных зон, вследствие чего она носит черты, присущие и шельфу, и орогену.

Различие приводит к тому, что здесь не получили достаточного развития в среднем палеозое спилито-кератофировая формация и ультраосновные интрузии на ранних этапах. Крупные гранитные интрузии появляются к концу среднего этапа или даже в начале позднего, причем они не сопровождаются существенным редкометальным оруденением. Последующие поздневарисские интрузии именно позднего этапа наиболее продуктивны в этом отношении, что не подтверждает данных указанный выше схемы. С несколько большим основанием схема Ю. А. Билибина может быть применена для нижнего палеозоя, когда тип развития был еще геосинклинальным, или для отдельных районов Чингизской системы, где этот режим удерживался и в среднем палеозое.

Как видно из приведенного обзора, редкометальное оруденение сопровождает кислые интрузии на всех этапах магматизма Центрального Казахстана, начиная от докембра и кончая поздневарисским. Именно последний этап оказался наиболее важным в практическом отношении, образовавшим почти все промышленные месторождения. Редкометальное (молибденовое) оруденение, связанное с эффузивной деятельностью, известно во вторичных кварцитах, где оно имеет менее концентрированный, рассеянный характер. В этом случае молибден приобретает значение лишь как попутный компонент при извлечении меди.

Инtrузивная деятельность была развита достаточно широко. Из всей площади района в 800 тыс. км<sup>2</sup> учтенные более или менее крупные массивы гранодиоритов и гранитов слагают площадь в 109 060 км<sup>2</sup> или около 14 %. Инtrузии варисского этапа оказались наиболее распространенными (58 % общей площади), хотя и менее крупными, нежели каледонские на современном уровне денудации.

Для площади к югу от Караганды удельное значение инtrузий становится значительно большим (удваивается).

Общее представление о количестве инtrузий, их площадных размерах и соотношениях дает табл. 5.

Таблица 5

Важнейшие инtrузивные этапы	Число главнейших массивов	Площадь в км <sup>2</sup>		Процент от	
		средняя	суммарная	площади инtrузий	общей площади Центрального Казахстана
Докембрийский . . . .	28	113	3 160	2,9	0,4
Раннекаледонский . . .	79	206	16 300	15,0	2,0
Позднекаледонский . . .	72	367	26 400	24,1	3,3
Ранне- и средневарис- сий . . . . .	376	113	42 400	39,0	5,3
Поздневарисский . . . .	227	92	20 800	19,0	2,6
Всего . . . . .	782	140	109 060	100,0	13,6

Данные табл. 5 являются приближенными, поскольку возраст тех или иных инtrузий не всегда точно устанавливается.

Инtrузии отличаются пестротой состава, которая объясняется, с одной стороны, различием исходных магм, а с другой — многофазностью комплексов и различным влиянием контаминации. Все же некоторые особенности химизма можно отметить.

Каледонские инtrузии интенсивно проявились по периферии Центрального Казахстана, образуя как бы сложное кольцо на внутренней стороне обрамляющих его основных структур. Каледонская редкометальная металлогенезия отчетливо разделяется на два этапа — ранне- и позднекаледонский, проявленные на севере Центрального Казахстана. Инtrузивныймагматизм здесь был изучен Ю. А. Билибиным, которым выделены следующие комплексы:

- 1) крыккудукский (раннекаледонский — таконский) габбро-норитов-трондемитов;
- 2) боровской комплекс нормальных гранитов;
- 3) степнякский комплекс малых инtrузий;
- 4) атансорский комплекс инtrузий среднего состава.

Крыккудукский комплекс интрузий метаморфизует отложения нижнего силура, а гальки его обнаружены в верхнесилурских конгломератах. К еще более древнему возрасту относится так называемый джусалинский комплекс габброидных пород и бощекульский, характеризующиеся относительно небольшим распространением. Раннекаледонские интрузии создали либо крупные массивы площадью до 1600 км<sup>2</sup> (Аркалыкский), обычно сложного состава, многофазные, либо чаще — более мелкие массивы и штоки. В Пришилье известны четыре небольших массива. Далее к востоку, от Азатского массива до Аркалыкского, ряд интрузий образует дугу, выгнутую к северу. Менее ясно ее продолжение на юго-востоке, в районе рек Селеты, Уленты и Шидерты, где развиты мелкие штокообразные тела. С юга к ней примыкает меридиональная зона Крыккудукского массива. Все основные массивы отчетливо дискордантны и рассекают каледонские складчатые формы северо-западного простириания.

В составе раннекаледонских комплексов описаны габбронориты, тоналиты, адамеллиты, трондемиты, лейкократовые и щелочные граниты. В многофазных массивах, как правило, более поздние разности являются и более кислыми; обычно преобладают породы гранодиоритового ряда.

В составе дайковой формации имеются тоналиты, аплиты и пегматиты. По данным Т. В. Билибиной, породы крыккудукского комплекса, в отличие от других им подобных районов, характеризуются относительно пониженным содержанием магнезии и железа и особенно повышенным — извести; из щелочей постоянно преобладает натрий. Кислые разности отличаются повышенным содержанием свободного кремнезема и пониженным калия.

Раннекаледонские интрузии в западной части Центрального Казахстана распространены очень широко. Они образуют крупные вытянутые меридиональные поля гранитов в осевой части Карсакпай-Улутауского антиклиниория, затем к северу от него — два крупных массива, из которых один в излучине Ишими, Жаркаинагач, имеет отчетливую северо-восточную ориентировку, согласную с простирианием каледонских складок.

Севернее гор Жаман-Арганаты проходит большая, почти широтная зона раннекаледонских интрузий, протягивающаяся от гор Каптаадыр на западе до гор Аршалы на юго-востоке, почти на 180 км. В ее пределах также известны крупные массивы гранитоидов — Каптаадыр, Комурлы, площадью до 1—1,5 тыс. км<sup>2</sup>. Не совсем ясен возраст расположенных южнее массивов Жамантас и Караменды, поскольку они входят в

другую полосу ранне-средневарисских интрузий (Теректы-Нуринскую).

Если относительно меньшие по размерам массивы осевой части докембрийского антиклиниория можно считать сквозными штокообразными секущими телами, то остальные, большие по площади интрузии, возможно, являются межформационными, разместившимися на границе структурных ярусов протерозоя и нижнего палеозоя. В частности, в массиве Комурлы вскрывается ложе из пород протерозойского основания.

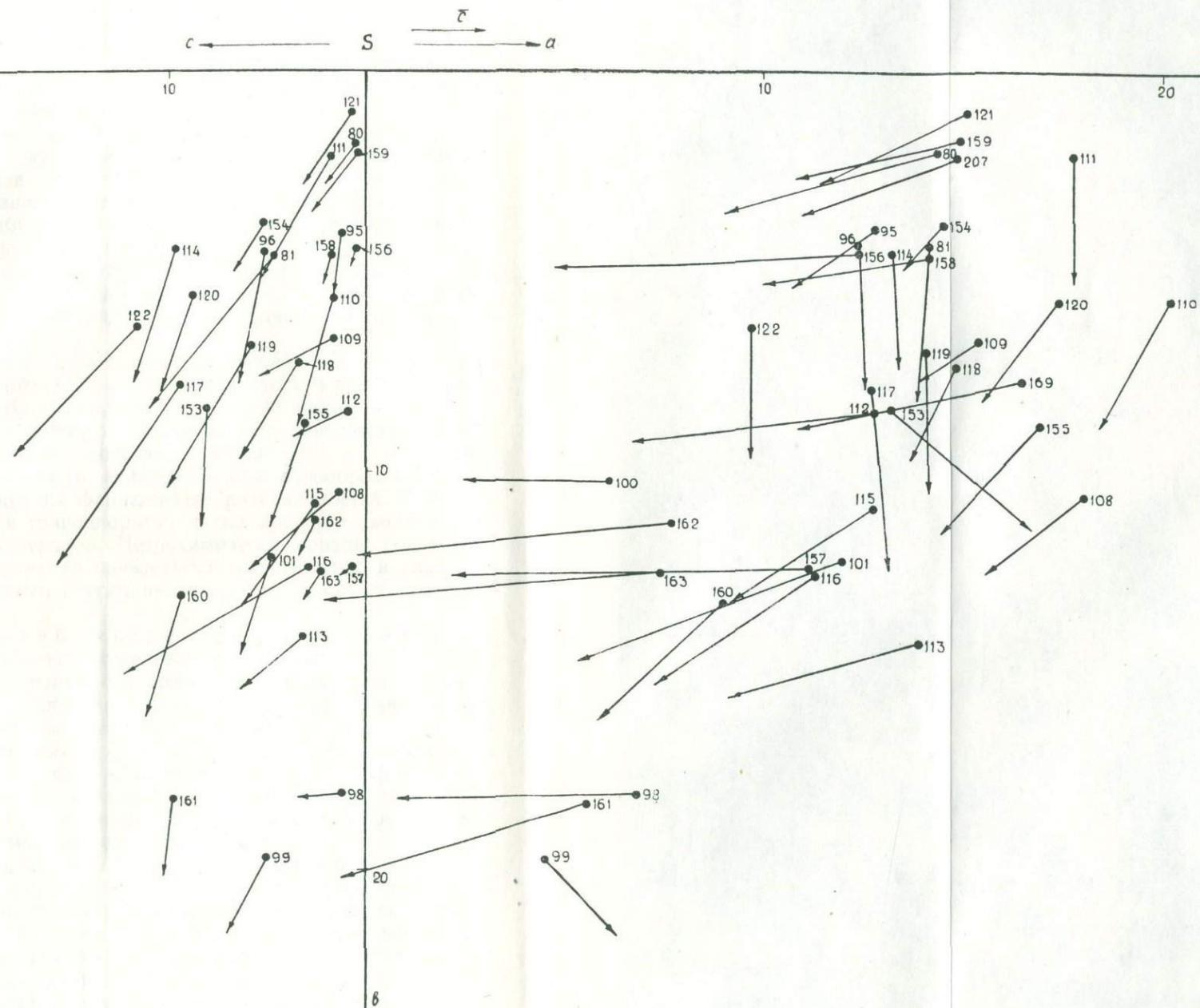
Особенностью крупных массивов является их многофазность. Более ранние диориты занимают меньшие площади, уступая в этом отношении более поздним гранитам. Каледонские массивы этого района изучены еще недостаточно; возможно среди них окажутся выходы и более молодых интрузий (район Терсаакана, Жамантас, Караменды).

Большинство раннекаледонских интрузий характеризуется преобладанием натра и довольно высоким содержанием магнезии (фиг. 2); многие разности резко пересыщены глином. Состав их в среднем отвечает гранодиориту. Наряду с этим имеются дифференциаты аляскитового типа.

Позднекаледонские интрузии достаточно широко распространены на всей территории. На севере они образуют крупнейшие массивы — Зерендинский ( $\sim 5500$  км $^2$ ), Шортандинский ( $\sim 5000$  км $^2$ ), Макинский и другие, укладывающиеся в одну широтную зону — от Чернобаевского массива на западе до Чувакского на востоке, протяженностью более 400 км. Эта зона располагается южнее полосы раннекаледонских интрузий, проходит более или менее параллельно ей и также сопрягается с меридиональными зонами — Макинской и Приозерной. Помимо названных крупных массивов, в этой интрузивной зоне насчитываются многие десятки более мелких массивов и штоков, пересекающих каледонские складчатые структуры.

Второй крупный район развития позднекаледонских интрузий — это Северное Прибалхашье. С запада на восток здесь прослеживается ряд крупных и средних по размерам массивов Ергенекты, Булаттау, Бектауата и др. Наиболее крупный из них вытянут в меридиональном направлении на 75 км. Наконец, третий район — это Дегелен-Чингизская зона в пределах которой позднекаледонские интрузии образовали ряд полос северо-западного простирания. В отличие от предыдущих площадей формы массивов здесь более согласуются с планом пликативной тектоники.

Позднекаледонский магматизм (готландий — нижний девон) также отличался многофазностью, а потому большинство массивов, особенно крупных, является сложным. Лакколито-



Фиг. 2. Петрохимическая диаграмма составов раннекаледонских интрузий гранитоидов Центрального Казахстана. Составила Р. Н. Чумина.

подобная форма многих из крупных массивов, в частности Зерендинского, обусловлена их межформационным положением на границе докембрийских и нижнепалеозойских структур. Их вытянутость в том или ином направлении обусловлена значительной глубиной вскрытия, а потому и тесной связью корневой системы с простиранием глубинных разломов. Для Зерендинского — это будет широтный разлом, для Шортандинского — почти меридиональный и т. д. Многофазность, очевидно, связана с подвижностью этих глубинных зон.

Ю. А. Билибиным приводится обобщающая характеристика и позднекаледонских интрузий северной зоны, среди которых им выделены комплексы боровской и степнякский; в последнее время к ним добавлен еще и атансорский. Время становления интрузий относится к позднему этапу развития подвижных зон.

Боровской комплекс обнимает все крупные массивы. В него входят гранодиориты, биотито-роговообманковые граниты, биотитовые граниты, лейкократовые граниты, микрограниты и пегматиты, отличающиеся повышенной ролью калишпатов. Многие массивы, имеющие округлую форму, характеризуются часто кольцевым или дугообразным строением слагающих их фациальных разновидностей. Преобладают граниты и гранодиориты с повышенным количеством акцессорных минералов. Петрохимически породы боровского комплекса выделяются повышенной кислотностью и щелочностью и связанными с этим явлениями щелочного метасоматоза.

Степнякский интрузивный комплекс, по мнению большинства исследователей, является более молодым, другие — считают его древнее. Он характерен проявлением малых штокообразных интрузий и широко развитой дайковой формацией. Состав пород степнякского комплекса отличается от боровского преобладанием кварцевых диоритов и габбро-диоритов, тогда как граниты и гранодиориты явно подчинены. Состав дайковой формации достаточно пестр. Здесь мы имеем и диоритовые порфиры, лампрофиры, аплиты, гранит-порфиры и кварцевые порфиры.

По Т. В. Билибиной, массивы степнякского комплекса имеют в поперечнике не более 5 км (Куртукульский) и по форме являются трубообразными сквозными телами с крутыми контактами. В составе их много темноцветных минералов, имеется повышенное содержание магнезии и извести при пониженной роли кремнезема и щелочей для среднего ряда; кислые же разности близки к нормальным гранитам.

Атансорский комплекс выделен пока без достаточных оснований. Он представлен небольшими отдельными

интрузиями, а также располагается совместно с другими комплексами (Аркалыкский массив), образуя сложные массивы. Комплекс состоит из кварцевых диоритов, сиенито-диоритов с подчиненными аplitовидными гранитами. Возможно, что он представляет собой вариации того же степнякского комплекса, имеющие различия вследствие иных местных условий дифференциации.

Позднекаледонские интрузии в своей массе более кислы, приближаясь в среднем к составу нормального гранита. Колебания в составе довольно значительны — от аляскитов (довольно большая группа) до кварцевых диоритов, диоритов и габбро. Отдельные отщепления отклоняются в сторону сиенитов. Еще более резко выражено пересыщение глиноzemом (фиг. 3). В большинстве случаев попрежнему отмечается преобладание натра; они столь же мало известковисты.

В. С. Коптев-Дворников отмечает\*, что гранодиоритовый состав интрузий обусловлен ассилиационными процессами и что во многих случаях многофазность («полихронность») их происхождения является мнимой. По его данным, в краевых зонах интрузий развиваются гибридные образования, принимавшиеся за более ранние интрузии. Что касается дайковой формации, то ее более основной ряд якобы связан с более глубинным иным очагом, а не очагом внутри интрузии.

Если взять средне- и верхнепалеозойский этап развития Центрального Казахстана, то в проявлении интрузивной деятельности, доставившей интрузии кислого состава, насчитывается не менее четырех описанных выше основных этапов.

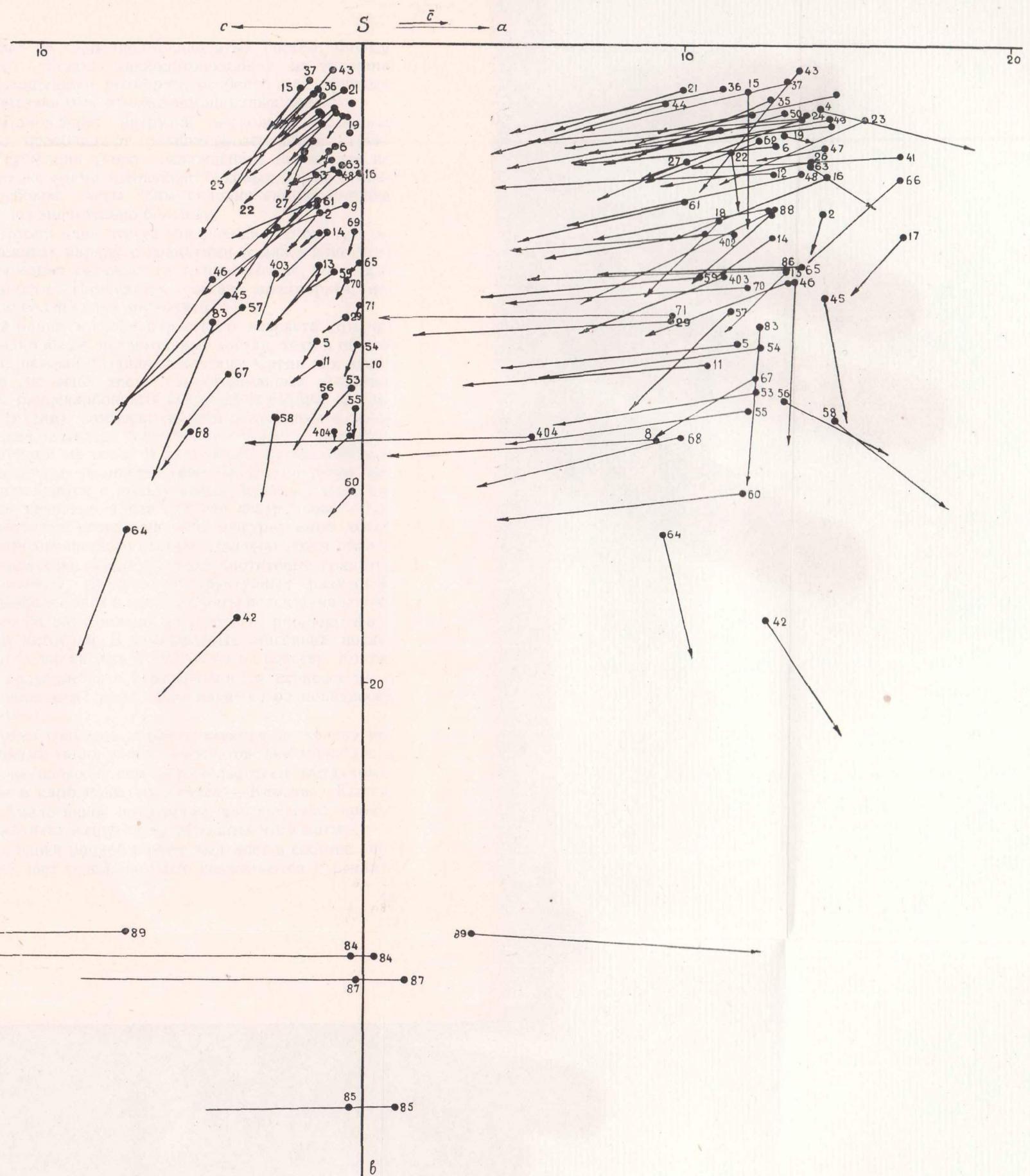
Поскольку собственно редкометальными являются поздневарисские интрузии и несколько менее — средневарисские, мы несколько подробнее остановимся на их характеристике.

Карбоновые интрузии наиболее распространены как по количеству, так и по занимаемой площади (39%). В дальнейшем сюда же, очевидно, будут отнесены еще некоторые массивы, считающиеся поздневарисскими только в силу наличия в них редкометального оруденения (Калдырминский и др.). Как выяснилось в последние годы, этот признак нельзя считать главным при определении возраста интрузий.

По данным новейших исследований, карбоновые интрузии отличаются от поздневарисских следующими особенностями:

1) они имеют более крупные размеры и отличаются наличием краевых субфаций контакта, сопровождающихся ассилиационными зонами;

2) благодаря образованию их вслед за складчатостью, т. е. известной синтектоничности, они обладают морфологией, бо-



Фиг. 3. Петрохимическая диаграмма составов позднекаледонских интрузий гранитоидов Центрального Казахстана. Составила Р. Н. Чумина.

лее согласующейся со строением складчатых систем. Форма массивов большей частью лакколитоподобная, их толщина резко уступает площадным размерам, особенно для крупных массивов, располагающихся в межформационных зонах;

3) глубина становления интрузий несколько большая; вследствие этого преобладают равномернозернистые структуры, краевые субфации (кора охлаждения) выражены не столь резко. В то же время изменение боковых пород в контактах более глубокое; часты зоны скарнирования; ширина контактовых ореолов значительно большая;

4) состав интрузий чаще имеет отклонения в сторону гранодиоритов и сиенитов наряду с гранитами и даже аляскитами. Дайковая формация включает не только кислые, но и лампрофировые разности. Изменяется состав акцессориев; несколько повышено содержание магнетита.

Для интрузий ранне- и средневарисского возраста отмечается, как было видно выше, непостоянный состав, хотя в общем они более кислые, нежели позднекаледонские. Среди них выделяются несколько (не менее трех) самостоятельных комплексов. Это комплекс раннекарбоновых интрузий от габбро- до гранитов (малые интрузии), комплекс щелочных гранитов и выше охарактеризованный комплекс биотитовых гранитов, образующий наиболее крупные массивы. В их химизме более заметной является ветвь щелочных разностей (фиг. 4). Соотношение щелочей заметнее изменяется в пользу калия. Краевые зоны интрузий обогащены известием, тогда как для центральных — отмечается его недостаток, вследствие чего фигуративные точки на диаграмме петрохимического состава располагаются вблизи оси SB. Петрографически — это обычные биотитовые граниты, реже роговообманковые, различных структурных разностей, переходящие в краевых зонах в гранодиориты вследствие контаминации. Диориты развиты только в наиболее раннюю фазу нижнекарбоновых интрузий. В многофазных массивах последующие интрузии более кислые и щелочные по составу. Контаминарированность проявляется в пересыщенности глиноземом, а также в известковистости ряда фациальных разновидностей (субфаций контакта).

Эти же интрузии гранитов характеризуются несколько повышенными кларками таких редких элементов, как молибден и вольфрам, а также олово, о чем свидетельствуют металлометрические ореолы в карбоновых массивах — Карагас, Кылча, Мамантас и др. Аналогичное оруденение, как известно, проявлено затем в пегматитах и других производных этой магмы.

В. К. Монич в своей ранней работе выделяет в составе карбоновых интрузий ряд серий, которые связываются с различ-

ными фазами магматической деятельности (В. К. Монич, 1945, стр. 112—113).

Гульшадская серия	— габбро, габбро-диориты, диориты, монцониты, трондьемиты и др.
Топарская серия	— гранодиориты, кварцевые диориты, адамеллиты и др.
Каскайдыр-Ак-джальская серия	— адамеллиты, кварцевые диориты, роговообманково-биотитовые граниты
Центрально-Казахстанская серия	— субвулканические и малые интрузии гранофиров, кварцевых альбитофиров
Калдырыминская серия	— лейкократовые биотитовые граниты, откладывающиеся то к аляскитам, то к адамеллитам

Обилие выделенных серий в известной степени объясняется не столько многофазностью, сколько различной ролью ассилиационных явлений в условиях переменного состава вмещающих пород. Вероятно, целесообразнее выделение В. К. Моничем в последующее время трех основных комплексов, действительно отличающихся довольно существенно по петрохимическим особенностям, времени формирования и строению интрузивных тел. Как уже указывалось выше, это будут следующие комплексы.

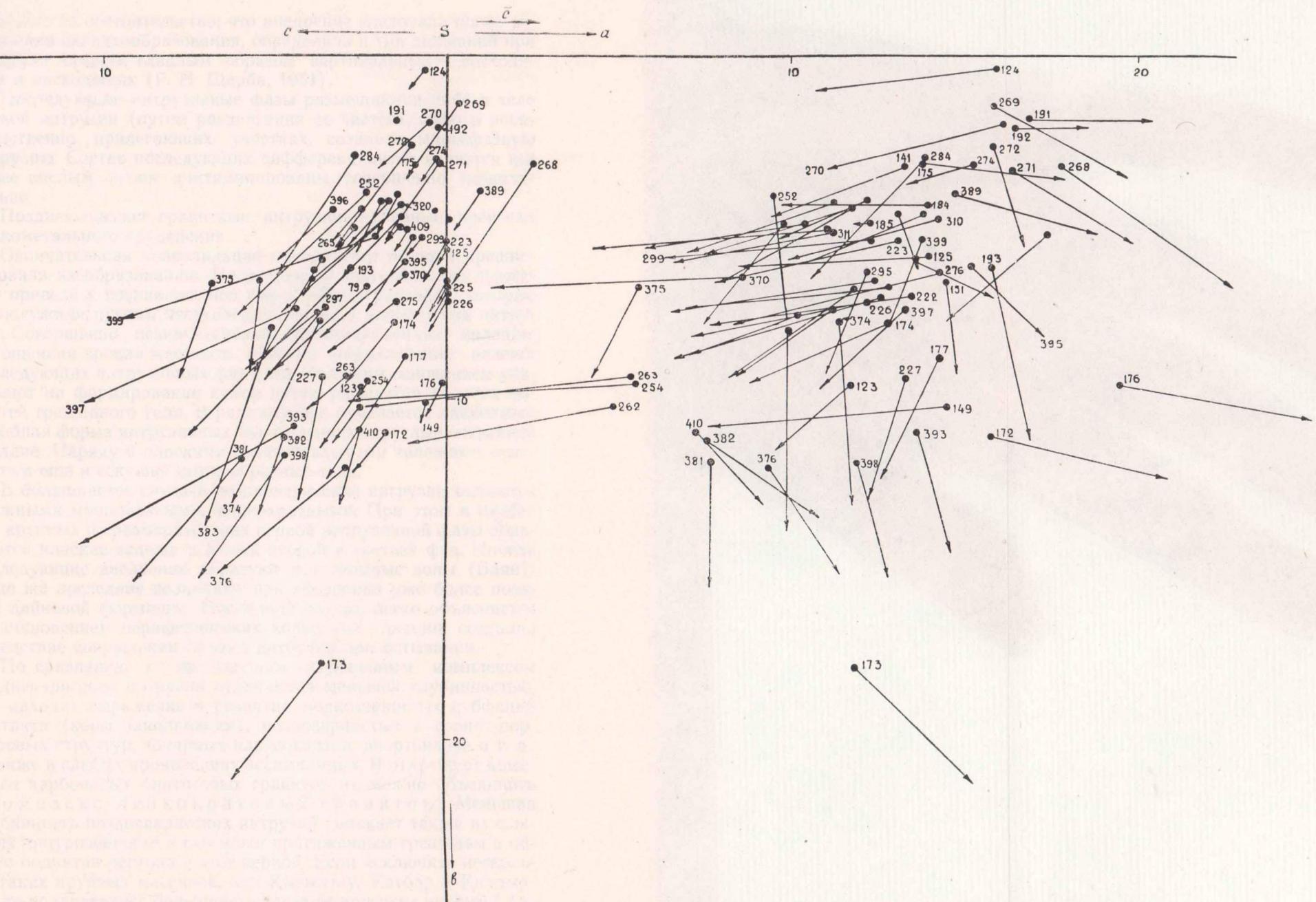
1. Комплекс габбро-диоритов, содержащий в подчиненном количестве и граниты в завершающих фазах. Комплекс обычно образует относительно небольшие сквозные массивы (судетская фаза складчатости).

2. Комплекс щелочных гранитов, детально описанный в Баянаульском районе.

3. Комплекс биотитовых гранитов, наиболее мощный, многофазный, включающий гранодиориты и аляскиты. Именно последний и представляет несколько больший интерес в смысле редкометальной минерализации.

Массивы гранитов образуют протяженный Теректы-Нуринский пояс (см. фиг. 1) и широко распространены к югу от него до Балхаша, занимая по площади первое место среди разновозрастных интрузий. Они обладают крупными площадными размерами и сложным многофазным строением.

Согласно нашему предположению, камерное пространство для этого типа интрузий создавалось в результате вертикальных движений, способствовавших раскрытию полостей между структурными ярусами и отдельными формациями. Этот вывод базируется на уплощенной форме интрузий, размещении их часто между структурными зонами, практическом отсутствии перестройки пликативных структур под влиянием интрузий, а также на относительно все же небольшом значении ассилияции.



Фиг. 4. Петрохимическая диаграмма составов ранне- и средневарисских интрузий гранитоидов Центрального Казахстана. Составила Р. Н. Чумина.

Наконец, то обстоятельство, что внедрение следовало после завершения складкообразования, определило и тип движений при создании камеры, главным образом вертикальных — восходящих и нисходящих (Г. Н. Щерба, 1951).

Последующие интрузивные фазы размещаются либо в теле первой интрузии (путем раздвигания ее частей), либо в непосредственно прилегающих участках, создавая многофазную интрузию. Состав последующих дифференциантов является все более кислым, и они контаминированы совершенно незначительно.

Поздневарисские гранитные интрузии — главные носители редкометального оруденения.

Окончательная консолидация складчатого региона предшествовала их образованию. Последующие тектонические движения привели к возникновению уже глубоких расколов, которые и послужили путями поступления магмы и размещения интрузий. Совершенно незначительные ассимиляционные явления, уплощенная кровля массивов, плоские параллельные залежи последующих интрузивных фаз с еще большим основанием указывают на формирование камер путем раскрытия пологих полостей трещинного типа. В ряде случаев отмечается лакколито-подобная форма интрузивных тел, имеющих округлые очертания в плане. Наряду с плоскими горизонтальными залежами отмечаются еще и секущие штокообразные тела.

В большинстве случаев поздневарисские интрузии являются сложными многофазными, многократными. При этом в наиболее крупных по размерам телах первой интрузивной фазы образуются плоские залежи и штоки второй и третьей фаз. Иногда последующие внедрения образуют и кольцевые зоны (Баян); чаще же последние возникают при внедрении уже более поздней дайковой формации. Последний случай легко объясняется возникновением периферических кольцевых трещин оседания вследствие сокращения объема интрузий при остывании.

По сравнению с предыдущим карбоновым комплексом поздневарисские интрузии отличаются меньшей глубинностью, что находит выражение в развитии мелкозернистых субфаций контакта (коры закаливания), мелкозернистых и гранит-порфировых структур, зонарных плагиоклазов, аортоклаза и т. д., а также в слабых проявлениях ассимиляции. В отличие от комплекса карбоновых биотитовых гранитов их можно объединить в комплекс лейкократовых гранитов. Меньшая глубинность поздневарисских интрузий вытекает также из факта их приуроченности к сквозным протяженным трещинам и общего поднятия региона в этот период. Если исключить несколько таких крупных массивов, как Кызылтау, Катбар и Каудырма, то подавляющее большинство поздневарисских интрузий бу-

дет отличаться малыми размерами, площадью от 7—8 до 40—50 км<sup>2</sup>, редко более. Имеющиеся еще более мелкие штокообразные тела, как, например, Караоба, Селтей, Караджал и т. п., являются, по нашему мнению, в одном случае выступами более крупных массивов (Караоба), либо апофизами или штоками, связанными на глубине с более крупными телами.

Интузии первой фазы (этапа) представлены обычно крупнозернистыми порфировидными биотитовыми гранитами, переходящими в краевых зонах в средне- и мелкозернистые слабо контаминированные субфации контакта. Мощность этой оболочки редко превышает 100—150 м. Изредка в них встречаются ксенолиты пород кровли, шлировые выделения. Количественное соотношение основных породообразующих минералов в среднем (в %) следующее: альбит-олигоклазы и олигоклазы—20—30, калишпаты (чаще всего микроклинпериты)—35—45, кварц 30—35, биотит 2—4. Порфировидные выделения чаще всего принадлежат плагиоклазу. Подобные граниты обычно слагают периферические (и придонные) части массивов, являясь вмещающими для последующих интрузий, что связано с относительно короткими промежутками времени между последовательными внедрениями магмы и сохранением одних и тех же путей ее поступления. В частности, для очень крупного Нарымского массива паузы между внедрениями были определены от 0,5 до 0,8 млн. лет для главных интрузий и значительно меньшие для последующих малых инъекций. Геологическими границами здесь являются такие, как затвердевание первой интрузии с образованием в ней трещинной системы, и отсутствие самостоятельной дайковой формации, которая развивается после становления двух или трех главных интрузий. Очевидно, что эта ритмичность связана с пульсацией региональных тектонических движений при магматизме и должна быть приблизительно одинаковой для определенных регионов.

Интузии второй фазы мы условно именуем среднезернистыми гранитами. Внешне они отличаются равномерной зернистостью и несколько меньшими размерами зерен. По мере углубления в них наблюдается закономерная смена мелкозернистых и гранит-порфировых субфаций контакта средне-, а местами даже и крупнозернистыми гранитами. Порфировидность не характерна. Соотношение основных породообразующих минералов хоть и не резко, но все же изменяется в пользу калишпатов и кварца за счет плагиоклаза. Несколько более развиты автометаморфические явления, сопровождающиеся микроклинизацией и последующей мусковитизацией. Почти совершенно отсутствуют структуры течения, что лишний раз подчеркивает платформенные условия становления интрузий.

Третья фаза представлена мелкозернистыми аплито-видными гранитами, реже гранит-порфирами, слагающими пологие пластиообразные тела в предшествующих двух интрузиях, мощностью от 1—2 до 100 м и протяженностью от десятков до сотен метров и даже километров. Они приурочены к пологим трещинам и связаны с большими глубинами крутоападающими дайками; еще более обогащены кремнеземом, обычно лишены биотита, полностью замещенного мусковитом.

Различие взглядов исследователей Центрального Казахстана на формирование поздневарисских интрузий заключается в том, что имеются сторонники (Е. В. Шевченко, 1951, и И. И. Чупилин, 1946) и одноактности внедрения. По их мнению, имеющиеся взаимоотношения объясняются либо первичной расслоенностью, либо неравномерностью кристаллизации, сопровождавшейся перемещением расплава в камере. Что касается мелкозернистых гранитов, то существует еще и такая ошибочная точка зрения, что они образовались в результате перекристаллизации более ранних гранитов под воздействием горячих газов, выделяемых интрузией. Имеются опубликованные статьи с опровержением указанных концепций. Не останавливаясь подробно на этой дискуссии, укажем, что большинство фактов говорит за многофазность поздневарисских интрузий. Что касается масштабов перемещения расплава, то они во многом еще недостаточно ясны.

Состав и внешний лейкократовый облик поздневарисских гранитов в общем являются постоянными и достаточно однообразными (в известных пределах) на всей территории, вследствие чего сравнительно легко выделяются среди интрузий других возрастов.

Дайковая формация тоже отличается значительным постоянством состава. Обычно наиболее распространены аплитоидные граниты и гранит-порфиры, реже кварцевые порфиры. На контактах часто встречаются линзовидные тела блоковых пегматитов. Практически отсутствуют диоритовые и лампрофировые разности, что отличает поздневарисские интрузии от более ранних.

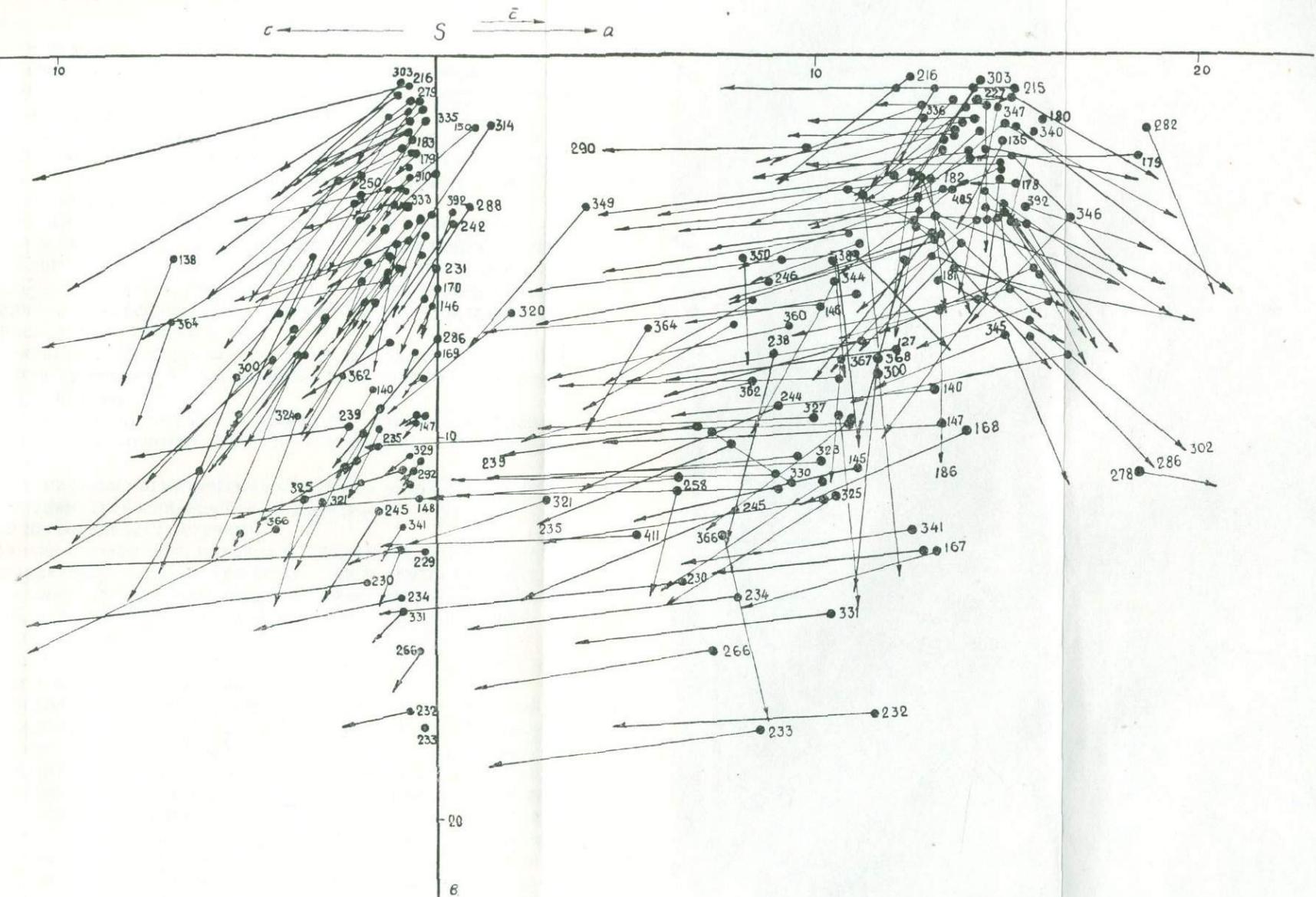
Исследования петрохимического состава показывают известную самостоятельность комплекса лейкократовых гранитов, хотя некоторые разности аналогичны комплексу биотитовых гранитов. Следует отметить общее возрастание роли щелочей, вследствие чего фигуративные точки смещаются далеко вправо от оси SB. Ведущую роль начинает играть калий, почему их иногда называют калиевыми или микроклиновыми гранитами, хотя имеются случаи преобладания натра (альбитизация). Пересыщение кремнеземом становится еще более резким. Количество извести явно занижено, сохраняется в то же время

пересыщение глиноземом (фиг. 5). Сравнение со средними типами пород указывает на близость лейкократовых гранитов к типичным аляскитам. Известное отличие заключается лишь в некотором избытке глинозема и недостатке магнезии.

Исходя из того, что ассоциационные явления слабы, а состав вмещающих пород бывает самым разнообразным, можно думать, что указанные петрохимические особенности приобретены магмой в нижних структурных ярусах. Вполне вероятно и то допущение, что магма лейкократовых гранитов является нормальным последним дифференциатом крупных магматических бассейнов, питавших средне- и поздневарисские интрузии. Именно этим путем можно объяснить и такие другие ее особенности, как богатство летучими, приведшее к широким автометаморфическим процессам и грэйзенизации, а также насыщенность акцессориями и редкими металлами. Конечно, подобная металлогеническая специализация не случайна и не может быть никоим образом объяснена с позиции контаминации на уровне становления интрузий.

Широкое спектроскопическое изучение комплекса лейкократовых гранитов показывает наличие в них повышенных кларков молибдена, вольфрама и олова. По данным Е. В. Шевченко, Г. Н. Щербы, М. А. Жукова и других исследователей, все разновозрастные породы комплекса обогащены редкими элементами, причем нарастание концентраций отмечается в мелкозернистых гранитах, а затем в грэйзенах. Особенно показательные результаты для олова получились у нас в Нарымском массиве Ю. Алтая, где нарастание концентраций прослеживается во всем последовательном ряду дайковой формации, давая промышленные содержания в более поздних грэйзенах и кварцевых жилах. Эти материалы приводят к тому выводу, что массивы, с которыми связаны промышленные месторождения, сами содержат повышенные кларки тех или иных металлов и формируют очаги оруденения.

Не все, однако, пермские гранитные массивы сопровождаются редкометальным оруденением промышленного типа. Е. В. Шевченко (1951), не найдя структурного и петрохимического различия между «продуктивными» и «непродуктивными» массивами, включая сюда и рассеянную металлоносность, приходит к выводу, что основной причиной здесь является тектонический режим во время рудообразования. Руды возникали только в том случае, если в момент выделения рудоносных растворов происходило приоткрывание вмещающих трещин. Нам представляется недостаточно обоснованной эта точка зрения по той причине, что одновременного замыкания всех трещин, исходя из механизма процесса, быть не может. Кроме того, усиление давления должно сопровождаться активизацией тепло-



Фиг. 5. Петрохимическая диаграмма составов поздневарисских интрузий гранитоидов Центрального Казахстана. Составила Р. Н. Чумина.

вых процессов и, следовательно, более длительным существованием самих рудоносных очагов.

По другим представлениям, наоборот, все дело заключается в петрохимическом составе интрузий. Если имеется преобладание калия над натрием, то такие массивы, по Н. Г. Кассину, продуктивны. Как оказалось при знакомстве с исследованием Р. Э. Квятковского, одни и те же небольшие массивы, по его же данным, в разных своих частях попадают то в группу продуктивных, то в бесперспективные.

Из этого краткого обзора видно, что сложный вопрос выделения продуктивных интрузий из числа поздневарисских по общим геологическим и петрографическим признакам еще не нашел удовлетворительного решения. Все же ряд особенностей поздневарисских массивов, сопровождаемых редкометальным оруденением, можно отметить.

1. Лейкоократовый характер гранитов при наличии резкого пересыщения кремнеземом, повышенной роли щелочей, особенно калия (аляскиты).

2. Многофазность интрузий с развитием обычно не менее трех главных интрузивных этапов, не считая дайковой формации.

3. Развитие постмагматических явлений: микроклинанизации, мусковитизации, грэйзенизации и окварцевания, свидетельствующих о насыщенности летучими.

4. Наличие повышенных кларков и рассеянной редкометальной минерализации в самих гранитах, затем специфического комплекса акцессорных минералов в составе монацита, циркона, рутила, апатита, топаза, реже флюорита, турмалина, магнетита, ортита.

5. Жильная серия представлена аплитами, пегматитами и высокотемпературными кварцевыми жилами.

6. Размещение интрузий в участках наложения поздневарисских зон магматизма на предшествовавшие им карбоновые (узлы пересечения на нашей схеме, см. фиг. 1). Конечно, при оценке массивов, удовлетворяющих перечисленным выше условиям, следует учитывать и уровень денудации. Как известно, вертикальное распространение рудоносного ореола не безгранично и зависит от характера области рудоотложения и термодинамических условий в ней. В идеальных случаях оно достигает 0,5—1 км. Большое значение имеют структурные и литохимические условия рудоотложения, на чем несколько подробнее остановимся ниже.

Однообразие состава и металлоносности поздневарисских массивов на огромной территории имеет достаточно глубокие причины, в числе которых может быть и зарождение магматизма в определенной отдифференцировавшейся петрохимиче-

ской зоне земной коры, обладавшей направленным развитием магматических продуктов, и специфической зараженностью этой зоны цветными и редкими металлами.

### ВМЕЩАЮЩИЕ ПОРОДЫ

Рудоносные интрузии размещаются в самых разнообразных породах, известных в Центральном Казахстане. Здесь имеются гранито-гнейсы и порфириоды докембрия, гранитоиды ранних магматических этапов и разнообразные эфузивные и осадочные породы. Наиболее важны в этом отношении песчано-сланцевые породы силура и кислые эфузивы девоно-карбона, чаще всего вмещающие поздневарисские лейкократовые граниты. У нас пока нет данных для того, чтобы связывать продуктивность тех или иных массивов с литологическим составом вмещающих толщ, поскольку крупные месторождения известны не только среди гранитов и песчано-сланцев, но и среди эфузивов, известняков и даже амфиболитов (Шалгия). Нет данных и для утверждений о металлогенической специализации магм на уровне становления интрузий. Тем более, что, как мы указывали выше, явления контаминации и ассилияции в рудоносных массивах проявлены относительно слабо. Здесь можно лишь сделать предположение о глубинной ассилияции, которой следует объяснить пересыщение глиноземом, ставя обилие щелочей и кремнезема в массивах в зависимость от направления нормальной дифференциации в очаге.

Роль вмещающих пород становится исключительно большой, когда мы рассматриваем типы месторождений, формы рудных тел и парагенетические минеральные ассоциации.

Рудопроявления и месторождения редких металлов следует, во-первых, разделить на два класса: а) эндогенные и б) экзогенные.

Главным является класс эндогенных месторождений. В зависимости от состава вмещающих пород здесь будут формации и типы месторождений, указанные в табл. 6.

Таблица 6

Гранитоиды	Кислые эфузивы	Песчаники и сланцы	Известняки	Прочие породы
Пегматиты	Грейзены	Кварцевые жилы	Скарны	Кварцевые жилы и различные измененные породы
Грейзены	Кварцевые жилы		Кварцевые жилы	
Кварцевые жилы	Кварциты			

Размещение рудопроявлений и месторождений редких металлов Центрального Казахстана показано на фиг. 6.

Месторождения и рудопроявления поздневарисского возраста распределяются в этих породах следующим образом: гранитоиды 151 (или 62%), кислые эфузивы 33 (или 13%), песчаники и сланцы 34 (или 14%), известняки 20 (или 8,1%) и прочие породы 6 (или 2,4%).

Отсюда видно, что состав вмещающих пород оказывается действительно важным для типа оруденения, но далеко не всегда определяет его масштабы. Подавляющее количество известных рудных участков зафиксировано в самих гранитах, значительно меньше их в песчаниках, сланцах и эфузивах вблизи интрузий. Из этого вытекает, что оруденение связано в основном именно с интрузивной деятельностью, много реже с малыми интрузиями, сопровождающими эфузивную деятельность (вторично-кварцитовый тип). Эта таблица не полностью отражает истинное соотношение количества рудных точек еще и потому, что до сего времени главное внимание при поисковых работах уделяется площадям самих гранитных массивов, а не их экзоконтактовым зонам или областям погружения интрузивных поясов (надинтрузивные зоны).

В гранитах, в условиях выдержаных трещинных систем, наличия экранирующих блоков в кровле, однообразного петрохимического состава, а также вследствие относительно высоких давлений и температур, развиваются пегматиты, грейзены и высокотемпературные кварцевые жилы. Оруденение содержится во всех этих типах образований. Менее характерны здесь жилы средних и низких температур. В условиях продолжительного и многоэтапного рудообразования они также оказываются рудными. Высокий потенциал железа и пониженный кальция приводят к образованию преимущественно вольфрамита, а не шеелита.

Близкие по составу кислые эфузивы с более развитой трещиноватостью менее благоприятны для образования грейзенов, хотя они все же образуют иногда довольно крупные тела (за счет главным образом суббулканических форм — Байназар). Почти отсутствуют пегматиты. Главным типом здесь становится собственно кварцевожильный и затем кварцитовый с рассеянным молибденовым оруденением.

В песчано-сланцевых толщах полностью преобладает кварцевожильный тип. Боковые породы слабо грейзенизированы; на контактах развивается роговиковый тип метаморфизма со слабой миграцией подвижных компонентов. Взамен выдержанных жильных систем гранитов здесь, как и в эфузивах, возникает важный морфологический подтип — штокверковый, обладающий крупными запасами руд. Минерализация развивается

не только в самих жилах, но ввиду взаимодействия рудных растворов с изменчивой, активной в химическом отношении средой минерализация проникает и в боковые породы. Очевидно, известное значение здесь имеет наличие подвижных компонентов осадочных пород (железо, щелочи, известь), пелитоморфного и углистого материала.

В контактах с известняками возникают скарны — гранатовые, гранатово-пироксеновые, волластонитовые с редкометальным оруденением. Избыток извести способствует образованию шеелита. Наложение последующих гидротермальных этапов приводит к возникновению более поздних рудоносных кварцевых жил.

Крупные скопления молибденитовых руд при наличии благоприятных структурных условий образуются и среди пород иного состава. Например, руды Шалгии и Ю. Шалгии в значительной массе располагаются среди хлоритизированных амфиболитов, являющихся продуктом метаморфизма ультраосновных пород.

Из приведенного перечня видно, что при наличии рудоносных источников и благоприятных структурных условий вмещающими для руд могут быть породы самого разнообразного состава, осадочного или магматического происхождения.

Особый интерес нахождения руд во вмещающих интрузии породах заключается в том, что во многих случаях это обозначает вскрытие денудацией только верхних частей месторождений, вследствие чего здесь особенно возрастают перспективы распространения оруденения на глубину.

Второй класс экзогенных месторождений может быть разделен на 1) тип осадочных месторождений,—а) древних диагенезированных или даже метаморфизованных; б) современных,—и 2) тип месторождений коры выветривания.

Как уже указывалось, повышенные содержания молибдена известны в ванадиеноносных сланцах среднего кембрия, песчано-сланцевых толщах верхнего палеозоя, свинцовоносных известковистых отложениях нижнего карбона, углистых отложениях мезозоя и т. д. Очевидно, по мере более тщательного изучения металлоносности осадочных пород выявляются новые рудоносные горизонты, первично-осадочный генезис которых не вызывает особых сомнений. Необходимо только иметь в виду возможность наличия перекложенных под влиянием гидротерм руд, концентрации полезных компонентов в которых значительно возрастают.

Современные образования — делювиальные и аллювиальные также содержат редкие металлы. Наиболее распространены всем известные ореолы проявления вольфрама, молибдена и олова в делювиальных, пролювиальных и озерных суглинках.

Что касается молибдена и вольфрама, то они могли переноситься и в форме растворимых соединений.

Промышленные концентрации образуют касситерит, вольфрамит и шеелит в делювиальных и аллювиальных россыпях. Менее изучены образования коры выветривания и зоны окисления рудных месторождений, где в определенных условиях могут накапливаться вторичные минералы вольфрама (В. Кайракты, на Котпаре вместе с марганцем) и молибдена (Кызылэспе и др.).

Практический интерес представляют месторождения древней коры выветривания малайского типа. Кора выветривания отдельных участков Чебанайского и Зерендинского гранитных массивов, содержащих рассеянную касситеритовую и колумбитовую минерализацию, представляет собой промышленную руду. В процессе выветривания в мезозое здесь произошло некоторое отделение зерен касситерита и колумбита, ранее тесно сросшихся с минералами гранитов, и отпала необходимость в измельчении руды; ценные компоненты могут извлекаться при помощи простой промывки.

Пока месторождения экзогенного класса занимают подчиненное значение по редким металлам. Промышленными являются лишь россыпи устойчивых минералов (касситерита, вольфрамита, шеелита и др.), а также коры выветривания олово- и колумбитсодержащих гранитоидов.

### ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Редкометальное оруденение в Центральном Казахстане представлено различными генетическими типами достаточно широкого диапазона — от осадочно-метаморфических до пегматитов.

Главное определяющее значение имеют эндогенные месторождения с проявлением минерализации на различных последовательных стадиях послемагматических процессов. В зависимости от изменения условий рудообразования изменяются и типы оруденения. Источниками редкометального оруденения являются рудоносные очаги, порождаемые гранитными интрузиями. Вследствие отсутствия каких-либо данных о металлогенической специализации рудовмещающих толщ (исключая отдельные молибеноносные сланцевые горизонты среднего кембрия) предполагается, что обогащение магмы происходило в нижних структурных ярусах на месте ее зарождения и на пути в верхние структурные ярусы.

Подробное обоснование принятой классификации, обзор генетических типов месторождений, сопровождаемый подробной характеристикой главных и наиболее характерных представите-

лей каждого типа, приводится в последующих томах, которые предполагается опубликовать. Поэтому здесь мы ограничимся рассмотрением наиболее общих и существенных черт этих месторождений, необходимым для последующего обоснования выделенных перспективных площадей и благонадежных промышленных типов руд.

### Принятая классификация

В связи с широким развитием исследований рудных месторождений в нашей стране и более глубокой разработкой различных проблем рудообразования советские геологи полностью отказались от существующих зарубежных классификаций и успешно разрабатывают новые, более прогрессивные классификации рудных месторождений. Они последовательно совершенствовались и в них вносились те или иные новые элементы В. А. Обручевым, С. С. Смирновым, М. А. Усовым, А. Г. Бетехтиным, П. М. Татариновым, И. Г. Магакьяном, Х. М. Абдуллаевым, Ф. И. Вольфсоном, Е. Е. Захаровым, К. И. Сатпаевым, И. И. Боком и др. В основу наиболее приемлемых из них положены генетические принципы, учитывающие условия формирования рудных месторождений и их вещественный состав.

Для месторождений редких металлов Центрального Казахстана в 1946 г. была предложена классификация И. И. Чупилина. С учетом специфики оруденения и положительных моментов упомянутых выше классификаций нашей группой составлена уточненная классификация месторождений редких металлов, которая более полно отражает их генетические особенности и в то же время является достаточно простой. Одновременно ниже указываются и наиболее характерные месторождения.

#### А. Класс эндогенных месторождений

1. Эпимагматическая рассеянная минерализация в изверженных породах (Лосевское)
2. Пегматитовая формация (Бектаута, Токрауское)
3. Скарновая формация
  - а) собственно-скарновый тип (Котантау)
  - б) тип наложенной минерализации (Акмая)
4. Кварцевожильно-грейзеновая формация
  - а) грейзеновый тип (Аксан)
  - б) кварцевожильно-грейзеновый тип (Акчатау)
  - в) кварцевожильный тип (Верхнес Қайракты)
5. Формация вторичных кварцитов (Тулагай)
6. Минерализация в рудах других металлов
7. Редкие и рассеянные элементы в рудах вольфрама и молибдена

## Б. Класс экзогенных месторождений

### 8. Формация первично-осадочная (Кумкудук)

#### 9. Россыпи

- а) делювиальные (Байназар, верхняя)
- б) делювиально-пролювиальные (Байназар, нижняя)
- в) аллювиальные (Ишимская).

В зависимости от состава выделяются месторождения оловянные (касситеритовые), вольфрамитовые, шеелитовые, оловянно-вольфрамовые, молибденовые, вольфрамово-молибденовые и редкометальные вообще, когда в рудах содержатся в промышленных количествах вольфрам, молибден, бериллий (Акчатау), затем еще олово и висмут (Караоба). Особо выделяется и подтип кварцевых золоторудных жил с вольфрамовым или молибденовым оруднением.

Важное значение для промышленной оценки имеет особая группа жильных штокверковых месторождений, которая также выделяется как отдельный морфогенетический подтип к кварцевожильно-грейзеновой формации.

#### 1. Эпимагматическая рассеянная минерализация в изверженных породах

Почти все рудоносные граниты содержат рассеянную акцессорную вкрапленность таких рудных минералов, как касситерит (Улутау и др.), молибденит (Бесоба и др.), шеелит, что служит признаком их рудоносности вообще. Образование ее связывается с эпимагматическими проявлениями, следующими за кристаллизацией расплава. Они выражаются в микроклинизации, альбитизации и слабой грейзенизации значительных по объемным размерам отдельных частей интрузии, сопровождающихся привносом рудных компонентов. Наряду с привносом происходит и кристаллизация рудных минералов за счет остаточных компонентов расплава, неполностью экстрагированных в процессе становления интрузий. Величина зерен рудных минералов исключительно мала (десятие и сотые доли миллиметра), содержание металлов составляет первые сотые и тысячи доли процента. Для примера приведем имеющиеся средние данные о содержании редких металлов в гранитоидах некоторых массивов (табл. 7).

Исключение составляют два участка — один (Лосевский) в Зерендинском массиве и другой — в Чебанайском. В первом — концентрация колумбита приурочена к альбитизированным гранитам, образуя мощную залежь. В Чебанайском массиве касситерит рассеян в массе слабо грейзенизованных гра-

Таблица 7

Массивы	Содержание, в %		
	олова	вольфрама	молибдена
Золотоношский . . . . .	До 0,005		
Чебанайский . . . . .	" 0,005		
Кылча и Мунглу . . . . .	" 0,003	Следы	0,0001
Куу и Кызылтау . . . . .	" 0,04	" 0,01	До 0,003 0,005
Акчатау . . . . .	—		
Шакшагайлы . . . . .	" 0,003		
Каинский . . . . .	" 0,003		
Катбарский . . . . .	Следы	Следы	Следы
Бесоба . . . . .	—	—	0,003

ников. В обоих случаях имеются интересные в практическом отношении концентрации. Одновременно с указанными минералами есть повышенная концентрация и монацита, циркона, рутила и некоторых других акцессориев.

Тип рассеянной минерализации пока еще слабо изучен, но он является важным индикатором наличия того или иного оруденения и в более поздних гидротермальных титах.

## 2. Пегматитовая формация

Наличие пегматитов с редкометальным оруденением указывает на среднеглубинные условия становления массивов и достаточно высокие температуры.

Пегматиты располагаются в апикальных частях гранитных массивов, в эндоконтактах, часто на границе разновозрастных интрузий. Они образуют небольшие линзы, реже крутопадающие тела. Пегматитовые поля для Центрального Казахстана не характерны и скорее составляют исключение. Очевидно, по этой причине количество собственно пегматитовых рудопроявлений невелико и едва превышает один десяток (Байгуль, Аркарлы, Токрауское, Бектауата и др.). В то же время рудоносные пегматиты присутствуют на многих месторождениях кварцево-жильно-гнейсовой формации (Акчатау, Караоба, В. Коунрад, Узунбулак и др.), иногда обособляясь на отдельных участках (Батыстау).

Большинство пегматитов имеет блоковое сложение и состоит из кварца, полевого шпата (чаще микроклина) и небольшого количества светлой слюды. Остальные минералы имеют резко подчиненное значение и образовались во время наложения рудного процесса на пегматитовый. Пегматиты также подвергаются грейзенизации и пересекаются более поздними квар-

цевыми жилами, что позволяет относить оруденение в них к одной из самых ранних стадий.

Минеральный состав пегматитов дан в табл. 8.

Таблица 8

Основные	Широко распространенные	Мало распространенные	Редкие
Кварц, микролинн, альбит-олигоклаз, мусковит	Ортоклаз, биотит, флюорит, турмалин, пирит	Гранат, топаз, ильменит, рутил, монацит, гематит, циркон, магнетит, амазонит, берилл, вольфрамит, шеелит, молибденит, висмутин, кассiterит, ортит и др.	Лепидолит, колумбит, танталит, ксенотим, сфалерит и др.

Оруденение в пегматитах имеет обычно рассеянный характер, что при незначительных размерах и крайней невыдержанности рудных тел делает их непромышленными. Более высокие концентрации вольфрамита, шеелита и кассiterита возникают в пегматоидных разностях, сложенных главным образом кварцем. Вес возникающих здесь отдельных рудных гнезд достигает десятков килограммов, вследствие чего они пригодны для добычи (Батыстау). По составу рудной минерализации можно выделить пегматиты оловоносные, молибдено-бериллиевые (Аркарлы), молибдено-вольфрамовые (Токрауское), молибденоносные. Состав рудной минерализации пегматитов обычно повторяется в грейзенах и кварцевых жилах того же массива. Наибольшее число редкометальных пегматитов находится на поздневарисские интрузии. Редкометальное оруденение является наложенным и возникает после собственно пегматитового процесса.

### 3. Скарновая формация

Скарновые месторождения Центрального Казахстана еще слабо изучены, и перспективы их далеко не выявлены. Здесь имеются достаточно крупные скопления полиметаллов, меди, а в последнее время установлены солидные запасы вольфрама и бериллия. Условно их можно разделить на два типа: а) собственно скарновый, в котором оруденение следует за скарновым процессом, не обособляясь от него резко во времени, и б) тип с наложенной минерализацией, когда редкометальное оруденение возникает много позже и обычно локализуется в секущих скарны кварцевых жилах (Акмая, Батыстау и др.) и менее в самих скарнах.

На всей территории в настоящее время известно 31 месторождение и рудообразование с редкими металлами в скарнах. Большинство их связано с варисской интрузивной деятельностью; гораздо меньше на контактах каледонских интрузий и одно-два — с докембрийскими. Важнейшими районами развития скарнов являются средняя часть Центрального Казахстана от Кызылэспе до Успенской зоны, Қарқаралинский, Делеген-Чингизский районы и Северо-Восточное Прибалхашье. Здесь сосредоточены наиболее важные месторождения.

Скарны развиваются при высокотемпературном метасоматозе в условиях средних глубин за счет известковистых пород — известковистых сланцев и песчаников, известняков, реже силикатных пород, соприкасающихся с известковистыми. Располагаются они либо в непосредственных контактах с интрузиями, либо на известном удалении от них, в зависимости от положения благоприятных пород и структур относительно источника скарнирующих растворов.

Наиболее распространенная форма скарновых тел — линзобразная, реже пласти- или гнездообразная. Она определяется конкретными структурно-литологическими условиями. Протяженность скарновых зон достигает 1 км (Саяк), обычное же — десятков и первых сотен метров. Мощность резко колеблется от 1 до 10, редко 20—30 м.

На контактах массивов скарновый процесс накладывается на первоначальный контактово-метаморфический, связанный с существенно термальной деятельностью интрузий. В зависимости от условий процесса скарнообразования, состава пород и растворов возникают различные по преобладающему минеральному комплексу разновидности скарнов: гранатовые (наиболее распространенные), пироксеновые, эпидото-актинолитовые, хлоритово-кальцитовые и различные смешанные.

В зависимости от состава рудной минерализации выделяются такие группы: редкометальные, в том числе бериллиевые, скарны с полиметаллическим и магнетитово-медным оруденением. Среди редкометальных преобладают шеелитоносные (Коңтатау, Тастанау, Батыстау и др.), хотя довольно часты и с комплексным оруденением (Мурзачеку, Тасчеку, Куттуадам) и оловянноносные (Ортатау, Мойнинские).

Процесс рудоотложения в скарнах сложен и неодинаков в различных месторождениях. Иногда он происходит достаточно длительное время без существенных прерываний. В редких случаях минерализация распадается на ряд прерывистых этапов — генераций, охватывающих широкий температурный диапазон, вплоть до образования цеолитов. Однако большей частью редкометальное оруденение возникает позже самих скарнов.

Теория скарнового процесса разработана Д. С. Коржинским, Х. М. Абдуллаевым и др. Мы лишь обращаем внимание на явления телескопирования и образования различных минеральных комплексов в послескарновую стадию. Последовательность образования скарновых месторождений представлена в табл. 9.

Таблица 9

Стадии минерализации	Продукты минералообразования	Минеральные комплексы
Контактово-метаморфическая	Роговики, ороговиковые породы, мраморы	Биотит, андалузит, кварц, серцицит, хлорит, кальцит, полевой шпат и др.
Скарновая	Скарны	Гранаты, пироксены, везувиан, кальцит, эпидот и др.
Рудная 1-я	Рудные скарны	Кварц, эпидот, цоизит, актинолит, флюорит, топаз, мусковит, магнетит, касситерит, берилл, гельвин, пирит, шеелит, вольфрамит, молибденит, висмутин и др.
Рудная 2-я	Скарны с наложенной жильной минерализацией	Кварц, пирит, вольфрамит, берилл, молибденит, висмутин, шеелит, халькопирит и др.
Рудная 3-я	Скарны с комплексным редкометальным и полиметаллическим оруденением	Кварц, барит, кальцит, хлорит, серцицит, пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, гематит и др.

Все указанные стадии далеко не всегда могут быть проявлены. Бывают случаи, когда редкометальное оруденение накладывается на полиметаллическое и другое; поэтому указанную схему (табл. 9) нужно рассматривать как обобщающую. Она близка к тем, которые разработаны для скарнов Узбекистана (Х. М. Абдуллаев, Б. М. Уразаев и др.). Скарны Центрального Казахстана изучаются Л. А. Мирошниченко.

Для иллюстрации минерального состава скарновых руд приведем обобщающую таблицу распространности минералов, включая и типы с наложенной минерализацией (табл. 10).

В различных месторождениях количественные соотношения перечисленных минералов могут существенно изменяться по сравнению с табл. 10.

В рудах бериллиевого скарнового месторождения Караджал насчитывается около 100 минералов. Помимо упомянутых 56 минералов, там имеются еще ферримусковит, мартит, хризоберилл, топаз, адуляр, антофиллит, скаполит, турмалин, пумпеллиит, серпентин, гастингсит, диаспор, лепидолит, ортит, фена-

Таблица 10

Основные	Широко распространенные	Мало распространенные	Редкие
Андрадит, гроссуляр - андрадит, кварц, кальцит, эпидот-циозит	Безувиан, пироксен (диопсид-геденбергит), волластонит, флюорит, актинолит, хлорит, молибденит, шеелит, лимонит	Скаполит, альбит, ортоклаз, пренит, гроссуляр, магнетит, гематит, пирит, халькопирит, сфalerит, галенит, мушкетовит, цеолиты, барит, висмутин, теллуриды висмута, базовисмутит, повеллит, тунгстит, малахит, хризокolla, нонтронит, халцедон, опал, гипс, ярозит	Мусковит, биотит, берилл, гельвин, вольфрамит, кассiterит, апатит, сидерит, борнит, ковеллин, гринокит, церуссит, смитсонит, пиролюзит, псиломелан-вад, галлуазит, кридит, гепарксути

кит, берtrandит, миларит, бавенит, фуггерит, пьемонтит, тулит, томсонит, арагонит, гетит, планшент, ванадинит, монтмориллонит, керолит, гизингерит, скородит, стильбит, самородная медь и некоторые другие. Благодаря детальному минералогическому изучению этого месторождения здесь выявлено 8 бериллийсодержащих минералов; из них главнейшим является хризоберилл, а другие редки.

Известные оловоносные магнетитовые скарны отличаются убогим содержанием и никакого практического значения не имеют. Важнейшими являются вольфрамоносные скарны (Батыстау, частично Акмая) и бериллиевые (Караджал), в которых также имеется повышенное содержание вольфрама и молибдена, составляющее в среднем 0,2—0,3%, редко больше. Комплексность руд и значительная мощность рудных тел позволяют считать эти месторождения серые зными промышленными объектами. Удельный вес скарновых месторождений в балансе запасов пока еще невелик и, несомненно, возрастет в процессе дальнейшего изучения этого типа руд. По бериллию важное место занимает пока один Караджал.

Скарновые месторождения перспективны и по другим металлам, особенно свинцу и меди (Аксоран, Кызылэспе, Саяк и др.).

#### 4. Кварцевожильно-грейзеновая формация

В кварцевожильно-грейзеновой формации нами выделены типы: а) собственно грейзеновый; б) кварцевожильно-грейзеновый; в) кварцевожильный.

Все они отнесены к одной формации на основании тесной связи этих типов между собой и наличия между ними постепенных переходов. Различие между ними заключается в последовательном изменении характера процесса, приводящего к различным продуктам, а также в условиях образования и расстоянии от рудоносного очага. Сделаем краткий обзор особенностей этих типов.

а) Грейзеновый тип. Грейзены широко развиты в связи со среднеглубинными интрузиями рудоносных гранитов различного возраста, но особенно с поздневарисскими лейкократовыми гранитами. Именно последние и представляют наибольший интерес. Как мы уже отмечали ранее (Г. Н. Щерба, 1949), грейзены, как продукты определенного типа метаморфизма существенно пневматолитового характера, можно разделить на две группы: 1) грейзены собственно, образовавшиеся за счет автометаморфизма самих гранитов, и 2) экзогрейзены, продукт метаморфизма вмещающих интрузию пород.

Более важной является первая группа, составляющая до 90% общего их количества. Разделение по составу позволило нам в 1949 г. выделить основные разновидности грейзенов (табл. 11).

Таблица 11

Грейзены	Экзогрейзены из пород		
	интрузивных	эффузивных	осадочных
Грейзенизированные граниты	Те же	Кварцево-слюдянные	Кварцево-слюдянные
Кварцево-слюдянные		Слюдяно-кварцевые	Турмалиново-кварцевые
Слюдяно-кварцевые		Кварцевые	Топазово-слюдянные
Топазово-кварцевые		и др.	Кварцевые
Гематито-кварцевые			и др.
Турмалиново-кварцевые			
Кварцево-полевошпатовые			
Графитово-кварцевые			

Экзогрейзены нами выделяются по двум причинам. Во-первых, чтобы подчеркнуть возможность образования грейзенов за счет пород различного состава в противовес ранее распространенному мнению о них как о продукте исключительно автометаморфизма; во-вторых, они не только обладают известными отличиями строения и состава, но и располагаются в оклоинтрузивной и надинтрузивной зонах. Последний факт очень важен для оценки перспектив оруденения на глубину.

Различное проявление реликтовой структуры и состава исходных пород накладывает известный отпечаток на внешний облик, структуру и даже состав грейзенов. Например, слюдя-

ные разности характерны для богатых щелочами гранитов и сланцев; турмалиновые проявляются обычно в том случае, когда грейзенизация развивается либо в глинистых сланцах, либо вблизи них; наконец, графитовые характерны для полей развития углистых пород и т. д. Важно то, что в результате определенного направления метасоматоза под влиянием газовых эманаций и гидротерм, независимо от исходных пород, получаются близкие по составу продукты. Диаграммы изменения составов при грейзенизации в общем стандартны. Происходит вынос оснований и привнос кремнезема, летучих и рудных; для слюдяных разностей отмечается обогащение глиноземом и щелочами. Конечные продукты представлены либо чисто кварцевыми и топазово-кварцевыми разностями, либо слюдяными. Поскольку процесс далеко не всегда развивался полностью (перевывы и прекращение при замыкании подводящих трещин), очень развиты продукты промежуточных стадий.

Формы грейзеновых тел бывают самыми разнообразными. Можно выделить такие три основные группы: 1) крутопадающие тела жилообразной формы; 2) пологопадающие пластообразные и линзовидные тела; 3) тела неправильной формы.

Форма рудных тел в подавляющем большинстве случаев определяется структурными условиями.

По своему строению грейзеновые тела бывают простыми, сложенными одной какой-нибудь разновидностью грейзенов, или сложными, зонарными. Зонарность вызвана не только метасоматической зональностью, но и многоэтапностью процесса грейзенизации, при котором состав растворов с течением времени изменялся.

Подробнее все вопросы, связанные с образованием грейзенов Казахстана, рассмотрены в нашей статье (1949); по Забайкалью они позднее описаны И. Ф. Григорьевым.

Теория метасоматического процесса разработана Д. С. Коржинским, обосновавшим, в частности, проявление диффузионной и инфильтрационной зональности. Однако известны случаи образования крупных грейзеновых тел без проявления зональности. Нельзя далее предполагать, что грейзенизация в отличие от всех подобных процессов протекала, как полагает Д. С. Коржинский, равномерно в одну стадию, без учета влияния тектонических движений. Ведь питающими каналами служили трещины, пересекавшие мобильные блоки в тот период времени, когда тектонические условия были достаточно напряженными.

Один из главных выводов проведенных нами исследований грейзенов заключается в том, что процесс грейзенизации, совершающийся в среде, насыщенной газами, является пульсирующим; что грейзены развиваются обычно до формирования кварцевых жил, в условиях кристаллизации среднеглубин-

ных интрузий кислого состава. Намечается определенная зональность грейзенов по падению, когда их кварцевые разновидности сменяются слюдяно- и альбито-кварцевыми. Наконец, практическое значение имеют грейзены с наложенными стадиями минерализации, ибо начальная стадия обычно не сопровождается существенным привносом рудных.

Грейзены размещаются обычно в эндоконтактах массивов и сравнительно редко за их пределами, удаляясь на первые сотни метров вдоль выступающих штоков, даек и отдельных трещинных зон. Вглубь массива, вдоль выдержаных трещинных систем, крутопадающие тела грейзенов прослеживаются до 500 м и глубже. Тела грейзенов, приуроченные к контактовым поверхностям, обычно выклиниваются очень быстро.

Только на 11 месторождениях (Аксан, З. Атасу и др.) грейзены присутствуют как самостоятельные образования и не сопровождаются кварцевыми жилами. Оруденение в них бывает оловянным (Чернобаевка), вольфрамовым (Дегелен), либо комплексным (включая и бериллий). Наиболее продуктивны кварцевые и слюдяные разности грейзенов. В целом же оруденение в них относительно бедное, редко достигающее содержания металлов в 0,2—0,3% в среднем на всю массу, хотя и имеются отдельные обогащенные гнезда. Рудная вкрапленность, как правило, мелкая и рассеянная. Этот тип оруденения в общем мало благонадежен, хотя здесь запасы руд могут оказаться значительными.

б) Кварцево-жильно-гнейзеновый тип. Отличается от предыдущего тем, что наряду с грейзенами в нем достаточно широко проявлены кварцевые жилы, представляющие продукт следующего за гнейзенизацией процесса заполнения трещин. В этом случае на оруденение, связанное в основном с пневматолизом, накладывается следующий за ним этап — гидротермальный. Это приводит к обогащению рудой и боковых грейзенов и к возникновению повышенных концентраций в самих жилах. Всего насчитывается более 90 таких месторождений и рудопроявлений, распространенных на всей территории.

Как показывают работы многих исследователей, жилы выполнения высокотемпературного типа, сопровождаемые оловянным и редкometальным оруденением, представляют собой продукт кристаллизации гелей кремнезема, содержащих в качестве дисперсной фазы рудные вещества. В частности, для кассiterитов многих месторождений, в том числе и таких, которые можно считать гипогенными (кварцево-касситеритовый тип), доказывается кристаллизация из колломорфных скоплений. Для месторождений Центрального Казахстана подобные материалы приводятся Г. Б. Жилинским (1955).

В настоящее время еще происходят споры о характере рудно-носных растворов: представляют ли они собой высококонцентрированные гидротермальные истинные растворы или коллоидные системы. Много нового вносят в эту проблему работы А. Г. Бетехтина, Г. Г. Грушкина, Н. П. Ермакова, О. Д. Левицкого, Е. А. Радкевич, Ф. В. Чухрова и др. Анализируя условия образования редкометального оруденения в Центральном Казахстане и на Алтае, мы приходим к выводу, что более правильны представления об изменчивости характера растворов на пути их перемещения от источника до места отложения. Можно высказать такую точку зрения.

Для перемещения растворов сквозь трещинную и поровую систему мощных пород на значительные расстояния необходимо, чтобы эти растворы обладали высокой подвижностью и достаточной устойчивостью. Этим условиям, а также высокой концентрации удовлетворяют летучие соединения редких металлов — фториды, хлориды и другие, в том числе и кремнистые — при широком участии газоводной фазы. При достижении определенных зон пониженных температур и резкого падения давления в трещинах и полостях происходит изменение фазового состояния рудноносных флюидов. Газовые и парообразные системы превращаются в жидкости; происходит образование кислородных соединений металлов, удаление летучих составляющих. Высокая концентрация кремнезема и рудных веществ, практически мало растворимых в новой системе, приводит к образованию гелевой кремнеземной среды с кристаллизующимся рудным веществом, первоначально также проходящим стадию геля. Истинные растворы в этом случае играют подчиненную роль, большей частью уходя в боковые породы и производя там, совместно с ранее отделившимися летучими, оклорудные изменения.

Главное химическое влияние среды для жильного типа образований заключается, как нам кажется, именно в резком повышении кислородного режима. Состав боковых пород, как известно, на всем пути следования растворов практически остается одним и тем же (граниты). Следовательно, если на ранних стадиях формирования месторождений подобного типа, т. е. при образовании грейзенов в условиях высоких температур и давлений, происходило энергичное химическое взаимодействие рудных растворов с боковыми породами, сопровождавшееся широко развитым метасоматизмом и обменом веществ в крупных масштабах, то в последующую стадию характер процесса становится несколько иным. Снижение температуры и давления приводит к возникновению химически менее активных коллоидных систем. Метаморфизм боковых пород происходит главным образом уже за счет остаточных растворов, выделившихся

из самого жильного заполнения, без существенного поступления извне. Процесс наложения минерализации предполагает предварительный рост трещинных полостей под влиянием растяжения.

Таковы те предположения, которые можно высказать на основании имеющегося материала. Конечно, в этой области еще очень малы исследования жильного заполнения, многофазных включений в минералах, а также условий кристаллизации колломорфных образований. Все же при достаточно высокотемпературных условиях формирования указанных месторождений колломорфные структуры являются неустойчивыми, и происходит кристаллизация жильного и рудного вещества с сохранением лишь реликтов первично колломорфного строения.

Подходя с такой точки зрения, только и можно объяснить резко неравномерное гнездово-вкрапленное распределение оруденения в жилах и более равномерное, рассеянное — в грейзенах, наличие гнезд как в висячем, так и лежачем боку жил и вообще отсутствие строгой закономерности в распределении материала жильного выполнения, пересечение жилами грейзенов и т. п.

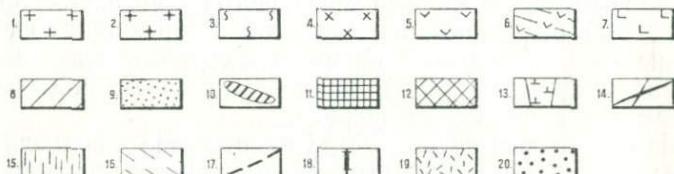
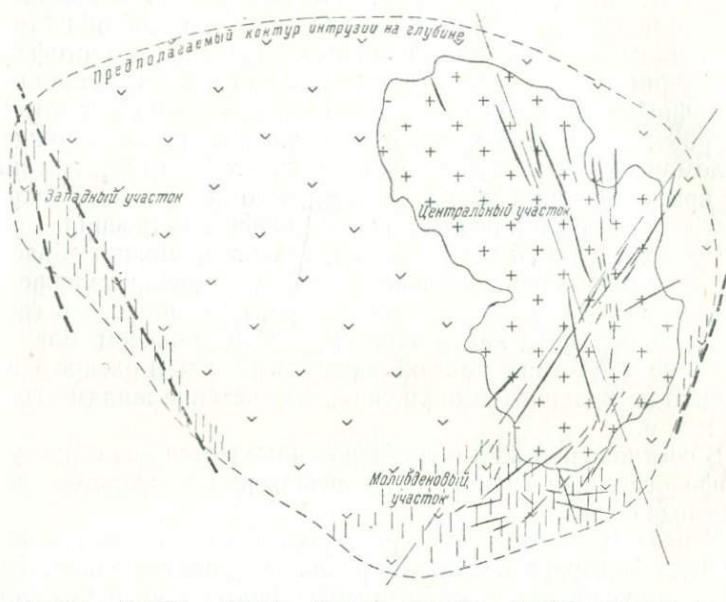
В соотношении жил и грейзенов намечается две структурно-морфологические группы тел — штокверки и сложные жилообразные формы.

В первом случае масса грейзенов, обычно имеющих неправильную форму, рассекается в различных направлениях неправильными кварцевыми жилами небольшого размера. Отсутствие устойчивых и выдержаных по длине трещинных систем и наличие лишь вмещающих приводят к сравнительно невысоким концентрациям металлов, примером чего могут служить Вольфрамовые сопки близ Коунрада.

Более част второй случай, когда вмещающие и подводящие трещины генетически едины, выдержаны и прослеживаются на значительное расстояние по простиранию и на глубину (в этом случае рудные тела имеют крутое падение). Здесь-то как раз и развиваются сложные зонарные тела грейзенов и после них кварцевые жилы одной или даже нескольких генераций, отражая пульсирующее проявление рудоносного очага.

Первая стадия грейзенизации обычно безрудна. Редкие металлы привносятся в последующие этапы, происходит наложение, приводящее к появлению промышленных концентраций олова, вольфрама, молибдена, берилля и др. На эти стадии накладываются последующие процессы, уже связанные с жильным заполнением. Потому-то главное промышленное значение имеют комплексные кварцевожильно-грейзеновые тела, связанные с протяженными крутопадающими трещинами (Аккатау, В. Коунрад, Караоба и др.). Некоторые отличия мы

наблюдаем на Шалгие, где штокверк не связан с линейной трещиной, но зато здесь имеется крупная тектоническая зона достаточно глубокого заложения, вдоль которой и происходило питание штокверка. Это второй тип структурных условий вблизи



1. Граниты. 2. Диориты и гранадиллиты. 3. Амфиболиты. 4. Гранит-порфирь. 5. Порфириты. 6. Порфириоды. 7. Порфириты. 8. Сланцы и песчаники. 9. Песчаники. 10. Легматиты. 11. Скарны. 12. Вторичные кварциты. 13. Грейзены. 14. Кварцевые жилья. 15. Зандроблекции и кварцево-жильные штокверки. 16. Сланцеватость. 17. Тектонические зоны. 18. Интервалы промышленного оруденения. 19. Вольфрамит. 20. Молибденит.

Фиг. 7. Перспективный план рудного поля Караобы.

крупных тектонических зон и на их пересечениях и сопряжениях, обеспечивающий создание промышленных концентраций. Мелкие жильно-гнейзеновые тела или даже штокверки, не связанные с более крупными подводящими трещинными структурами, обычно содержат невысокие концентрации олова, вольфрама и молибдена — до 0,1 %. Перспективный план рудного поля Караобы показан на фиг. 7.

Кварцевожильно-грейзеновые месторождения размещаются в апикальных частях массивов, редко выходя за их пределы в случае наличия дополнительных даек кислого состава (объект грейзенизации и фактор, поддерживающий уровень температурного поля) или мощных зон дробления и выдержаных трещин. В качестве примера можно привести трехъярусную зональность на Акчатау, где грейзены и кварцевые жилы развиваются в рудоносных гранитах, затем в более древних вмещающих гранитах и, наконец, в перекрывающих роговиках. Кварцевые жилы в пределах этих комплексных тел бывают довольно выдержаны (до 500 м), иногда образуют тонкие кулисы, линзы. Ветвления обычны для штокверков, где размеры кварцевых жил ограничены. Мощность рудных зон переменная, в наиболее крупных телах достигает 30 м (жила № 14 Акчатау), длина от десятков до сотен метров и даже первых километров. На глубину крупные рудные зоны прослеживаются до 700 м, причем на 300—400 м сохраняется промышленное оруденение (Шалгия, Караоба, Акчатау, В. Коунрад) либо в виде сплошного поля, либо столбов, лент (Акчатау).

Минеральный состав руд довольно однообразен. Различие заключается главным образом в количественных соотношениях главнейших рудных минералов, вследствие чего выделяются существенно-оловянные месторождения (Ю. Атасу), вольфрамовые (Акчатау), молибденовые (Шалгия) или просто редкометальные (Караоба), где каждый из главных компонентов дает промышленные концентрации. Вообще же все они комплексные, и наряду с основными должны извлекаться и попутные компоненты.

Минеральный состав руд кварцевожильно-грейзенового типа дан в табл. 12.

В условиях длительного гипергенеза происходит выщелачивание молибденита до глубины 10—15 м, после которого остаются щелевидные пустоты и изредка продукты окисления — повеллит, молибдит и др. Более устойчив вольфрамит, но и он частично разрушается, давая водные железо-марганцевые соединения, тунгстит, ферритунгстит, а на месте вольфрамита сохраняются скелетные образования с сажистыми продуктами. Химически более стойкий шеелит разрушается под влиянием выветривания. Но эти процессы мало обедняют вольфрамом верхнюю зону месторождений. Еще в меньшей степени разрушается кассiterит. Выщелачивание молибденита в поверхностной зоне затрудняет его поиски; на помощь здесь приходит металлометрия, отмечающая молибденовые ореолы в рыхлых отложениях.

Кварцевожильно-грейзеновый тип является важнейшим в практическом отношении для всех трех металлов, отличаясь

Таблица 12

Главные	Распространенные	Мало распространенные	Редкие
Кварц, мусковит, топаз, пирит, вольфрамит, молибденит, кассiterит, берилл	Альбит, микропоклин, флюорит, турмалин, шеелит, гюбнерит, гематит, висмутин, ильменит, рутил, халькопирит, повареллит, галлумазит, тунгстит, бисмутин, кальцит, базовисмутит, ярозит, кридит, лимонит	Биотит, хлорит, ортоклаз, гельвин, висмут самородный, галеновисмутин, апатит, магнетит, сфалерит, галенит, арсенопирит, марказит, монацит, циркон, пирротин, козалит, цеолит, ортит, каолинит, мушкетовит, опал, гипс, халцедон, ферритунгстит, ферримолибдит, гетит, гидротунгстит, пиролюзит, геарксутист, борнит, ковеллин, азурит, молибдит, малахит и др.	Эпидот, гранат, актинолит, сидерит, доломит, гематит, магнетит, золото самородное, ксенотим, айкинит, гентгельвин, бацит, метацейнерит, накрит, диккит, вульфенит, англезит, скородит, линарит, тенорит, церусит и др.

комплексностью руд и достаточно высоким содержанием, не редко превышающим в среднем 0,5%.

в) Кварцевожильный тип. Этот тип оруденения отличается от предыдущего практическим отсутствием грейзенизации, что обусловлено несколько иными, более низкотемпературными условиями формирования при пониженном давлении. Очевидно, меньшее участие принимают здесь галоиды, рассеивающиеся в боковых породах. Рудные тела представлены кварцевыми жилами выполнения, не сопровождаемыми сколько-нибудь существенным метасоматизмом. Они размещаются как в самих интрузивах, так и за их пределами в породах кровли и являются наиболее многочисленным типом месторождений (более 230).

Принцип формирования подобных кварцевых жил таков же, как и в предыдущем случае. Пульсация рудоносных очагов и прерывистое поступление растворов приводят к развитию самостоятельных кварцевых жил, лишенных грейзенов даже и на месторождениях жильно-грейзеновых. Более того, в среднетемпературные стадии возникают вольфрамоносные жилы, насыщенные сульфидами меди, свинца, цинка, железа. Вольфрамит приобретает призматически-игольчатый габитус и бурую окраску (гюбнерит), в жилах появляется полосчатость и наблюдаются

явления крустификации (Караоба, Акчатау). Именно к этому более низкотемпературному типу относятся кварцевые жилы с молибденово-медным оруденением (Беркара), многочисленные золото-полиметаллические месторождения позднекаледонского времени с молибденитом и шеелитом, последующие генерации рудных жил на Акчатау и Караобе.

Вполне очевидно, что образование собственно кварцево-жильных месторождений обусловлено не только поздним раскрытием рудопроводящих трещинных систем, но и большим расстоянием рудовмещающих трещин от очагов и формированием их в зонах более низкотемпературного поля интрузии. К этой второй группе относятся месторождения, залегающие в породах кровли. Весьма важен в этом случае штокверковый морфологический тип благодаря большой массе руд. Возникновению штокверков благоприятствуют процессы оседания кровли под влиянием сокращения объемов интрузивных масс в период становления массивов и остывания. К таким штокверкам относятся Акмая, Верхнее Кайракты, отдельные участки Байназара и Караобы (Молибденовый участок). И на Акмае и на В. Кайракты рудоносные интрузии пока не выявлены, хотя гидротермальные изменения пород достаточно широко развиты. О степени их удаленности можно судить по тому, что буровые скважины, пройденные на Акмае до 350 м, а на В. Кайракты одна скважина даже до 650 м, рудоносных интрузий пока не вскрыли, что подало повод некоторым исследователям даже приписывать этим месторождениям осадочный генезис. Однако их кварцево-жильный характер, наличие достаточного высокотемпературного комплекса минералов, явления ороговикования и гидротермального изменения боковых пород и, наконец, локализованность оруденения со всей ясностью показывают ошибочность такого предположения. Как правило, чересчур вольное обращение с осадочной гипотезой и приложение ее к заведомо гидротермальным месторождениям являются следствием незнания авторами подобных высказываний геологии этих месторождений. Так, например, высказывалось еще предположение об осадочном происхождении молибденового месторождения Шалгия в то время, как там вообще отсутствуют осадочные породы, хотя бы метаморфизованные.

Более протяженные пути перемещения рудоносных растворов обуславливают и более четкую дифференциированность редкометального оруденения, обособление вольфрама, молибдена и олова. Собственно вольфрамовыми следует считать В. Кайракты, Акмаю, Кызылджал, Баян и др.; к молибденовым относятся Бесоба, Ю. Шалгия и др.; к оловянным — Дальнее и др.

Изменения боковых пород проявляются в окварцевании, серicitизации, реже флюоритизации, березитизации. Морфоло-

гия рудных тел обычна, жильная. Выдержаные протяженные жилы возникают на месте зон разломов или трещинных зон скальвания. Таковы среднетемпературные жильные тела массивов Катбар и Каибского, района Караобы и Шалгии. Обычно же длина жил не превышает 200—300 м при мощности до 1—3 м. Более мощны линзовидные тела, располагающиеся в трещинных зонах, где наряду с выполнением полостей наблюдается и кварцевый метасоматоз фрагментов брекчий. Как правило, более перспективны крутопадающие тела.

Структуры жильных полей, как указывалось ранее (Г. Н. Щерба, 1946), бывают параллельные, сопряженные, пересекающиеся, веерообразные, кольцевые (редко), неправильные (Кызылджал).

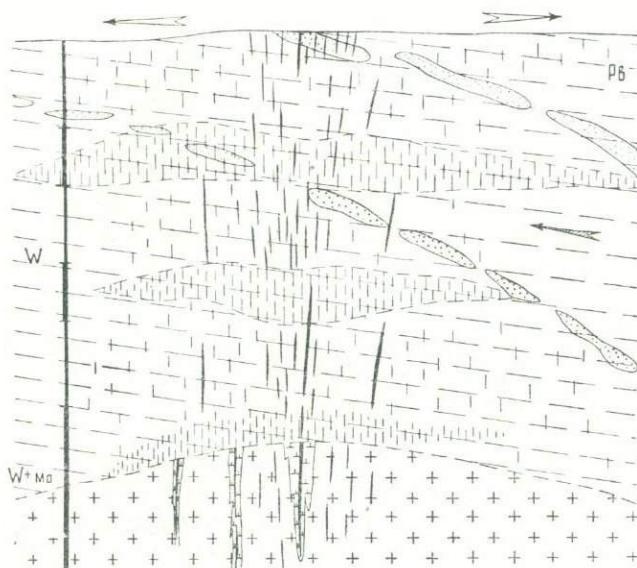
В штокверках отдельные рудные жилы обладают ограниченными размерами: длина до 100 м, мощность до 0,5 м, чаще же значительно меньше. Они не создают столь правильных систем. Морфология их менее правильна, имеются раздувы, пережимы, ветвления. Трещинные системы невыдержаные, пересекающиеся. Разведка и оценка таких месторождений как отдельных жилообразных тел приводили к неправильным выводам об их непромышленном характере. Впервые для Акман нами была предложена методика разведки месторождения как частого штокверка, что сразу коренным образом изменило его перспективы и послужило методическим руководством для разведки подобных месторождений и в дальнейшем (Байназар, Шалгия, В. Қайракты, Караоба и др.). Дело здесь заключается не только в благоприятных горно-экономических условиях, а и в том, что наряду с основными кварцевыми жилами учитывается рудоносность частых многочисленных мелких прожилков и минерализованных трещин в породах, которые обладают запасами металлов значительно большими, нежели основные более крупные жилы. Строение одного из таких штокверков (В. Қайракты) показано на фиг. 8.

Комплекс рудообразующих минералов несколько меняется за счет появления сульфидов цветных металлов, а главным образом увеличения содержания низкотемпературных минералов за счет высокотемпературных. Отсутствуют или совершенно нехарактерны топаз, ильменит, рутил, магнетит, монацит, ортит, гранат и др. Распределение оруденения становится несколько более равномерным, особенно в среднетемпературных полосчатых жилах, в медно-молибденовых и золото-сульфидных.

Тип кварцевожильных месторождений наиболее распространен из всех известных, будучи достаточно широко представлен в различных металлогенических эпохах; особенно много этих месторождений среди поздневарисских. Кварцевожильные тела в породах кровли интересны как возможные верхние

части месторождений, а поэтому с глубиной могут перейти в кварцево-жильно-грейзеновый тип с комплексным оруденением.

г) Кварцево-турмалиновый подтип. В кварцево-жильном типе можно выделить еще подтип кварцево-турмалиновых жил. В Центральном Казахстане, в отличие от Кал-



Фиг. 8. Принципиальная схема строения рудного штокверка месторождения Верхнее Кайракты. Условные обозначения см. фиг. 7.

ба-Нарымского района, этот подтип развит очень слабо. Кварцевые жилы содержат до 10—30% турмалина. Форма жил сложная, неправильная; часты трубчатые, линзовидные и гнездообразные тела, располагающиеся в породах самих массивов или в кровле.

Всего известно пока 5 участков с подобного типа минерализацией, связанный с ранне- и позднекаледонским магматизмом. Наиболее характерны золоторудные месторождения с мolibденитом (Чувак, Баксы) и вольфрамом (Ишимское и др.). Поэтому турмалинизацию следует рассматривать как один из важных поисковых признаков. Промышленное значение кварцево-турмалинового подтипа редкометального оруденения пока незначительно. Отдельные кварцево-турмалиновые тела встречаются и на других месторождениях (Акчатау).

Широкая турмалинизация на Алтае проявлена в участках геосинклинального развития с обилием песчано-сланцевых фаций. Очевидно, отсутствие в среднем и верхнем палеозое нашего района таких условий и соответствующих фаций является основной причиной слабого развития турмалинизации.

### 5. Формация вторичных кварцитов

Вторичные кварциты необычайно широко распространены в Центральном Казахстане; по количеству массивов (около 280) он занимает первое место в мире. Эти массивы расположены главным образом к востоку от Срединного антиклиниория среди вулканогенных толщ среднего и верхнего палеозоя. Размеры массивов самые разнообразные, в большинстве случаев они не превышают 1 км<sup>2</sup>, обычно же значительно меньше. Основными районами их распространения являются Балхашский, Каркаралинский, Карагандинский и Саякский.

Вторичные кварциты — это метасоматические существенно-кварцевые породы плотного сложения, содержащие серицит, алунит, каолинит либо андалузит, пирофиллит, диаспор и даже корунд, рутил (Семизбугу) и другие минералы, от которых они и получают свои названия.

По составу минерализации можно выделить две основные группы: а) высокоглиноземистые вторичные кварциты и б) рудоносные вторичные кварциты.

Нас в данное время интересует группа рудоносных вторичных кварцитов, количество массивов в которой, по имеющимся данным, достигает шестидесяти.

Согласно сводке Н. И. Наковника (1947), в Восточном Казахстане распределение массивов вторичных кварцитов подчинено развитию вулканогенных комплексов. По составу вторичные кварциты распределяются (в %) следующим образом:

Чисто кварцевые и серицитовые . . . . .	45
Алунитовые . . . . .	25
Каолинитовые . . . . .	10
Андалузито-корундовые и дюмортьеритовые . . . . .	13
Пирофиллитовые и диаспоровые . . . . .	7

Вторичные кварциты изучаются с некоторыми перерывами уже более 30 лет различными исследователями — М. П. Русаковым, К. Н. Озеровым, Н. И. Наковником, К. И. Асташенко, П. С. Марковым, К. Н. Ерджановым, В. Ф. Беспаловым, Т. Ч. Чолпанкуловым и др. За это время накоплен большой материал; однако рудная группа, исключая отдельные массивы,

изучена еще недостаточно. Размещение массивов вторичных кварцитов в Центральном Казахстане наглядно показано на фиг. 9.

По вопросу их генезиса существуют три точки зрения. Первая — предполагает образование кварцитов как результат kontaktового метаморфизма гранитных интрузий. Согласно второй, эти породы образовались в результате метасоматизма вмещающих толщ кислого состава (апоинтрузивные, апоэфузивные и апоосадочные) и на известном удалении от интрузий (особенно тесная связь предполагается с малыми интрузиями). Наконец, согласно третьей точке зрения, вторичные кварциты считаются продуктами фумарольно-сольфатарной деятельности девонских и карбоновых вулканов.

Этот вопрос до сего времени еще окончательно не решен. Типичные вторичные кварциты в подавляющем большинстве случаев тяготеют к вулканогенным формациям и проявлены даже там, где вообще нет крупных интрузий. Несколько более тесна их связь с малыми интрузиями гипабиссального облика, возможно являющимися субвулканическими телами. Можно присоединиться ко взгляду, что вторичные кварциты возникают за счет осадочных и магматических пород различного состава, но преимущественно кислых эфузивно-пирокластических и гранит-порфировых. Несомненная связь их с полями вулканогенных образований, наличие здесь малых интрузий говорят скорее в пользу связи вторично-кварцитовых образований с очагами вулканизма, давшими и малые интрузии в послевулканический период. В одном случае эти малые интрузии следует рассматривать как корни вулканов, а в другом — как апофизы более крупных интрузивных масс вулканических очагов.

Развитие рудогенезиса в этом случае рассматривается как гидротермальный процесс, связанный с глубинными очагами (интрузиями), проявившийся вдоль вулканогенных структур.

В свое время (1948), исходя из характера процесса и его продуктов, наличия в кварцитах таких минералов, как топаз и турмалин, мы считали грейзены и вторичные кварциты близкими формированиеми, различие между которыми заключается в том, что грейзены возникали в более глубинных условиях и в непосредственной близости к интрузиям или даже в них самих, а кварциты — в менее глубинных. Такого взгляда придерживается в настоящее время и Д. С. Коржинский. Поэтому, как и грейзены, вторичные кварциты могут оказаться перспективными по молибдену не только как медно-порфировые, но и как самостоятельные молибденовые месторождения.

В связи с этим имеет значение правильное определение их генезиса и возраста. Для перспективной оценки также очень важно выявление схем зональности в массивах вторичных квар-

цитов. Такие обобщающие схемы предложены Н. И. Наковником и Д. С. Коржинским.

Схемы зональности во вторичных кварцитах (сверху вниз) приводятся в табл. 13.

Таблица 13

По Н. И. Наковнику	По Д. С. Коржинскому
Неизмененные породы	Разложенные эфузивные кварцевые порфиры
Серицитовая фация	Система: ортоклаз + альбит + кварц + серицит + хлорит
Пирофиллитовая "	ортоклаз + альбит + кварц + серицит
Каолинитовая "	" серицит + ортоклаз + кварц
Алунитовая "	" серицит + кварц + (пирофиллит + диккит + диаспор + дюмортьерит + топаз + зуниит)
Диаспоровая "	" алунит + кварц
Андалузитовая "	" андалузит + кварц
Корундовая "	Автометасоматические зоны

Далее Д. С. Коржинский считает необходимым различать две основные фации: а) субвулканическую, более глубинную, где характер метасоматоза становится приконтактовым и возникают существенно-серийтовые разности вторичных кварцитов, и б) сольфатарную фацию приповерхностной зоны. В этих случаях возникают пористые породы, обогащенные глинистыми минералами (каолинит, монтмориллонит, галлуазит и др.), происходит аргиллитизация.

Нетрудно видеть, что обе схемы обладают известным различием даже для случаев, когда имеется зональность неполного профиля.

По имеющимся материалам, можно считать, что молибеноносны преимущественно серийтовые разности вторичных кварцитов, а не алунито-каолинитовые или андалузито-корундовые. Для молибеноносной формации вторичных кварцитов схема их зональности может быть предложена в таком упрощенном виде (сверху вниз):

Серийтизированные породы кислого состава	
Серийто-кварцевые и кварцевые с топазом и мусковитом	Наложенные кварцевые и кварцево-карбонатные прожилки
Кварцево-серийтовые породы с сульфидами	
Автометаморфическая зона с серийтом, кварцем, альбитом, редкими сульфидами	

Конечно, наша схема имеет пока мало фактов и требует проверки. Она открывает известные перспективы в смысле обнаружения не только обычного рассеянного, но и более концентрированного оруденения еще и в третьей — кварцево-серicitовой зоне под чисто кварцевой. Обосновывается она наблюдаемой зональностью в кварцитах, а также грейзенах и исходит из особенностей метасоматического процесса в условиях смены газовой стадии — газоводной (верхние зоны) и затем водной при последовательном снижении температурного поля и наложении и сульфидного метасоматоза на кремнеземный. Смена с течением времени характера растворов и более устойчивые условия метасоматоза в нижних зонах способствуют созданию более высоких рудных концентраций уже не рассеянного типа во всей массе кварцитов (газовая фаза, взрывные явления при вулканизме и т. д.), а концентрированного, локализованного в благоприятных более глубоких структурно-литологических блоках. С этой точки зрения важная роль отводится трещинным структурам (кольцевые, радиальные, продольные, сетчатые и т. д.), а также межформационным зонам и благоприятным литологическим и фаunalным горизонтам среди эфузивного комплекса, в частности полям малых интрузий. Следовательно, вторичные серicitовые кварциты, особенно верхне-палеозойские, можно считать достаточно перспективными также и по молибдену. Их общее размещение на площади средней части Центрального Казахстана явно (см. фиг. 9) подчиняется контролю со стороны глубинных подвижных зон, а локальная приуроченность определяется часто сопряжением разломов северо-западного и северо-восточного направления.

Всего в Центральном Казахстане насчитывается около 40 месторождений и рудопроявлений медно-порфировых руд, тесно связанных со вторичными кварцитами. Это Коунрад, Бощекуль, Борлы, Карабас, Сокуркой, Джетычеку, Джаур, Коктасджал, Алмалы и др.; многие из них содержат рассеянное молибденовое оруденение в апоинтрузивных разностях — в среднем 0,01—0,02 % Mo. Обращает на себя внимание геохимическая связь молибдена с медью, особенно проявленная на Коунрадской группе месторождений, которая, возможно, обусловлена металлогенической особенностью карбонового магматизма этого района. Интересно, что иногда молибденовое оруденение обособляется от медного и концентрируется в секущих кварцевых прожилках и может располагаться ближе к очагу, нежели медное, уходящее дальше.

На Тулагае, например, намечается следующая зональность оруденения: в центре — молибден, а по периферии — кольцевые зоны меди, затем золото + свинец + цинк. Не исключена возможность наложения рудного процесса на окварцевание, связанного

с более поздними малыми интрузиями или активизацией прежних очагов под влиянием тектоники. В этом случае рудоносные растворы могут использовать прежние структурные пути для своего продвижения. Здесь мы хотим подчеркнуть роль именно глубинных процессов, связанных с очагами прежнего вулканизма, а не одних фумаролл и сольфатар—продуктов верхних реликтовых, промежуточных очагов вулканизма.

Молибден во вторичных кварцитах до сего времени учитывается как попутный компонент в промышленных медных рудах. При большой массе этих руд запасы такого рассеянного молибденового оруденения выше запасов кварцевожильно-гнейзеновой формации. Отрицательной стороной здесь является не только низкое содержание, но и невозможность резкого повышения добычи, поскольку она связана с переработкой огромной массы руд. Поэтому наряду с изучением молибденово-медных руд важное значение приобретает ревизия вторичных кварцитов, особенно апоинтрузивных, на собственно молибденовые руды. Первый представитель такого типа уже есть. Это месторождение Тулагай и еще 5—6rudопроявлений.

Коунрад, Сокуркой, Карабас, Борлы, Каражеки, ЮЗ Кумала, Тулагай, Бала Тулагай, Быркудук, Джетычеку, Жуванконур, Каиндычеку, Катырсельтай, Айдарлы, Бошекуль и некоторые другие участки развития вторичных кварцитов (всего до 20) являются участками, в которых отмечен молибденит. Необходимы тщательное металлогеническое изучение на молибден рудоносных кварцитов (серicitовых в основном) и выявление структурно-литологических критериев размещения обогащенных молибденом зон в пределах ореола рассеянного оруденения.

Пока установлено два возраста молибденового оруденения, связанного со вторичными кварцитами. Это кембрий (Бошекуль) и верхнепалеозойский (Коунрад и др.) более ранний, чем месторождения жильной формации. Наибольшие перспективы дальнейшего роста запасов имеет второй благодаря широкому развитию подобных массивов в районе всего Северного Прибалхашья. Вообщѣ же рудоносность кварцитов на глубину изучена крайне слабо.

При поисках и ревизии следует учитывать не только намеченную выше первичную зональность, но и факт выщелачивания молибдена до глубины 10—15 м в зависимости от трещиноватости и количества сульфидов (главным образом пирита, создающего при разложении кислую реакцию среды). Вполне надежным методом поисков является металлометрия, дающая и в этих случаях ясные ореолы рассеяния.

Перспективность вторичных кварцитов на молибден, возможность выявления крупных запасов руд, выемка которых осуществима открытым способом, делает безотлагательной за-

дачу немедленной ревизии всех массивов с помощью быстрого, дешевого и эффективного способа — металлометрии. Последующее изучение молибденоносных участков потребует солидного объема бурения, которое следует организовать на наиболее перспективных из них.

#### 6. Минерализация в рудах других металлов

Обычно все редкometальные месторождения поздневарисского возраста—вольфрамовые, молибденовые, оловянные—содержат то или иное количество других элементов (вольфрамовые — молибден и олово и т. п.).

Молибденит и шеелит в повышенных количествах установлены в золоторудных кварцевых жилах позднекаледонского рудного пояса Северного Казахстана.

Олово в виде кассiterита содержится в полиметаллических рудах в форме рассеянной минерализации. Особо повышенным содержанием его, доходящим до сотых и даже 0,1 %, отличаются скарновые месторождения полиметаллов (Акчагыл, Карагайлы), медно-магнетитовые (Ортатау, Аккезень, Максимовское, Мурзачеку). Ввиду значительных масс руд подобные месторождения представляют некоторый интерес и на олово. Существует реальная возможность выявления и сульфидно-кассiterитовых руд.

То же относится и к молибдену, присутствующему в тысячных и сотых долях процента в полиметаллических, медных и медно-магнетитовых рудах. Наибольший интерес опять-таки представляют месторождения скарновой формации — до 0,1 % Mo (Кызылэспе, Самомбет, Кокбузау, Тасчеку, Таастау, Аккезень). Менее распространен вольфрам, содержащийся в виде шеелита в заметном количестве только в скарновых месторождениях, где содержание его доходит до сотых и одной десятой процента (Самомбет, Кокбузау, Тасчеку, Таастау, Мурзачеку).

В некоторых случаях редкие металлы могут извлекаться по-путно при обогащении комплексных руд.

Столь широкое распространение редких металлов в месторождениях различных типов и возрастов вполне определенно подчеркивает металлогенический характер этого рудного района.

#### 7. Редкие и рассеянные элементы в рудах вольфрама и молибдена

Чтобы закончить качественную характеристику эндогенных месторождений редких металлов, приведем некоторые данные о наличии в них других редких элементов. Изучение последних в рудах различных металлов произведено Г. Б. Жилинским,

Л. А. Мирошниченко и А. В. Паршиным (1954). Количественные содержания определялись в породах и минералах спектроскопически. Ниже приводятся данные названных авторов.

**Л и т и й.** Повышенные количества в 0,1—0,5% отмечаются в грейзенах, светлых слюдах (мусковитах) и берилле из вольфрамовых месторождений Караоба, Дарат, Акчатау, Кызылтау (кварцевожильно-грейзеновая формация).

**Б е р и л л и й.** Помимо отмеченных самостоятельных минералов и месторождений (Караджала, Акчатау), в рассеянном виде содержится в количествах от 0,01 до 0,1 и даже 1% в грейзенах Атасу, Караобы, Акчатау, Дарата. Повышенными количествами бериллия отличается кора выветривания скаров Котпара, полевые шпаты Караобы, З. Кызылтау, мусковиты Байназара, вольфрамиты Акчатау, Сарыбулака.

**С к а н д и й** распространен довольно широко. В количествах от 0,01 до 1% он содержится в кассiterитах Шолпана, Караобы и вольфрамитах большинства месторождений. Содержания скандия от следов до 0,01% имеются почти во всех рудах месторождений кварцевожильно-грейзеновой формации. Общее количество скандия в вольфрамитах промышленных месторождений значительно выше запасов Караджала, среднее содержание в рудах которого составляет около 0,005%.

**Г а л л и й** широко распространен в грейзенах и слюдах редкометальных месторождений. Повышенные количества от 0,01% и выше имеются на Ю. Атасу, Ю. Булаттау, Майкуле, Дарате, Байназаре.

**Г е р м а н и й** распространен главным образом в полиметаллических месторождениях скаровой формации. До 0,01% его обнаружено в топазах Караобы, берилле Акмаи и Акчатау и молибдените З. Кызылтау.

**И т т р и й и и т т е р б и й** необычайно редки. Интерес представляет повышение содержания их в топазах и мусковитах из грейзенов Караобы, Акчатау, З. Кызылтау и Куу, колеблющееся в пределах 0,01—0,1% и достигающее даже 1%.

**Ц и р к о н и й** довольно распространен; содержится в тех или иных количествах во всех пробах из вольфрамовых месторождений. Выделяются по содержанию от 0,01 до 0,03% и более граниты и грейзены Дарата, Караобы и особенно Лосевского месторождения, на котором даже подсчитаны его запасы.

**Н и о б и й и тантал,** кроме Лосевского колумбитового месторождения, в заметных количествах зафиксированы на Караобе, Майкуле, Ю. Атасу и Чебанайском месторождении в виде изоморфных примесей в кассiterите и вольфрамите. Содержание ниобия и tantalа в вольфрамите и кассiterите Караобы и кассiterите Майкуля колеблется в пределах от 0,01 до 1%, а иногда и превышает эту величину.

Индий имеется в полиметаллических месторождениях, а в редкометальных — единичные пробы показывают некоторое обогащение им (до 0,01 %) минералов зоны окисления на Майкуле и Караобе.

Теллур отмечается только в галеновисмутите, козалите и висмутине Караобы и Акмаи в количествах до 0,05 %.

Лантан мало распространен. Встречен в повышенном количестве (до 1 %) в козалите Караобы и рутиле из гор Куу. Более выдержаные его концентрации имеются в полиметаллических месторождениях (Карагайлы) и скарнах.

Рений определен колориметрическим методом в молибдените Караобы и Акчатау в количествах 0,0005—0,001 %. Повышенное его содержание отмечено также в молибденитах Коунрада и Бощекуля.

Галлий встречен только в мусковитах шести редкометальных месторождений в количестве 0,01—0,1 %.

Полученные данные свидетельствуют о том, что редкометальные месторождения Центрального Казахстана содержат повышенные количества ряда редких элементов — примесей, могущих иметь практическое значение в качестве попутных компонентов. Это относится в первую очередь к скандию, рению, танталу.

В одних случаях эти элементы содержатся в главных рудных минералах и могут извлекаться при металлургической переработке концентратов, а в других — в минералах, уходящих при обогащении в отвалы. В дальнейшем необходимо усилить их изучение в направлении уточнения количественных содержаний в породах и минералах, а также возможности их извлечения.

#### 8. Формация первично-осадочная (Рассеянная минерализация в осадочных породах)

Этот тип оруденения еще очень слабо изучен. Имеются лишь отрывочные данные о наличии рассеянной минерализации молибдена, связанной с накоплением древних осадочных толщ, очевидно, в форме химических осадков, затем олова — в виде кассiterита.

Молибден, как уже указывалось, содержится в ванадиеносных и кремнистых сланцах комбрания в Карагату, Чингизе, Улутау и Карсакпае. Содержание молибдена здесь составляет тысячи и первые сотые доли процента, доходя до 0,02 и даже 0,06 %.

В нижнекарбоновых известковых отложениях мульд наряду со свинцом и медью накапливается и молибден в количествах до 0,03 % (Караджал). Наконец, в песчаниках верхнего карбона (район Атбасара) наряду с медью отмечается повышенное со-

держение молибдена, доходящее до 0,02 %. Под влиянием метаморфизма соединения молибдена были превращены в молибденит.

Меньше данных по олову. Кассiterит отмечается в песчаниках кембрия Улутау и третичных конгломератах, обнажающихся в речных долинах бассейна Бурлука (Северный Казахстан). Данных по вольфраму нет.

Указанные находки, исключая ванадиеносные сланцы, пока практического значения не имеют, но свидетельствуют о возможности первично-осадочного накопления молибдена и олова (древние россыпи) и служат показателем наличия более древнего оруденения, в результате размыва которого происходило отложение материала в осадках. Перенос растворимых соединений молибдена и отложение их в современных суглинистых осадках наблюдается в ряде районов Прибалхашья, где молибденометрия отмечает струйчатое обогащение молибденом рыхлых отложений вдоль временных водотоков.

#### 9. РОССЫПИ

Разрушение коренных месторождений в кайнозое привело к образованию более 40 россыпей: вольфрамита (13), шеелита (5) и кассiterита (26) в основном четвертичного возраста. Всего 3—4 россыпи кассiterита залегают под пестрыми глинами и являются скорее всего третичными — Тельжанская, Ишимская, Орлиногорская и Улутауская (Г. Б. Жилинский, 1956).

По типу они а) делювиальные, б) делювиально-пролювиальные, в) аллювиальные. При благоприятных геоморфологических условиях накапливались многие десятки и сотни тонн вольфрамита, шеелита и кассiterита (Байназар, Караба, Акчатау и др.) в долинах и сухих логах, спускающихся с коренных достаточно крупных месторождений и удаляющихся от коренных источников на 3—5 км. Остальные россыпи мелки. Несмотря на это двадцать пять из общего количества представляли практический интерес и в значительной части уже отработаны. Продуктивными являются пески, лежащие на небольшой глубине (до 1—3 м, исключая древние, где глубина достигает 20—40 м) и содержащие в среднем 0,5—1,5 кг/м<sup>3</sup> песков вольфрамита, кассiterита или шеелита.

Возле каждого коренного месторождения есть россыпь, практическое значение которой определяется коренным источником и геоморфологическими условиями.

Остается еще недостаточно ясной проблема древних россыпей. Имеющиеся данные позволяют нам сделать вывод, что эти россыпи возможны в пределах древних долин только вблизи коренных источников (не более 6—8 км для кассiterита). Нет

данных считать, что по размерам они будут значительно пре-  
восходить четвертичные.

Россыпи являются побочным источником получения воль-  
фрамовых и оловянных концентратов и должны изучаться одно-  
временно с коренными месторождениями. Условия их образова-  
ния более подробно описаны в статье П. А. Куликова (1948).

## ПРИУРОЧЕННОСТЬ ОРУДЕНЕНИЯ

В этой главе дается обобщение изложенного выше мате-  
риала, а также некоторые добавления, характеризующие мест-  
ные условия размещения оруденения редких металлов.

### 1. Приуроченность оруденения к локальным структурам

Выше отмечалось, что положение эндогенных месторожде-  
ний редких металлов определяется наличием региональных поя-  
сов интрузий и отдельных рудоносных массивов. Для вторично-  
кварцитового типа это еще будут положения центров вулка-  
низма, контролируемых также глубинными разломами. Основ-  
ные редкометальные узлы обычно располагаются в зонах со-  
пряженя молодых интрузивных зон с более древними. Это отно-  
сится к Шалгие и Караобе, где пересекаются Мунглу-Кылчин-  
ская зона с Куу-Кызылтау-Мамантасской, затем к Акчатау,  
В. Кайракты, Байназару, Коунрадской группе и даже Боще-  
кулю. Такое удивительное совпадение едва ли может быть  
только случайным. Здесь сочетаются, как нам кажется, два фак-  
тора. Во-первых, это возникновение наиболее благоприятных  
структурных путей — каналов, пересекающих различные текто-  
нические ярусы. Во-вторых, подвижные зоны, повторно  
вскрывая очаги магматизма, выводят в верхние горизонты бо-  
льше отдифференцировавшиеся кислые магмы, обогащенные ще-  
лочами, летучими и рудными компонентами. С такой позиции  
именно «повторные интрузии» более перспективны в металлоге-  
ническом отношении. В многофазных интрузивных комплексах  
ранние интрузии обычно не сопровождаются существенным ору-  
денением, которое возникает вместе с более поздними фазами.  
И. И. Чупилин тоже считал, что лучшие перспективы имеют те  
участки, где карбоновые интрузии пересекаются пермскими,  
близко подходя к высказанной выше идее.

Что касается более широкого плана размещения руд раз-  
личных металлов, то на схеме (см. фиг. 1) видно, что все  
основные месторождения цветных металлов варисского возраста  
располагаются в пределах четырехугольника, ограниченного  
с севера Теректы-Нуринской, с востока Дегелен-Чингизской,

а с юго-запада — Мунглу-Кылчинской зонами. Южная граница, очевидно, расположена несколько южнее Балхаша. Месторождения редких металлов в своем большинстве располагаются во внутреннем треугольнике, образованном Кую-Кызылтау-Мамантасской, Балхаш-Джильтауской и Мунглу-Кылчинской зонами. Именно здесь имеются и наиболее частые сопряжения подвижных зон. Таким образом, основная закономерность заключается в том, что размещение рудоносных площадей с редкими металлами контролируется положением глубинных мобильных зон, особенно тех, которые сопровождаются поздневарисскими интрузиями.

Другая региональная закономерность проявляется в том, что к западу от Срединного антиклиниория распространение молодых (поздневарисских) подвижных зон резко сокращается и эта область развивается в дальнейшем как платформенная. Здесь резко преобладает оловянное оруденение, затем пластовое оруденение железа, марганца, меди и др., тогда как к востоку от него —вольфрамово-молибденовое и полиметаллическое, сопровождающее отдельные этапы развития подвижного шельфа не только в нижнем, но и в верхнем палеозое. По мнению Г. Б. Жилинского (1955), здесь могут быть выявлены и месторождения сульфидно-кассiterитового типа.

В. Б. Кочуров (1944, 1948) считает, что в Каркаралинском, Баянаульском и Дегеленском районах локализация рудных месторождений определяется положением антиклинальных поднятий, в пределах которых намечаются типы узлового и линейного размещения руд. Что касается синклинальных прогибов, то там, по его мнению, руд нет. На самом деле месторождения редких металлов размещаются как в антиклинальных структурах, так и на их крыльях и в синклиналях — Акмая, Саяк, Кую, Караоба и др. Тем более это относится к месторождениям меди и полиметаллов. Следовательно, подобное предположение не находит подтверждения.

П. Н. Кропоткин (1948, стр. 293) придерживается того взгляда, что «ориентировка рудных поясов Казахстана определяется простиранием структур сильно смятого складчатого фундамента, в котором формируются металлоносные интрузии, и в значительно меньшей степени зависит от строения менее дислоцированного покрова, залегающего поверх этого фундамента».

Что касается линейной особенности в размещении месторождений, то, по мнению Ю. А. Билибина и П. Н. Кропоткина, она обусловлена химическими особенностями складчатого субстрата нижнего палеозоя и докембрия, в котором развивались кислые интрузии. Следовательно, в основу размещения месторождений кладется простижение древних пликативных структур основания. Здесь привлекает к себе та мысль, что специфическая ме-

таллоносность интрузий обусловливается составом субстрата. К этому в сущности постулированному мнению склоняются многие исследователи. Что касается предполагаемого контроля древними пликативными структурами, то он не может быть принят уже по одному тому, что интрузивные пояса кислого состава развиваются после складчатости и связаны с дизъюнктивными деформациями, пересекающими как древние, так и молодые пликативные структуры.

Нам представляется в целом более правильной изложенная выше точка зрения Ю. А. Билибина, разработавшего принципы развития магматизма и металлогенеза, которые являются результатом естественно-исторического развития подвижных зон земной коры. Подчеркнем, что в начальные этапы развития геосинклиналей господствуют нисходящие движения, сопровождаемые накапливанием осадков. Магматическая деятельность представлена интенсивными вулканическими явлениями. В эфузивных и интрузивных проявлениях наиболее характерны основные магмы, сопровождаемые щелочными дифференциатами. Металлогения характеризуется распространением руд железа, титана, хрома, меди, никеля, свинца и цинка (колчеданы), золота, молибдена и др. Не типичны олово и вольфрам.

Средние этапы еще имеют вначале устойчивый режим осадконакопления. Позднее начинают преобладать восходящие движения (инверсия), происходит превращение геосинклиналий в складчатую структуру, за которым следует внедрение крупных интрузий кислого состава. Меньшее развитие имеют малые интрузии и кислые эфузивы. Металлогения отличается наличием золота, олова, вольфрама, молибдена, висмута. В отдельных районах проявлены еще полиметаллы, кобальт.

Поздние этапы развития характеризуют уже консолидированный ороген. Интрузии средних и небольших глубин существенно-кислого состава с повышенной щелочностью. Наблюдается унаследованность вещественного состава интрузий, геохимической специализации предыдущего этапа, в частности важное значение имеют золото, молибден и олово. Позднее появляются месторождения полиметаллов, связанные с малыми интрузиями, близповерхностные медно-молибденовые и так называемые месторождения телетермального типа (Ю. А. Билибин, 1947, стр. 33).

Данные по Центральному Казахстану, как уже указывалось, вносят ряд поправок в эту концепцию. По типу минерализации этот регион относится к так называемому восточноазиатскому, стоящему ближе к шельфу, чем к геосинклиналии, с унаследованием вещественного состава продуктов магматизма поздними стадиями развития. Затем оловянное оруденение, как и редкometальное, характерно не столь для средних этапов, сколь

именно для более поздних — варисского тектогенеза. Более ранний каледонский тектогенез, хорошо изученный Ю. А. Билибиным в Северном Казахстане, ближе соответствует названной схеме, чем варисский. Ведь поздневарисские металлоносные граниты довольно однотипны на огромных пространствах, включая и Алтай; пересекают же они различные зоны, в том числе геосинклинальные (Зайсанская), платформенные и промежуточные на разных стадиях их развития.

Далее Ю. А. Билибин развивает понятие о структурно-металлогенических зонах (Рудноалтайская, Калба-Нарымская и т. п.), занимающих различное положение по мере развития вмещающих комплексов орогена. В ранние стадии они занимают осевое положение в прогибах подвижных зон. Позднее они формируются на крыльях антиклиниориев. Более молодые структурно-металлогенические зоны смещаются еще дальше от осевой части, располагаясь в краевых прогибах и синклиниориях, оконтуривающих жесткие массивы, причем «одновременно возникающим, но хотя бы пространственно разобщенным структурно-металлогеническим зонам соответствуют сходные интрузивные и рудные комплексы» (Ю. А. Билибин, 1947, стр. 38).

На основании изучения архитектурного плана расположения зон и их возрастной последовательности производится металлогенический анализ региона. Как видно, приводимые данные существенно уточняют эту схему Ю. А. Билибина применительно к металлогенезу Центрального Казахстана.

Можно в принципе принять, что развитие металлогенеза региона определяют такие основные условия:

т е к т о н и ч е с к и е

— возникновение глубинных подвижных зон, служивших областями развития магматизма в определенные исторические этапы;

г е о х и м и ч е с к и е

— специализация рудоносной магмы путем дифференциационных явлений в глубинных бассейнах и глубинной асимиляции;

л и т о л о г и ч е с к и е

— формирование интрузий и руд в среднеглубинных структурных зонах и влияние состава вмещающих пород на минеральные парагенезисы.

Остается упомянуть еще некоторые положения И. И. Чупилина, проводившего многолетние работы по составлению карт прогнозов на редкие металлы, а в последние годы — на молибден Центрального Казахстана. И. И. Чупилин (1948) отрицает наличие линейности в структурных формах и расположениях интрузий. Он пишет:

«Как бы то ни было, но линейности в расположении пермских гранитов в центральных частях Казахстана уловить сейчас тоже не удается: они разбросаны по всей площади без видимого порядка, и вся она становится поэтому почти одинаково перспективной». «Эта характеристика совершенно определенно говорит за невозможность применить к Центральному Казахстану прогноз на основании анализа «линейности» вмещающих рудоносные интрузии структур. Здесь придется искать новые методы для анализа и прогноза применительно к «мозаичности» тектоники региона, а не его линейности» (стр. 144—145).

Надо отметить, что И. И. Чупилин так и не предложил конкретных региональных критериев прогнозов. Как показано выше, пликативные структуры действительно дают мало данных для прогнозирования, в то время как линейность в размещении интрузий намечается совершенно определенно и она не противоречит мозаичности структурного основания, а местами ее даже обусловливает.

Переходя к более локальным структурным критериям, следует остановиться на роли местных пликативных и дизъюнктивных структур. Совершенно ясно, что та или иная пликативная структура является в какой-то мере вмещающей либо для интрузии, либо для самого месторождения; поэтому некоторое значение ее несомненно, ибо существуют взаимосвязь и зависимость магматизма и рудоотложения от условий среды. Более чутко в данном случае реагируют месторождения скарнового типа, поскольку известковистые горизонты, участвуя в пликативных деформациях, располагаются в зависимости от строения складок (Саяк, Батыстау и др.). Для группы жильных месторождений отмечается приуроченность штокверков к положению в складках хрупких трещиноватых пород среди пластинчатых глинистых сланцев.

Более важное значение имеют дизъюнктивные структуры. Во-первых, здесь нужно указать на межформационные трещинные зоны как вместилища рудоносных интрузий. Во вторых, положение многих месторождений контролируется трещинными зонами или их пересечениями. Из более крупных укажем на со-пряжения северо-западных и северо-восточных трещинных зон, хорошо видных на фотопланах, определивших положение месторождений Шалгия и Караоба. Акмая и В. Кайракты находятся в непосредственной близости к Успенской зоне смятия (В. Кайракты в висячем боку надвига). К протяженным трещинным зонам приурочены жильные поля Акчатау, В. и С. Коунрада, Дегелена, Бугу и т. д.

Штокверковый подтип возникает или в случае раздробления жестких вмещающих пород под влиянием механического воздействия интрузии (при поднятии и последующем оседании),

или вследствие чисто тектонических причин, или, наконец, в зависимости от индивидуальной трещиноватости, свойственной песчаникам, эфузивам, гранитоидам.

К местным структурам относятся также эндо- и экзоконтактовые зоны рудоносных интрузий, заключающие подавляющее большинство всех известных месторождений. Данные разведок ряда крупных месторождений показывают, что оруденение распространяется в ту и другую сторону от апикальных частей интрузии в общей сложности не менее 1 км, причем на значительной части вертикального интервала содержатся промышленные руды.

Для минерализации осадочного типа решающим является распространение определенных фаций (глинисто-кремнистых, известковистых, насыщенных растительными остатками), развивавшихся в определенных эпиконтинентальных условиях. Что касается россыпных месторождений, то они, давая наибольшие концентрации в делювиально-пролювиальных отложениях, удаляются от коренных источников не более чем на 5 (вольфрамит-шеелит) — 10 км (кассiterит) в зависимости от геоморфологических условий.

## 2. Геохимические особенности

Для месторождений редких металлов Центрального Казахстана поздневарисского возраста необычайно характерна тесная ассоциация олова, вольфрама, молибдена, бериллия, висмута, наблюдаемая на многих рудных участках, несмотря на то что они удалены один от другого на сотни километров. В рудах позднекаледонского возраста более часты ассоциации вольфрама, молибдена и золота с медью, мышьяком и др. Конечно, эти особенности металлогении можно объяснить только специфической металлоносностью исходного субстрата магмообразования и в меньшей мере ассилиационными изменениями на пути в камеры.

Миграционная способность олова в земной коре по пятибалльной шкале является промежуточной между II и III группами, т. е. ниже средней, что определяет нахождение олова в природе в рассеянном состоянии и в концентрированном виде в месторождениях. Повышенной подвижностью отличаются галоидные соединения олова, станнобораты и тиостаннанты. В последнее время накапливается все больше данных о возможности его переноса в виде гидро- и аэрозолей с водно-кремнеземной дисперсионной средой.

Станнобораты, очевидно, игравшие более значительную роль для некоторых северных районов, а также Калба-Нарымского, здесь имели резко подчиненное значение. Вероятно,

большее значение имели особо подвижные галоидные соединения типа  $\text{SnCl}_4$  и  $\text{SnF}_4$ . Некоторые количества фтора остались зафиксированными в виде флюорита и особенно топаза, широко распространенного в грейзенах. Следовательно, вынос олова из рудоносных источников мог быть неодинаковым. Важно отметить, что летучие соединения олова и аэрозоли преобразовались позднее в зонах рудоотложения в водные растворы и гидрогели. Коллоидный характер кассiterита из рудных жил доказывается все возрастающим количеством наблюдений.

Высокая миграционная способность вольфрама и молибдена тоже связана с летучестью их галоидных соединений и высокой подвижностью их аэрозолей при обилии паров воды и кремнезема. То, что все названные элементы следуют совместно, указывает, во-первых, на близость их миграционных путей и способностей в глубинных условиях, а во-вторых, на определенную металлогеническую специализацию самих рудоносных источников.

Однаковый размер ионных радиусов вольфрама и молибдена способствует их совместному нахождению. Однако в то время как молибден дает соединения с серой, вольфрам образует кислородные. Очевидно, для осаждения первого необходим достаточно высокий потенциал серы, а для второго — кислорода.

Элементами-спутниками являются висмут, бериллий, скандий, литий, галлий, цирконий и другие, а из числа элементов, входящих в состав породообразующих минералов,— кремний, алюминий, калий, натрий, кальций, железо, кислород, фтор и др. Повсеместно присутствует пирит — широко распространенный минерал во всех типах месторождений. Приведем некоторые данные относительно главнейших элементов (табл. 14).

Таблица 14

Элементы	Кларки, в весовых %	Радиусы ионов, Å	Температуры кипения летучих соединений, в °С
Олово . . . . .	$4 \cdot 10^{-3}$	$0,75_{\text{IV}}$	$\text{SnF}_4 - 70,5$ $\text{SnCl}_2 - 603,0$
Вольфрам . . . . .	$1 \cdot 10^{-4}$	$0,68_{\text{IV}}$	$\text{WF}_4 - 19,5$ $\text{WCl}_6 - 346,0$
Молибден . . . . .	$3 \cdot 10^{-4}$	$0,68_{\text{IV}}$	$\text{MoCl}_6 - 35$ $\text{MoCl}_5 - 268$
Висмут . . . . .	$2 \cdot 10^{-5}$		$\text{BiCl}_3 - 447$
Бериллий . . . . .	$6 \cdot 10^{-4}$	$0,34_{\text{II}}$	

Выпадение минералов из растворов, возможно, в большей степени связано с падением давления, а затем и температуры (изменение фазового состояния), нежели с литохимическим составом боковых пород, поскольку положение месторождений контролируется положением самих рудоносных интрузий. Важное значение приобретает переход растворов в гидрогели, предшествующий самой кристаллизации и сопровождающийся значительным падением подвижности растворов.

В поверхностных условиях начинается известное разделение. Миграция олова в виде весьма устойчивого окисла идет чисто механическим путем, давая концентрации в песчано-гальечниковых пролювиальных отложениях речных долин, либо в элювиально-делювиальных щебневых суглинках, вблизи коренных месторождений.

Пути миграции вольфрама включают не только механическую классификацию, но и перенос в форме химически растворимых соединений. Поэтому вольфрамит и шеелит, с одной стороны, образуют россыпи, а с другой — растворяются, и вольфрамовые соединения мигрируют в растворах, давая химические новообразования.

Молибденит в условиях длительного континентального выветривания при наличии в рудах пирита (возникновение сернокислых растворов) в поверхностной зоне выщелачивается, и молибденовые соединения перемещаются вместе с водными растворами. Вследствие механической непрочности молибденит не образует россыпей. Таким образом, кассiterит и молибденит в условиях гипергенеза следуют совершенно различными миграционными путями.

Вследствие способности давать в поверхностной зоне растворимые соединения молибден и вольфрам в последующем могут создавать известные концентрации при образовании нормальных осадочных пород в водной среде (для молибдена — особенно при наличии органических кислот).

Несколько отличные пути геологического развития территории к западу и востоку от Срединного антиклиниория отразились и на металлогении. На западе мы имеем оловорудные месторождения кварцево-жильно-грейзеновой формации, пластового типа месторождения и осадочные концентрации железа, марганца, меди и свинца при очень скромной роли вольфрама и молибдена.

Наоборот, на востоке отсутствуют пока сколько-нибудь значительные концентрации олова кварцево-кассiterитового типа, а предполагается наличие сульфидно-кассiterитовых; медные и полиметаллические месторождения преобладают серно-колчеданной, барито-кварцевой, скарновой и вторично-

кварцитовой формаций. Широко распространены вольфрамовые и молибденовые месторождения и т. д.

Таким образом, различия в геологическом развитии этих двух частей определили и различие в их геохимической и металлогенической характеристиках.

### 3. Некоторые данные о зональности

Первые соображения о зональности редкометального оруденения были высказаны нами еще в 1941 г. на основании разведочных данных по распределению оруденения на Восточно-Коунрадском месторождении. Здесь отмечалась тенденция погружения рудного пояса в западном направлении. Позднее эти данные были конкретизированы и дополнены Н. И. Большаковым, Н. П. Скворцовым и Ф. В. Чухровым. Изучая распределение оруденения и на других месторождениях редких металлов Центрального Казахстана, мы в своей работе 1946 г. привели ряд дополнительных материалов, свидетельствующих о наличии известной закономерности в распределении олова, вольфрама и молибдена не только относительно самих интрузий, но и в пределах отдельных месторождений. Приведем несколько примеров.

К северу от Акчатау расположен рудоносный массив гранитов Узунбулак, с которым связан ряд месторождений. Массив вытянут в северо-восточном направлении. В юго-восточной его части расположено одноименное месторождение. Рудные жилы залегают как в гранитах, пересекая их в северо-западном направлении, нормально к оси массива, так и в роговиках кровли. В гранитах они сложены грейзенами, на одном фланге — кварцево-полевошпатовыми с топазом, на другом — кварцевыми и слюдяно-кварцевыми. В средней части грейзеновых полос, вдоль их простирания, залегают более поздние кварцевые жилы выполнения. Далее в роговиках кварцевые жилы уже лишены грейзенового окаймления. Мощность грейзенов обычно в два-три раза выше мощности кварцевой жилы, заключенной внутри них.

Распределение оруденения в плоскости жил весьма своеобразно. Молибденовое оруденение северо-западного фланга и центра рудных жил сменяется к юго-восточному флангу смешанным — вольфрамово-молибденовым и далее в роговиках — существенно-вольфрамовым. В центральной части массива, т. е. далее к северо-западу от описываемой площади, известно много жил аналогичного строения, относящихся к той же жильной системе. Большая часть их с поверхности безрудна; некоторые, менее денудированные, содержат признаки молибденового и бериллиевого оруденения. На их про-

должении, уже в противоположной части массива, среди пород кровли вновь встречаются жилы с концентрированным вольфрамовым оруднением. Следовательно, вольфрамоносные жилы располагаются симметрично относительно массива.

В массиве Куу, по данным М. А. Коноплянцева, основное вольфрамовое оруднение концентрируется в восточной половине, тогда как молибденовое — в западной. Здесь нужно добавить, что восточная половина массива сложена преимущественно крупнозернистыми гранитами ранней интрузивной фазы, тогда как в западной, где вскрываются более глубокие горизонты интрузии, более распространены мелкозернистые граниты второй фазы, стоящие ближе к оруднению.

Во многих глубоко вскрытых массивах редкометальное оруднение уже отсутствует и проявляется лишь в их экзоконтактовых зонах. Это же распределение оруднения можно рассмотреть и на отдельных, достаточно разведанных месторождениях.

Восточный Коунрад. Рудные жилы залегают в гранитах, в 3,8 км от контакта с вмещающими породами, и представляют собой систему, вытянутую в ЗСЗ направлении. Современная поверхность рудного участка плоская, почти горизонтальная. Судя по наличию мелкозернистых фациальных разновидностей гранитов, а также весьма частых ксенолитов и останцов кровли, срез массива неглубокий. Жилы круто-падающие, имеют сложное строение. В поперечном сечении средняя часть их состоит из кварцевой жилы выполнения, а боковые — грейзенов замещения. Состав грейзенов меняется от западного фланга жильной зоны к восточному следующим образом: на западе грейзены кварцево-слюдистые, в центре — кварцевые, на востоке — кварцевые с полевым шпатом (альбит, микроклин). Наблюдаемые взаимоотношения грейзенов с жильным кварцем указывают на более раннее происхождение грейзенов. Уже после их образования центральные рудоподводящие трещины заполнялись жильным кварцем. И грейзены, и кварцевая жила пересекаются более поздними мелкими рудными жилами. Оруднение сингенетично с соответствующими этапами образования рудных тел. Состав главной минерализации в грейзенах, кварцевых жилах и секущих прожилках, за малым отклонением, почти тождествен. Это указывает на относительное постоянство состава рудоносных растворов в разные стадии рудообразования (характер их мог изменяться от газовых до гидротермальных, а по типу — высококонцентрированных коллоидных в понимании О. Д. Левицкого и Ф. В. Чухрова) и в то же время дает возможность предполагать, что перерывы между этими стадиями были кратковременными.

С запада на восток оруденение на поверхности жил меняется от собственно вольфрамового (жила № 4) до молибденового (жила № 1).

В жиле № 4, кроме вольфрамита, присутствует пирит, а затем в значительно меньшем количестве — гематит, сфалерит, молибденит, халькопирит, галенит, висмутин; нерудные — светлые и темные слюды, флюорит. Содержание молибдена с глубиной увеличивается. В группе жил № 1, 2, 3 и их апофизах главным рудным минералом является молибденит, затем присутствуют пирит, флюорит, светлые слюды и в значительно меньших количествах — рутил, кассiterит, халькопирит, вольфрамит, борнит, блеклая руда, полевой шпат и другие менее характерные и редкие минералы. Установлено разведочными и эксплуатационными выработками, что с запада на восток и по мере углубления вольфрамовое оруденение становится беднее и затем практически исчезает. Вместе со снижением количества основного рудного минерала — вольфрамита в заметном количестве появляется молибденит. На западном фланге жил № 1, 2, 3 молибденовое оруденение, будучи вначале рассеянным, приобретает в центральной их части уже концентрированный характер. Далее, на восточном фланге оно снова становится рассеянным. Стало быть, мы наблюдаем две последовательные рудные полосы — вольфрамовую и молибденовую, расположенные соответственно повышению температуры выпадения главных рудных компонентов, точно так же как грязены, по данным Ф. В. Чухрова, переходят от менее высокотемпературных — кварцево-слюдяных, к более высокотемпературным — кварцево-полевошпатовым с ильменорутилом.

В пределах молибденового ореола имеется зона концентрированного оруденения, окаймляемая сверху и снизу зонами бедных руд. Это отчетливо фиксируется даже на больших глубинах горными выработками и буровыми скважинами, причем эти зоны концентрации совпадают не только в кварцевой жиле и ее боковых грязеных, но и в остальных близ расположенных параллельных жилах, что нами было отмечено ранее. Зона концентрации молибдена или иначе — рудный столб, погружается в плоскости жил под углом в 10—15° к западу. Судя по последним данным, западнее имеются еще подобные рудные столбы. По данным Н. И. Большакова, западнее пояса молибденового оруденения располагается почти горизонтально.

Северный Коунрад. Месторождение расположено в 3 км севернее В. Коунрада, в эндоконтакте того же гранитного массива. Рудное поле представляет собой две системы сопряженных крутопадающих жил северо-западного и северо-

восточного простирания, причем северо-западные жилы, через жилы № 41 и 47, как бы мостом, соединяются с системой В. Коунрада, образуя отдельную их ветвь. Строение жил по простиранию кулисное. В поперечном сечении они представляют собой аналогичные сложные зонарные тела, состоящие из кварцевой жилы выполнения в центре и кварцево-слюдяных грейзенов по бокам.

Как и на В. Коунrade, имеется не менее трех стадий минерализации (гнейзены, кварцевые жилы и мелкие секущие прожилки). Третья стадия в отличие от первых двух несла по преимуществу молибденовое оруденение. Руды содержат вольфрамит, висмутин, а с глубиной и молибденит. Кроме перечисленных минералов и кварца, в состав руд входят пирит, светлые слюды, флюорит, берилл, затем в небольших количествах халькопирит, гематит, шеелит, сфалерит и др.

В рудных жилах с глубиной и по мере продвижения с северо-запада на юго-восток все большее значение приобретает молибденит, который уже в жиле № 41 становится главным рудным минералом. С глубиной концентрация вольфрамового оруденения снижается, в то время как в жиле № 41 содержание молибденита с глубиной увеличивается. Таким образом, здесь мы также наблюдаем ореол вольфрамового и молибденового оруденения, причем первый лежит выше и сдеконтируирован в своей средней части, а второй лежит под ним и срезан незначительно. Повидимому, основная причина различия между двумя месторождениями заключается в их неодинаковом денудационном срезе, меньшем у С. Коунрада и большем — у В. Коунрада.

По данным Н. И. Большакова, рудные пояса залегают достаточно полого, причем на характер и состав оруденения не оказывают влияния состав и структурные особенности вмещающих гранитов.

Майтас. Рудные тела залегают в южной части Майтасского гранитного массива, в 2 км от контакта. Они представляют собой крутопадающие полосы грейзенов с тонкими кулисными кварцевыми жилами, залегающими в направлении, близком к широтному. Состав грейзенов меняется от западного фланга к восточному. Вначале преобладают топазово-кварцевые гнейзены с полевым шпатом, окаймленные в зальбандах маломощными кварцево-слюдяными. На восточном фланге развиты кварцевые и кварцево-слюдяные грейзены. Кварцевые жилы на западном фланге отсутствуют; появляются только в центре рудной зоны и прослеживаются до конца ее восточного фланга.

Оруденение в жилах распределяется следующим образом. На западном фланге жильной зоны (жила № 52), по данным

В. А. Чивжеля, содержание вольфрама и молибдена убогое, рассеянное. Зато здесь много топаза и гематита. В центре содержание вольфрамита в грейзенах и кварцевых жилах более высокое; приобретает устойчивый характер и молибденовое оруденение. Присутствуют топаз и гематит, становится больше флюорита и берилла, имеются крупные полости от выщелачивания сульфидов. На восточном фланге большее значение приобретает молибденит, от которого сохранились полости выщелачивания в поверхностной зоне. Содержание вольфрама здесь неравномерное и в общем убогое. Присутствуют еще флюорит, кассiterит и берилл.

Караоба. Месторождение расположено среди небольшого массива гранитоидов, размером  $1,7 \times 0,8$  км, обнаруживающего все признаки сложного строения, которое является, повидимому, выступом более крупного, размещающегося на глубине интрузива. Оруденение содержится в самостоятельных телах грейзенов, кварцево-полевошпатовых и кварцевых жилах нескольких генераций, приуроченных то к пологим, то, и это чаще, к крутым трещинам. Пологолежащие тела грейзенов в кровле выступа и околожильные грейзены обнаруживают известные признаки самостоятельности и независимости от жильного заполнения, следовавшего после грейзенизации.

По данным О. А. Синева, кассiterит содержится в более ранних грейзенах слюдяно-кварцевого состава и более ранних или глубже залегающих кварцевых жилах с полевым шпатом. Кварцевые пологопадающие жилы с молибденовым орудением образуют самостоятельную группу и штокверк на южном фланге рудного поля (см. фиг. 7).

Вольфрамоносные жилы главной стадии минерализации отличаются большим разнообразием гипогенных минералов, из которых практическую ценность представляют вольфрамит, кассiterит, висмутовые минералы, молибденит и берилл. Разведочные работы показывают выдержанность промышленного оруденения на глубину 350 м. Это можно объяснить положением месторождения именно в резко выступающей части интрузии, куда устремлялись рудообразующие растворы, поддерживавшие необходимый температурный режим вдоль подводящих путей на большом вертикальном интервале.

Акчатау. Рудное поле месторождения имеет площадь около  $20 \text{ км}^2$ . Здесь насчитывается ряд рудных тел, содержащих вольфрам, молибден и бериллий. Располагаются они среди двух гранитных массивов — Главного и Юго-Восточного и в их экзоконтактах. Имеется вполне закономерная приуроченность рудных тел к меридиональным, реже северо-западным параллельным трещинам скальвания. Значительно меньшее количество их связано с трещинами растяжения иных направ-

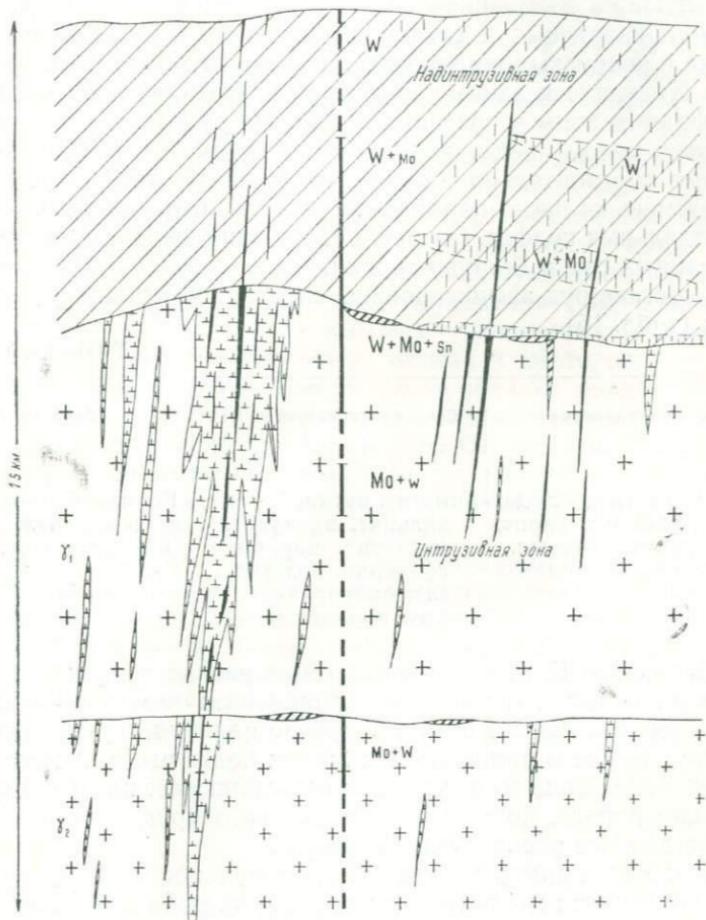
лений. Строение рудных тел сложное, зонарное. В гранитах в их составе участвуют слюдяно-кварцевые, кварцевые и топазово-кварцевые грейзены, кварцевые жилы выполнения нескольких генераций. С глубиной состав грейзенов меняется от топазово-кварцевых через кварцевые к слюдяно-кварцевым с серым кварцем. Рудные тела, образующие в эндоконтактах под оболочкой песчано-сланцевых пород или пассивных более древних гранитов мощные выдержаные зоны, по падению распадаются на ряд маломощных полос преимущественно слюдяно-кварцевого состава.

Вольфрамовое и молибденовое оруденение, находящееся в тесной ассоциации, принесено в несколько следовавших одна за другой стадий или этапов минерализации (число которых достигает семи), охватывающих широкий генетический диапазон от пегматитов до гидротермальных кварцевых жил. Многоэтапность оруденения значительно усложняет картину распределения металлов вследствие телескопирования и различной концентрации. Несколько облегчает дешифровку процессов локализации постоянство состава пульсировавших послемагматических растворов в различные периоды минерализации, исключая два последних.

Изучение распределения оруденения на площади показывает, что молибденовое оруденение концентрируется в срединных частях массивов и почти полностью отсутствует в эндоконтактах. Вольфрамовое оруденение располагается по преимуществу в эндоконтактах, а также во вмещающей интрузивы толще ороговикованных сланцев, песчаников и эфузивов. Наконец, бериллиевое оруденение встречается совместно с вольфрамовым и частью с молибденовым. Вольфрамовые руды ассоциируют со слюдой, топазом, флюоритом, бериллом, молибденитом. Собственно молибденовые — с серым кварцем, рутилом, светлой слюдой, реже с флюоритом, гематитом, бериллом и вольфрамитом. Довольно мощной является зона смешанных — вольфрамо-молибдено-бериллиевых руд.

Если проследить распределение руд в пространстве, то вполне определенно намечаются следующие особенности. Ореол вольфрамового оруденения является по отношению к рудоносному очагу наиболее удаленным. Мощность его по вертикали достигает 400—500 м, в том числе в интервале более 200 м встречаются тела с концентрированным оруденением. Ширина зоны концентрированного оруденения в пределах отдельных рудных тел колеблется. Половина ее на юго-восточном участке месторождения срезана денудацией. Для полноты картины следует добавить, что в пределах вольфрамового ореола выделяются зоны концентрации руд, определяемые пространственным положением промышленных рудных тел. Первая зона, расположенная

женная ближе всего к источнику оруденения, локализуется в поздних рудоносных гранитах, вторая — в боковых, более древ-



Фиг. 10. Общая схема размещения редкometального оруденения по вертикали. Условные обозначения см. фиг. 7.

них «пассивных» гранитах и адамеллитах и, наконец, третья — в эфузивно-осадочной толще, где развиты только жилы выполнения (трехъярусная зональность). В случае непосредственного соприкосновения рудоносных гранитов с породами кровли остается только две зоны (двуяярусная зональность). В пределах каждой из этих зон концентрации морфологии рудных тел иrudораспределение имеют свои особенности (фиг. 10).

Содержание вольфрама в рудных телах при относительной выдержанности по простиранию, резко изменяется по падению рудных тел. Уменьшение количества вольфрамита обычно сопровождается изменением состава грейзенов от кварцевых и топазово-кварцевых к слюдяно-кварцевым. Содержание вольфрама в кварцевых жилах выполнения с глубиной более устойчиво. Имеющиеся данные позволяют считать, что обогащенные вольфрамом зоны в пределах отдельных рудных тел и рудного ореола в целом представляют разной ширины ленты, расположенные горизонтально или под небольшим углом наклона. Положение их часто параллельно кровле интрузива в целом и его отдельных подфаз. Сверху и снизу они окаймляются зонами рассеянных руд и безрудных жил.

В составе руд зафиксированы следующие гипогенные минералы (табл. 15).

Таблица 15

Распространенные	Средне-распространенные	Редкие
Кварц, светлая слюда, топаз, флюорит, пирит, вольфрамит, берилл, турмалин, молибденит	Гематит, рутил, брукит, кальцит, висмутит, магнетит, циркон, сфalerит, полевой шпат, биотит, касситерит, монацит и др.	Германийсодержащий минерал, халькопирит, шеелит, галенит, арсенопирит и др.

По мнению Г. В. Крылова, глубина распространения оруденения в какой-то мере зависит от наклона и положения контактовой поверхности интрузии. В случае наличия круtyх контактов оруденение в прилегающих жилах более выдержано с глубиной. Вследствие того, что кровля рудоносных интрузий относительно полога, полосы редкометального оруденения в пространстве тоже располагаются полого.

Подобные примеры проявления зональности редкометального оруденения мы встречаем и в других районах Казахстана и в месторождениях несколько иного типа, представленного кварцевыми жилами выполнения без грейзенов или с малым их участием.

В Горном Алтае проявление зональности наблюдается на Коккуле и Чиндагатуе. На Коккуле рудные жилы в роговиках содержат собственно вольфрамитовое или вольфрамитово-шеелитовое оруденение; при переходе в граниты в рудных жилах появляется и молибденовое, особенно заметное в грейзенизованных участках эндоконтакта.

На Чиндагатуе вполне отчетливо выделяются группы вольфрамовых жил, затем жил со смешанным вольфрамово-молиб-

деновым оруднением и, наконец, собственно молибденовых жил.

В другой части Казахстана, в Заилийском Алатау, ярким примером зонального распределения руд служит месторождение Юбилейное. Здесь вольфрамовые руды распространяются до горизонта 3750 м, зона вольфрамово-молибденовых снижается на 60 м и, наконец, существенно-молибденовых опускается еще ниже.

Приведенные примеры, заимствованные из природных условий распределения руд, свидетельствуют о том, что:

а) имеется определенная зональность распределения редких металлов в месторождениях Казахстана, согласно которой в более глубоких горизонтах располагаются существенно-молибденовые руды (ближе к источнику оруднения при повышенном режиме серы), а в более высоких — существенно-вольфрамовые (более высокий потенциал железа и кислорода);

б) для тех и других можно выделить области оруднения — рудные ореолы, в пределах которых вольфрам и молибден создают зоны концентрации (рудные столбы или, по Ф. В. Чухрову, пояса), окаймленные участками рассеянных руд, размеры и морфология зон концентрации и их положение в пространстве контролируются местными структурами.

Как указывалось, рудные тела представлены полосами грейзенов и кварцевыми жилами, в больших количествах содержащими такие минералы, как топаз, флюорит, а также и турмалин, что ясно указывает на активное участие в их образовании летучих соединений, транспортировавших и рудные компоненты. Сравнение химического состава гранитов и продуктов их метасоматоза — грейзенов дает основание судить о конечных результатах химизма процессов рудообразования, заключающихся в выносе Al, Mg, Na, K первоначально и Fe, Ca позднее и привносе Si, W, Mo, Be, Bi, Li, Sn, As, Zn, Pb, Ga, Ge, F, B, S, P и других элементов. Следовавшие позднее растворы образовывали кварцевые жилы выполнения. Ряд подвижности элементов не всегда оставался постоянным.

Первоначально из гранитов в процессе их метасоматоза (без изменения объема) происходил вынос щелочей и привнос в них кремния. На пути своего движения растворы встречали зоны разного температурного режима, с течением времени изменявших свое положение в пространстве, разного давления и, наконец, разного петрохимического состава. Последовательно проходя по рудоподводящим трещинам различные зоны, рудные растворы вступали во взаимодействие с боковыми породами. По достижении более удаленных областей системы оказывались неустойчивыми и дальнейшему их продвижению препятствовали изменения состава (удаление летучих  $H_2O$ , HF, HCl, B,  $CO_2$ ,

обогащение щелочами — K, Na, затем Ca, Al, Fe, Mg), уменьшение температуры и давления, что обусловило переход в гидрогели. Выносимые подвижные компоненты в более высоких горизонтах способствовали образованию слюдяных разновидностей грейзенов. В наиболее благоприятных условиях происходило максимальное отложение металлов; затем по мере дальнейшего продвижения и обеднения ими растворов количество выпадающих металлов в виде перечисленных ранее минералов становилось все меньше. Наконец, в конце пути оставались только водно-кремнеземные системы, отложившие практически безрудные кварцевые жилы.

Теперешние полосы концентрированного оруденения отвечали тем зонам, где происходило максимальное осаждение руд. В своем пространственном положении они контролировались областями соответствующего геотермического градиента и давления, режимом серы и кислорода, составом и структурой вмещающих пород. В частности, уплощенные формы интрузивных тел вследствие своих структурных особенностей и специфического развития температурных полей предопределили в отдельных случаях и поясовое строение зон концентрированного оруденения, располагающихся слабо наклонно, тогда как в идеальном случае они должны были развиваться на глубину по вертикали.

Молибденовый ореол расположен под вольфрамовым, т. е. в общем случае, ближе к источнику оруденения, судя по примеру С. Коунрада, В. Коунрада и Узунбулака, где пространственная их разобщенность наблюдается вполне ясно. Очевидно, что расстоянием от источника, рядом подвижности ( $\text{Mo} \rightarrow \text{W}$ ) и температурой кристаллизации определяется порядок отложения — вначале олова, затем молибдена, а далее от источника и вольфрама. Характерно, что месторождения, расположенные в породах кровли, — Акмая, Байназар, Кызылджал, В. Кайракты, являются существенно вольфрамовыми и только со следами молибдена. В них практически нет олова, иногда появляется золото.

Изредка отмечается, что молибденовое оруденение отлагалось в жилах позже вольфрамового (наложение), будучи отделено от него внутриминерализованными подвижками, но и в этом случае оно отлагалось чаще всего все-таки ниже вольфрамового (ближе к источнику). Это можно поставить в зависимость от последовательного повторного раскрытия трещин, а также от более длительного процесса концентрации молибдена в остаточном флюиде, в то время как легкоподвижные соединения вольфрама уже продвигались вверх. Одновременно нужно указать, что образование молибденовых месторождений в Центральном Казахстане охватывало более широкий температур-

ный диапазон. Несколько более позднее и более низкотемпературное образование ряда молибденовых месторождений по сравнению с вольфрамитовыми доказывается еще и тесной ассоциацией молибдена с медью в медно-кварцевых жилах Алмалы, Борлы, Беркары и, наконец, в медно-порфировых месторождениях — Бощекуле и Коунраде, где проявлены гранодиоритовые интрузии. Нередко оно ассоциирует и со сфалеритом, галенитом в поздние стадии минерализации. Смена вольфрамовых руд молибденовыми на коротком интервале, вызванная непостоянством и изменчивостью градиента давления и температуры, подтверждает высказанное выше мнение о не столь глубинных условиях формирования интрузий и руд.

Из всего изложенного могут быть сделаны следующие выводы.

1. Перечисленные месторождения относятся к типу гипогенных. Генетически они связаны с поздневарисским и среднеглубинными интрузиями кислой магмы.

2. Во многих месторождениях вольфрама и молибдена наблюдается первичная зональность в рудах. Из ряда примеров видно, что вольфрамовое и молибденовое оруденение образуют в пространстве своеобразные ореолы, причем вольфрам расположен дальше от источника оруденения, а молибден ближе.

3. Рудные тела по своему строению являются сложными, зонарными и состоят в гранитах из грейзенов замещения, — кварцево-слюдяных, кварцево-топазовых, кварцевых, образующих симметричные полосы в пределах рудного тела. В центральной части обычно располагаются более поздние кварцевые жилы выполнения. Наиболее благонадежным типом грейзенов для вольфрама является кварцевый с умеренным количеством топаза и слюды; для молибдена — собственно кварцевый, а для олова — кварцево-слюдянной.

4. Оруденение обычно происходило в несколько этапов, причем состав растворов, а не их фазовое состояние, при этом мало менялся.

5. В пределах рудных ореолов, мощность которых по вертикали достигает 1 км и более, имеются зоны концентрированного оруденения, положение которых в пространстве определено локальными условиями (структурные поверхности раздела, состояние трещинной системы, изменение литологического состава — Акчатау, Жанет и др.) сверху и снизу они окаймлены зонами рассеянного оруденения. Мощность ореолов является функцией глубины становления месторождений и менее зависит от вертикальных размеров интрузии.

6. Судя по типу месторождений и ассоциации минералов, руды, содержащие молибденит, обладают более широким гене-

тическим и температурным диапазоном, нежели руды, содержащие вольфрамит.

7. Наличие указанной закономерности заставляет более внимательно подходить к оценке месторождений по внешнему виду и содержанию в рудах металлов с поверхности, ибо при этом необходимо учитывать, в какой степени обнажен рудный ореол и какая его зона — концентрированных или рассеянных руд вскрыта в настоящее время денудацией, так как «пустые» на поверхности жилы могут содержать промышленные руды на глубине.

8. На молибденовых месторождениях с поверхности развита зона выщелачивания, в которой содержание молибдена уменьшается в несколько десятков раз по сравнению с первоначальным. Мощность ее зависит от рельефа, уровня грунтовых вод и количества сульфидов (пирита), pH среды и составляет 10—15 и даже до 30—40 м. Следами существования руд служат пустоты от выщелачивания молибденита. Подробно эти вопросы рассмотрены Ф. В. Чухровым.

Правильное определение пространственного положения зоны концентрированного оруденения в месторождениях имеет важное практическое значение для разведки и эксплуатации. Вопросы зональности требуют тщательного дальнейшего изучения для выявления необходимых критериев, облегчающих поиски обогащенных руд.

#### 4. Районирование, поисковые критерии и признаки

Если суммировать опыт ряда геологов — Г. И. Бедрова, Н. И. Большакова, М. А. Коноплянцева, Г. В. Крылова, П. А. Куликова, В. М. Мягкова, А. А. Нуднера, О. А. Синева, Н. П. Скворцова и многих других, проводивших поиски и разведки на редкие металлы в Центральном Казахстане, а также результаты некоторых наших многолетних наблюдений, то можно наметить ряд критериев и признаков, определяющих наличие редкометального оруденения в том или ином районе этой своеобразной металлоносной провинции, а также известное металлогеническое районирование.

Выделяются следующие крупные геологические регионы, характеризующиеся тем или иным развитием определенного оруденения.

1. Западная часть Центрального Казахстана — к западу от Срединного антиклиниория. Развито оловянное оруденение кварцево-кассiterитового типа, кварцевожильное золоторудное, медное, железорудное, марганцевое пластового типа. Вольфрамово-молибденовое имеет подчиненное значение.

2. Восточная часть Центрального Казахстана, начиная от Срединного антиклиниория до Чингизского антиклиниория. Кварцево-кассiterитовая формация проявлена очень слабо, преобладают молибденово-вольфрамовые месторождения, полиметаллическое и медное оруденение колчеданной, кварцево-баритовой и скарновой формаций. Широко распространен тип оруденения во вторичных кварцитах.

3. Подавляющее большинство месторождений редких металлов расположено в четырехугольнике, ограниченном Теректы-Нуринской зоной на севере, Дегелен-Чингизской — на востоке и Мунглу-Кылчинской — на западе. Если учесть и Западное Прибалхашье, то эта граница пройдет по Чуилийскому антиклиниорию. Южная граница расположена где-то южнее оз. Балхаш и скрыта под молодыми отложениями Сарыишик-Отрау. Почти все наиболее крупные промышленные месторождения (исключая скарновые Караджала и Саяка), как уже указывалось, расположены в пределах треугольника, ограниченного зоной Мунглу-Кылчинской на западе, Куу-Кызылтау-Мамантасской — на севере и Балхаш-Джильтауской — на востоке (Куу-Каркалинск — Коунрад). Скрешивание подвижных зон намечается южнее оз. Балхаш на меридиане Коунрада.

Перечень намечающихся поисковых критериев и признаков приводится ниже.

#### A. Тектоно-геологические

1. Области влияния глубинных подвижных зон, особенно сопровождаемые поясами поздневарисского интрузивного магматизма, развившегося после консолидации складчатых систем. Они могут быть выявлены на основании анализа детальных геологических карт.

2. Район пересечения и сопряжения поздних подвижных зон, сопровождаемых гранитными интрузиями, с более ранними, в частности пермских с карбоновыми.

3. Структурные линии, определяющие размещение вулканизма центрального типа.

4. Эпиконтинентальные песчано-глинистые и известковистые фации кембрия, среднего и верхнего палеозоя, мезозоя, с повышенным содержанием органических остатков. Они накапливались вблизи областей денудации, содержащих повышенную металлоносность определенного состава.

#### Б. Магматические (включая и металлогенические)

5. Районы развития многофазных интрузий лейкократовых среднеглубинных гранитоидов преимущественно поздневарисского возраста с наличием не менее двух-трех последователь-

ных интрузий, включая мелкозернистые граниты или гранит-порфиры.

6. Дайковая формация представлена гранитами, аплитами, гранит-порфирами и пегматитами. Широко проявлены кварцевые жилы.

7. Петрохимический состав гранитоидов отличается повышенной ролью щелочей, особенно калия, недостатком извести, магнезии и резким пересыщением кремнеземом, что приближает их к аляскитам. Наряду с этим повсеместно отмечается избыток глиноzemа. Это микроклин-плагиоклазовые граниты с небольшим количеством биотита.

8. Ассимиляционные явления на уровне становления интрузий проявлены слабо, гибридные образования в эндоконтактах нехарактерны.

9. Наличие в составе гранитоидов повышенных кларков вольфрама, молибдена, берилля и олова.

10. Обогащенность магмы летучими и подвижными компонентами, проявляемая наличием щелочного метасоматоза, мусковитизации, грязенизации, окварцевания (в том числе и кварцевых жил).

11. Повышенное содержание в составе акцессорий определенного комплекса минералов, включающего топаз, монацит, рутил, кассiterит, ортит, флюорит, ильменит, турмалин и другие минералы, сопутствующие им.

12. Общая зараженность района редкометальным оруденением, включая месторождения и рудопроявления, металлометрические и шлиховые ореолы. Наличие в шлихах кассiterита (с учетом его типоморфных особенностей), вольфрамита, молибденита, повелита, шеелита и сопровождающих их минералов.

13. Наличие контактового и гидротермального изменения вмещающих пород — сроговикования, скарнирования, грязенизации, окварцевания, пиритизации и серицитизации.

14. Районы проявления эфузивно-эксплозивной деятельности центрального типа, сопровождаемые субвулканическими интрузиями кислого состава, грубыми пирокластами, медным оруденением и процессами окварцевания и вообще существенно щелочно-кремнеземного метасоматоза (а не щелочно-глиноzemного или глиноzemного).

#### B. Структурные

15. Площади, характеризующиеся неглубоко вскрытыми денудацией рудоносными интрузиями или их проявления на небольшой глубине под перекрывающими породами кровли.

16. Надинтрузивные зоны, эндо- и экзоконтакты рудоносных интрузий, особенно при наличии пологих контактовых по-

верхностей, а также достаточно плотных (экранирование) и химически-активных (взаимодействие) пород кровли — известняков, песчано-глинистых толщ и т. п.

17. В лакколитоподобных формах сложных массивов последующие интрузии создают тела трещинного типа с пологими верхними контактами. Месторождения концентрируются в участках наиболее близкого нахождения тел гранитов второй и третьей интрузивных фаз, определяя, во-первых, положение наиболее мощных участков интрузии (в том числе корневых частей), а во-вторых, близость рудоносных очагов, зарождающихся в наиболее крупном теле последующей фазы (обычно второй или третьей).

18. Вулканокупольные образования как сочетание рудоподводящих иrudолокализующих форм в сложной дизъюнктивно-вулканогенно-пликативной структуре.

19. Области сопряжения региональных зон разломов северо-западного и северо-восточного простирания и оперяющие структуры.

20. Зоны развития выдержаных трещинных систем, включая трещины параллельные, кольцевые, сложно пересекающиеся. Особое место занимают трещины оседания, связанные с сокращением объема интрузии при застывании. В этом случае чаще всего создаются сложно сочетающиеся трещины в боковых породах, благоприятные для развития штокверков, а также кольцевые системы.

21. Межформационные зоны и пластового типа горизонты трещиноватых либо химически-активных пород, воздействующие на изменение давления и состава растворов.

22. Наличие с поверхностивольфрамового оруденения позволяет надеяться на обнаружение с глубиной и молибденового. При этом необходимо учитывать указанную выше зональность оруденения и степень денудированности различных зон. С поверхности молибденит выщелачивается, и хорошим поисковым признаком служит наличие характерных щелевидных пустот.

23. Местные пликативные формы, способствующие локализации рудных растворов. Более важная роль здесь принадлежит песчано-сланцевым и известняковым горизонтам.

Для образования россыпей весьма важны геоморфологические условия. Россыпи кассiterита, вольфрамита и шеелита образуются в элювиально-делювиальных, пролювиальных и аллювиальных отложениях, в радиусе обычно менее 5—10 км от коренного источника.

Неполнота приведенного перечня вызвана отсутствием специальных региональных металлогенических исследований для всей территории. Не изучена, в частности, металлогения (в до-

статочно полном объеме) интрузивных, эфузивных и осадочных комплексов различного возраста. Между сравнительно детальной изученностью многих месторождений и поверхностными региональными исследованиями все еще существует определенный разрыв, не позволяющий всесторонне оценить перспективность эфузивных и осадочных образований различного возраста.

В развитии подвижных зон редкометальное оруденение занимает определенное место, будучи связанным с кислыми интрузиями позднего этапа. Выяснение закономерного изменения состава интрузий в процессе развития подвижных зон, а также металлогенической их специализации требует дальнейших исследований. Истинные данные могут быть получены при изучении направленности метаморфических и магматических процессов допалеозойского структурного яруса.

Центральный Казахстан выступает как сложная многометальная провинция, содержащая руды черных, цветных и редких металлов, образовавшихся на разных стадиях развития региона как в поверхностных и приповерхностных условиях, так и в глубинных. Для редкометального оруденения главное значение имеет генетическая его связь с магматическими процессами, в особенности с интрузиями поздневарисских лейкократовых гранитов.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ

Предлагаемая карта перспективных площадей на редкие металлы Центрального Казахстана составлена первоначально в м. 1 : 500 000 для площади в 800 тыс. км<sup>2</sup> (фиг. 11). В основу ее положены геолого-структурная карта этого же масштаба, карта спецнагрузок, данные о фактическом размещении всех известных к настоящему времени месторождений и рудопроявлений с указанием их генетического типа, размеров и геологических особенностей. Из этого видно, что она построена на большом фактическом материале. Наметившиеся в результате обобщения закономерности в размещении рудоносных площадей и месторождений наша группа попыталась объяснить с теоретической стороны. Мы исходим далее из того принципа, что площади, где проявлено оруденение определенного типа и возраста, потенциально более важны и перспективны, чем мало изученные или площади с редким проявлением рудоносности.

Самый факт концентрации месторождений и рудопроявлений можно считать объективным, закономерным отражением наличия в данной области благоприятного сочетания структурных, магматических и металлогенических условий, приведших к возникновению промышленных концентраций редких

металлов. Этот принцип позволил в свое время выявить ряд месторождений в Шетском районе (Байназар, Кызылджал, Батыстау, Верхнее Кайракты, Тулагай, Селтей и мн. др.), а также месторождение Шалгия, при поисковых работах, производившихся под нашим руководством в 1942—1948 гг.

Другое обстоятельство, побудившее занять такую позицию, заключается в том, что относительно более детальная изученность этих районов не является доводом, ограничивающим дальнейшие их перспективы. Вопрос сводится к тому, что даже в детально опиcкованных районах геологи еще не использовали всех методов для выявления руд, особенно тех, которые слабо проявлены на поверхности. Известны многие случаи обнаружения новых месторождений (С. Коунрад) и рудных тел на тех площадях, которые казались достаточно исследованными. Такой подход к оценке районов оказался неизбежным еще и по той причине, что предлагаемая карта, исходящая из имеющихся материалов, одновременно отражает степень изученности территории. Широкие экстраполяции представлялись менее обоснованными. В этом отношении положенные в основу принципы в известной мере согласуются с рекомендациями инструкции Министерства геологии и охраны недр СССР (1953). Ряд существенных дополнений (положение мобильных зон, узлы пересечения и т. д.) и изменений, внесенных при построении площадей, явились следствием выявившихся особенностей, вытекающих из конкретного фактического материала по данному району, апробированного в полевых условиях практикой поисков и разведок, проводившихся Г. И. Бедровым, Г. В. Крыловым, М. А. Коноплянцевым, В. И. Костиным, Б. М. Мягковым, А. А. Нуднером, И. И. Радченко, О. А. Синевым, Н. П. Скворцовым, И. Н. Субботиным, Г. А. Филенко, И. Н. Фоминским, И. А. Фроловым, Н. П. Упоровым и многими другими.

Кроме обобщения материалов, участники составления прогнозов выезжали в районы и на месторождения для их осмотра.

### 1. Обоснования выделенных площадей

Ввиду отмеченного выше, при оконтуривании площадей учитывались следующие данные.

а) Фактическое размещение месторождений. На карту были нанесены все известные месторождения и рудопроявления редких металлов с указанием их размера и генетического типа, согласно принятой классификации. Позже выделены месторождения олова, олова и вольфрама, вольфрамитовые, шеелитовые, молибденовые, молибденово-вольфрамовые (некоторые месторождения золота, сурьмы, меди, полиметаллов). Выделены формации и типы: рассеянная

минерализация в осадочных и изверженных породах, пегматитовая формация, кварцевожильно-грейзеновая формация с типами — грейзеновым, кварцевожильно-грейзеновым собственновожильным и кварцево-турмалиновым, скарновая формация, тип вторичных кварцитов. Показаны россыпи, месторождения неясного генезиса и штокверкового морфологического типа.

По размеру выделены: крупные месторождения, средние, мелкие месторождения и рудопроявления. Кроме того, в определенных условных знаках показывались и месторождения других металлов, содержащие повышенное количество молибдена, вольфрама. Всего нанесено на карту 417 месторождений (см. фиг. 6).

б) Шлиховые данные. По данным крупномасштабных шлиховых карт были построены площади, содержащие в шлихах вольфрамит, кассiterит, шеелит, минералы молибдена. Особо выделены участки повышенных весовых концентраций этих минералов, являющиеся прямым указанием на рудоносность.

в) Металлометрические данные. Металлометрические площадные съемки были проведены только на трех листах (и то не полностью). Нами использованы карты с размещением ореолов распространения концентраций олова, вольфрама и молибдена. Учтены также участки повышенных содержаний (более 0,005 % для олова и молибдена и 0,04 % для вольфрама), которые пространственно обычно совпадают с известными рудопроявлениями.

Перечисленные в пунктах а, б, в данные отображают в меру наших знаний и детальности масштаба положение рудоносных площадей. В качестве иллюстрации общей недостаточности их следует указать, что шлиховые съемки едва покрывают 40 % площади и не всегда бывают полноценными. Еще хуже обстоит дело с металлометрией, проведенной на площади всего около 50 тыс. км<sup>2</sup> или 5,1 %.

г) Размещение интрузий и их состав. На геолого-структурной карте нанесены все более или менее крупные интрузивные массивы; одновременно соответствующим цветом и знаками отображаются возраст и состав интрузий. Выделены следующие магматические комплексы: допалеозойский, раннекаледонский, позднекаледонский, ранне- и средневарисский, поздневарисский. Отсюда намечающиеся металлоносные провинции получают разделение и по возрасту. По составу выделены: ультраосновные интрузивы, основные, средние, кислые (гранитные, аляскитовые) и щелочные. Все это дает возможность проследить генетические связи того или иного оруденения с магматическими комплексами определенного состава. Эти же данные послужили основанием для опре-

деления положения подвижных глубинных зон и их сопряженний. Произведенный анализ данных позволил в связи с этим особо выделить и новые перспективные участки, еще мало опиcкованные.

д) Размещение дайковой формации. Оно является дополнительным магматическим критерием, показывающим проявление магматизма и наличие благоприятных дизъюнктивных структур. Разделение даек, как и интрузий, произведено по составу. Не указан лишь возраст их, что в ряде случаев оказалось весьма затруднительным.

е) Гидротермальные изменения пород. На вспомогательной карте спецнагрузки показаны участки развития следующих изменений: ороговикования и окварцевания, скарнирования, грейзенизации, турмалинизации, серicitизации, пиритизации, лимонитизации. Кроме того, нанесены массивы вторичных кварцитов, кварцевые, кварцево-полевошпатовые и баритовые жилы. Это дало возможность выявить зоны гидротермального изменения пород и области еще скрытых на глубине интрузий или рудоносных структур.

ж) Возраст и структуры вмещающих пород. На изданной геолого-структурной карте, составленной Г. Ц. Медоевым, нашли свое выражение не только простирания, но и формы складчатых сооружений различного возраста. Выделены пликативные структурные ярусы: допалеозоя, нижнего, среднего и верхнего палеозоя и мезозоя. Это позволило определить размещение рудоносных интрузий и месторождений не только в разновозрастных структурных ярусах, антиклиниориях и синклиниориях, но и их отношение к мелким структурным формам.

з) Литологический состав вмещающих пород. На той же карте, на основании преобладания определенных литологических комплексов пород в формациях, нашел отражение литологический состав. Условными знаками показаны песчаники, глинистые сланцы, карбонатные породы, кристаллические сланцы, кварциты, гнейсы кислые и основные эфузивы. Эти данные позволяют делать прогноз о направлении контаминационных процессов в интрузиях и о типе ожидаемой рудной формации (например, кварцевожильной или скарновой). Дополнительно нанесены известковые фации этрена и визе как возможные коллекторы оруденения осадочного генезиса. Эти карты, составленные Г. Ц. Медоевым в Институте геологических наук АН КазССР, и послужили геологической основой для прогнозов всех полезных ископаемых.

и) Абсолютный возраст. Произведено определение абсолютного возраста некоторых месторождений по гелиевому

методу. Всего использовано 20 определений. Эти данные явились дополнением и оказались очень важными для спорных случаев, где имеются различные взгляды на возраст оруденения (Ю. Атасу).

Таков краткий перечень фактических геологических материалов, положенных в основу выделения перспективных площадей. Как видно, он оказался достаточно всесторонним. В нем главное значение приобретают именно факты, рассмотренные в исторической последовательности геологического развития Центрального Казахстана.

## 2. Очередность исследований

В приведенном обзоре было показано, что основное редкometальное оруденение, по накопленным к настоящему времени данным, генетически связано с магматической деятельностью поздневарисского возраста, именно с интрузиями лейкократовых гранитов. Менее проявлено оно с карбоновыми гранитными интрузиями. С ранне- и позднекаледонским магматизмом связаны лишь отдельные месторождения определенного генетического типа (молибден Бощекуля и олово Чебанайского массива). В соответствии с этим, а также с данными, перечень которых приведен выше, производились оконтуривание, рудоносных площадей и установление очередности и детальности дальнейших поисковых работ.

Всего выделено четыре основных категории, не считая более мелких, касающихся отдельных, ограниченных по размерам, площадей.

### A. Площади первой очереди

В эту группу входят площади, оконтуренные по наличию месторождений, шлиховых и металлометрических ореолов и рудоносных интрузий, главным образом поздневарисского возраста. Исключения сделаны для Чебанайского массива и района Бощекуля. В пределах указанных площадей имеются промышленные месторождения олова, вольфрама и молибдена, и в большей степени вероятно нахождение новых промышленных руд. Они составляют 86 тыс. км<sup>2</sup> или 10,7% общей площади, которая в целом заслуживает комплексных геологических поисковых работ в масштабе 1 : 50 000.

Они нами разделяются на три группы: районы крупных месторождений, районы сосредоточения средних и мелких месторождений (рудные узлы) и перспективные районы с известными месторождениями и рудопроявлениями.

### *a) Районы крупных месторождений*

Это будут следующие районы, обозначенные на карте соответствующими номерами:

- |                     |             |
|---------------------|-------------|
| 1. Шалгия           | 5. Байназар |
| 2. Караоба          | 6. Акчатау  |
| 3. Акмая            | 7. Коунрад  |
| 4. Верхнее Кайракты | 8. Башекуль |

Опыт многолетних разведок показал, что подобные крупные месторождения не одиночны, а сопровождаются еще и другими месторождениями и рудными телами, выявляемыми как на площади этих месторождений, так и на прилегающих к ним площадях.

Конкретные рекомендации по каждому из этих месторождений сводятся к следующему.

1. Шалгия. Разведочные работы, производившиеся под руководством М. А. Коноплянцева, позволили установить крупные запасы молибдена и приуроченность оруденения к почти широтной зоне дробления, протягивающейся в западном направлении, где имеются дальнейшие перспективы роста запасов. Аналогичные перспективы есть и на глубину. Изучение минералогии производилось К. А. Мухля (ИГН АН КазССР). В 2 км к югу находится участок Ю. Шалгия, в 7 км к северо-востоку — Ю. Куу, к северу — Комсомольское, содержащие также молибденовое оруденение. Площадь рудного поля закрыта третичными и четвертичными отложениями. На фотопланах видно, что Шалгия расположена на пересечении двух крупных дизъюнктивных структур — северо-восточной, пересекающей массив Куу, и почти широтной. Месторождение Ю. Куу расположено на этой северо-восточной зоне. Эти данные позволяют рассчитывать на обнаружение молибденовых руд как на самом месторождении Шалгия, так и в его ближайших окрестностях. Поэтому здесь необходимо, кроме разведок, рекомендовать дальнейшие поиски на площади около 250 км<sup>2</sup>. Если подтвердится предположение о рудоносности тектонических структур Шалгии, то запасы месторождения могут значительно увеличиться как по простирианию, так и за счет многоэтажности рудных залежей.

2. Караоба. По мнению О. А. Синева, под руководством которого выявлены крупные запасы оловянных и редкометальных руд Караобы, известное здесь некоторое обособление оловянной, молибденовой и среднетемпературной вольфрамовой минерализации обусловлено пульсирующей деятельностью рудоносного очага. По этой причине, а также вследствие при-

уроченности рудных тел к выступу более крупной интрузии, расположенной на глубине, редкометальное оруденение отличается большой выдержанностью. На глубине 300 м оно не только не прекращается, но грейзенизация даже усиливается. Следовательно, перспективы в этом направлении все еще велики. Если рассматривать рудные тела не изолированно, а как определенную систему кварцевых жил и грейзеновых тел, то имеются все данные для выявления новых слепых рудных тел, а также руд на флангах месторождения (северном и южном).

На южном фланге обнаружен штокверк с молибденовым оруднением значительных размеров. Рекомендованные нами в 1953 г. в связи с прогнозами исследования в этом направлении дали уже определенные положительные результаты. Разведками 1953—1954 гг. установлено, что площадь штокверка достигает 0,1 км<sup>2</sup>, причем оруденение продолжается до глубины 240 м. Рудные тела образуют ряд залежей, содержащих в среднем 0,05—0,11% молибдена, запасы которого на месторождении в связи с этим уже удвоились. Если учесть возможность обогащения руды при простом грохочении еще до измельчения, то перспективы в этом отношении оказываются несомненно благоприятными.

Наличие гидротермального изменения пород и минерализации еще по направлению к западу до 4 км позволяет весьма благоприятно оценивать перспективы рудного поля. Таковы данные по Караобе. По направлению к северо-востоку имеется Западно-Атасуйское месторождение и ряд мелких точек с редкометальным оруднением. Далее, если вспомнить, что Караоба, как и Шалгия, находится на сопряжении двух глубинных подвижных зон — Кылча-Мунглинской и Куу-Кызылтауской (для южного района можно выделить ветвь Караоба-Атасуйскую), то перспективы района в северо-восточном и юго-западном направлении выявляются с полной определенностью. Здесь также необходимы детальные поиски на площади до 200 км<sup>2</sup>.

3. Акмая. Только после перехода на разведку этого месторождения как штокверкового, выполненного нами совместно с И. А. Фроловым и другими исследователями еще в 1943 г., оно из числа мелких, пригодных лишь для старательской добычи, превратилось в крупное, с запасами вольфрама, возросшими в 100 раз. Большая заслуга в этом принадлежит И. Н. Субботину, руководившему разведками последних лет.

Не останавливаясь на геологическом строении и позиции этого месторождения, отметим, что рудоносность Акмай и расположенного в 4 км к западу Котбара связана с единой струк-

турной линией, входящей в систему Успенской зоны смятия. В этом отношении следует считать прекращение здесь разведочных работ преждевременным, поскольку стык этих месторождений не изучен, а перспективы западного фланга Акмана, а также глубоких горизонтов, учитывая его надинтрузивное положение, полностью еще не выявлены. Не установлена взаимосвязь акманского оруденения с рудными вольфрамоносными жилами сопки Домике. Наконец, осталось не изученным оруденение Акбулака, расположенного к востоку, в пределах той же структурной зоны. Поэтому поисково-разведочные работы на этой площади необходимо продолжить.

4. Верхнее Кайракты. Уникальное по запасам месторождение, но с невысоким средним содержанием вольфрама, было выявлено и разведано Г. И. Бедровым. Оруденение здесь установлено до глубины 650 м, причем на этом интервале не происходит существенного изменения его состава и концентрации шеелита и второстепенного вольфрамита. Изометричность рудного контура указывает более на связь его с выступом интрузии, чем с дизъюнктивной структурой одной из надвиговых ветвей Успенской зоны, в висячем боку которой оно находится. Влияние дизъюнктивных деформаций зоны проявилось, очевидно, лишь в подготовке трещинной системы этого крупнейшего штокверка (см. фиг. 8). Задача разведки заключается в оконтуривании месторождения и выявлении блоков более обогащенных руд.

Согласно развиваемой идеи, с глубиной нужно ожидать обнаружения более высоких концентраций молибдена. Металлometрические съемки обнаружили повышенные ореолы вольфрама по периферии рудного поля. Как видно на схеме (см. фиг. 6), оба месторождения (Акмая и В. Кайракты) расположены в сфере влияния не только Успенской зоны, выраженной складчатостью и дизъюнкциями, но и Кую-Кызылтау-Мамантасской полосы поздневарисских интрузий, имеющей здесь почти широтное (вернее ВСВ) простирание. Следовательно, и здесь возникает необходимость проведения поисково-разведочных работ в этом направлении.

5. Байна зар. Месторождение, которое по морфологическому типу тоже относится к штокверковым, было выявлено Г. И. Бедровым. Перспективы его еще во многом неясны. Сейчас оно представляется как крупный штокверк относительно бедных вольфрамовых руд с отдельными зонами комплексных и молибденовых руд. Разведка его не завершена. Оно имеет несомненные перспективы как в сторону от грейзенового выступа, так и на глубину. Возникает предположение, что штокверковые зоны с концентрированным оруденением окажутся не узкими крутопадающими, как предполагалось до сих пор,

а пологими и достаточно мощными. В таком случае запасы промышленных руд могут значительно увеличиться.

В районе Байназара, особенно к югу и востоку от него, на площади размером  $5 \times 15$  км, известно около десятка мелких месторождений и рудопроявлений, относительно мало изученных. Кроме того, здесь же много шлиховых и металлометрических ореолов. Район располагается в области сопряжения меридиональной зоны карбоновых интрузий и северо-западной — пермских (см. фиг. 1). Все это позволяет определить район как слабо вскрытый денудацией рудный узел, перспективы которого еще далеко не исчерпаны. Наряду с разведкой здесь также необходимы и дальнейшие тщательные поиски на площади около  $180 \text{ км}^2$ .

6. Акчатау. Это крупнейшее комплексное месторождение длительное время разведывалось Г. В. Крыловым, А. А. Нуднером, Г. А. Филенко, Н. П. Упоровым и др. Исследования петрологии и рудоносности были проведены здесь нами в 1944—1946 гг. Рудное поле имеет площадь около  $50 \text{ км}^2$ . Оно приурочено к участку сопряжения двух подвижных зон — меридиональной и широтной (см. фиг. 1).

Разведки последних лет подтвердили высказанное нами в 1945 г. предположение о многоярусной зональности с наличием двух-трех зон концентрированного оруденения по падению рудных тел. В частности, ряд жил Юго-Восточного и Центрального участков, безрудных на современном денудационном срезе, оказался насыщенным рудой на более глубоких горизонтах. Руды здесь образуют почти горизонтальные протяженные полосы. По мнению Г. В. Крылова, ширина этих полос зависит от крутизны контактовой поверхности рудоносной интрузии. Помимо перспектив собственно рудного поля, которые несомненны с поверхности к югу и на глубину, еще недостаточно изучен ближайший район месторождения, где имеются и шлиховые и металлометрические ореолы редкометального оруденения. Этот район в радиусе около  $10 \text{ км}$  заслуживает детального опоискования.

7. Коунрад. Коунрадская группа редкометальных месторождений включает В. Коунрад, С. Коунрад, Вольфрамовые сопки, участок «Шеелитовых» и «Безымянных» жил, расположенные на площади, вытянутой по широте на  $10 \text{ км}$ . Эти месторождения изучены и детально разведаны под руководством Н. П. Скворцова и Н. И. Большакова. На протяжении этой зоны в  $6 \text{ км}$  к западу находится известное Коунрадское месторождение медных порфировых руд с повышенным содержанием молибдена.

Хотя на этой площади проведены детальные разведочные и поисковые работы, перспективы ее нельзя считать исчерпан-

ными. Нам представляется, что они могут быть увеличены в следующих направлениях.

На глубину. Как известно, концентрированное молибденовое оруденение в пределах рудного пояса прекращается на глубине 300—350 м; однако сами рудные тела (жилы) без существенного изменения их характера еще продолжаются на большую глубину. Возможно, здесь следует проверить глубокие горизонты, поскольку зональность оруденения может оказаться двухъярусной. Кроме того, под вольфрамовыми рудами возможно обнаружение и комплексных с молибденом.

За счет новых рудных тел. Выявление их возможно в пределах названных рудных полей. Практика разведок показала, что многие слабо проявленные на поверхности и маломощные рудные тела с глубиной увеличиваются в размерах. Это явление можно объяснить тем, что в многофазных интрузиях при явлениях оседания более ранние гранитоиды деформируются точно так же, как боковые породы. При прогибании в них создаются трещины, открытые книзу и замкнутые сверху. Такие слепые рудные тела могут быть еще выявлены в Коунрадском рудном поле. Учитывая трудность выявления молибденового оруденения (выщелоченность молибденита до 10—15 м и закрытость района), необходимо на площади Коунрадского массива и прилегающих к нему зон поставить детальные площадные металлометрические исследования как один из наиболее эффективных в данных условиях поисковых методов. Вполне возможно нахождение молибденового оруденения в зонах дробления и рассланцевания гранитов, не сопровождавшихся образованием крупных жильно-гнейзеновых тел. Такие зоны, вполне понятно, будут закрыты с поверхности, при этом может отсутствовать и кварцевый щебень, который до сего времени здесь служил основным поисковым признаком.

Н. И. Большаков приводит интересную структурную схему Коунрадского массива, по данным которой можно ожидать наличие достаточно протяженных жильных зон северо-западного простирания не только по В. и С. Коунраду, по Ю. Коунраду, но и по участку «Шеелитовых» и «Безымянных» жил и в местах сопряжения почти широтных протяженных зон с северо-западными.

Еще далеко не исчерпаны перспективы по молибдену и самого Коунрадского медно-молибденового месторождения. Руды могут быть выявлены по периферии выемочного карьера в связи с кольцевыми или радиальными трещинными структурами, а также на глубине.

8. Бощекуль. Месторождение Бощекуль, найденное и изученное Р. А. Борукаевым, относится и к другому типу, и

к другому возрасту. Это прожилково-вкрашенные меднопорфировые руды в дайковой интрузии гранит-порфиров нижнего (возможно начала среднего) кембрия. Содержание молибдена в рудах всего 0,014%, но при наличии крупных запасов промышленных медных руд молибден, извлекающийся попутно, приобретает важнейшее значение.

Нам представляется, что подобного рода типы руды могут быть выявлены в широтной подвижной зоне, в районе Бощекуля, сопрягающейся с Азат-Аркалыкской.

Первоочередность работ на перечисленных выше площадях, помимо их перспективности, обосновывается еще и тем, что в этих местах уже имеются крупные горнорудные предприятия или намечается их строительство. Именно здесь необходима постановка детальных исследований. Представляется, что это должны быть современные комплексные геологопоисковые работы, сопровождаемые горными выработками, бурением, шлиховым и металлометрическим опробованием, с детальностью м. 1 : 10 000. Общая площадь определяется в 1500 км<sup>2</sup>. Все перечисленные участки показаны на прилагаемой карте (см. фиг. 11). При поисках для прослеживания минерализованных зон должны быть использованы и геофизические методы (метод электросопротивлений). Они необходимы для уточнения контактовых поверхностей рудоносных интрузий.

*б) Районы сосредоточения месторождений и сопряжения глубинных подвижных зон*

№ на карте	Площадь в км <sup>2</sup>
9. Куу . . . . .	620
10. Караба-Атасуйский . . . . .	800
11. Нура-Талдинский . . . . .	340
12. Акмая-Акбулакский . . . . .	200
13. Верхне-Кайрактинский . . . . .	470
14. Белькотас . . . . .	200
15. Байназар-Узунбулакский . . . . .	1100
16. Казыбек-Акчатауский . . . . .	1570
17. Оргауский . . . . .	770
18. Белькудукский . . . . .	200
19. Балхаш-Коунрадский . . . . .	1230

Обоснование необходимости проведения поисков на этих площадях сводятся к следующему.

9. Куу. С гранитным массивом Куу, кроме месторождения Шалгия, связана еще многочисленная группа рудопроявлений и мелких месторождений вольфрама, молибдена, олова, бериллия, общим числом около 35. Помимо этого, в прилегающем районе по направлению к Кызылтаускому массиву есть еще ряд мелких месторождений — Карагас, Швароба, Карагюбек и другие, что указывает на достаточно интенсивную металлонасыщенность района. Поэтому рекомендуется, кроме площади, прилегающей к Шалгии, исследовать более обширную территорию в сфере влияния Куу-Кызылтауской подвижной зоны. Здесь необходимо обратить большее внимание именно на экзоконтактовые ореолы интрузии, вмещающие породы, поскольку площадь самого массива Куу уже детально изучена и здесь вопрос может стоять только об оценке уже известного оруденения.

10. Караба-Атасуйский. В этом районе положение со взаимоотношением подвижных зон аналогичное. Вследствие слабого проявления поздневарисского магматизма число известных рудных точек не превышает 10. Перспективная площадь тоже протягивается в северо-восточном направлении, захватывая более обширную территорию, от вторично-кварцитовых массивов к юго-западу от Карабы до Западно-Атасуйской группы месторождений. Основное внимание должно быть обращено на контактные зоны массивов, кварциты и вмещающие породы.

11. Нура-Талдинский. Значительное влияние на распределение медного оруденения имеет Успенская зона смятия. Вследствие сопряжения с параллельной ей Кызылтау-Мамантасской зоной и другими более мелкими в прилегающих участках локализовались и редкометальные месторождения — Акмая, В. Кайракты и др. Таким участком оказывается и описываемый, где сосредоточены мелкие месторождения и рудопроявления вольфрама и молибдена. Рудоносность Успенской зоны во многом еще не раскрыта; поэтому те области, где сочетаются подвижные зоны с проявлением магматизма и специфической металлоносности, заслуживают повышенного внимания.

12. Акмая-Акбулакский. Изложенное выше относится и к этому участку с той лишь разницей, что здесь известно крупное месторождение Акмая и три мелких.

Рекомендуемая площадь протягивается вдоль зоны смятия; поэтому поиски сопряжены с известными трудностями (закрытость, динамометаморфизм). Помимо металлометрии, необходимо обратить внимание на контактные и гидротермальные изменения пород.

13. Верхне-Кайрактинский. Площадь очерчена главным образом на основании металлометрических и шлиховых ореолов. В северной ее половине расположено одноименное крупнейшее месторождение. Кроме того, среди песчано-сланцевых комплексов, благоприятных в смысле размещения руд, имеются частые небольшие выходы интрузий варисского возраста, а также участки ороговиковования.

14. Белькотас. Небольшая площадь к востоку от В. Кайракты, на водоразделе рек Котпарсу — Джараса, характеризуется концентрацией редкометальныхrudопроявлений. Здесь есть сопряжение поздневарисской интрузивной полосы и карбоновой. Вмещающий комплекс пород тоже благоприятен. Имеются также вольфрамоносные ореолы и кварцево-жильные поля.

15. Байназар-Узунбулакский. Район охватывает многочисленную группу редкометальных месторождений (около 20), приуроченных к интрузиям гранитоидов поздневарисского возраста, которые образуют как бы своеобразный архипелаг. На этой же площади распространены редкометальные ореолы, поля ороговикования песчано-сланцев готландия, серия дайковых пород и кварцевых жил, что указывает на достаточно высокую степень проявления магматических и гидротермальных процессов.

16. Казыбек-Акчатауский. Этот второй крупный район расположен к северу от Акчатауского месторождения и характеризуется теми же особенностями геологического строения, что и предыдущий. Второстепенные пояса интрузий имеют преимущественно меридиональное и широтное простирание и сопрягаются в районе Акчатау. Здесь уже известно 16 месторождений, среди которых такие, как Селтей, Тулагай, Кызыладыр, Казыбек и др. Столы же распространены интрузии и роговиковые ореолы, а также площади повышенных концентраций вольфрама и молибдена в рыхлых отложениях.

17. Ортауский. К западу от железной дороги находится Ортауский гранитный массив, расположенный в области Куу-Кызылтауской зоны и сопряженной с ней почти меридиональной, и рядом северо-западных карбоновых и поздневарисских. С известными интрузиями связано 22 мелких месторождения и рудопроявления редких металлов (Ортауское, Комбектас, Еркесай и др.) преимущественно непромышленного характера. Широко развиты роговиковые ореолы во вмещающих породах, площади повышенной концентрации в шлихах. Известная к настоящему времени несколько меньшая перспективность этого района обусловлена только более значительной глубиной вскрытия, поскольку на значительной его части обнаружены породы докембрия. Представляют известный интерес

участки между интрузиями, сложенные породами среднего палеозоя.

18. Белькудукский. В Северо-Западном Прибалахье намечается несколько узлов сопряжения поздневарисских зон с карбоновыми (см. фиг. 1). Редкометальное оруднение выявлено пока только в одном из них — Белькудукском, где установлено существенно-молибденовое оруднение кварцевожильного типа (Каратас, Незаметное, Караджингал и другие, всего 7 точек). Эти районы должны также привлечь к себе внимание и в первую очередь площадь распространения рудной минерализации. Как и в названных выше участках, и на этих имеются металлометрические и шлиховые ореолы с редкометальным оруднением.

19. Балхаш-Коунрадский. Молибденовое оруднение широко распространено в этом районе. Достаточно напомнить, что, кроме Коунрадской группы редкометальных месторождений, оно известно и севернее, вплоть до Шоркудука (5 точек) и южнее (2 точки). Повышенное содержание молибдена имеется в медных месторождениях Коунрад, Борлы, Сокуркой, расположенных несколько западнее этой меридиональной полосы. Все это позволяет говорить о зараженности района молибденом. Здесь же, как видно из схемы подвижных зон, имеется наложение серии структур почти меридиональных направлений и сопряжение их с широтными. Все это служит основанием для выделения площади поискового обследования. Решающим методом выявления молибденового оруднения в этом закрытом районе является металлометрия. Кроме кварцевожильного типа, заслуживает проверки тип рассеянной молибденовой минерализации в гидротермально-измененных породах и зонах трещиноватости (штокверки).

Общая перспективная площадь второй группы составляет 7500 км<sup>2</sup>. Для выявления общих перспектив наряду с разведкой отдельных месторождений наиболее благонадежных типов рекомендуются детальные поиски с обязательной металлометрией и шлиховым опробованием. Целесообразно применение геофизических методов для детализации структур.

*в) Площади проявления редкометального оруднения, связанного с лейкократовыми гранитами, и области влияния поздневарисских подвижных зон*

На карте перспективных площадей (см. фиг. 11) рудоносные площади в основном располагаются в восточной половине Центрального Казахстана, отличавшейся наибольшей подвижностью в палеозое. Именно на этой территории получили широкое развитие интрузии лейкократовых гранитов поздне-

варисского возраста, с которыми связаны все основные промышленные месторождения. Построенные по фактическим данным контуры, согласно с изложенными выше принципами, размещаются в полном соответствии с указанным районированием и распределением подвижных зон.

Наиболее значительные площади располагаются в пределах треугольника Куу—Каркаралинск—Коунрад и Чингизской зоны. На востоке подходит рудный пояс Западной Калбы. На западе отдельные небольшие площади оконтурены в Улутау, Приишимье, в пределах Теректы-Нуринской зоны.

Всего выделено до 40 отдельных контуров. Не имея возможности останавливаться на характеристике каждого из них, коротко упомянем те данные, которые учитывались при оконтуривании. Это поздневарисский возраст оруденения и рудоносных интрузий, наличие месторождений и рудопроявлений, (шлиховых и металлометрических ореолов), благоприятные структурно-литологические зоны, области проявления влияния глубинных подвижных зон, пликативные структуры, благоприятные фации в той мере, как это позволили установить масштаб и детальность сводной геолого-структурной карты, а также использованных более детальных карт м. 1:200 000 и 1:100 000. Выделенные площади включают участки более ограниченного размера, охарактеризованные выше в пунктах а и б.

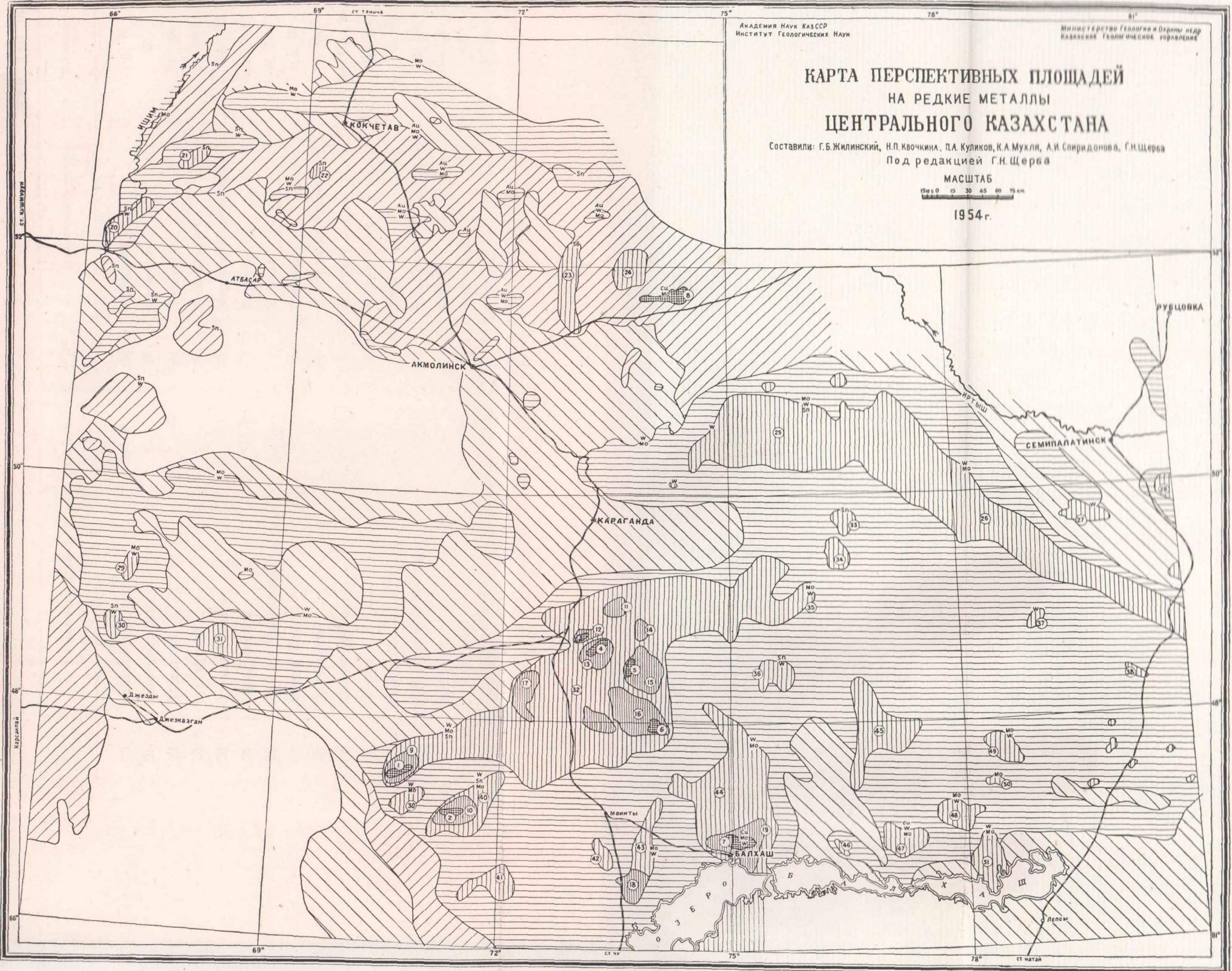
Сделаны такие исключения. В эти первоочередные площади, исходя из общих перспектив, включены участок Чебанайского массива, возраст оруденения в котором определяется в 287 млн. лет (девон); площадь массивов Карагас и Караменды, хотя они считаются карбоновыми; площадь Тургайских месторождений сурьмы и некоторые другие. В поле развития карбоновых интрузий Северо-Восточного Прибалхашья и Чингиза выделены мелкие участки по развитию вольфрамитовых ореолов.

Ниже приводится перечень этих районов (табл. 16) в том порядке, как они показаны на карте (см. фиг. 11).

Не перечислены мелкие площади, оконтуренные по отрывочным данным.

В общей сумме все указанные на карте (см. фиг. 11) площади составляют 77 000 км<sup>2</sup>, а с выделенными ранее — 86 000 км<sup>2</sup> или 10,7% площади Центрального Казахстана.

На этой третьей группе площадей первой очереди рекомендуется проведение комплексных поисковых работ с детальностью м. 1:50 000. В комплекс включаются геологическое картирование, обследование всех участков с повышенной металлоносностью, гидротермальными изменениями пород и жильными проявлениями. Предварительно же здесь в первую оче-



#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Площади очереди	1	Районы крупных промышленных месторождений (Рекомендуются комплексные геолого-поисковые работы 1:10000 с применением горных работ, бурения и геофизических методов)
	2	Районы сосредоточения мелких месторождений благоприятных генетических типов (рудные узлы), а также пересечения глубинных подвижных зон (детальные поиски и разведка месторождений)
	3	Перспективные районы известных месторождений, связанные с интрузиями позднебаррессового возраста. Площади характеризуются благоприятными гео-структурными и палеогеотектоническими факторами распространения редкометального оруденения (необходим комплексные геолого-поисковые работы 1:10000 1-й очереди, параллельно с разведкой отдельных месторождений)
Площади очереди	4	Благоприятные районы с наличием мелких обычно непромышленных рудопроявлений и месторождений редких металлов, связанных с раннеклодонским и раннебаррессским метаморизмом. Имеются отдельные шихтовые и металлогеотектонические ареалы (Рекомендуются комплексные геолого-поисковые работы 1:10000 2-й очереди и разведка массивов вторичных кварцитов 1:5000).
Площади очереди	5	Менее благоприятные районы, в которых редкие металлы присутствуют обычно в качестве примесей в рудах месторождений других металлов, генетически связанных с докембрийским и позднеклодонским метаморизмом, так же отдельные шихтовые ареалы (комплексные геолого-поисковые работы 1:20000 2-й очереди).
Площади очереди	6	Площади и районы, недостаточно ясные в отношении их геологического строения и перспективности вследствие недостаточной изученности (Комплексные геолого-поисковые работы 1:20000)
Площади очереди	7	Районы мало благоприятные в отношении наличия месторождений редких металлов эндогенного типа или закрытые меридиональными отложениями (Комплексные геолого-поисковые работы 1:20000 2-й очереди)

Фиг. 11.

Таблица 16

№ на карте	Наименование района	Элементы	№ на карте	Наименование района	Элементы
20	Чебанайский . . . . .	Sn, W	36	Кызылрай . . . . .	Sn, W
21	Золотоношский . . . . .	Sn	37	Сарычоку . . . . .	W
22	Лосевский . . . . .	Nb, Ta, Sn	38	Джеланды . . . . .	W, Mo
23	Тургайский . . . . .	Sb	39	Мийкайнар . . . . .	W, Mo
24	Большой Койтас . . . . .	W, Mo	40	Караоба-Атасуйский . . .	W, Sn, Mo
25	Баянаульский . . . . .	Mo, W, Sn	41	Булаттау . . . . .	Sn, Mo
26	Дегелен-Чингизский . . .	W, Mo	42	Моинты . . . . .	W, Mo
27	Малый Койтас . . . . .	W	43	Каратас . . . . .	Mo, W
28	Причарский . . . . .	W, Sn	44	Коупрад-Майтаский . . .	W, Mo
29	Жаксы-Арганаты . . . . .	Mo, W	45	Бастуайт . . . . .	Mo, Cu, W
30	Улутау . . . . .	Sn, W	46	Кызылкудук . . . . .	Mo, W
31	Жамантас . . . . .	W, Mo	47	Саяк . . . . .	Cu, W, Mo
32	Куу-Кызылтау-Шетский . .	W, Mo	48	Бесоба . . . . .	Mo, W
33	Кувский . . . . .	Sn	49	Акчоку . . . . .	Mo, W
34	Бахтинский . . . . .	Mo, W	50	Жиланды . . . . .	Mo
35	Кентский . . . . .	Mn, W	51	Катбар . . . . .	W, Mo

рель должны быть составлены полноценные геологические карты м. 1 : 200 000. Поиски, как обычно, сопровождаются мелкими горными работами, рудным опробованием, минералогическими и петрографическими исследованиями. Методика поисков уже в достаточной степени разработана для условий Центрального Казахстана и поэтому мы ее здесь не касаемся. Следует еще добавить, что, поскольку при выделении этих площадей учитывается влияние подвижных зон и узлов их сопряжений, есть основания предполагать, что данные площади окажутся одними из наиболее перспективных и по месторождениям эндогенного типа для других металлов — меди, свинца, цинка и т. д.

#### Б. Площади второй очереди

##### а) Районы карбоновых интрузий

Это большие по площади районы развития ранневарисского и карбонового магматизма, сопровождаемые довольно многочисленными рудопроявлениями и мелкими месторождениями редких металлов, среди которых пока не выявлено ни одного сколько-нибудь крупного промышленного месторождения. По генетическим типам они необычайно близки или даже аналогичны промышленным месторождениям более позднего возраста.

Возможно, что в благоприятных условиях и здесь могут оказаться промышленные месторождения. Более того, недостаточная изученность района не позволяет с уверенностью отрицать возможность наличия на площадях второй очереди и поздневарисских интрузий с практически важными рудами, тем более что далеко не все области развития позднего магматизма выявлены к настоящему времени. Наконец, в ряде случаев возраст магматизма вообще еще спорен.

Следующими критериями для выделения этих контуров послужило наличие рудопроявлений редких металлов, а также олова, и наличие шлиховых и металлометрических ореолов. Были учтены и все прочие признаки, упоминавшиеся выше. Следует иметь в виду, что на всех площадях широко проявлены вулканические процессы в карбоне, а потому возможно нахождение месторождений этого возраста вторично-кварцитового типа или типа «вкрашенных руд». Следовательно, и здесь мы можем рассчитывать на нахождение промышленного оруденения.

В соответствии с широким распространением карбоновых гранитных интрузий и их поясов выделяются значительные площади от широты Караганды до Балхаша, от Мунглу-Кыл-

чинского пояса на западе до системы Чингиза на востоке. Во всем районе Северного Прибалхашья они резко преобладают.

К западу от Срединного антиклиниория вытягиваются лишь узкие полосы вдоль Теректы-Нуринской зоны. Общая площадь этой категории 170 тыс. км<sup>2</sup>.

### *б) Районы раннекаледонских интрузий*

С комплексом гранитоидов раннекаледонского возраста, распространенных на севере Казахстана и в западной части Центрального Казахстана, связаны отдельные самостоятельные месторождения и рудопроявления редких металлов. Их непромышленный в большинстве случаев характер, как нам кажется, объясняется в значительной мере большой глубиной вскрытия интрузий и их экзоконтактовых зон. С магматизмом этого времени связано и оруденение Бощекуля. Тип редкометального оруденения Азат-Аркалыкской зоны, Приишимья, Аркалыкских гор и Улутау тоже аналогичен промышленным типам. В этих районах, кроме того, имеются шлиховые ореолы кассiterита (Приишимье, Улутау).

Все это определяет потенциальную перспективность этих регионов и возможность наличия в благоприятных условиях и промышленных концентраций.

### *в) Районы основных золоторудных месторождений*

Поскольку многие золоторудные месторождения северной части Центрального Казахстана содержат то или иное количество редких металлов, постольку последние могут иметь практическое значение лишь в крупных месторождениях. Поэтому на карте выделены относительно небольшие площади, прилегающие к месторождениям Степнянского района, Джеламбета, Джусалы, Бестюбе, где имеются повышенные концентрации вольфрама и молибдена.

Суммарная площадь последних двух районов определяется в 90 тыс. км<sup>2</sup>, а вместе с предыдущими в 260 тыс. км<sup>2</sup> или 32,5% площади Центрального Казахстана. В сущности, сюда, если исключить менее перспективные площади раннекаледонских интрузий, входят и основные перспективные площади для большинства эндогенных месторождений других металлов, исключая золото, по которому включены лишь основные районы. Этим определяется важность этих площадей в практическом отношении.

Для выявления минеральных ресурсов этой огромной территории рекомендуется постановка последовательных комплексных геологопоисковых работ м. 1 : 50 000 второй оче-

реди, которые должны ставиться после проведения здесь геологических съемок м. 1 : 200 000. Массивы вторичных кварцитов должны ревизоваться в первую очередь. Все эти площади показаны на прилагаемой карте (см. фиг. 11).

### В. Площади третьей очереди

Выделение этой категории площадей основано на том, что редкие металлы здесь не известны до сего времени в качестве самостоятельных месторождений, но присутствуют в виде примесей в рудах других металлов. Это площади, которые с точки зрения перспективности по редким металлам должны быть учтены в общегосударственном плане комплексной геологической съемки м. 1 : 200 000.

#### a) Золотоносные районы

Районы развития золотого оруденения в Северном Казахстане, связанного с позднекаледонским магматизмом, характеризуются наличием примеси вольфрамового (шеелитового) и молибденового оруденения в золоторудных кварцевых жилах, чаще всего в непромышленной концентрации. Здесь же отмечаются повышенные содержания шеелита в шлихах. Они протягиваются через всю территорию с запада на восток в виде достаточно широкой полосы. Заслуживают постановки дополнительных разведочных работ золоторудные месторождения с повышенным содержанием в первую очередь молибдена.

#### б) Оруденение докембрия

Широкие шлиховые ореолы кассiterита известны в западной части Центрального Казахстана, где они по всем данным связаны с гранитными интрузиями докембра. Это районы Ольгинского массива, Карсакпай-Улутауского антиклиниория и некоторые другие. Значительная степень вскрытии едва ли позволит обнаружить здесь промышленные концентрации олова в коренном залегании, но эти проявления все же должны учитываться.

Большой ореол рассеяния кассiterита в Тенизской мульде, очевидно, обусловлен размывом верхнепалеозойских песчаников, потому что более древние гранитные интрузии здесь закрыты и кое-где проявлены лишь в верховьях Ишима.

В перечисленные контуры вошли и площади развития ванадиеносных сланцев кембра и некоторые другие участки, где имеется слабое проявление редкометального оруденения непромышленного характера.

Общая площадь третьей очереди 100 тыс. км<sup>2</sup> или 12,5%. Специальные поиски здесь могут быть рекомендованы в м. 1 : 50 000 уже в третью очередь (помимо геологической съемки в м. 1 : 200 000). Должна быть учтена специфика оруденения в каждом из указанных контуров, геологические условия и соответственно этому применены методы поисков. Именно поиски такого масштаба могут дать материал для обоснованного определения перспектив выделенных площадей.

#### Г. Площади, недостаточно исследованные

В этой последней категории площадей выделены две несколько разнящиеся группы.

##### *а) Мало изученные площади*

Эта группа площадей обычно облекает ранее описанные. Проведенные здесь геологические исследования разного периода были относительно мало детальными (преимущественно м. 1 : 500 000 и мельче) и не дали конкретного материала для оценки их перспектив на редкие металлы. Таковы районы к северу от Джезказгана и к востоку от Акмолинска, Прииртышье, Голодная степь и некоторые другие. Те же данные, которые имеются, не дают оснований выдвигать их в качестве первоочередных. Большой частью на этих территориях преобладают осадочные породы без проявления редкometального оруденения; шлиховые ореолы обычно отсутствуют. Эти площади составляют 190 тыс. км<sup>2</sup>. Здесь могут быть рекомендованы геологопоисковые работы м. 1 : 200 000.

##### *б) Мало благоприятные площади*

Последняя группа площадей выделена на том основании, что, по имеющимся геологическим данным, перспективы ее на редкometальное оруденение довольно ограничены, поскольку здесь широко развиты перекрывающие молодые отложения. Это районы Бетпакдалы к югу от Джезказгана, Тенизская депрессия. Указанные площади тоже требуют дальнейшего изучения, поскольку они еще менее исследованы, нежели предыдущие; поэтому относить их к «мертвым», совершенно бесперспективным тоже нет основания. И здесь рекомендуются геологопоисковые работы м. 1 : 200 000. Общая их площадь составляет 164 тыс. км<sup>2</sup>, а всего по группе малоисследованных — 354 тыс. км<sup>2</sup> или 44,4%.

Таковы общие рекомендации. Мы исходим из тех соображений, что площадь Центрального Казахстана как важней-

шего горнорудного района страны в ближайшие годы должна быть геологически заснята в м. 1 : 200 000. Что касается перспективных районов, то здесь должны быть проведены поиски и геологическая съемка в м. 1 : 50 000 в намеченной очередности. Без сомнения, эти работы приведут ко многим новым открытиям.

На выделенных контурах той или иной степени перспективности показаны в порядке очередности и металлы (преимущественно из числа редких), которые для них более всего характерны.

### ДАЛЬНЕЙШИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт работы над составлением карты прогнозов со всей убедительностью показал, что состояние геологической изученности Центрального Казахстана резко отстает не только от уровня современных требований, от значения и роли, которые ему принадлежат как важнейшей базе цветной металлургии Союза, но и от уровня разведанности и изученности находящихся здесь многочисленных рудных месторождений.

Такое отставание наглядно иллюстрировано приведенной выше табл. 1, согласно которой только 21% всей площади может считаться относительно удовлетворительно геологически освещенным. Многие важнейшие рудные районы даже не имеют геологической карты м. 1 : 100 000. Неудовлетворительно обстоит дело с изучением тектоники, магматизма и металлогении, что является прямым следствием отставания геологического картирования. Очевидно, такому ненормальному положению должен быть положен конец. С точки зрения дальнейшего прогнозирования крайне необходимо проведение в ближайшие годы таких исследований и работ:

1. Составление полноценной геологической карты Центрального Казахстана в м. 1 : 200 000 на основе имеющихся более крупномасштабных карт, специального редактирования с полевым проверочным картированием площадей с уже имеющимися картами м. 1 : 200 000, а главным образом проведения широкого объема геологосъемочных работ этого масштаба. Должны быть широко использованы аэрогеологические методы картирования, магнито- и гравиметрические съемки. Геологическое картирование должно сопровождаться площадным шлиховым и металлометрическим опробованием. Особо выделяются рудоносные фации различного возраста.

2. На основе геологической необходимо усовершенствовать тектоническую карту, на которой должны найти отражение все элементы структуры в последовательности их развития, продукты разновозрастного магматизма, а также подвижные

зоны, обусловившие направление развития тектонических процессов, размещение вулканизма и интрузивного магматизма. До настоящего времени по тектонике района высказываются самые противоречивые суждения, отсутствует четкое тектоническое районирование и нет достаточной ясности в определении направленности развития тектонических структур во времени. Все эти вопросы могут найти более правильное разрешение лишь при наличии полноценной геологической основы.

3.Петрологическое обобщение исследования интрузивного магматизма должны дать сводные материалы для всех главнейших комплексов от докембрия до мезозоя, а в первую очередь для карбона и перми. При этом следует найти решение вопросов зависимости изменения состава интрузивных комплексов от последовательного геологического развития региона. Для познания процессов магмообразования важно изучение глубоко метаморфизованных комплексов архея как возможного субстрата для некоторых магматических продуктов. Наряду с изучением структурных форм интрузий, условий становления, явлений гибридизма, ассилиляции, автометаморфизма необходимо широко исследовать процессы окколоинтрузивного метаморфизма и связанной с этим миграции элементов в боковых породах (особенно важно для переотложенных месторождений). Для более точной датировки следует шире использовать определения абсолютного возраста. Аналогичная работа должна быть проведена и для вулканогенных образований. До сего времени петрологические исследования ограничивались отдельными небольшими районами. Естественно, что использовать их для широких экстраполяций оказалось весьма затруднительным.

4.Металлогенические исследования необходимо тесно связать с предыдущими. Следует изучить металлогеническую специализацию магматических и осадочных комплексов. Кроме исследования акцессорий и оруденения, необходимо широко поставить спектрометаллометрию пород и минералов, а также исследования изотопов. В этом случае представится возможность решить спор о причинах металлогенической специализации, установить масштабы ассилиационного обогащения и источники рудоносности. В конечном итоге будут получены исходные материалы для выявления генетических связей между теми или иными породами и рудами, а также выделения металлогенических поясов. В таком широком плане металлогенические исследования тоже еще не производились.

5. Целеустремленное изучение рудных месторождений различных генетических типов и состава, включая вопросы структуры, условий и времени образования, характера рудообразующих растворов и их взаимодействия с вмещающими поро-

дами, в настоящее время производится. В этом направлении тоже необходимы обобщающие исследования.

Все это облегчит выяснение места и роли рудообразования как естественного процесса в направленном геологическом развитии региона. До сего времени еще не решен вопрос о взаимосвязи между различными этапами развития подвижных зон и формирования тектонических структур с временем образования, составом и металлоносностью магматических комплексов:

Из всего этого видно, насколько необходима систематизация всего геологического материала для более глубокого познания закономерностей распределения оруденения в пространстве в связи с геологическим развитием того или иного региона. Именно такой материал окажется наиболее ценным для практических выводов, которые должны быть использованы при прогнозировании. Ведь металлогенические прогнозы — это синтез всего накопленного и уже обобщенного материала. Таких же обобщений, если не считать отдельных частных проблем или районов, пока еще очень мало. Все это, конечно, отрицательно сказывается и на предлагаемой карте.

В дальнейшем, с учетом проведения перечисленных исследований, карты прогнозов будут составляться на более высоком уровне. В связи с этим необходимо коснуться тех прогнозных карт, которые составлялись для Центрального Казахстана нашими предшественниками.

И. И. Чупилин в 1946 и 1948 гг. представил два варианта карт прогнозов на редкие металлы и отдельно на молибден. Карта 1946 г. м. 1 : 1 500 000 содержит структурные линии складчатости, по Н. Г. Кассину, гранитные интрузии четырех возрастов с нанесенными 130 рудопроявлениями и месторождениями. Прямыми линиями Центральный Казахстан разделен на четыре части. Линии проходят по 51 параллели, отделяя северную часть Казахстана, по меридиану 70° и третья, диагональная, — по Чингизу. На основании такого «районирования» приводится перспективная характеристика без выделения, в сущности, прогнозных площадей.

Карта 1948 г. называется «Картой поисковой перспективности на молибден». Составлена в м. 1 : 1 000 000. В отличие от первой здесь отсутствуют линии простирации складчатости, но появляются тектонические разломы, к которым молибденовые месторождения никакой приуроченности не обнаруживают. Прямые линии, разграничивавшие Центральный Казахстан, заменены ломанными. Выделены такие районы: Восточный (Чингиз, Эдрей и Северо-Восточное Прибалхашье), Центральный (от Балхаша до Баянаула), Северный (к СЗ от линии Атасу — Павлодар) и Западный (от Улутау до Ишима). Вы-

делены небольшие участки возле известных промышленных месторождений и так называемые мертвые площади в Тенизской и Джезказганской депрессиях. Это районирование, в основе которого отсутствует геология, конечно, нельзя признать правильным и подобную карту нельзя назвать прогнозной. Сам автор отказался выделить такие участки, где бы поиски могли увенчаться успехом, обосновав это слабой геологической изученностью (И. И. Чупилин, 1948). В рукописных отчетах обобщены ценные поисковые критерии, которые известны для редких металлов и применялись геологами при поисках; в частности подчеркивается значение пермских интрузий, размещающихся якобы в местах перекрещивания складчатости. И. И. Чупилин рекомендовал проведение ряда (около 18) предварительных исследований, необходимых для прогнозирования; к сожалению, большинство этих полезных предложений осталось не осуществленным по настоящее время.

В. Б. Кочуров (1944) сделал попытку обосновать приуроченность оруденения к тем интрузиям, которые размещаются в антиклинальных структурах. Намечалось при этом линейное и узловое распределение месторождений. Как уже указывалось, подобная концепция оказалась противоречащей фактам.

Ю. А. Билибин в основном правильно наметил особенности размещения золотого оруденения Северного Казахстана.

П. Н. Кропоткин (1950) предложил свою схему рудных поясов в м. 1 : 1 500 000, которая в большей степени, чем все предыдущие, учитывала особенности геологического строения Центрального Казахстана. Эти районы были увязаны с развитием геологических структур, показанных на составленной П. Н. Кропоткиным геолого-структурной карте. Всего было выделено 11 рудных поясов, которые повторяют контуры нижне-палеозойских структур. По мнению П. Н. Кропоткина, линейная особенность в размещении месторождений контролируется химическими особенностями складчатого субстрата, в котором развивались кислые интрузии, ассимилировавшие материал этого складчатого фундамента, состоящий из пород докембрия и нижнего палеозоя. Пояса или зоны редких металлов были выделены по фактическому наличию месторождений от Баянаула до Аягуза, в районе Каркаралинска. Одна крупная площадь показана между северным берегом Балхаша и верховьями р. Сарысу. На этой большой территории собственно вольфрамоносные районы были объединены с другими, но оказались не учтенными значительные площади Шетской группы, В. Кайракты, С. Прибалхашья и Приишимья. Дифференцирование по степени перспективности в предложенной им карте не нашло отражения. Таким образом, в отношении редких металлов эта

схема оказалась мало приемлемой. Более правильно были намечены оловоносные площади.

А. И. Семенов (1952) к своей обобщающей работе прилагает металлогеническую карту Восточного Казахстана м. 1 : 1 000 000. Следует отметить использование автором геологической схемы П. Н. Кропоткина и других геологов, идей о металлоносности подвижных зон Ю. А. Билибина и фактических материалов по месторождениям местных геологов (в работе на это не указывается). Предложенная схема металлогении представляет известный интерес как вторая, после П. Н. Кропоткина, попытка обобщения материалов на современном уровне. Отрицательной ее стороной является стремление автора подчинить известные факты стандартной схеме развития геосинклиналии, сопровождаемой определенным набором рудных концентраций. Выше мы писали, что Центральный Казахстан не геосинклиналь и тем более не стандартная. Что касается выделенных на карте А. И. Семенова контуров редкометальных зон, то они приближенно отражают размещение известных месторождений, но далеко не всех. Во-первых, не отмечено оруденение, связанное с каледонским магматизмом. Во-вторых, не показаны руды, связанные с поздневарисскими интрузиями Западного и Северо-Восточного Прибалхашья. В-третьих, в перспективные контуры оказались включенными площади, для которых редкометальное оруденение нехарактерно. Как и в предыдущих случаях, не учтены многие месторождения и шлиховые карты.

Такова характеристика имеющихся прогнозов в отношении редких металлов. По своему характеру последние две карты являются главным образом металлогеническими, а не прогнозными. Их основное назначение — объяснить географическое размещение месторождений. Указанные причины не позволили использовать перечисленные материалы при составлении нашей карты. Более ценными для нашей группы были методические рекомендации Инструкции ВСЕГЕИ (1953), а особенно — опыт геологов Казахстана, позволивший им и открыть и разведать в Центральном Казахстане крупные запасы руд редких металлов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозная карта на редкие металлы Центрального Казахстана составлена исходя из большого фактического материала, накопленного геологами Казахстана в результате работы на поисках и разведках в последние 20 лет. Проделанная работа, как известно, привела к очень крупным достижениям и выдвинула этот район по ресурсам вольфрама и молибдена на первое место в Советском Союзе.

В основу составления карты нашим коллективом, объединившим усилия различных геологических организаций и в первую очередь Академии наук КазССР и Казахского геологического управления, был положен принцип максимального использования именно фактического материала и разработанных на его основе некоторых теоретических положений. При этом были отвергнуты как несостоятельные противоречавшие фактам попытки приложения к типичным эндогенным месторождениям теории осадочного генезиса (Шалгия, В. Кайракты). В то же время были выделены группы действительно осадочных концентраций редких металлов (в сланцах кембрия) и концентраций, вероятнее всего связанных с эфузивной деятельностью (некоторые вторичные кварциты). В обоих случаях это относится к молибдену. Порознь описаны россыпи касситерита, шеелита и вольфрамита.

К карте прилагается 5 томов текста, содержащих в обобщенном и систематизированном виде весь фактический материал по редкометальному оруденению, а также большое количество различных графиков и карт на 105 листах. Этот материал, извлеченный из большого числа рукописных и печатных работ и данный в виде обобщения, подтверждает сделанные выводы и, кроме того, может служить в дальнейшем основой для последующих прогнозов.

Предлагаемая карта является первым рабочим вариантом. Она составлена в конце 1953 г. и окончательно оформлена в начале 1954 г. Для ее совершенствования наряду с накоплением новых фактов необходимо проведение обобщающих исследований и работ, а именно составление сводной геологической и структурной карты м. 1 : 500 000 и изучение магматизма и металлогении всего района для каждого геологического этапа. Только выполнение подобных работ позволит составить более совершенные карты прогнозов. Однако и в таком виде, отражая некоторые конкретные закономерности в свете синтеза уже накопленных фактов, она окажется полезной при планировании и проведении поисково-разведочных работ. Практика покажет, насколько сделанные прогнозы правильны.

Выбор ассоциации вольфрам + молибден + олово объясняется их парагенетическим соотношением не только в главный период рудогенеза — поздневарисский, но и в другие. Отсюда выявление одного из компонентов служит в большинстве случаев благоприятным признаком для остальных. Такова специфическая особенность металлогении региона.

Приступая к составлению карты, что было первым опытом, коллектив авторов под руководством К. И. Сатпаева, пришел к выводу о целесообразности составления на первом этапе ог-

дельной карты прогнозов на редкие металлы, ибо это облегчало на первых порах выявление особенностей концентрации и закономерностей распределения именно редкометального оруденения. Это абстрагирование является временным, так как оно не раскрывает сложной взаимосвязи и взаимозависимости редкометального оруденения с другим — в процессе геологического развития региона. Более глубокое познание этих взаимосвязей в свою очередь оказало бы положительное влияние на установление указанных закономерностей. Поэтому на втором этапе намечается составление уже комплексных карт прогнозов на все редкие и цветные металлы.

В отличие от предыдущих предлагаемая карта построена на более полном фактическом материале. Если ранее учитывалось около 130 пунктов рудопроявлений, то сейчас учтено количество точек выше прежнего в четыре раза; имеется новая геолого-структурная карта Г. Ц. Медоева; использованы данные шлихового и металлометрического опробования; учтен опыт поисковых и разведочных работ. Масштаб карты более детальный, чем у предыдущих.

Даны новые материалы по химизму рудоносных интрузий; произведена систематизация оруденения по возрастам и типам; выделены подвижные зоны и их сопряжения, благоприятные для локализации руд; подчеркнута перспективность штокверковых, скарновых, вторично-кварцитовых месторождений; даны конкретные рекомендации по главнейшим рудным узлам.

Наконец, на прилагаемой карте (см. фиг. 11) выделяются не только общие контуры размещения редкометального оруденения, как это было до сего времени, но впервые показано размещение наиболее перспективных типов оруденения и соответственно этому указана очередность исследований.

Все это позволило выделить ряд категорий площадей с несколькими группами в каждой. Перспективные площади первой очереди обоснованы большим количеством материалов и составляют 10,7% общей, что позволит концентрировать усилия на их быстрейшее освещение.

Дальнейший прирост запасов, в частности молибденовых руд, может быть достигнут за счет развития работ в следующих направлениях.

1. Поиски на площадях первой очереди совместно с другим редкометальным орудением (вольфрам, висмут, бериллий), с которым молибден часто ассоциирует в силу своих геохимических особенностей и вследствие металлогенической специфики поздневарисской эпохи рудообразования.

2. Разведочные работы на уже известных месторождениях кварцевожильно-грейзеновой формации (Шалгия, Караоба, Акчатау, Коунрадская группа, Жанет и др.), по которым

нами даны конкретные рекомендации. Здесь следует учесть наметившуюся зональность в распределении вольфрамового (далее от очага) и молибденового оруденения. Существенно-вольфрамовые с поверхности месторождения могут оказаться комплексными на глубине.

3. Ревизия и поиски молибдена во вторичных кварцитах, что было рекомендовано еще в 1948 г. Молибден может быть обнаружен не только в рудах меднопорфирового типа, но и в собственно молибеноносных кварцитах, подтверждением чего является месторождение Тулагай. Можно предположить аналогичное обособление молибденового оруденения от существенно-медного и повышение его концентрации в нижних зонах комплексных месторождений (отставание в процессе миграции) вдоль более локализованных подводящих трещин. В чисто молибденовых месторождениях наряду с зоной рассеянного оруденения можно обнаружить в нижних горизонтах более концентрированные руды. С этой точки зрения более интересны те участки, где ореол рассеянного оруденения достаточно вскрыт. Это новый вопрос и требует проверки и дополнительного изучения на уже известных месторождениях и рудопроявлениях.

Все эти три направления, учитывая широкие перспективы по каждому из них, приведут вне всякого сомнения к выявлению новых запасов молибденовых руд.

В Центральном Казахстане за последние годы разведывается новый морфологический тип промышленных редкометальных месторождений — штокверковый, местом обнаружения которого становятся все новые и новые участки — Акмая, Шалгия, В. Кайракты, Селтей, Батыстау, Тулагай, Саран, Жанет, Караоба, Сайга и др.

Если принять во внимание, что этот морфологический тип дает крупные запасы руд и металлов с возможностью их добычи открытыми работами, позволяющими применять подлинно индустриальные методы добычи в крупных размерах, то станет очевидной перспективность таких месторождений и необходимость обратить на них особое внимание.

В части прироста запасов олова, помимо расширения контуров уже известных месторождений кварцево-касситеритового типа, намечаются определенные перспективы в выявлении сульфидно-касситеритовых месторождений в скарнах и кварцево-жильных полиметаллических рудах к востоку от Срединного антиклиниория. Подробнее это освещено Г. Б. Жилинским в отдельном очерке.

Перспективные площади в первую очередь необходимо покрыть детальной геологической съемкой и поисками с применением шлихового опробования, металлометрии, горных и бу-

ровых работ, а также геофизических методов. Гравимагнитные съемки в закрытых районах позволяют картировать геологические структуры, выделять поздневарисские интрузии среди карбоновых и т. д. Электроразведочными методами, помимо установления мощности отложений и выделения структур, удается прослеживать минерализованные зоны гидротермально измененных пород. Сейсмическими методами можно установить наличие скрытых массивов и глубину их залегания.

Широко используемая в настоящее время металлометрия (общая площадь съемок достигла 50 тыс. км<sup>2</sup>) является быстрым и эффективным средством выявления той или иной рудной минерализации, обладающим в ряде случаев преимуществом перед шлиховым методом (по молибдену, бериллию, свинцу).

Необходимость комплексности и совершенствования методики поисков вытекает из того факта, что количество легко обнаруживаемых месторождений все уменьшается и на очередь ставится задача выявления также неглубоко залегающих руд, слабо проявленных на поверхности. Эта задача может быть успешно решена при условии изучения благоприятных структур в пределах влияния подвижных зон, гидротермальных проявлений и металлометрических ореолов как признаков оруденения.

В связи с этим следует обратить внимание на необходимость тщательного изучения, в частности на глубину, таких месторождений и рудопроявлений, которые залегают во вмещающих рудоносные интрузивы породах. Количество подобных рудопроявлений достигает 70. Невзрачный на первый взгляд характер оруденения послужил причиной слабого внимания к этим рудопроявлениям; подавляющее большинство их даже не разведано сколько-нибудь серьезно с поверхности. Однако такие участки заслуживают большего внимания, чем аналогичные — в самих рудоносных гранитах. Они должны изучаться как возможные проявления промышленных руд на глубине, как верх и мес-то-ро-жде-ни-й. Известно теперь, что мощность зоны редкометального оруденения составляет сотни метров и может превышать даже 1 км. Отсюда следует, что одновременно с детальными комплексными поисками должен наступить новый этап в изучении на глубину десятков уже выявленных месторождений и рудопроявлений, находящихся в благоприятных геологических условиях. Принципы определения степени их благонадежности мы и стремились отразить в данной работе.

В этом смысле последняя может представить и некоторый методический интерес. Критические замечания и советы будут восприняты и учтены в последующем.

Первые подтверждения правильности сделанных прогнозов принесли работы 1954 г. Вновь обнаруженные месторождения вольфрама — Саран, Июльское, молибдена — Жанет, Сайга, олова — Орлиногорское, Улутауское, Биштомакское и некоторые другие — были найдены на площадях первой очереди либо в пределах выделенных подвижных зон. Подтвердилось наличие предполагавшегося штокверка на Караобе.

Перспективы Центрального Казахстана еще только начинают раскрываться в полной мере, и необходимо, чтобы темпы намеченных работ были ускорены.

Коллектив авторов надеется, что составленная им карта прогнозов облегчит выявление новых запасов редких металлов в этом богатейшем районе Советского Союза.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бедров Г. И., Коноплянцев М. А., Куликов П. А. Геология и месторождения редких металлов Шетского района Центрального Казахстана. Тр. треста «Казцветметразведка», Алма-Ата, 1947.
- Билибин Ю. А. Общие принципы металлогенических исследований. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1947.
- Билибин Ю. А. Вопросы металлогенической эволюции геосинклинальных зон. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1948.
- Билибин Ю. А. Общие принципы регионального металлогенического анализа. Сб. «Материалы по эндогенной металлогенезу Советского Союза». Тр. ВСЕГЕИ под ред. В. И. Серпухова, 1953.
- Боруков Р. А. Развитие тектонических структур северо-востока Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 18, 1954.
- Гокоев А. Г. О структурах Атасу-Моинтинского водораздела в СЗ Прибалхашье. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1945.
- Гокоев А. Г. К сравнительной характеристике некоторых «пермских» интрузий Сары-Арка (Центральный Казахстан). Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 11, 1949.
- Жилинский Г. Б. О некоторых генетических особенностях оловянной минерализации Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 20, 1955.
- Жилинский Г. Б. Типоморфные особенности кассiterитов Центрального Казахстана. Изд. АН КазССР, 1955.
- Жилинский Г. Б., Куликов П. А., Мухля К. А., Чолпанкулов Т. Ч. Главнейшие генетические типы редкометальных месторождений. Материалы к карте прогнозов на редкие металлы под ред. Г. Н. Щерба. Т. II, III, IV. Тр. АН КазССР и Казгеолуправления, Алма-Ата, 1954.
- Жилинский Г. Б., Мирошниченко Л. А., Паршин А. В. Редкие и рассеянные элементы в рудных месторождениях Центрального Казахстана. Рукопись, Фонды АН КазССР, 1954.
- Инструкция для составления прогнозных карт рудоносности по главным цветным и редким металлам в масштабах от 1 : 1 000 000 до 1 : 100 000. Госгеолиздат, 1953.
- Кассин Н. Г. Связь вулканизма и металлогенеза с тектоническими структурами Казахстана. Проблемы сов. геологии, № 8, 1937.
- Кассин Н. Г. и др. Восточный Казахстан. Геология Советского Союза, т. XX, 1941.

- Кассин Н. Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. Изд. АН КазССР, Алма-Ата, 1947.
- Кассин Н. Г. Развитие геологических структур Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 14, 1951, и в. 15, 1952.
- Коптев-Дворников В. С. История вулканизма Центрального Казахстана в палеозое. СОПС АН СССР, 1940.
- Коптев-Дворников В. С. К вопросу о некоторых закономерностях формирования интрузивных комплексов гранитоидов (на примере Центрального Казахстана). Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.
- Кочурев В. Б. Отношение рудных месторождений Центрального Казахстана к складчатым структурам. Сов. геол., сб. I, 1944.
- Кочурев В. Б. Тектоника и металлогенез северо-восточной части Центрального Казахстана. Тектоника СССР, т. I, 1948.
- Кропоткин П. Н. Тектоника, стратиграфия и металлогенез Северного Казахстана. Тектоника СССР, т. I. Изд. АН СССР, 1948.
- Кропоткин П. Н. Рудные пояса Центрального Казахстана. Тр. ИГН АН СССР, 1950.
- Кропоткин П. Н. Строение складчатого фундамента Центрального Казахстана. Тр. ИГН АН СССР, в. 105, сер. геол. (№ 36), 1950.
- Куликов П. А. Условия образования вольфрамовых россыпей в Центральном Казахстане. Сов. геол., сб. 31, 1948.
- Куликов П. А. Сводный геолого-экономический очерк по цветным и редким металлам Центрального Казахстана. Тр. Казгеолупрведения, Алма-Ата, 1951.
- Медоев Г. Ц. Геолого-структурная карта Центрального Казахстана м. 1 : 500 000. Госгеолтехиздат, 1955.
- Монич В. К. Гранитные интрузии Казахстана. Изв. ҚазФАН СССР, сер. геол., № 5—6, 1945.
- Монич В. К. Гранитные интрузии северо-восточной части Центрального Казахстана (Прибаянаульский район). Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1955.
- Мухля К. А. Геолого-минералогические особенности молибденового месторождения Шалгия в Центральном Казахстане. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1952.
- Наковник Н. И. Вторичные кварциты, их минеральные фации, генезис и практическое значение. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1947.
- Романова М. А. Геология, петрография, структура рудного поля Карабинского месторождения. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1950.
- Сатпаев К. И. Минеральные ресурсы Казахстана и их освоение за 20 лет. Сб. «Успехи геолог. изуч. Казахстана за 20 лет». Изд. ҚазФАН СССР, 1941.
- Сатпаев К. И. О металлогенических этапах, формациях и поясах Центрального Казахстана. Изв. АН ҚазССР, сер. геол., в. 17, 1953.
- Сатпаев К. И. О прогнозных металлогенических картах Центрального Казахстана. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1953.
- Сатпаев К. И. Об основных рудоконтролирующих факторах и специфических особенностях металлогенеза Центрального Казахстана. Тр. АН ҚазССР, Алма-Ата, 1954.
- Семенов А. И. Основные черты металлогенеза Восточного Казахстана. Тр. ВСЕГЕИ, Л., 1952.
- Сергиеев Н. Г. Эффузивы Центрального Казахстана. Изд. АН ҚазССР, Алма-Ата, 1948.
- Чупилин И. И. Геология редкометальных месторождений Центрального Казахстана. Тр. АН ҚазССР и Қазгеолупрведения, Алма-Ата, 1946.
- Чупилин И. И. Геология молибденовых месторождений Центрального Казахстана. Тр. ВСЕГЕИ и Қазгеолупрведения, Алма-Ата, 1948.

- Чухров Ф. В. Восточно-Коунрадское месторождение как представитель кварцево-молибденовой формации Центрального Казахстана. Сов. геол., № 31, 1948.
- Чухров Ф. В. О возможной роли аэрозолей, гидрозолей и гидрогелей в магматогенном рудообразовании. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1950.
- Шатский Н. С. О тектонике Центрального Казахстана. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1938.
- Шевченко Е. В. Структурные и петрографические особенности некоторых пермских plutонов Центрального Казахстана. Изд. Львов. ун-та, 1951.
- Щерба Г. Н. Геология рудного поля Акчатау. Тр. треста «Казцветметразведка», Алма-Ата, 1946.
- Щерба Г. Н. Структурно-морфологические особенности некоторых месторождений редких металлов в Центральном Казахстане. Изв. КазФАН СССР, сер. геол., № 8, 1946.
- Щерба Г. Н. Гранитные интрузии Акчатау. Сб. «Гранитные интрузии Казахстана», под ред. В. К. Монича. Изд. АН КазССР, 1948.
- Щерба Г. Н. Заметки о грейзенах Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., № 70, 1949.
- Щерба Г. Н. Вертикальные движения как главная причина образования камерного пространства некоторых интрузивов Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 13, 1951.
- Щерба Г. Н. Особенности строения и металлогенеза Нарымского массива гранитоидов на Южном Алтае. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1951.
- Щерба Г. Н. Из опыта изучения внутренних контактов гранитных массивов. Изв. АН КазССР, сер. геол., в. 17, 1953.
- Щерба Г. Н. Основные закономерности распределения месторождений редких металлов Центрального Казахстана и поисковые критерии. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1954.
- Щерба Г. Н. Глубинные подвижные зоны Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., № 20, 1955.
- Щербаков Д. И. О картах прогноза для магматогенных рудных месторождений. Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1952.

---

Г. Б. ЖИЛИНСКИЙ

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОЛОВОНОСНЫЕ ПЛОЩАДИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

### ВВЕДЕНИЕ

В специальных правительственные постановлениях, касающихся мероприятий по дальнейшему развитию промышленности, среди главнейших и первоочередных задач поставлена задача по обеспечению в стране систематического увеличения добычи олова. А это в свою очередь определяет необходимость быстрого выявления новых запасов олова в недрах.

Проблема дальнейшего расширения сырьевых ресурсов по олову для Центрального Казахстана сопряжена с большими трудностями. До сего времени существуют различные точки зрения на его оловоносность. Поэтому Редакционным советом, созданным для руководства составлением прогнозных карт на главнейшие полезные ископаемые Центрального Казахстана, было принято решение дать в качестве отдельного приложения к карте прогнозов на редкие металлы специальную сводку материалов по олову. При этом имелось в виду, что такая сводка по олову не только облегчит задачу дальнейшего направления поисковых работ, но и даст возможность каждому исследователю на основании личного изучения собранных в ней фактических материалов составить объективное суждение по всей проблеме в целом и тем самым будет способствовать выработке научно обоснованного и подтверждаемого фактами единого взгляда на оценку перспектив оловоносности Центрального Казахстана.

Работа по составлению настоящей сводки была поручена автору, который на протяжении последних лет (с 1952 г.) проводит специальные тематические исследования по изучению оловоносности Центрального Казахстана. Данную работу следует рассматривать как промежуточный этап указанных выше научных исследований. Автор в ней стремился систематизиро-

вать и обобщить все известные по состоянию на 1 января 1955 г. фактические данные о проявлениях оловянной минерализации в Центральном Казахстане и на этой основе дать некоторые перспективные прогнозы. Поскольку тематическое изучение оловоносности Центрального Казахстана еще продолжается, приводимые в данной работе выводы пока следует считать предварительными. В дальнейшем мы еще будем иметь возможность дополнить и углубить отдельные разделы темы, причем автор был бы весьма благодарен за критические замечания.

### К ИСТОРИИ ВОПРОСА

Олово в Центральном Казахстане известно уже давно. Об этом свидетельствуют следы древних разработок, сохранившиеся на некоторых оловянных месторождениях (Ю. Булаттау), и указания историков на то, что некогда в современном Джезказгане выплавлялась бронза. Естественно предположить, что олово для производства бронзы доставлялось из близлежащих мест. Такими местами, в частности, могли быть районы гор Улутау и бассейн р. Атасу.

Первые более или менее достоверные указания на наличие олова в горах Улутау содержатся в составленной в 1627 г. «Книге Большому Чертежу», где после довольно точного описания местонахождения гор Улутау сказано: «...гора Улутова, по нашему Великая гора, а в ней олово» (А. Макшеев, 1880).

Современные сведения об оловоносности Центрального Казахстана относятся уже к 1931—1934 гг. (р. Бурлук). Промышленные содержания олова, впервые установленные в россыпях, отмечены только в 1935 г., когда были открыты россыпи кассiterита в бассейне р. Ишим (лог № 3, лог № 15). В 1936 г. олово было заново открыто и в горах Улутау. Эту дату и следует считать началом изучения оловоносности Центрального Казахстана. Это изучение не было вполне планомерным. Поисковые и разведочные работы на олово периодически то формировалась, то временно почти совсем прекращались.

За прошедшие с тех пор 20 лет несмотря на большие успехи в геологическом изучении Центрального Казахстана наши знания относительно его оловоносности все еще остаются на невысоком уровне. В настоящее время в Центральном Казахстане на площади около 800 тыс. км<sup>2</sup> выявлено только 47 оловоrudных проявлений. Из них в разряд месторождений может быть зачислено не более 10. В большинстве случаев эти месторождения мелки и промышленного значения пока не имеют. Рудное олово в Центральном Казахстане добывается только как попутный компонент из руд одного комплексного словянно-вольфрамового месторождения (Караоба) и в небольших

объемах ведутся опытные эксплуатационные работы на месторождении Ю. Атасу.

Кроме оловорудных проявлений, на указанной территории известно 19 оловянных россыпей. Из них небольшое промышленное значение имели только Ишимские (лог № 3 и лог № 15) и делювиально-пролювиальные комплексные оловянно-вольфрамовые россыпи Караобы, которые в настоящее время частично уже исчерпаны.

Кроме того, олово установлено в большом числе рудных месторождений других металлов (свинец, вольфрам и др.), но содержание его ничтожно и лишь на 3—4-х месторождениях (Кызылтау, Караоба и др.) близко к кондиции и имеет промышленное значение как сопутствующий компонент.

Из всего этого можно заключить, что оловоносность Центрального Казахстана мало изучена и перспективы дальнейшего увеличения оловодобычи в этом важном горнорудном районе страны все еще остаются неясными. В связи с этим и возникла необходимость проведения специальных исследований.

Работа выполнялась в Институте геологических наук АН КазССР и входила в комплекс работ по составлению карт прогноза на редкие металлы.

При подготовке к печати было признано целесообразным упразднить из данной работы описание месторождений и некоторые общие разделы. Кроме того, было решено конкретизировать остальную часть во избежание возможных повторений того, что уже содержится в помещенной здесь же работе Г. Н. Щербы. Поэтому настоящий раздел объяснительной записки к карте прогнозов на редкие металлы для Центрального Казахстана следует рассматривать как неотъемлемую часть названной выше общей работы.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ОЛОВОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА И ОСНОВНЫЕ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Из числа основных геологических факторов, определяющих условия пространственного размещения оловянной минерализации, для Центрального Казахстана могут быть выделены: стратиграфические (возрастной контроль), структурно-геологические, магматические, литолого-петрографические и металлогенические.

### 1. ВОЗРАСТ ОЛОВОРУДНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ И СВЯЗЬ ОЛОВЯННОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ С ЭТАПАМИ ИНТРУЗИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

По имеющимся данным, проявления оловянной минерализации в Центральном Казахстане связаны с различными перио-

дами геологического времени, с различными эпохами магматизма.

Самым ранним этапом интрузивной деятельности, сопровождавшимся оловянной минерализацией, следует считать до кембрийский, потому что в гальке кембро-силурийских конгломератов уже встречаются песчаники с кассiterитом (Л. И. Боровиков, 1953). Оловорудные проявления в горах Улутау генетически связаны с раннекаледонскими гранитами, месторождения в излучине Ишима (Чебанайское и др.) — с позднекаледонскими. Оловянная минерализация в других районах Центрального Казахстана (Атасу, Бетпакдала и др.) генетически связана с герцинским, главным образом с позднегерцинским магматизмом.

В связи с этим могут быть выделены пять основных этапов, с которыми связаны во времени различные проявления оловянной минерализации: 1) до палеозойский этап — кассiterит, переотложенный в кембро-силурийских осадочных породах Карсакпайского района, и признаки оловоносности на севере Кокчетавской области (Заградовка, Муккур, Ольгинка и др.); 2) раннекаледонский этап — оловорудные проявления в горах Улутау, вдоль восточного обрамления Тургайской низменности и в районе Золотоношского гранитного массива (Князевское, Чернобаевское и др.); 3) позднекаледонский этап — оловорудные месторождения и признаки оловянной минерализации в Кокчетавской и Северо-Казахстанской областях (Чебанайское, Дальнее, Имантауское, Баян и др.); 4) раннегерцинский этап — оловорудные проявления в бассейне р. Атасу; 5) позднегерцинский этап — оловорудные и комплексные оловянно-вольфрамовые месторождения центральной и южной Бетпакдалы (Ю. Булаттау, массив Куу, Шолпан, Шакшагайлы, Карагунгур, Майкуль и др.) и срединные и восточные части Центрального Казахстана (Южное, Коктал верхний, Кувское, Койтас и др.).

Разделение оловорудных проявлений на приведенные выше возрастные группы обосновано не только общими геологическими критериями, но и определением абсолютного возраста кассiterита из многих месторождений Центрального Казахстана. Данные этих определений (в млн. лет) следующие (аналитик М. Н. Строева, ИГН АН КазССР).

1. Чебанайское — 287 (девон)
2. Караоба — 220 (карбон)
3. Майкуль — 233 (карбон)
4. Шолпан — 170 (триас)
5. Ю. Атасу — 125 (мел)
6. З. Атасу — 99 (мел)

Приведенные данные по абсолютному возрасту не совсем точны, потому что определены по отдельным (единичным) пробам и только по одному минералу (кассiterиту) и одним методом (гелиевым). Они характеризуют возраст самой последней стадии становления интрузий. Поэтому, а также по ряду чисто технических причин данные абсолютного возраста оруденения не совсем совпадают с основными геологическими критериями относительного возраста интрузий, но они вполне сопоставимы и непротиворечивы.

Для перспективной оценки оловоносности Центрального Казахстана имеет большое значение то, что пока промышленно-перспективные месторождения олова (коренные и россыпи) здесь известны только в связи с тремя последними этапами магматической деятельности. Кроме того, намечается некоторое нарастание оловянной минерализации от древних к более молодым. В этой связи широко распространенное мнение, что редкометальные месторождения Центрального Казахстана связаны главным образом с позднегерцинским вулканизмом, представляется обоснованным.

Из всего относящегося к возрастному контролю оловянной минерализации можно сделать вывод, что наиболее перспективны месторождения герцинского возраста, и именно в районах развития герцинских, главным образом позднегерцинских, гранитных интрузий следует проводить поисковые работы на олово прежде всего. Кроме того, из фактического материала видно, что наиболее ранним эпохам вулканизма свойственны оловорудные месторождения только типа рассеянной минерализации в гранитах, пегматитового типа и грейзенового типа кварцевожильной формации. Все эти типы оловянной минерализации сами по себе не представляют большой промышленной ценности, но с ними иногда могут быть связаны важные в промышленном отношении россыпи. И действительно в районах развития допалеозойских и каледонских интрузий нам неизвестны перспективные оловорудные месторождения, хотя промышленные россыпи там есть (Улутауская, Ишимские — лог № 3, лог № 15, Бериславская, Орлиногорская и др.).

С позднейшими этапами магматической деятельности генетически связаны более интересные в практическом отношении (и более разнообразные по типам) месторождения кварцевой и сульфидной формаций. Следовательно, и с этих позиций районы распространения герцинских интрузий представляют несомненно, больший практический интерес.

Если теперь обратиться к карте распространения гранитных интрузий и сопоставить ее с распространением разных типов оловорудных проявлений, то можно сделать заключение, что наиболее перспективны на олово южные, центральные и северо-

восточные районы Центрального Казахстана. Западные и северные районы, хотя и оловоносны (Улутау, Ишим), но заслуживают больше внимания с точки зрения поисков промышленных россыпей, а не рудных месторождений.

## 2. К вопросу о связи оловорудных проявлений с региональными геологическими структурами

Этот вопрос имеет исключительно важное значение для определения перспективного направления поисковых работ на олово.

В подтверждение сказанного достаточно сослаться на опыт проведения поисковых работ в других оловорудных провинциях. В самом деле, во всех оловорудных провинциях Советского Союза (Калба-Нарым, Забайкалье, Приморье, Якутия и Крайний Северо-Восток СССР), равно как и в главнейших оловорудных провинциях мира, отчетливо выражена пространственная и генетическая связь оловорудных месторождений с региональными геологическими структурами.

Обычно эта связь проявляется в линейном расположении месторождений вдоль крупных структурно-тектонических линий. В ряде мест такая связь настолько характерна, что геологические структуры, контролирующие оловянное оруденение, получили наименование оловоносных поясов. Там, где оловоносные пояса хорошо выражены (Тихоокеанский рудный пояс, Калба-Нарым, Забайкалье и т. д.), прогноз перспективных на олово площадей не вызывает затруднений; этим отчасти и объясняется высокая эффективность поисковых работ в таких районах.

Геологические структуры Центрального Казахстана очень сложны. Они изучены еще далеко не достаточно; поэтому во многих районах Центрального Казахстана совершенно не удается увязать пространственное положение оловянных месторождений и их генетическую связь с региональными структурами. Однако это не означает, что такой связи в данном регионе вовсе нет. В отдельных районах Центрального Казахстана, хоть и в замаскированном виде, она все же выражена. Так, например, в Западном Прибалхашье геологические структуры имеют северо-западное линейное направление. Этому же направлению по главным структурным линиям следуют месторождения редких металлов и в том числе олова (Майкуль, Шолпан, Карагунгур, Шакшагайлы, Ю. Булаттау, Караоба, Куу и др.). Точно так же в крайней западной части Центрального Казахстана, вдоль Тургайской депрессии, геологические структуры имеют уральское (меридиональное) направление, которому там следуют и оловянные месторождения. Несколько менее отчетливо линейная ориентированность оловорудных проявлений (вдоль главнейших

геологических структур) выражена по северо-восточной периферии Центрального Казахстана. Здесь, севернее хребта Чингиз, наблюдается северо-западное простижение главнейших геологических комплексов, являющихся продолжением Калба-Нарымских (Алтайских) структур. Все известные рудопроявления редких металлов здесь расположены линейно вдоль этих структур.

В срединной части рассматриваемой территории, включая и бассейн р. Атасу, такой линейной ориентировки структурных элементов и рудных проявлений не усматривается, и это сильно затрудняет определение перспективных площадей.

Для перспективного прогнозирования по олову нам представляется совершенно необходимым иметь общепринятую схему структурного районирования Центрального Казахстана. К сожалению, такая схема пока еще не выработана, хотя в последнее время и появилось много новых частных схем, по-разному трактующих одни и те же вопросы. Правильное разрешение этой важной для практики задачи нам представляется возможным только на базе коллективного труда ведущих ученых.

Пока из всего фактического материала, рассмотренного с точки зрения выявления поисковых геологических признаков, можно сделать только один весьма важный в практическом отношении вывод о структурно-геологическом контроле. Этот вывод основан на том, что вся территория Центрального Казахстана в структурно-геологическом отношении может быть разделена на два отчетливо различных района — восточный и западный. Граница между этими районами не прямолинейна и проходит где-то вблизи 72—73 меридианов. В структурно-геологическом отношении она хорошо выражена выходами наиболее древних толщ (допалеозоя), образующих Срединный антиклиниорий (Г. Н. Щерба, 1956).

Район, расположенный западнее указанной границы, характеризуется широким развитием древних осадочных пород и преимущественно докерцинских интрузий. Морские отложения здесь представлены главным образом типичными терригенными осадками области шельфа. Вулканогенные отложения на этой территории имеют резко подчиненное значение.

В структурно-тектоническом отношении этот район характеризуется тем, что уже в нижнем палеозое он консолидировался как жесткий массив и на тектонические напряжения реагировал разломами.

Металлогения западной части Центрального Казахстана тоже своеобразна и во многом отлична от восточной. Здесь ведущими в металлогении элементами являются медь (Джезказган, Атбасар), золото (Степнякский район) и редкие металлы (Бетпакдала). Полиметаллы для этой территории менее характерны

и представлены своеобразными типами месторождений (Джезказган, Караджал, Кызылкенгир, Кургасын, Ефимовское).

С точки зрения оловянной минерализации это район с типичными проявлениями месторождений в основном касситеритово-кварцевой формации. Ввиду этих особенностей оловорудных месторождений, в западной части Центрального Казахстана широким распространением пользуются россыпи касситерита и касситерит часто встречается в шлихах. Поэтому для данной территории шлиховой метод поисков олова вполне себя оправдывает, в то время как для восточной (см. ниже) более эффективен метод металлометрии.

Восточная часть Центрального Казахстана отличается от западной прежде всего тем, что имеет сложную мозаичную структуру. Это следствие того, что здесь значительно дольше проявлялись складчатые дислокации и более интенсивными были глыбовые подвижки. Район этот в верхнем палеозое и отчасти даже в мезозое все еще был мобильной областью с интенсивным накоплением осадков и с мощными проявлениями экструзивной деятельности. Поэтому среди верхнепалеозойских отложений здесь преобладают эфузивы. Вторую отличительную особенность района составляет широкое проявление герцинского магматизма при резко подчиненном значении верхнекаледонских интрузий. Соответственно с этими основными геологическими особенностями района его металлогенезия резко отлична от имеющей место в западной части Центрального Казахстана. Здесь ведущими в металлогенезии являются полиметаллы (скарновая формация), медь (вторично-кварцитовый тип) и редкие металлы (скарновый тип и кварцевожильная формация).

В отношении оловянной минерализации этот район резко отличается от предыдущего тем, что в его пределах почти нет месторождений кварцевожильной формации, но зато имеется несколькоrudопроявлений сульфидно-касситеритового типа. В прямой связи с особенностями оловянной минерализации находится и тот факт, что россыпные месторождения олова в восточной части Центрального Казахстана неизвестны, да и мало вероятны, потому что сульфидные месторождения олова содержат мелкодисперсный касситерит и обычно россыпей не образуют. По этой же причине касситерит почти не встречается в шлихах, и шлиховой метод поисков здесь мало эффективен на олово.

Основные перспективы по олову для этой части Центрального Казахстана заключены в возможности открытия некоторых типов сульфидно-касситеритовых месторождений, которые при шлиховом методе поисков могли быть легко пропущены

(см. ниже). Для этой территории основным поисковым методом на олово следует считать металлометрию.

Кстати, необходимо отметить еще одно различие выделяемых районов Центрального Казахстана. В восточном — олово широко распространено во всех других рудах (как элемент-примесь), в западном — оно в других рудах почти не встречается. Это наблюдение, характеризующее геохимические особенности указанных территорий, имеет некоторое значение для выяснения генезиса оловянных руд и отчасти служит основанием для проведения в восточной половине Центрального Казахстана ревизии на олово полиметаллических, железных и вольфрамовых руд.

Приведенное выше районирование Центрального Казахстана было сделано нами главным образом на основе изучения некоторых частных металлогенических особенностей рассматриваемых областей, но оно не противоречит и последним обще-геологическим построениям (Г. Н. Щерба, 1956) и в ряде случаев удачно их дополняет. Таким образом, разделение Центрального Казахстана на восточную и западную части обосновано не только эмпирическими данными, но и всей историей геологического развития этих областей. В основе всего этого лежит огромный фактический материал, обобщенный в настоящее время большим коллективом геологов ИГН АН КазССР и Казахского геологического управления Министерства геологии и охраны недр СССР в комплексных прогнозных металлогенических картах для Центрального Казахстана.

Надо думать, что в ближайшие годы будет выработана общепризнанная схема детального структурно-геологического районирования Центрального Казахстана, и она будет иметь большое значение для дальнейшего развития работ по прогнозам.

### **3. О генетической связи оловянного оруденения с различными по составу интрузиями**

Прежде всего необходимо отметить, что этот вопрос мало изучен, так как тематические петрографические исследования оловоносных интрузий Центрального Казахстана до сего времени сильно отстают от запросов науки и практики. Имеющиеся частные данные по Чебанайскому гранитному массиву (Е. М. Захарова), по Караобинскому штоку (М. А. Романова) и по Каибскому массиву (М. А. Жуков), а также менее детальные работы других исследователей (А. Г. Гокоев, Е. В. Шевченко и др.) дают материал только для самых предварительных обобщений.

Месторождения кассiterитово-кварцевой формации в большинстве случаев генетически связаны с небольшими сравни-

тельно интрузиями, представленными ультракислыми, преимущественно калиевыми лейкократовыми гранитами. Для таких интрузий чрезвычайно характерно многофазное строение, причем собственно оловоносными обычно были самые последние фазы интрузивной деятельности. Состав оловоносных интрузий часто характеризуется повышенным содержанием акцессорного кассiterита и интенсивным проявлением турмалинизации, флюоритизации, а также грейзенизации.

Кроме того, во всех оловоносных интрузиях в породообразующих минералах (слюды, полевые шпаты) спектральным анализом устанавливается повышенное содержание олова (в гранитах — до 0,1%, в слюдах — до 1%, в полевых шпатах — до 0,01%).

Собственно кварцевожильные месторождения олова иногда ассоциируют и с нормальными гранитами, но геохимические особенности этих гранитов аналогичны отмеченным для ультракислых.

Сульфидно-кассiterитовые оловорудные месторождения (скарнового типа) более характерны для нормальных гранитов, часто связанных постепенными переходами к гранодиоритам. Эта закономерность универсальна для всех оловорудных месторождений сульфидно-кассiterитовой формации, и Центральный Казахстан в данном случае не составляет исключения.

Намечается и еще одна закономерность в генетической связи оловорудных месторождений с различными гранитными интрузиями. Для интрузий глубинной фации типа батолитов (Зерендинский) характерны оловоносные пегматиты и грейзеновый тип оловянной минерализации. Для среднеглубинных интрузий — кварцевожильные оловорудные проявления. Для небольших гранитных (гранодиоритовых) интрузий гипабиссальные фации (Артатау), повидимому, наиболее характерны оловорудные месторождения сульфидно-кассiterитового типа.

В связи с общегеологическими особенностями Центрального Казахстана в западной его части широко распространены очень крупные абиссальные интрузии и соответственно проявлены характерные для них типы оловянной минерализации. В восточной части, наоборот, преобладают интрузии среднеглубинные и гипабиссальные; поэтому и типы оловянной минерализации здесь существенно иные. Однако необходимо отметить, что в Центральном Казахстане пока нет достоверных указаний на проявления типичных приповерхностных интрузий (имеются сведения о таких интрузиях лишь для района Семейтауских гор), что ставит под некоторое сомнение возможность проявления в его пределах наиболее характерных типов сульфидно-кассiterитовой минерализации. Данное замечание пока не может иметь принципиального значения для оценки перспектив Цент-

рального Казахстана по олову, потому что проблема изучения гранитных интрузий еще не снята с повестки дня и практическое разрешение этой проблемы может внести некоторые корректизы во все металлогенические схемы.

#### 4. Рудовмещающие комплексы

Известно, что генетические особенности рудных месторождений во многом зависят от состава рудовмещающих пород.

Большинство оловорудных месторождений Центрального Казахстана локализовано среди гранитов материнских интрузий. Это предопределило широкое развитие таких типов минерализации, как грейзеновый, кварцевожильно-грейзеновый и собственно-кварцевожильный. Однако заметим, что при оценке металлогенических особенностей района нужно не забывать и вторую сторону вопроса, а она заключается в том, что олово искали главным образом в гранитах, где его и находили, а вмещающие интрузию осадочные или эфузивные комплексы были опиcкованы очень плохо. Только в самые последние годы было обращено на них внимание и теперь оловянные месторождения открываются не в гранитах, а преимущественно в их экзоконтактовой полосе (Майкуль, Карапнур, Южное, Ушбулак и др.).

Грейзеновый тип оловянной минерализации и кварцевожильно-грейзеновый можно считать характерными для эфузивных толщ (З. Атасу).

Среди отложений песчаников и сланцев особенно характерно проявление кварцевожильного типа оловянной минерализации. Типичным представителем этого типа в Центральном Казахстане является месторождение Майкуль. Реже среди песчаниково-сланцевых пород встречаются оловорудные проявления турмалиново-кварцевого типа (Ишимское-Дальнее).

Для карбонатных толщ чрезвычайно характерен скарновый тип (сульфидно-кассiterитовая формация) оловянной минерализации (Карапнур, Южное, Ушбулак и др.).

Приведенными выше закономерностями проявления различных типов оловянной минерализации, в зависимости от состава рудовмещающих пород, следует руководствоваться при перспективной оценке локальных районов и при проведении поисковых работ.

#### 5. Благоприятные минеральные и геохимические ассоциации

Некоторые минеральные и геохимические ассоциации могут служить надежными поисковыми признаками для олова.

Возьмем хотя бы пару таких металлов, как олово и вольфрам. Эти элементы почти всегда сопутствуют друг другу. В данном случае мы имеем пример тесной металлогенической

связи указанных элементов. Такая же связь наблюдается у олова с молибденом, с висмутом, с сурьмой и с некоторыми полиметаллами. Однако не со всеми из перечисленных элементов олово встречается в одинаковых условиях. Для вольфрама, молибдена и висмута характерны ассоциации с оловом только в высокотемпературных пневматолитово-гидротермальных месторождениях. С сурьмой и полиметаллами олово чаще всего встречается в умеренно термальных месторождениях (Советское Приморье) и главным образом в тех из них, которые образуются в значительном удалении от материнских интрузий и на относительно небольшой глубине.

При прогнозах на олово эти геохимические и металлогенические особенности олова необходимо обязательно принимать в расчет.

В природе существует и другая, менее заметная, геохимическая и металлогеническая взаимосвязь олова и других элементов, например с золотом. Эти металлы нам кажутся антагонистами в природе. В самом деле, пожалуй, нет таких месторождений, где золото и олово находились бы совместно и в металлогеническом единстве. Иногда в оловянных месторождениях отмечается золото и, наоборот, в золоторудных — олово. Но эти примеси никогда не дают ощутимых промышленных концентраций и, как правило, бывают связаны с различными, сильно разобщенными во времени этапами минерализации.

Вместе с тем между ними существует несколько связующих звеньев (элементов и минералов), которые встречаются и в тех и в других месторождениях, отчасти указывая тем самым на своеобразную металлогеническую связь олова и золота.

Кроме того, вблизи оловянных провинций почти всегда расположены золотоносные районы, причем характерно, что пространственное и структурно-геологическое положение оловянных и золотых «поясов» также указывает на отдаленную металлогеническую связь этих двух элементов.

Следовательно, при прогнозах на олово, пользуясь методом исключения, можно и нужно учитывать особенности распределения золоторудных месторождений. Иногда это дает основание наметить перспективные площади на олово (например, севернее золотого пояса Калбы), в других случаях наоборот — исключить золотоносные площади из числа перспективных на олово (Степнякский район).

Мы остановились на геохимической и металлогенической связи только двух элементов (золота и олова), но нетрудно установить определенную связь олова и с медной, полиметаллической, свинцовой или молибденовой минерализациями.

В частности, районы с широким развитием полиметаллической и медной минерализации относительно менее перспективны

для оловорудных проявлений кассiterитово-кварцевого типа и более перспективны для сульфидно-кассiterитового.

Данная проблема еще требует специального изучения, но уже на этой стадии металлогенические и геохимические особенности олова следует иметь в виду при выделении перспективных и мало благонадежных по олову районов.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ОЛОВЯННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Олово, как известно, обладает многими специфическими особенностями, которые определяют своеобразное поведение этого металла в природе и обусловливают многообразие генетических типов оловянных месторождений. Это в значительной мере затрудняет поиски и осложняет задачу составления прогнозов на олово. Поэтому в процессе составления прогнозных карт на олово нам приходилось учитывать не только все фактические данные по проявлениям оловоносности в Центральном Казахстане, но и общие закономерности поведения олова в земной коре, обусловленные геохимическими особенностями этого металла.

Являясь типичным амфотерным элементом, олово обладает двойственным характером сочетания халько- и литофильных свойств, обусловленных зарядом атома и строением его электронных оболочек. Такая двойственность в свойствах олова определяет его нахождение в природе, с одной стороны, в сульфидных гидротермальных месторождениях (как в сульфидной, так и в окисной форме) и с другой — в ассоциации типичных литофильных пневматолитических минералов (в окисной форме).

Из известных в природе 18 минералов олова наиболее распространенным и единственным минералом, образующим промышленные концентрации, является кассiterит ( $\text{SnO}_2$ ). Кассiterит обладает большой устойчивостью в зоне гипергенеза и благодаря этому способен накапливаться в россыпях. Все другие минералы олова — большая минералогическая редкость; из них станин ( $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$ ) встречается сравнительно чаще и иногда имеет практическое значение, но в Центральном Казахстане этот минерал пока является большой редкостью.

Применительно к особенностям редкометальной минерализации Центрального Казахстана в Институте геологических наук АН КазССР была разработана генетическая классификация месторождений. В этой классификации учитывались не только особенности минералогического состава месторождений, но и связь их с рудоносными интрузиями, составом внешней среды (рудовмещающие породы), со складчатой и разрывной

текtonикой (морфология рудных тел) и с другими не менее важными для рудогенеза геологическими процессами. Эта генетическая классификация, основанная на широком понимании металлогенических формаций, применительно к олову имеет следующий вид.

#### I. Рассеянная минерализация

1. Рассеянная эпимагматическая оловянная минерализация в изверженных породах
2. Рассеянная минерализация в осадочных породах
3. Рассеянная минерализация в рудах других металлов

#### II. Пегматитовая формация

#### III. Формация оловоносных скарнов

#### IV. Касситеритово-кварцевая формация

1. Грейзеновый тип
2. Кварцево-жильно-гнейзеновый тип
3. Собственно-кварцево-жильный тип
4. Прожилково-вкрапленный тип (вторично-кварцитовый)
5. Кварцево-турмалиновый тип

#### V. Россыпи

1. Современные
  - а. Элювиально-делювиальные
  - б. Пролювиальные
  - в. Пролювиально-аллювиальные
  - г. Аллювиальные
2. Древние
  - а. Остаточные в мезозойской коре выветривания оловоносных гранитов
  - б. «Погребенные» третичные россыпи

### I. Рассеянная минерализация

Олово в рассеянном виде встречается почти во всех геологических комплексах Центрального Казахстана, причем общий кларк этого металла для данной провинции значительно выше среднего кларка земной коры ( $6 \cdot 10^{-4}\%$ ). Это и понятно, так как во всех оловоносных районах коэффициент концентрации олова сильно возрастает. В данном случае нас интересует не это геохимически рассеянное олово, а лишь то, которое начинает представлять практический интерес. К этому типу оловянной минерализации мы относим акцессорный касситерит в изверженных породах; повышенное содержание касситерита в седиментированных осадочных отложениях и касситерит в рудах других металлов. Все перечисленные выше формы нахождения касситерита в природе не имеют прямого практического

значения, но в ряде случаев за счет таких рудопроявлений образуются вторичные промышленные месторождения олова (россыпи) или он может быть использован в качестве попутного компонента. К этой же категории рассеянной минерализации относятся многочисленные месторождения различных металлов, в которых содержание олова составляет от 0,001 до 0,1%. Они иногда могут содержать большое количество этого металла.

### 1. Рассеянная эпимагматическая оловянная минерализация в изверженных породах

Этот тип оловянной минерализации имеет очень широкое распространение в Центральном Казахстане. В большинстве случаев это оловоносные гранитные интрузии, в которых кассiterит является обычным акцессорным минералом. К числу таких интрузий относятся следующие гранитные массивы: Муккурский, Орлиногорский, Чебанайский, Золотоношский, Улутауский, Куу, Кылчинский, Карабинский, Сарытау-Кызылтауский, Акбюратский, Булаттауский, Каибский, Майкульский и др. Степень оловоносности перечисленных массивов неодинакова и варьирует в широких пределах. Кассiterит в неизмененных гранитах устанавливается только в тяжелой фракции протолочек и в шлихах из элювия. Оловоносность их также подтверждается спектральным анализом пород, что видно из табл. I, в которой приводится содержание олова в некоторых гранитных массивах.

### 2. Рассеянная минерализация в осадочных породах

К этой категории оловорудных проявлений относятся только имеющие заведомо осадочный генезис. В контактово-метаморфизованных песчаниках и сланцах кассiterит метасоматического происхождения и к данному типу оловорудных проявлений не относится. Кассiterит из рыхлых отложений (третичных и современных) тоже не имеет отношения к этой генетической группе, потому что в данном случае рассматриваются не россыпи, а только седиментированные осадочные породы, образовавшиеся в результате размыва оловоносных комплексов.

Практического значения этот тип оловянной минерализации не имеет, но представляет большой интерес для выяснения особенностей металлогении ранних эпох интрузивного магматизма. В настоящее время известен пока только один достоверный факт нахождения кассiterита в древних осадочных породах, что, повидимому, объясняется малой изученностью состава древних осадков. Л. И. Боровиков (1953) упоминает о том, что в Улутауском районе в конгломератах переходных слоев от

Таблица 1

Гранитные массивы	Разновидности гранитов	Содержание олова (в %)
Шакшагайлы	Мелкозернистый	0,001
"	То же	0,03
Сарытауский	Роговообманковый	0,001
Кылчинский	Среднезернистый биотитовый	0,01
"	То же	0,003
"	Розовый биотитовый	0,001
"	То же	0,001
"	Крупнозернистый биотитовый	0,01
Акбюрат	Биотитовый крупнозернистый	0,001
"	То же	0,001
"	Среднезернистый	0,003
"	Крупнозернистый	0,001
Кзылтауский	Биотитовый	0,003
"	Крупнозернистый	0,001
Карабский	Среднезернистый	0,001
"	То же	0,001
"	" "	0,001
"	" "	0,001
Майкульский	Среднезернистый	0,001
"	То же	0,001
"	Мелкозернистый	0,001
"	То же	0,001
Куу	Аляскитовый	0,01
"	То же	0,005
"	" "	0,001

кембрия к силуру (ордовик) встречена галька кварцево-полевошпатовых песчаников с зернами кассiterита и ортита. Таким образом, на основании этих данных можно с уверенностью утверждать, что рудопроявления олова в Центральном Казахстане уже имели место в нижнем кембрии.

Второе известное рудопроявление данного генетического типа относится уже к третичному времени.

В третичных конгломератах на территории западной части Кокчетавской области во многих пунктах при промывке протолочек установлено содержание кассiterита до нескольких десятков граммов на 1 м<sup>3</sup>. Эти оловоносные проявления осадочного генезиса занимают промежуточное положение между рудами и россыпями и отнесены к первым потому, что конгломераты имеют довольно прочный железисто-глинистый цемент. Касситерит содержится только в самом цементе конгломератов, причем зерна его, размером от 0,1 до 1 мм, хорошо окатаны. Такие проявления оловоносности встречаются в долинах рек Иман-Бурлук (Муккур), Аккан-Бурлук и Нижний Бурлук (Ольгинка), на территории западных районов Кокчетавской области.

### 3. Рассеянная минерализация в рудах других металлов

Олово, как известно, обладает большой тенденцией к рассеиванию и в силу этого образует заметные концентрации в рудах различных металлов. Наиболее часто оно как сопутствующий элемент встречается в месторождениях редких металлов (вольфрам, молибден, бериллий и т. п.). В таких месторождениях содержание олова нередко достигает промышленных кондиций, причем олово находится в них преимущественно в виде касситерита. Комплексные редкометальные месторождения не только являются объектом разработки на олово, но могут образовывать и промышленные оловянные россыпи (Караоба). В других редкометальных месторождениях олово самостоятельных минералов не образует, но его содержание в рудах достигает 0,03 и даже 0,1% (Акмая, Джаманкортас, Куу Северное II).

В рудах полиметаллических месторождений олово присутствует только в рассеянном состоянии и его содержание обычно не превышает 0,03% (Кызылэспе, Карагайлы, Акчагыл, Сарышкинское), что в пересчете на обычно большие запасы руд таких месторождений иногда выражается ощутимыми цифрами запасов металла. При этом необходимо учесть, что систематического опробования на олово полиметаллических месторождений Центрального Казахстана не было.

Наибольшей оловоносностью отличаются полиметаллические месторождения скарнового типа (Кызылэспе, Акчагыл,

Карагайлы), некоторые из которых заслуживают с этой точки зрения специального изучения.

В гидротермальных месторождениях олово, как правило, образует только геохимически-рассеянные концентрации, но в скарновых медных месторождениях содержание олова достигает 0,05% (Артатау, Аккезень, Максимовское).

В железорудных скарнах олово образует повышенные концентрации до 0,4% (Мурзачеку) и часто обнаруживается минералогически в виде кассiterита (Басагинское, Мурзачеку), причем содержание олова в 0,1% для них довольноично (Басагинское, точка № 8 и др.).

В скарново-полиметаллических месторождениях (Кызылэспе, Акчагыл и др.) содержание олова достигает 0,05—0,1%, причем иногда в полиметаллических рудах даже встречается станин (Кызылэспе).

Гидротермальные месторождения меди и золота, как правило, бесперспективны по олову. Кассiterит в таких месторождениях пока не обнаружен, а содержание рассеянного олова не превышает 0,01%, что практически не имеет никакого значения. Это отчасти объясняется низкотемпературными условиями рудоотложения меди и золота из гидротермальных растворов, а также геохимической индивидуальностью олова в таких растворах.

Из приведенного обзора распространения рассеянного олова в рудах других металлов можно заключить, что только скарновый тип месторождений имеет некоторый интерес в смысле оловоносности. Поэтому необходимо в ближайшие годы произвести ревизию на олово некоторых скарновых железорудных и полиметаллических месторождений и специально изучить вопрос о перспективах сульфидно-кассiterитовой минерализации в Центральном Казахстане. Этот новый для Центрального Казахстана тип оловянной минерализации, являющийся в других районах страны наиболее благонадежным в смысле промышленной перспективности, генетически связан здесь с позднегерцинским этапом магматизма и с умеренно кислыми интрузиями гранодиоритового ряда. Известно, что до сего времени поиски оловянных месторождений в Центральном Казахстане проводились преимущественно в районах развития гранитных (ультракислых) интрузий, что нельзя считать правильным. Повидимому, только этим и объясняется то, что оловянная минерализация сульфидно-кассiterитового типа пропускалась. Все известные в настоящее время рудопроявления сульфидно-касситеритового типа были открыты случайно, при площадных металлометрических исследованиях, проводившихся главным образом на свинец и другие металлы.

## II. Пегматитовая формация

Оловорудные месторождения пегматитовой формации мало перспективны в практическом отношении, но все же заслуживают внимания поисковиков как возможный источник кассiterита для образования россыпей или спутник оруденения более благоприятного генетического типа.

В Центральном Казахстане оловоносные пегматиты не имеют широкого распространения. В настоящее время известно только четыре пункта, где были встречены небольшие пегматитовые тела с убогой вкрапленностью кассiterита, причем во всех случаях они не сопровождались повышенным содержанием кассiterита в элювии. Во всех зафиксированных пунктах пегматитовые тела залегают среди гранитных массивов. Последние обычно сильно эродированы, и поэтому следует предполагать, что сохранились только корни пегматитовых тел, представляющих собой маломощные жилы (Бектауата, обнажение № 1088), дайки (Имантауское) или линзообразные и трубчатые тела (Катбарское). Маломощные прожилки пегматитового состава иногда образуют целые поля (Катбарское) и в этом случае представляют наибольший практический интерес как возможные рудные штокверки.

Минералогический состав оловоносных пегматитов Центрального Казахстана очень прост. Основные минералы представлены кварцем и полевыми шпатами с незначительной примесью светлых слюд. Из числа рудных минералов установлены: касситерит (Бектауата, Катбарское, эба в Северном Прибалхашье) и шеелит (Катбарское). Кроме того, в пегматитовых телах Катбарского месторождения присутствуют монацит и ксенотит. Содержание олова в пегматитовых рудах, судя по единичным (случайным) анализам, варьирует от 0,04% (обнажение № 1088 в бассейне р. Атасу) до 0,3% (Имантауское в Кокчетавской области).

В Катбарском месторождении (северный берег оз. Балхаш) содержание олова достигает (в %) 0,1—0,15 и, кроме того, цинка — до 0,3, свинца — до 0,2, висмута — до 0,1 и вольфрама — до 0,1. В целом Катбарское месторождение представляет некоторый интерес, потому что развитые здесь поля пегматитов могут оказаться небольшим штокверком с существенно иной минерализацией на глубине, чем на поверхности (месторождение опробовано только с поверхности).

Из приведенных сведений об оловорудных проявлениях пегматитового типа видно, что этот тип оловянной минерализации не имеет широкого распространения. Известные рудопроявления не представляют практической ценности и промышленных россыпей не образуют.

Основные черты оловоносности Центрального Казахстана определяются более перспективными типами оловянной минерализации, что в целом как будто создает благоприятные предпосылки для поисков. Известно, что оловоносные пегматиты во всех оловянных провинциях мира имеют минимальный удельный вес в оловоруды и что в отношении образования россыпей этот тип оловянной минерализации все же достаточно перспективен. Однако нужно иметь в виду, что пегматиты в Центральном Казахстане не имеют широкого развития, а следовательно, и перспективы этой территории по оловоносным пегматитам, как и по связанным с ними россыпям кассiterита, практически невелики и вряд ли этот тип месторождений может здесь иметь промышленное значение.

### III. Формация оловоносных скарнов

По общепринятой генетической классификации оловорудных месторождений оловоносные скарны — это один из типов сульфидно-кассiterитовой формации.

В настоящее время месторождения сульфидно-кассiterитовой формации Приморья, Якутии, Магаданского округа и других районов Советского Союза изучены с большой детальностью. На базе изучения таких месторождений было разработано несколько новых, весьма прогрессивных теорий рудообразования (С. С. Смирнов, О. Д. Левицкий, Е. А. Радкевич и др.). Весь опыт отечественной и зарубежной науки и практики свидетельствует о том, что оловорудные месторождения сульфидно-кассiterитовой формации обычно наиболее перспективны в практическом отношении и во многих районах служат главным источником получения оловорудных концентратов. Из этого вытекает важность изучения и поисков данного типа месторождений.

Сульфидно-кассiterитовые месторождения долгое время не были известны в Центральном Казахстане, и это до некоторой степени служило основанием для скептического отношения к оценке его перспектив по олову.

Только в самые последние годы благодаря внедрению в практику поисковых работ металлометрической съемки стали открываться оловянные месторождения до сего времени неизвестных здесь типов. Ранее сульфидно-кассiterитовые месторождения олова пропускались поисковиками, потому что основной метод поисков олова — шлиховой применительно к этому типу месторождений в условиях Центрального Казахстана мало эффективен.

В настоящее время в Центральном Казахстане уже выявлено пять оловорудных проявлений сульфидно-кассiterитового

типа, причем все они скарновые. Ввиду того что другие типы оловорудных месторождений сульфидно-кассiterитовой формации в Центральном Казахстане пока не известны, а скарны весьма распространены и имеют специфические особенности, они выделены нами в самостоятельную генетическую формуацию. Из них два (Ушбулак и Южное в верховьях р. Мойнты) могут быть отнесены к магнетитовому подтипу и три (Караунгур, участок II—III, 10/140 и Караджал) к сульфидному подтипу. Они расположены в экзоконтактовых зонах гранитных массивов (Каибский, Дегеленский, Ортатау) среди силурийских песчаников и сланцев с линзами и прослоями скарнированных известняков. Рудные тела имеют форму линзо- и пластиообразных межпластовых залежей размером от  $25 \times 50$  м. (участок II—III, 10/140) до  $80 \times 500$  м. (Караунгур). Они сложены гранатовыми, пироксеновыми и везувиановыми скарнами с обильной вкрапленностью магнетита (Ю. Ортатау) или сульфидов — галенита, пирита, халькопирита, молибденита и др. (Ушбулак, Караджал, Караунгур). Оловянная минерализация в рудах скарновых месторождений представлена не только кассiterитом, но и некоторыми другими минералами, в которых установлено повышенное содержание олова. Так, например, в гранатах с месторождения Караунгур олова содержится до 0,7%, в слюдах с месторождения Ортатау — до 1%. Повышенное содержание олова установлено в галенитах и халькопиритах (Караунгур, Ортатау). Содержание олова в рудах в большинстве случаев невысокое и колеблется в пределах от 0,01 до 0,5% (Караунгур), составляя в среднем около 0,05%; от 0,04 до 0,15% (участок II—III, 10/140); от 0,01 до 0,04% (Ортатау) и от 0,01 до 1% (Южное).

Кассiterит в сульфидно-минерализованных скарнах светлый, медово-желтого цвета. В магнетитовых скарнах — темный. Кроме олова, руды содержат повышенное количество свинца (от 0,15 до 0,6%) и меди (от 0,07 до 0,15%). В магнетитовых скарнах содержание железа иногда достигает 55% (Ортатау). Примечательно, что ни одно из месторождений скарнового типа не образует россыпей; это, вообще говоря, характерно для данного типа оловянных месторождений.

Заканчивая обзор оловорудных проявлений скарнового типа сульфидно-кассiterитовой формации, отметим еще раз важное теоретическое и практическое значение дальнейших поисков и изучения типичных для этой формации месторождений. При этом необходимо подчеркнуть, что скарновый тип месторождений сам по себе может не иметь практического значения, но служит важным поисковым признаком для более ценных в промышленном отношении сульфидно-турмалиновых, сульфидно-хлоритовых и кассiterитово-полиметаллических месторожде-

ний. В этой связи можно сослаться на мнение непревзойденного авторитета в области оценки оловорудных месторождений С. С. Смирнова. В статье «Некоторые замечания о сульфидно-кассiterитовых месторождениях» он еще в 1937 г. указывал, что «сульфидно-кассiterитовым месторождениям незаслуженно отводится чрезвычайно малая роль по сравнению с месторождениями типа пегматитов и кварц-кассiterитовых пневматолитов. Более того, генетическое и экономическое положение сульфидно-кассiterитовых месторождений в существующих общих и специальных работах трактуется не вполне правильно».

С. С. Смирнов в этой статье констатирует также, что сульфидно-кассiterитовые месторождения обычно обладают более высоким содержанием, более значительными запасами и отличаются более правильной формой. Во всех этих отношениях они, по мнению С. С. Смирнова, в значительной мере приближаются к обычным месторождениям основных цветных металлов и почти полностью совпадают с последними в своих крайних типах: Говоря о генетической связи оловорудных месторождений с интрузиями, С. С. Смирнов констатирует, что сульфидно-кассiterитовые месторождения чаще связаны с кислыми и умеренно кислыми интрузиями, т. е. с нормальными гранитами или гранодиоритами. Заканчивая указанную выше статью, С. С. Смирнов приходит к выводу, что «наиболее широкое развитие сульфидно-кассiterитовых месторождений мы можем встретить в оловоносных районах, богатых сульфидными проявлениями и относительно бедных пегматитами и кварцевыми пневматолитами». Именно такие условия мы как будто имеем в некоторых районах Центрального Казахстана с той только разницей, что Центральный Казахстан нельзя относить к числу типичных оловоносных районов (С. С. Смирнов, 1941), а следовательно, и перспективы его в отношении развития сульфидно-кассiterитовых месторождений ограничены.

#### IV. Кассiterитово-кварцевая формация

Месторождения кассiterитово-кварцевой формации составляют ту группу месторождений, в которую входят многие важные в практическом отношении объекты. Удельный вес месторождений этой формации в мировом балансе оловодобычи довольно высок (около 30 %), причем в отдельных оловоносных провинциях (например, Северо-Восток СССР) он повышается до 90 %. Следовательно, данная группа оловорудных месторождений промышленно перспективна, и поиски таких месторождений заслуживают серьезного внимания.

Среди месторождений кассiterитово-кварцевой формации, как уже сказано выше, выделяется пять следующих типов: грей-

зеновый, кварцевожильно-грейзеновый, собственно-кварцевожильный, прожилково-вкрапленный (вторично-кварцитовый), кварцево-турмалиновый.

Выделение этих типов с общегеологических позиций в ряде случаев условно, но с точки зрения практической ценности месторождений вполне оправдано. Так, например, месторождения грейзенового типа, хотя и широко распространены в Центральном Казахстане, но не имеют практической ценности, как впрочем и в других оловоносных районах. Правда, с ними иногда бывают связаны промышленные россыпи, но это уже другая сторона вопроса.

Совершенно неясно практическое значение оловорудных месторождений вторично-кварцитового типа, хотя они и привлекают в последнее время большое внимание исследователей в связи с развитием геохимических методов поисков. Несколько практическое значение нового для Центрального Казахстана кварцево-турмалинового типа оловорудных месторождений, хотя в других оловоносных районах они и имеют промышленное значение.

Не вызывает сомнения важное в промышленном отношении и в смысле образования россыпей значение оловянных месторождений кварцевожильно-грейзенового и собственно-кварцевожильного типов. Они в настоящее время пользуются наибольшей известностью в Центральном Казахстане и в ряде случаев имеют промышленное значение (Караоба, Майкуль, Шолпан, Ю. Атасу, Ю. Булаттау и др.).

Рассмотрим месторождения по их генетическим типам.

### 1. Грейзеновый

Оловянная минерализация в грейзенах имеет ограниченное распространение в Центральном Казахстане. К ним может быть отнесено только шесть рудопроявлений, из которых только одно (Западно-Атасуйское в бассейне р. Атасу) представляет некоторый практический интерес.

В большинстве случаев грейзенизация и связанная с ней минерализация оловом проявлены в теле самих материнских интрузий и лишь на Западно-Атасуйском месторождении часть рудных грейзенов представляет собой измененные эфузивные кварцевые порфиры, являющиеся вмещающей средой для рудносной гранитной интрузии. Характерна и приуроченность грейзенов к эндоконтактовой зоне гранитных массивов. Обычно морфология рудных тел в грейзеновых месторождениях очень сложна. Чаще всего это неправильные гнездообразные (Коктал верхний), линзовидные (Чернобаевское, Улутау, Западно-Ата-

суйское) или жилообразные (Кувское, Биштомак) тела, иногда значительных размеров. Реже тонкие полоски грейзенов и кварцево-полевошпатовых прожилков образуют небольшие штокверковые поля (Улутау). Характерно и образование пластообразных, линзовидных залежей, обычно параллельных контакту с вмещающими породами (Западно-Атасуйское). Вещественный состав оловоносных грейзенов имеет существенные вариации, но характерно постоянное присутствие светлых слюд, вторичного кварца и таких минералов, как флюорит, топаз и реже турмалин (Улутау).

Рудные минералы обычно представлены кассiterитом. Кроме того, часто присутствуют вольфрамит и берилл (З. Атасу), шеелит (Коктал верхний), магнетит (Кувское). Содержание олова в грейзенах варьирует в пределах от 0,01 (Кувское) до 0,3% (Западно-Атасуйское). Наряду с оловом на некоторых месторождениях отмечается повышенное содержание и других элементов: вольфрама (до 0,5%), молибдена (до 0,1%) и бериллия. К числу таких комплексных месторождений, в частности, относится Западно-Атасуйское.

Промышленное значение оловянных грейзенов незначительно. В Западно-Атасуйском — разведанные запасы олова составляют только 0,1 т. Если к тому же учесть, что имеющаяся здесь россыпь (Яковлевская) имеет суммарные запасы олова в 11,1 т, то станет очевидным, что дальнейшая разведка месторождения принципиальных корректировок в его оценку не внесет.

Все другие рудопроявления грейзенового типа еще менее перспективны. Из этого вытекает, что данные месторождения в Центральном Казахстане не имеют большого практического значения; однако грейзенизация как таковая является важным поисковым признаком на олово и, в частности, на промышленно перспективный тип кварцевожильно-глейзеновых и собственно-кварцевожильных месторождений. Поэтому всякие проявления грейзенизации, даже незначительные, должны здесь тщательно изучаться в процессе рудных поисков на олово.

## 2. Кварцевожильно-глейзеновый

Данная генетическая группа оловорудных месторождений занимает промежуточное положение в принятой классификации, потому что наряду с кварцевожильными телами в них широко проявлена грейзенизация (околожильная и по трещинам), причем оловянная минерализация одинаково характерна как для кварцевых жил, так и для грейзенов. С практической точки зрения эти месторождения имеют в Центральном Казахстане весьма важное значение, так как именно к ним принадлежат крупнейшие редкометальные месторождения. В отноше-

ний олова это отчасти подтверждается примером Караобы, Ю. Атасу, Ю. Булаттау, Шакшагайлы, Чебанайского и др.

Почти все кварцевожильно-грейзеновые оловорудные проявления локализованы в краевых частях материнских гранитных интрузий. Это не только генетический признак, но и отражение проспекторского характера проводившихся поисковых работ, так как надинтрузивные площади (экзоконтакты и поля роговиков) обычно опоисковывались менее детально. Этот тезис находит подтверждение в том, что в тех же районах позднее было открыто несколько крупных месторождений, расположенных за пределами интрузий (Шалгия, В. Қайракты и др.).

В приложении к оловорудным месторождениям экзоконтактовые зоны интрузивных массивов и обособленные поля контактово-метаморфизованных пород в кровле еще не вскрытых интрузий имеют тоже особо важное значение, потому что именно в апикальных частях гранитных интрузий происходит отложение главной массы олова. В этом отношении интересно месторождение Ю. Атасу, которое локализовано в экзоконтактовой зоне интрузивного массива, в расстоянии 1,5—2 км от линии контакта. Эта деталь геологического строения месторождения оказывает положительное влияние на оценку его перспектив.

В морфологическом отношении месторождения кварцевожильно-грейзенового типа характеризуются значительным разнообразием. Широким распространением пользуются линейно-вытянутые, тонкие кварцевые тела с мощной грейзенизацией в зальбандах (Куу Северное, Дарат). Иногда кварцевые жилы образуют сетку различно ориентированных прожилков среди мощной зоны кварцевых или кварцево-слюдистых грейзенов, представляя собой штокверки (Куу Северное I, Серкекрылган).

Значительно менее характерны линзообразные кварцевожильные тела и зоны грейзенов (Ю. Булаттау, Ю. Атасу, Катбарское). Еще реже встречаются минерализованные зоны дробления среди грейзенизованных пород, представляющие собой также рудные штокверки (Чебанайское). Наконец, как исключение из общего правила следует отметить месторождения, в которых рудные тела представляют собой сравнительно мощные, прямолинейные полосы грейзенов и кварцевые (кварцево-флюоритовые) жилы (Шакшагайлы). Размеры и форма рудных зон также весьма разнообразны. Мощность их достигает 20 м (Дарат), а длина 600—800 м (Серкекрылган).

Минералогический состав оловорудных месторождений кварцевожильно-грейзенового типа однообразен. Из жильных минералов обычными являются кварц, слюда и полевой шпат. Реже встречаются топаз и флюорит (Шакшагайлы, точ-

ка № 9). Рудные минералы чаще представлены только касситеритом. Иногда, кроме касситерита, присутствует гематит (Шакшагайлы, точка № 9, Куу Северное I), вольфрамит (Серекекрылган, Дарат, Куу Северное I), берилл (Дарат) и сульфиды (Ю. Булаттау). На месторождении Ю. Атасу, кроме того, часто встречается турмалин.

Околорудные изменения вмещающих пород наиболее характерно выражены в грейзенизации и окварцевании.

Вещественный состав оловянных месторождений кварцево-жильно-грейзенового типа характеризуется различным содержанием главного компонента (олова). Обычно, кроме олова, в рудах содержится некоторое количество вольфрама (Катбарское — до 0,5%), молибдена (Дарат — до 0,1%), бериллия (Куу Северное I — до 0,35%), свинца (Ю. Булаттау — до 2%) и висмута (Катбарское — до 1%). Содержание олова в рудах в большинстве случаев крайне неравномерное (Дарат — от 0,001 до 1%, Катбарское — от 0,1 до 1% и т. д.). Месторождения недостаточно разведаны и лишь по двум имеются сведения о запасах (Шакшагайлы — 189 т при среднем содержании олова в 0,2%, Ю. Атасу — 247 т при среднем содержании в 0,2%).

Еще одной особенностью кварцево-грейзеновых месторождений является то, что зачастую с ними бывают связаны промышленные оловянные россыпи (Серекекрылган, Акбиик, Тельжанский лог, Чебанайское).

С точки зрения перспективной оценки эти оловянные месторождения несомненно интересны, так как даже известные кварцево-жильно-грейзеновые месторождения в ряде случаев уже имеют промышленное значение (Ю. Атасу, Ю. Булаттау, Шакшагайлы). При этом следует еще учесть большое промышленное значение в Центральном Казахстане аналогичных месторождений других редких металлов (вольфрама, молибдена), причем некоторые (Караоба) являются промышленными и по олову. В недрах оловянно-вольфрамового месторождения Караоба учтенные запасы олова составляют около 2000 т при среднем содержании в руде около 0,2%. Это крупнейшее по запасам олова месторождение Центрального Казахстана. В целом кварцево-жильно-грейзеновый тип оловянной минерализации вполне промышленно благонадежен.

### 3. Собственно-кварцевожильный

Оловорудные проявления этого типа относительно широко распространены, но их промышленное значение невелико. В большинстве случаев собственно-кварцевожильные рудо-проявления тесно ассоциируют с кварцево-жильно-грейзено-

выми; иногда рудные тела обоих типов встречаются совместно. В ряде случаев первые отличаются только тем, что околовильные грейзены в них не содержат рудной минерализации (Ближнее, Шолпан и др.). В других случаях это различие обусловлено только составом вмещающих пород, потому что многие из собственно-кварцевожильных месторождений размещены среди осадочных (песчаниково-сланцевых) пород (Бузуульген, Дальнее, Майкуль и др.).

Морфология рудных тел и структуры рудных полей у данного типа месторождений весьма разнообразны и находятся в прямой зависимости от частных геологических особенностей каждого объекта. Наряду с линейно-вытянутыми и относительно мощными кварцевыми жилами (Шолпан, Койтас I, Майкуль) имеются типичные штокверки (Джамантуз II) и неправильные зоны окварцевания, рассеченные жилами небольшой мощности (Койтас II). Мощность жил варьирует от нескольких сантиметров (Джамантуз II, Ближнее) до 4 м (Койтас I), протяженность от 25 (Ближнее) до 500 м (Майкуль).

Минералогический состав рудных тел этого типа разнообразен. Из жильных минералов, кроме кварца, часто присутствуют полевые шпаты (Бузуульген, Майкуль, Шолпан), мусковит (Майкуль, Шолпан) и топаз (Майкуль).

Из рудных, кроме кассiterита, который иногда является единственным (Баян, Ближнее), на некоторых месторождениях присутствуют: вольфрамит (Бузуульген, Майкуль), шеелит (Дальнее, Кокпактас), молибденит (Бузуульген), минералы висмута (Майкуль), берилл, халькопирит (Бузуульген, Койтас II) и др. Соответственно и вещественный состав месторождений характеризуется некоторым разнообразием. Наряду с главным компонентом — оловом, содержание которого в отдельных пробах варьирует в пределах от 0,01 до 4,32%, на некоторых месторождениях отмечается повышенное содержание вольфрама, молибдена и других элементов. Характерно в этом отношении месторождение Майкуль, которое следует считать комплексным. В рудах этого месторождения содержание основных металлов (в %) выражается следующими цифрами.

Олово — от 0,1 до 4,32, среднее 0,21

Трехокись вольфрама — от 0,01 до 2,25, среднее 0,08

Окись бериллия — от 0,01 до 0,6

Молибден — от 0,01 до 0,19

Висмут — от 0,02 до 0,13.

В большинстве случаев месторождения и рудопроявления собственно-кварцевожильного типа либо совершенно не разведаны (Баян, Ближнее и др.), либо не изучены как следует (Майкуль, Бузуульген, Шолпан и др.). На тех из них, кото-

рые разведывались, учтенные запасы олова составляют — Майкуль 53,3 т, Шолпан 46,5 т.

С некоторыми оловянными месторождениями этого типа связаны небольшие промышленные россыпи кассiterита (Бузуульген, Дальнее, Майкуль).

В целом данный тип оловянной минерализации благона-дежен в промышленном отношении; поэтому известные рудопроявления заслуживают дальнейшего изучения, и при проведении поисковых работ следует это учитывать.

#### 4. Прожилково-вкрапленный (вторично-кварцитовый)

Несмотря на широкое распространение в Центральном Казахстане массивов вторичных кварцитов и на широкое разнообразие связанных с ними рудопроявлений мы имеем только несколько указаний на проявление в них оловоносности. В массиве вторичных кварцитов Чульадыр одним случайным спектральным анализом установлено содержание олова, титана и железа. Этот массив представляет собой неправильное кварцево-гематитовое тело среди окварцованных эфузивов, вблизи контакта последних с гранитами. Массив мало изучен. В другом массиве вторичных кварцитов, называемом Шешенькара, который сложен ожелезненными кварцитами с многочисленными мелкими линзами гематита, спектральным анализом установлено содержание олова до 0,003 %. Этот массив вторичных кварцитов занимает площадь в 30 тыс. км<sup>2</sup>. Несколько более высокое содержание олова (до 0,01 %) установлено спектральным анализом вторичных кварцитов массива Беркуты.

Приведенные данные по оловоносности некоторых массивов вторичных кварцитов не представляют практического интереса. Они интересны пока с точки зрения изучения общих закономерностей геохимического рассеивания олова. Мы останавливаемся на этом вопросе потому, что в последние годы вторично-кварцитовый тип редкометальных месторождений (молибден) выдвигается некоторыми исследователями Центрального Казахстана (В. Ф. Беспалов, Г. Н. Щерба и др.) в качестве вполне реальной базы для расширения поисковых и разведочных работ. При этом сами массивы вторичных кварцитов рассматриваются только как ореол рассеивания вокруг более концентрированных рудных образований, предположительно залегающих на большой глубине (под «шапкой» кварцитов).

Поскольку такая концепция в ряде случаев уже находит подтверждение, в частности для прожилково-вкрапленных месторождений меди и молибдена, поскольку представляется целесообразным провести специальные поисково-геохимические исследования вторично-кварцитовых массивов на олово.

## 5. Кварцево-турмалиновый

Данные месторождения стали известны в Центральном Казахстане только в самое последнее время (1951 г.). Чисто оловянных месторождений среди них пока неизвестно, но уже в нескольких месторождениях отмечено повышенное содержание олова. К таким комплексным оловянно-вольфрамовым месторождениям, в частности, может быть отнесено Ишимское. Оно представляет собой несколько мощных (до 8 м) жилообразных и трубчатых пластовых тел, залегающих в экзоконтактовой зоне Чебанайского гранитного массива среди kontaktово-метаморфизованных песчаниково-сланцевых пород нижнего силура. Такие минерализованные зоны кварцево-турмалиновых пород здесь прослежены в северо-восточном направлении более чем на 800 м. Рудные тела представляют собой ноздревато-пористый агрегат черного турмалина и мелких зерен кварца с неравномерной вкрапленностью крупных зерен светлого шеелита. Химическими анализами рудных проб установлено содержание трехокиси вольфрама от 0,25 до 6% и олова от 0,01 до 0,2%, кассiterит установлен в протолочках. Месторождение находится в стадии изучения, и перспективы его пока неясны.

В целом кварцево-турмалиновый тип оловянной минерализации как новый для Центрального Казахстана заслуживает внимательного изучения, причем усилия поисковиков должны быть направлены на выявление особо перспективного в промышленном отношении сульфидно-турмалинового типа оловянных месторождений. К разрешению этой задачи как будто намечаются некоторые предпосылки, ибо в Центральном Казахстане в 1952—1953 гг. было выявлено несколько больших площадей распространения турмалиновых пород с сульфидной и золотой минерализацией (Одак, Уштаган, Нуриńskое), хотя олово в них не было установлено.

Кроме того, в Северном Казахстане имеют большое распространение золоторудные месторождения турмалиново-шеелитовой формации. Некоторые из них в свое время разведывались (до 1930 г.), оказались бесперспективными на золото и вольфрам, содержали много сульфидов, но на олово не анализировались. Не исключено, что и здесь могут быть выявлены оловянные сульфидно-турмалиновые руды, но в целом золотоносные площади мало перспективны на олово (см. ниже).

Заканчивая краткий обзор оловянных месторождений кассiterитово-кварцевой формации, отметим, что они характеризуются большим разнообразием генетических типов, из которых

не все в одинаковой мере промышленно важны или благонадежны для образования россыпей.

С точки зрения промышленной благонадежности оловорудных месторождений кассiterитово-кварцевой формации наиболее перспективны кварцевожильно-грейзеновые и собственно-кварцевожильные, которые уже известны в Центральном Казахстане. Можно предполагать, что интересным в этом отношении может оказаться и кварцево-турмалиновый тип оловорудных месторождений, пока представленный единственным известным рудопроявлением. При этом наиболее вероятно, что данный тип оловорудных месторождений при дальнейших исследованиях окажется не кварцевым, а сульфидным, и тогда он должен будет быть отнесен к сульфидно-кассiterитовой формации, представленной пока в Центральном Казахстане только оловоносными скарнами.

## V. РОССЫПИ

Изучение оловоносности Центрального Казахстана, как известно, началось с россыпей. Рассыпи послужили ключом к открытию многих оловорудных проявлений и были предметом постоянного внимания геологов-поисковиков. Вот почему считалось, что проблема россыпей уже не представляет большого интереса, потому что накопленные фактические данные по россыпной оловоносности Центрального Казахстана и россыпи, как таковые, изучены достаточно хорошо. Такая точка зрения господствовала до самого последнего времени.

В 1952 г., после многих неудачных попыток, наконец, было установлено промышленное (и притом очень высокое) содержание кассiterита в отложениях древних долин, погребенных под мощной толщей третичных глин (Ишим — лог № 15, Бериславский участок). Тогда же нами было обращено внимание на промышленное содержание кассiterита в древней (мезозойской) коре выветривания гранитов и на широкое распространение кассiterита в третичных глинах, выполняющих древние долины и впадины. Ранее, еще в 1943 г., повышенные содержания кассiterита в коре выветривания оловоносных гранитов (З. Атасу) были установлены Е. А. Флеровым, но этот факт остался без всякого внимания.

В настоящее время в Центральном Казахстане уже выявлено (и некоторые из них разведаны) около 20 россыпей кассiterита. Большинство из них представляет собой современные элювиальные или пролювиальные россыпи, характеризующиеся небольшими размерами, невысокими содержаниями и малыми запасами. Некоторые из них сложны и состоят из современных, обычно менее богатых, но более выдержаных горизонтов и древних (погребенных) песков. Последние часто характеризу-

ются весьма высоким содержанием кассiterита, но имеют небольшие размеры и крайне невыдержанное (гнездовое) строение.

Характерной особенностью многих россыпных месторождений Центрального Казахстана является отсутствие выявленных коренных источников, за счет которых могли образоваться эти россыпи. Это отчасти объясняется почти полной эрозией коренных месторождений, но в большей мере — слабой изученностью. К таким россыпям, в частности, относятся: Акбик, Айбасдара, Берибулак, Курманака, Кызылтасдара, лог № 15, Мынбульдурук, Нагорбекдара, Сарыадыр, С. лог, Сергиев лог, Тельжанская россыпь, Бериславская, Орлиногорская и др.

### 1. Современные

Современные элювиальные и пролювиальные россыпи (Акбик, Берибулак, Бузуулъген, Курманака, С. лог, Сергиев лог) характеризуются тем, что имеют небольшие размеры, малую (от 0,25 до 2 м) мощность торфов, с соотношением торфов к пескам близким 1 : 1, небольшим средним содержанием (от 50 до 630 г/м<sup>3</sup>) и малыми запасами (до 3 т). Этот тип россыпных месторождений олова не имеет большого практического значения, тем более что вблизи большинства перечисленных россыпей отсутствуют постоянные водотоки.

Элювиально-делювиальные россыпи имеют ничтожно малое распространение в Центральном Казахстане. К ним могут быть отнесены только россыпь Майкульского рудного поля и недавно открытая россыпь в районе с. Заградовки (Северо-Казахстанская область). Майкульская россыпь имеет форму неровного элювиального покрова. Мощность торфов варьирует в пределах от 0,5 до 3,5 м, песков — от 0,5 до 2 м. Среднее содержание кассiterита в песках варьирует в широких пределах и достигает максимума в 2382 г/м<sup>3</sup>. Майкульская россыпь разведывалась, и ее запасы оцениваются в 10 т.

К числу аллювиальных россыпей могут быть отнесены: Айбасдара, Кызылтасдара и Нагорбекдара. Все они расположены в пределах западных склонов гор Улутау в долинах одноименных рек. Эти россыпи сравнительно хорошо выдержаны и имеют ленточное (струи) строение пласта песков. Плотиком россыпи являются третичные глины (ложный плотик). Эти россыпи имеют низкое (до 130 г/м<sup>3</sup>) содержание, причем касситерит в них очень мелкий и трудно обогащается. Повидимому, современные аллювиальные россыпи для Центрального Казахстана не характерны, потому что на этой территории в настоящее время эрозионная деятельность крайне незначительна и типичный аллювий встречается только на небольших

участках наиболее хорошо выраженных речных долин. Кроме того, большинство внутренних рек Центрального Казахстана имеет постоянный сток не на всем протяжении, а лишь на отдельных участках.

Из сказанного следует, что перспективы открытия новых современных аллювиальных россыпей в Центральном Казахстане небольшие. Для Центрального Казахстана более характерны и имеют сравнительно широкое распространение россыпи пролювиальные или аллювиально-пролювиальные (Акбийик, лог № 15, Улутау и др.). Но и эти россыпи не имеют большого промышленного значения, ибо размеры их невелики и содержание кассiterита в песках невысокое (до 300 г/м<sup>3</sup>).

## 2. Древние

Относительно более перспективными в практическом отношении для северных районов Центрального Казахстана следует считать древние «погребенные» аллювиальные россыпи. Этот вывод, первоначально основанный только на теоретических предпосылках, уже отчасти подтвержден результатами разведочных работ в Кокчетавской области (лог № 15, Орлиногорская и Бериславская россыпи).

Теоретическое обоснование перспективности древних россыпей заключается в том, что Центральный Казахстан в длительный период всего мезо-кайнозойского времени находился в условиях континентального режима иногда при теплом и влажном климате. Естественно предполагать, что процессы выветривания и речной эрозии временами были весьма интенсивны. Следовательно, на отдельных этапах прошлого существовали благоприятные условия для образования россыпей. Многие оловорудные месторождения и оловоносные интрузии Центрального Казахстана в конце мезозоя и в третичное время были значительно эродированы; при этом огромное количество кассiterита было переотложено среди рыхлых отложений долин. Возможно, что и эти отложения были вторично переотложены, но все же есть некоторые основания надеяться найти остатки (фрагменты) таких древних россыпей. Более перспективны в этом отношении северные районы Центрального Казахстана, где в четвертичное время была перестройка гидросети (под влиянием покровного сибирского оледенения) и где древние россыпи меньше перемывались.

В южных и срединных районах Центрального Казахстана такой перестройки гидросети не было, и поэтому есть много оснований предполагать, что древние россыпи здесь были в значительной мере размыты или полностью уничтожены в конце третичного и в четвертичное время.

В целом россыпные месторождения олова в Центральном Казахстане имеют некоторые перспективы, но физико-географические условия этой территории таковы, что крупные промышленные россыпи здесь встретить мало оснований.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ НА ОЛОВО

Карта прогнозов на олово, как мы уже отмечали, является частью комплексной карты прогнозов на редкие металлы, составленной в м. 1 : 500 000.

Ввиду того что она является приложением к указанной выше комплексной карте, их удобнее рассматривать вместе. В настоящем варианте м. 1 : 1 500 000 карта прогнозов на олово является первым опытом подобной работы. Она должна систематически пополняться новыми фактическими данными и периодически пересматриваться. Поэтому автор рассматривает эту карту как один из рабочих вариантов. Основная ценность карты состоит в том, что здесь впервые сведены и в меру возможности обобщены все фактические данные по оловоносности Центрального Казахстана. В основу составления этой карты положены и, следовательно, в какой-то мере частью ее являются:

1. Геолого-структурная карта Центрального Казахстана м. 1 : 500 000
2. Комплексная металлогеническая карта Центрального Казахстана м. 1 : 500 000
3. Шлиховая карта Центрального Казахстана м. 1 : 500 000
4. Карта металлометрических данных и поисковых геологических признаков м. 1 : 500 000
5. Карта геологической изученности Центрального Казахстана м. 1 : 500 000
6. Карта древних долин Центрального Казахстана м. 1 : 1 500 000
7. Карта интрузий Центрального Казахстана м. 1 : 1 500 000
8. Карта массивов вторичных кварцитов Центрального Казахстана м. 1 : 1 500 000
9. Все графические и текстовые материалы по карте прогнозов на редкие металлы.

В основу составления карты прогнозов на олово был положен принцип объективного отражения всех имеющихся фактических материалов, прямо или косвенно относящихся к данной проблеме. Элементы субъективного подхода к оценке зафиксированных наблюдений (фактов) в данной работе отнесены на задний план. Все сделанные нами выводы и обобщения обоснованы фактическим материалом, который, к сожалению, не представилось возможным поместить в данной объяснительной записке.

Ввиду всего вышесказанного, при оконтурировании выделенных на карте перспективных площадей учитывались следующие фактические данные.

1. Фактическое размещение всех оловянных месторождений, пунктов проявления оловянной минерализации, мест распространения кассiterита в шлихах, результаты оловометрической съемки и другие данные, характерные для заведомо оловоносных площадей (геохимические концентрации олова в горных породах и рудах, грейзенизация и т. п.).

2. Пространственное размещение, состав и возраст кислых интрузий, дайковых формаций и жильных пород.

3. Литологический состав, тектонические структуры и возраст вмещающих интрузии пород.

4. Пространственное размещение, состав, геохимические и структурно-генетические особенности месторождений редких металлов (молибден, вольфрам, бериллий), золота, железа, меди, свинца, цинка и др.

5. Генетические особенности рудных и россыпных месторождений олова, отображеные на карте в особых значках и рассмотренные в особом разделе текста.

6. Состав, размещение, возраст и другие геологические, а также геоморфологические особенности распространения рыхлых мезо-кайнозойских и современных отложений.

Как видно из приведенного перечня, достоверность определения перспективности выделяемых площадей обоснована всей суммой имевшихся в нашем распоряжении исходных фактических данных.

Ввиду того что не все выделяемые перспективные площади изучены одинаково детально и фактические данные по каждой из них имеют разную ценность для обоснования прогнозов, было принято разделение перспективных площадей на три основных градации.

1. Перспективные площади первой очереди оконтуриваются обычно небольшие районы, в пределах которых уже выявлены перспективные или промышленные месторождения олова и, кроме того, имеются прямые поисковые данные, свидетельствующие о том, что здесь могут быть открыты новые месторождения (шлиховые данные, данные металлометрии, находки рудных штуфов нового для района типа месторождений, наличие россыпей при невыявленном рудном источнике, наличие руд и отсутствие россыпей при благоприятных геоморфологических условиях и т. п.). Эти площади составляют около 10 тыс. км<sup>2</sup> или около 1,2% территории Центрального Казахстана.

Первоочередные площади заслуживают комплексного геологического изучения в м. от 1 : 50 000 и крупнее.

2. Перспективные площади второй очереди выделены на основании имеющихся прямых поисковых данных о проявлении благонадежных типов оловянной мине-

рализации; обычно они примыкают к перспективным площадям первой очереди и имеют геологическое строение, характерное для заведомо оловоносных площадей (весовые содержания кассiterита по данным шлихового опробования, широкое проявление вольфрамовой минерализации с небольшим содержанием в рудах касситерита, широкое развитие позднекаледонских и герцинских интрузий с касситеритом в числе их акцессорий и с резко повышенным кларком олова в горных породах и т. п.).

Эти площади составляют около 50 тыс. км<sup>2</sup> или немногим больше 6% территории Центрального Казахстана, причем они часто совпадают с перспективными площадями на редкие металлы и почти всегда находятся внутри них.

Перспективные площади второй очереди могут быть рекомендованы для проведения комплексных геологопоисковых работ в м. 1 : 50 000.

3. Перспективные площади третьей очереди оконтуривают целые регионы, характеризующиеся в основном благоприятными в смысле оловоносности геологическими условиями и региональной зараженностью оловом рыхлых отложений. Кроме того, на перспективность этих районов указывают повышенное содержание олова в рудах других металлов и общие металлогенические особенности, характерные для редкometальных провинций.

Эти площади в большинстве случаев расположены между более перспективными районами (первой и второй очереди), но встречаются и вдали от них.

Территория, оконтуренная под перспективные площади третьей очереди, составляет около 100 тыс. км<sup>2</sup> или около 12% территории Центрального Казахстана.

Перспективные площади третьей очереди рекомендуются для первоочередного проведения на них комплексных геологопоисковых работ в м. 1 : 200 000.

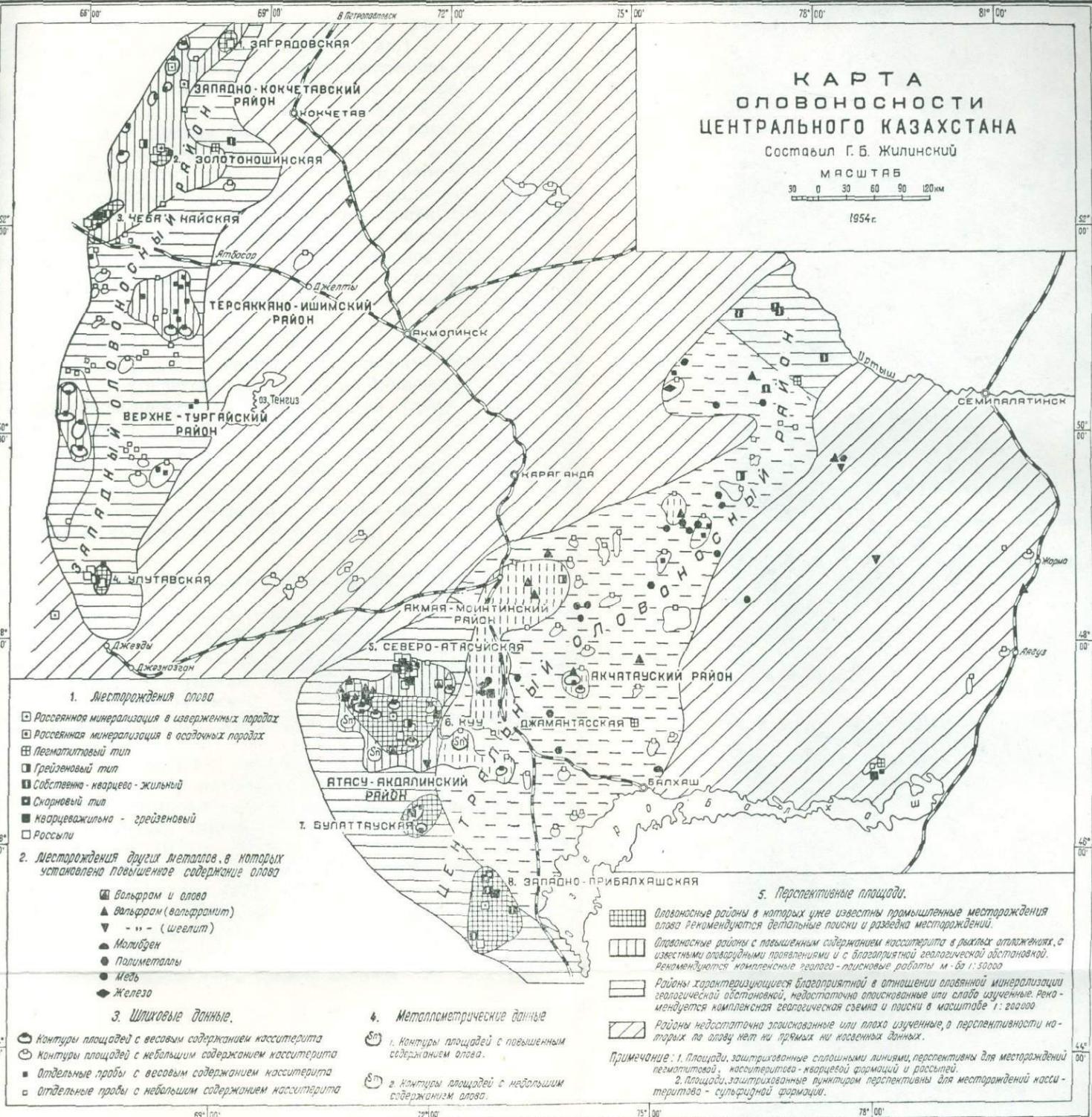
Таким образом, в пределах огромной территории Центрального Казахстана выделяются две обособленных оловоносных площади: западная (фиг. 1) и центральная. Характерной особенностью этих оловоносных площадей является то, что в западной — известны рудопроявления олова только касситеритово-кварцевого типа (формации) и там широко проявлена россыпная оловоносность, а в центральной оловоносной площади, протягивающейся с юго-запада на северо-восток, известны рудопроявления не только касситеритово-кварцевого типа и россыпи, но и сульфидно-касситеритовые (скарновый тип), причем в пределах этой площади широко проявлена редкometальная и полиметаллическая минерализация и олово обра-

**КАРТА  
ОЛОВОНОСНОСТИ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

Составил Г. Б. Жилинский

МАСШТАБ  
30 0 30 60 90 120 км

1954 г.



Фиг. 1.

зует здесь надкларковые концентрации в различных рудах (железо, медь, свинец, цинк, вольфрам и др.).

Вся остальная территория еще недостаточно геологически изучена или, по имеющимся данным, мало перспективна по олову; поэтому считается, что эта, большая часть Центрального Казахстана должна быть планомерно покрыта государственной геологической съемкой и поисками в м. 1 : 200 000.

Под комплексными геологопоисковыми работами понимаются такие, которые сопровождаются площадной металлометрией, шлиховым опробованием, магнитометрией, гравиметрией и применением других поисковых методов, включая электрофильтрование древних долин, картировочное бурение и поисковые горные выработки, в процессе которых уделяется одинаковое внимание всем полезным ископаемым, а не только одному олову.

К мало благонадежным районам в смысле перспектив оловоносности следует отнести всю северную золотоносную территорию от Кокчетава на западе до Башекуля на востоке и от Караганды на юге до Павлодара на севере и всю территорию Сарысу-Ишимского водораздела от Караганды на востоке до Джезказгана на западе (см. фиг. 1). В пределах этих мало перспективных площадей заслуживают внимания в смысле поисков олова лишь очень небольшие благоприятные в геологическом отношении участки, но они составляют очень малый процент всей этой площади.

## 1. Перспективные площади первой очереди

Всего нами выделено 8 перспективных площадей первой очереди. В порядке расположения с севера на юг эти площади следующие: Заградовская, Золотоношская, Чебанайская, Улутауская, Северо-Атасуйская, Куу-Джамантасская, Булаттауская, Западно-Прибалхашская.

Ниже дано краткое обоснование выделения каждой из этих площадей.

1. Заградовская перспективная площадь приурочена к Орлиногорскому гранитному массиву, в пределах которого в 1953 г. была установлена повышенная оловоносность элювиально-делювиальных отложений. В пределах этой перспективной площади в 1954 г. проводились поисково-разведочные работы. Несмотря на промпекторский характер работ, выполнившихся комбинатом «Средазолово», и ничтожно малые объемы здесь все же была разведана промышленная россыпь кассiterита (Орлиногорская) со средним содержанием около 400 г/м<sup>3</sup> и с запасами в 61,3 т. Россыпь была разведана только одной разведочной линией, причем осталась не оконтуренной

не только по площади распространения, но и по мощности. Поиски коренного источника кассiterита пока еще не производились.

Перспективы площади заключаются в возможности нахождения коренного месторождения олова и в несомненном увеличении запасов россыпей. Кроме того, здесь можно предполагать не одну, а несколько радиально расположенных россыпей.

2. Золотоношская перспективная площадь приурочена к юго-западному эндоконтакту одноименной гранитной интрузии раннекаледонского возраста. Ее площадь составляет около 300 км<sup>2</sup>. В пределах выделенной площади известно Князевское оловорудное проявление грэйзенового типа и Бериславская россыпь. Последняя, по последним данным разведочных работ, имеет очень сложное строение. Местами были встречены участки древней россыпи с высоким содержанием кассiterита (до 3 кг/м<sup>3</sup>). Кассiterит здесь установлен также и в третичных глинах и в коре выветривания гранитов (до 200 г/м<sup>3</sup>).

Характер кассiterита в сохранившихся древних россыпях сильно отличается от кассiterита, известного в рудопроявлениях близ с. Князевки. Это дает право считать, что основное рудное поле месторождения еще не обнаружено. Кроме того, возможно, что в этом районе могут быть встречены более выдержаные древние россыпи. На всей оконтуренной площади кассiterит в современных речных отложениях присутствует в весовых содержаниях. Район в геоморфологическом отношении очень сложен и обычные методы поисков здесь мало эффективны. Для поисков коренных месторождений рекомендуется метод площадной металлометрии, а для поисков древних россыпей — электропрофилирование и шлиховой метод с отбором проб из шурfov и скважин.

Предполагаемые типы коренных месторождений олова — грэйзеновый и кварцево-жильно-грэйзеновый, возможен и кварцево-турмалиновый.

3. Чебанайская перспективная площадь расположена на правобережье р. Ишим, в районе одноименного гранитного массива позднекаледонского возраста. Оконтуренная территория занимает около 1500 км<sup>2</sup>. В пределах этой площади известно два коренных рудопроявления олова (Чебанайское и Дальнее) и большое количество россыпей, из которых две (лог № 3 и лог № 15) имеют промышленное значение. Кроме того, в этом районе широко проявлены турмалинизация, грэйзенизация и окварцевание. В современных и третичных отложениях района кассiterит встречается повсеместно.

Район перспективен в смысле возможного открытия коренных месторождений олова и древней россыпи. Все известные

здесь рудопроявления олова являются второстепенными по отношению к тем, за счет которых образовались россыпи. Типоморфные особенности кассiterита в россыпях и в рудопроявлениях различны, и это дает повод утверждать, что основные рудные месторождения, если они не были полностью эродированы, что мало вероятно, еще не открыты.

Так, например, кассiterит в россыпи лога № 15 преимущественно крупный (2—5 мм), изометричной формы и характерного красного цвета. В известных рудопроявлениях (Чебанайское, Дальнее) кассiterит совершенно другого облика (черного цвета и в форме узких дипирамидальных кристаллов, коленчатых и крестообразных двойников). Красный хорошо окатанный кассiterит характерен только для россыпи лога № 15. В других долинах кассiterит здесь такого облика не встречается.

В логу № 15 под мощной толщей третичных глин была вскрыта богатая древняя россыпь с исключительно высокими содержаниями кассiterита (до 16 кг/м<sup>3</sup>). Коренной источник этой россыпи не найден и, судя по окатанности зерен кассiterита, его следует искать в 3—5 км выше разведенного профиля долины.

Предпосылкой к открытию второго коренного месторождения олова в этом районе является факт нахождения нами в 1952 г. глыбы рудной брекции с крупной вкрапленностью кассiterита. Эта глыба была найдена в плотике отработанной части россыпи лога № 3 и является перемещенной. Судя по текстурным особенностям глыбы и ее составу, это рудное месторождение должно представлять собой мощную минерализованную зону дробления. В районе имеются основания и к открытию других древних россыпей, а также оловоносных участков древней коры выветривания. Такая кора с содержанием кассiterита до 1000 г/м<sup>3</sup> была в 1952 г. обнаружена нами в верховьях лога № 3.

Район и по общим геологическим признакам очень перспективен, но и труден для детализации, так как на значительных пространствах закрыт наносами, задернован и покрыт пашнями, лугами и березовыми рощами. Рельеф района слаженный, почти равнинный.

Поисковые работы на олово здесь могут быть успешными только при условии проведения детальной площадной металлометрии, детального шлихового опробования с горными выработками и картировочного бурения.

Металлометрия в данном случае необходима только для рудных поисков, ибо шлиховой метод здесь трудно применить из-за широкого распространения мощных почвенных образований и по причине отсутствия воды (р. Ишим протекает в

10 км от участка предполагаемых поисковых работ). Металлорудная в таких условиях выгоднее экономически и результативнее щлихового метода. Кроме того, для картирования зон разломов и древних долин необходимо широко использовать геофизические методы поисков.

Следует подчеркнуть, что этот район, как и Заградовский, самый перспективный из всех первоочередных районов. Здесь возможны месторождения грейзенового, кварцевожильного, грейзенового и касситеритово-кварцитового типов, а также древние россыпи.

4. Улутауская перспективная площадь расположена в западной части Улутауских гор. Ее территория равна 750 км<sup>2</sup>. На этой площади известно несколько аллювиально-пролювиальных россыпей и рудных точек с убогой оловянной минерализацией.

Перспективность этого района определяется следующими данными.

а. В районе известны россыпи, но не выявлены коренные источники касситерита.

б. Известные рудопроявления олова заведомо бесперспективны и не могли дать этих россыпей, потому что в последних касситерит иногда очень крупный (конусы выноса в долину р. Нагорбекдара), а в рудопроявлениях очень мелкий.

в. Несмотря на предпринятые попытки до сего времени ни одна россыпь не разведана на всю мощность до плотика коренных пород. Не исключена возможность открытия древней россыпи, залегающей на этом плотике под мощной толщей третичных глин.

г. Имеются исторические сведения об оловоносности Улутау («Книга Большому Чертежу», 1627 г.).

д. Общая благоприятная для оловорудных проявлений геологическая обстановка в районе.

е. Повсеместное распространение касситерита в щлихах из аллювия, причем во всех пробах, взятых с оконтуренной площади, касситерит содержится в весовых количествах.

Основными поисковыми методами для этой площади могут быть рекомендованы щлиховое опробование, обломочно-речной метод и геофизические. Для поисков древних россыпей можно рекомендовать электроразведку и бурение.

Улутауский оловоносный район имеет много специфических геологических особенностей и отличается своеобразной металлогенией. Этот район всегда считался интересным только в отношении медной и железо-марганцевой минерализации, а также бокситов. Полиметаллы (свинец), молибден и олово в этом районе открыты сравнительно недавно, причем специальных поисков этих полезных ископаемых в Улутау почти не

велось. Район слабо освещен металлометрическими работами и шлиховым опробованием. Из этого можно заключить, что все предыдущие геологопоисковые работы проводились здесь односторонне и рудопроявления редких металлов и олова при этих работах могли быть пропущены.

Сказанное в отношении недостаточной изученности района и уже известные проявления оловоносности дают основание считать район потенциально перспективным на олово, хотя надежды на открытие здесь промышленных месторождений олова мало. Сейчас представляет большой интерес детальное изучение металлогении Улутауского района, так как здесь, по западной окраине Центрального Казахстана, намечается одна из древнейших оловоносных металлогенических провинций описываемого региона. Поэтому наряду с общим расширением комплексных геологических исследований и поисков в Улутауском районе можно рекомендовать провести в ближайшее время специальное тематическое изучение его металлогении.

5. Северо-Атасуйская перспективная площадь расположена в пределах Сарытауского гранитного массива. Ее территория равна 80 км<sup>2</sup>. На этой территории разведано большое количество небольших современных россыпей, но коренные источники кассiterита не выявлены. Попытка связать образование Северо-Атасуйских россыпей с участками измененных гранитоидов не соответствует масштабам россыпей. Ни на одном из четырех разведывавшихся участков гранитоидов кассiterит не был установлен макроскопически или даже под микроскопом, в то время как в россыпях кассiterит довольно крупный и его типоморфные особенности не характерны для акцессорного кассiterита. На шлиховой карте м. 1 : 500 000 этот район показан площадью весовых содержаний кассiterита в аллювии.

Кроме того, для Северо-Атасуйского района еще окончательно не решен вопрос о древних («погребенных») россыпях, потому что проведенные поиски древних россыпей здесь заведомо отрицательных показателей не дали; кроме того, Н. М. Киселев, детально изучавший геоморфологию бассейна р. Атасу в связи с проблемой россыпей, считает, что древняя россыпь должна быть в долине Праатасу, т. е. на 3—4 км ниже разведывавшегося участка.

Касаясь оценки этого района, необходимо отметить очень широкое площадное распространение оловоносности рыхлых отложений в пределах западной части Кызылтау-Сарытауского гранитного массива. Также обращают на себя внимание широкое площадное развитие мелких рудопроявлений олова в этой части массива (грейзенизации, тонкие прожилки с кассiterитом и т. п.) и значительная его эродированность. Повидимому,

здесь некогда были и более крупные коренные месторождения олова, которые в настоящее время в значительной мере уже эродированы. В этой связи чрезвычайно интересно выяснить историю развития современной поверхности и установить древние пути сноса обломочного материала с целью предпринять попытки к отысканию древних аллювиальных или остаточных (в коре выветривания) россыпей. То, что разведывалось в Тельжанском логу, не может быть названо древней аллювиальной россыпью потому, что характер отложений не соответствует тем, которые должны быть в древних речных долинах. Здесь следует ожидать концентрации кассiterита не в типичных аллювиальных отложениях древних долин, а в верховьях таких долин, выполненных плохо окатанным и грубо отсортированным обломочным материалом (глины с дресвой гранитов).

Что касается современных россыпей, то возможность увеличения в них запасов, повидимому, мало вероятна. Некоторые из них можно рекомендовать для механизированной отработки.

В пределах Северо-Атасуйского района рекомендуется проведение комплексных поисковых работ с обязательным применением площадной металлогеодезии и детального шлихового опробования. Ожидаемые типы месторождений олова: грейзеновый, кварцевожильно-грейзеновый или собственно-кварцевожильный. Россыпи могут быть третичные (в так называемых третичных элювиально-делювиальных глинах), или более древние (мезозойская кора выветривания оловоносных гравитонов).

б. Куу-Джамантасская перспективная площадь расположена в треугольнике между месторождениями Шалгия, Ю. Атасу и Караоба и составляет около 5 тыс. км<sup>2</sup>. Основанием для отнесения этой площади к первоочередным по степени поисковой надежности являются следующие данные.

а. В пределах оконтуренной площади распространены многочисленные рудопроявления олова, вольфрама и молибдена, причем некоторые из них весьма крупны (Шалгия, Караоба) и имеют большое промышленное значение.

б. На шлиховой карте м. 1 : 500 000 здесь показано несколько относительно небольших площадей с весовым содержанием кассiterита в рыхлых отложениях.

в. Имеются небольшие россыпи кассiterита (Сарыадыр, Серекекрылган, Бузгаульген и др.), коренные источники которого не установлены.

г. Общая благоприятная для оловорудных проявлений геологическая обстановка в районе (большое число рудоносных герцинских интрузий, широкое проявление грейзенизации,

окварцевания и т. п., большие поля жильных пород, редкометальный металлогенический профиль района и т. п.).

д. Наличие в этом районе нескольких металлометрических ореолов с повышенным содержанием олова в элювии.

е. Недостаточная описанность экзоконтактов интрузий и межинтрузивных пространств.

ж. Благоприятная экономика района наряду с его перспективностью по редким металлам.

В пределах Куу-Джамантасской перспективной площади известны оловорудные проявления различных генетических типов; поэтому при поисках нужно ориентироваться на уже известные типы рудопроявлений. Здесь возможны и другие генетические типы месторождений, такие, как касситеритово-турмалиновый, сульфидно-касситеритовый и т. п. В западной части района в окрестностях гранитного массива Куу есть некоторые предпосылки к открытию остаточных накоплений касситерита в древней коре выветривания оловоносных гранитов. В восточной части района могут быть выявлены месторождения олова сульфидной формации.

В качестве основных поисковых методов могут быть рекомендованы шлиховой и металлометрический с необходимыми объемами горных выработок и бурения.

В целом Куу-Джамантасский оловоносный район, несомненно, представляет интерес в смысле возможностей расширения его перспектив по олову. Здесь на сравнительно небольшой площади мы имеем многочисленные рудопроявления олова, много россыпных месторождений олова и месторождений других сопутствующих олову металлов.

В этом же районе широко распространены интрузии герцинских гранитов, часто зараженных редкометальной минерализацией. Район характеризуется отчетливо выраженной редкометальной металлогенией, и это выдвигает его на одно из первых мест по перспективам на олово. Тезис о якобы хорошей описанности и геологической изученности района тоже не выдерживает критики.

К сказанному следует добавить, что район с малой детальностью описан геофизическим и шлиховым методами. Некоторые рудопроявления олова и россыпи касситерита, даже открытые еще в 1937 г. (Сарыадыр), почти совершенно не изучены. Из числа других месторождений олова некоторые были забракованы без достаточно детального изучения (З. Атасу и Ю. Атасу).

Месторождение Ю. Атасу хотя и разведывалось различными организациями, но до сего времени окончательной оценки не имеет. Опытные работы по добыче руды и концентратов, проведенные «Средазоловом» в 1952—1954 гг., дали положи-

тельные результаты. Были получены кондиционные оловянные концентраты, причем процент извлечения был высоким, а среднее содержание в руде подтвердило разведочные данные. Месторождение разведывалось преимущественно бурением, которое для типа южно-атасуйских руд (сложные гнезда и линзы кварца и грейзенов) не эффективно. Горными выработками оно разведано очень слабо, причем данные канавных и подземных работ положительны, а бурения — отрицательны.

По нашему мнению, в описываемом районе крупных оловянных месторождений может и не быть; однако вероятно, что здесь могут быть выявлены новые средние и мелкие промышленные объекты.

Исходя из такой оценки района можно рекомендовать:

а. Проведение более детальных комплексных геофизических поисков (особенно металлометрических съемок) вблизи уже выявленных оловоносных площадей и в других наиболее благоприятных участках района.

б. Детальное геоморфологическое изучение окрестностей оловоносных участков (с качественным проведением детального шлихового опробования) с целью поисков современных и древних россыпей.

в. Тематическое изучение промышленно-перспективных месторождений (Ю. Атасу) с целью выяснения частных особенностей выявленных типов оловянной минерализации.

г. Ревизию известных в районе месторождений на олово, особенно тех из них, которые считаются чисто сульфидными.

д. Попутное опробование на олово древней коры выветривания гранитов и мезо-третичных глин.

Поиски на олово, повидимому, необходимо прежде всего направлять к югу и к юго-западу от известных оловянных месторождений, где по общим геологическим предпосылкам можно рассчитывать на успех. При поисках необходимо иметь в виду главным образом известные в этом районе типы месторождений, из которых наиболее перспективны комплексные оловянно-вольфрамовые (типа Караобы).

7. Б у л а т т а у с к а я перспективная площадь расположена в Бетпакдале в районе одноименных гор и равна 1500 км<sup>2</sup>. На этой площади находится ныне разведываемое комплексное оловорудное месторождение Ю. Булаттау; кроме того, вблизи этого месторождения, по данным шлихового опробования, отмечено несколько разобщенных контуров с весовым содержанием кассiterита в современных рыхлых отложениях. Район этот имеет сложное геологическое строение и своеобразную металлогенцию (олово, свинец, золото, молибден). Значительные пространства его закрыты современными отложе-

ниями; поэтому поиски проводить здесь очень трудно. В этих условиях уже полученные практические результаты следует считать обнадеживающими и район в целом перспективным.

Из оловорудных месторождений здесь могут быть встречены типичные представители всех генетических формаций; поэтому ориентировать поиски только на известный уже в районе тип месторождений (Ю. Булаттау) было бы неправильно. В этой связи необходимо подчеркнуть, что район расположен на стыке двух региональных металлогенических провинций. Здесь вполне возможны оловорудные проявления сульфидно-кассiterитового типа, для которых в условиях Бетпакдалы шлиховой метод поисков мало эффективен. Поэтому всякие поиски здесь, кроме шлихового опробования, должны сопровождаться и металлометрией. Геологическое картирование без картировочного бурения и геофизических методов, учитывая требования детальности работ, здесь вряд ли везде возможно.

8. З а п а д н о - П р и б а л х а ш с к а я перспективная площадь расположена в районе Майкульского и Каибского гранитных массивов и составляет около 400 км<sup>2</sup>. На этой территории известно большое число оловорудных месторождений и признаков оловоносности (Майкуль, Шолпац, Шакшагайлы, Карагунгур и др.). Кроме того, здесь же расположены многочисленные вольфрамовые (Кенгкиик, Байхатын, Каракамыш), молибденовые (Бельчи и др.), свинцовые и другие месторождения; характерно то, что оловянная минерализация в этом районе проявляется вполне самостоятельно и в большом разнообразии генетических типов. Район имеет сложное геологическое строение, местами сильно закрыт и относится к трудноизучаемым. Поэтому результаты проведенных в этом районе геологопоисковых работ м. 1 : 200 000 и 1 : 100 000 нельзя считать исчерпывающими. Весь этот район заслуживает первоочередного геологопоискового изучения в м. 1 : 50 000. Для этого в имеющихся условиях совершенно необходимо использование всех поисковых методов, включая геофизические методы и картировочное бурение. Особенно эффективным для Западного Прибалхашья оказался метод металлометрии, которым было открыто большинство известных здесь месторождений. Этот метод необходимо применять и в дальнейшем, особенно потому, что на олово шлиховой метод здесь мало полезен по двум причинам: 1) отсутствует хорошо выраженная гидросеть и плохо выражены пути транспортировки рыхлого материала и 2) имеются месторождения сульфидно-кассiterитовой формации (Карагунгур), в которых кассiterит находится в мелкодисперсном состоянии и при шлиховом опробовании не улавливается.

Объективный анализ фактических данных может привести лишь к тому выводу, что район Западного Прибалхашья является одним из числа заведомо перспективных в отношении рудопроявлений олова. Однако характер оловянной минерализации и геологическая обстановка в районе таковы, что преобладают небольшие по запасам и относительно бедные по содержанию месторождения. Это не исключает возможности открытия отдельных более крупных месторождений. К сожалению, для оценки района в отношении россыпной оловоносности фактических данных совершенно недостаточно. Исходя же из общих соображений, пока нет оснований относиться к этой проблеме оптимистически.

Наиболее перспективными по оловоносности следует считать восточные и северо-восточные, а также северные участки района и, в частности, северо-восточный экзоконтакт Каинского массива. Для южных, юго-западных и западных участков района проявления оловянной минерализации не характерны. В этих местах намечается несколько иная металлогенезия, менее благоприятная для олова. В частности, здесь в заметном количестве проявляется молибденовое и золотое оруднение.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что условия для поисковых работ в Западном Прибалхашье очень неблагоприятны. Основной метод поисков оловянных месторождений — шлиховой здесь себя не оправдывает. Огромные пространства района закрыты новейшими рыхлыми отложениями и задернованы. Район очень беден водой. Все это сильно затрудняет поиски. Для быстрейшего выявления в этом районе новых месторождений можно рекомендовать проведение детальных геологосъемочных и геологопоисковых работ с обязательным применением комплексных геофизических методов.

## 2. Перспективные площади второй очереди

К этой категории перспективных площадей нами относятся районы Западно-Кокчетавский, Терсаккано-Ишимский, Верхне-Тургайский, Атасу-Акдалинский, Акмая-Ортауский, Акчатауский

Все эти районы либо непосредственно примыкают к перспективным площадям первой очереди, либо удалены от них, но характеризуются явными признаками проявления оловоносности. К числу таких явных признаков, в частности, относятся данные шлихового и металлометрического опробования с указаниями на весовые содержания кассiterита или на повышенное содержание олова в рыхлых отложениях. Ниже дано

краткое обоснование выделения этих перспективных площадей.

1. Западно-Кокчетавский район простирается пятидесятикилометровой полосой по правобережью р. Ишим, от пос. Есиль на юге до пос. Заградовки на севере. В пределах этой обширной территории, площадью около 18 тыс. км<sup>2</sup>, находятся три перспективных площади первой очереди (Заградовская, Золотоношская и Чебанайская) и много пунктов с повышенным содержанием кассiterита в аллювии. Границами района являются границы распространения кассiterита в аллювии, отмеченные на шлиховой карте м. 1 : 500 000. На этой территории широким распространением пользуются допалеозойские и раннекаледонские заведомо оловоносные интрузии. Район сильно задернован и на значительных площадях покрыт пашнями или лесами и поэтому труден для поискового обследования. Этим только и можно объяснить сравнительно малое количество выявленных в его пределах месторождений. Район особенно перспективен по россыпям, и на поиски россыпей (особенно древних) необходимо обратить здесь главное внимание.

2. Терсаккано-Ишимский район расположен к юго-западу от ст. Атбасар, на междуречье Терсаккан — Ишим. Район оконтурен по площади устойчивого распространения кассiterита в аллювии, причем здесь зафиксировано несколько проб с весовым содержанием этого минерала.

Геологическое строение района вполне не выяснено, потому что вся его площадь сильно задернована. Предположить привнос кассiterита извне нет никаких оснований, ибо в соседних районах он шлиховым опробованием не установлен. Повидимому, под современными наносами обнажаются оловоносные граниты и в них могут быть встречены интересные в промышленном отношении оловорудные месторождения. Кроме того, здесь могут быть обнаружены древние аллювиальные россыпи, а также древняя кора выветривания гранитов (или иных пород) с высоким содержанием кассiterита. Поисковое изучение этого района следует проводить с широким применением металлометрии и геофизических методов. Особенно необходимы здесь большие объемы картировочного и поискового бурения.

3. Верхне-Тургайский район расположен узкой полосой, вытянутой в меридиональном направлении вдоль западной границы Центрального Казахстана. Площадь района равна 5000 км<sup>2</sup>. В пределах этой площади в нескольких местах установлены весовые содержания кассiterита в аллювии и широко распространены раннекаледонские гранитные интрузии. Коренныхрудопоявлений в этом районе пока не уста-

новлено, но большое количество небольших гранитных интрузий, находящихся в начальной стадии эрозии, и широкое проявление грейзенизации создают благоприятные условия для проведения поисков. Здесь могут быть открыты и древние россыпи и остаточные накопления кассiterита в древней коре выветривания гранитов.

Район этот очень плохо обнажен и труден для поисков; поэтому успешное проведение геологопоисковых работ здесь вряд ли возможно без применения геофизических методов и, в частности, металлометрии.

4. Атасу-Акделинский район охватывает почти всю Атасуйскую редкометальную провинцию и включает в себя две перспективные площади первой очереди (Северо-Атасуйскую и Кую-Джамантасскую). Перспективность этого района вполне очевидна из того, что здесь уже известно много разнообразных месторождений олова и других редких металлов и, кроме того, имеются еще не изученные ореолы повышенного содержания олова и кассiterита в элювии и аллювии. Площадь этого района составляет около 1500 км<sup>2</sup>, а вместе с перспективными площадями первой очереди около 3 тыс. км<sup>2</sup>. Контуры района, рекомендуемого для проведения комплексных геологопоисковых работ м. 1 : 50 000, в основном определены по результатам площадного шлихового и металлометрического опробования.

5. Акмая-Ортауский район почти примыкает с востока к предыдущему и широкой полосой протягивается в меридиональном направлении от месторождения Акмая на севере до ст. Киик на юге.

Этот район выделен нами в число перспективных по причине повсеместного распространения кассiterита в аллювии, причем на многочисленных участках (особенно в южной части) отмечены даже весовые содержания кассiterита в шлиховых пробах. На территории этого района уже известны небольшие месторождения олова (Южное, Ушбулак, Ортатай и др.). Все эти месторождения относятся к типу оловоносных скарнов (сульфидно-кассiterитовая формация) и были открыты при проведении площадных металлометрических работ. Следует еще раз подчеркнуть, что россыпная оловоносность для этого района совершенно не характерна и ее практически не должно быть, потому что этот район перспективен по оловянным месторождениям сульфидно-кассiterитового типа, не благоприятного для образования россыпей. Олово в этом районе тесно ассоциирует с полиметаллами и в заметном количестве присутствует во всех свинцово-цинковых месторождениях (Кызылэспе, Акчагыл). В этих специфических условиях даже ничтожное содержание кассiterита в аллювии

приобретает ценное поисковое значение и может служить доказательством наличия в районе сульфидно-касситеритовых, иногда важных в промышленном отношении, месторождений. Для многих месторождений наиболее эффективным методом поисков является метод площадной металлометрической съемки, который дает хорошие результаты и на олово.

Акчатауский район расположен к востоку от вышеописанного и выделен нами в число перспективных на основании результатов шлихового опробования, а также исходя из общей благоприятной для проявлений оловорудной минерализации геологической обстановки района. Здесь на значительном пространстве к юго-западу от месторождения Акчатау установлены весовые содержания касситерита в аллювии. На месторождении Акчатау в вольфрамовых рудах встречается касситерит. В районе широко представлены малые интрузии герцинских гранитов, сопровождающиеся интенсивной грязеизализацией и окварцеванием. Все это, а равным образом и экономические соображения (близость Акчатау), определяет данный район как один из объектов для комплексного геологического изучения в м. 1 : 50 000 (второй очереди).

В целом перспективные площади второй очереди представляют несомненный интерес для поисков, так как в пределах этих же площадей, кроме некоторых перспектив на олово, имеются многочисленные проявления вольфрамовой, молибденовой, свинцовой, цинковой, медной и другой минерализации. Поэтому геологопоисковые работы должны быть обязательно всесторонне комплексными.

### 3. Перспективные площади третьей очереди

В эту категорию перспективных площадей выделены районы, относимые нами к потенциально оловоносным, но еще недостаточно геологически изученным или плохо опробованным. Они, как это уже отмечалось, рекомендуются для проведения первоочередных комплексных геологопоисковых работ с детальностью м. 1 : 200 000. При этом предполагается, что в качестве основных поисковых методов будут широко использованы шлиховое опробование долин и площадная металлоаметрия.

В основном в качестве перспективных площадей третьей очереди выделяются два довольно обширных района: западный, протягивающийся вдоль Тургайской равнины от Джезказгана на юге до Петропавловска на севере, и Центральный, протягивающийся широкой полосой в северо-восточном направлении от Бетпакдалы на юге до Иртыша на севере.

1. Западный оловоносный район характеризуется развитием оловорудных проявлений в основном кассiterитово-кварцевой формации и полным отсутствием оловорудных проявлений других генетических типов. Здесь также имеют место многочисленные россыпные месторождения олова, и касситерит пользуется широким распространением в современных и древних рыхлых отложениях. Оловоносность этого района генетически связана с самыми ранними этапами интрузивной деятельности (допалеозойские и каледонские граниты), причем почти все интрузии здесь ориентированы вдоль главных структурных линий, обусловленных меридиональным простиранием складчатых структур («Уральское» направление складчатости). Район этот резко отличается от Центрального и по другим геологическим признакам (стратиграфия, вулканизм, металлогенез и т. п.), о чем уже было сказано выше.

Ввиду особенностей и характера его оловорудных проявлений этот район перспективен главным образом на россыпи, среди которых могут быть выявлены различные генетические типы (древние погребенные россыпи, оловоносные третичные конгломераты, оловоносная древняя кора выветривания, прибрежно-морские, третичные элювиальные и т. п.). Поэтому при геологопоисковом изучении в м. 1 : 200 000 шлиховой метод должен быть главным поисковым методом на олово, а металлометрия должна применяться только выборочно для детализации наиболее закрытых перспективных участков, главным образом для поисков рудных тел.

2. Центральный оловоносный район во всех отношениях отличается от Западного. У него совершенно иные геологические особенности и соответственно иная металлогенез (см. выше). Оловоносность его отчетливо выражена. Здесь известно большое количество оловорудных проявлений весьма разнообразных генетических типов. Характерно, что месторождения кассiterитово-кварцевой формации развиты только в самой южной части района (Бетпакдала, Западное Прибальхашье) и встречаются на крайнем северо-востоке (Прииртышье). Поэтому и россыпные месторождения олова известны только в районах Бетпакдалы. На всей остальной территории района имеются оловорудные проявления только сульфидно-кассiterитовой формации (оловоносные магнетитовые и сульфидные скарны), и олово является довольно обычной примесью в рудах других металлов (свинца, цинка, меди, железа и т. д.). Поэтому россыпи для этой части района не характерны, что заставляет нас с большим вниманием относиться к данным уже установленного присутствия касситерита в шлихах. Эти особенности металлогенеза олова в Центральном районе дают основание выдвинуть его также в число потенци-

ально перспективных по олову, потому что известно, что сульфидно-кассiterитовые месторождения олова в других районах страны имеют большое промышленное значение. Геологические предпосылки для поисков таких месторождений здесь как будто благоприятны. Сульфидно-кассiterитовые месторождения обычно характерны для молодых металлогенических провинций и бывают связаны с умеренно кислыми неглубокими интрузиями. Здесь мы имеем проявления самых последних этапов интрузивной деятельности (permские граниты), широкое распространение малых интрузий умеренно кислого состава (гранодиориты). А главное здесь установлена тесная геохимическая связь олова с полиметаллами и уже известны примеры месторождений сульфидно-кассiterитовой формации (Караунгур, Ушбулак, Южное, Артатау и др.).

Необходимо только учитывать, что в других районах Советского Союза главную промышленную ценность имеют не скарновые месторождения этой формации, а собственно-сульфидные (галенитово-сфалеритовые), турмалиново- и хлоритово-сульфидные месторождения. Поиски таких месторождений обычными методами (шлиховой) затруднены. Для этого района, кроме того, может быть рекомендована ревизия всех полиметаллических, свинцовых, медных и железных руд на олово.

Необходимо учесть, что наиболее перспективные типы сульфидно-кассiterитовых месторождений в Центральном Казахстане мало вероятны; поэтому основная ориентация при поисках должна быть сделана не на эти месторождения, а на менее перспективные типы оловоносных скарнов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чтобы правильно подойти к оценке результатов прогнозных работ на олово, мы позволим себе сослаться на высказывания С. С. Смирнова. В статье «К оценке оловоносных районов» (1941 г.) критериями для отнесения того или иного района к числу оловоносных С. С. Смирновым выдвигаются три аргумента: 1) региональное распространение оловорудных проявлений, 2) более или менее значительный или во всяком случае вполне ощутимый процент выхода промышленно интересных объектов и 3) региональная зараженность оловом других рудных скоплений. Из этих данных, в сумме достаточных для отнесения района к числу оловорудных, в Центральном Казахстане нет самого главного — ощутимого процента выхода промышленных оловянных месторождений. Кстати отметим, что С. С. Смирнов еще в то время (1941 г.) относил Центральный Казахстан, как и Северный Кавказ, Закавказье, Урал и Среднюю Азию, к числу неоловоносных районов. Об этих районах

он писал: «очевидно, есть серьезные основания считать, что все эти районы не являются оловорудными в подлинном смысле слова». Однако С. С. Смирнов не рекомендовал прекращать оловопоисковые работы в районах, не отвечающих понятию о настоящем оловорудном районе, потому что «тонна олова, разведанного в ближних хорошо освоенных районах, таких, например, как Кавказ, Казахстан и др., стоит нескольких тонн, разведенных в отдаленных районах северо-востока. Возможность же обнаружения единичных неплохих оловянных месторождений на Кавказе, в Центральном Казахстане и в других районах с широким развитием гранитоидов, разумеется, вполне реальна. Не следует только, как уже указывалось, на основании подобных единичных находок создавать преувеличенные оценки перспектив». Это последнее замечание С. С. Смирнова вполне резонно. Им следует руководствоваться и сейчас при оценке перспектив оловоносности Центрального Казахстана.

Анализ истории геологического развития Центрального Казахстана и особенностей его металлогенеза дает основание считать этот регион переходной зоной от наиболее древних геосинклинальных областей, заведомо не оловоносных (Урал), к более молодым подвижным зонам с широкими проявлениями оловоносности (Калба-Нарым, Забайкалье). Почти аналогичное место в этом отношении в общей металлогенезе занимают и соседние районы Средней Азии (Джунгария, Тяньшань и Памир).

Если искать аналогов Центрального Казахстана по оловоносности в других континентах, то можно обратить внимание на такие крупные металлогенические провинции, как Северная Африка и Северная Америка, особенно первая из них. В Северной Африке (Египет, Марокко) редкометальная металлогенеза, как и в Центральном Казахстане, связана в основном с герцинским магматизмом. Там тоже известны промышленные месторождения вольфрама, но до самого последнего времени не было известно промышленных месторождений олова.

Северная Америка, хотя и входит западной половиной в Тихоокеанский рудный пояс — главную оловоносную провинцию мира, все же не имеет крупных оловорудных месторождений. Небольшие месторождения, известные на Аляске и в Канаде, не меняют существа дела.

Все сказанное выше дает основание считать Центральный Казахстан особой, своеобразной металлогенической провинцией, роль олова в которой по сравнению с восточными районами страны очень мала. Поэтому в Центральном Казахстане уверенно можно рассчитывать только на сравнительно небольшие месторождения олова.

Основываясь на изложенных в данной работе материалах, можно сделать следующие выводы.

1. Центральный Казахстан — второстепенная по олову провинция. Здесь перспективы по чисто оловянным месторождениям сравнительно невелики, но все же олово может иметь промышленное значение в большом числе небольших россыпных и рудных месторождений. Более перспективны здесь комплексные олово-вольфрамовые месторождения типа Караобы.

2. Рекомендуемые перспективные районы первой очереди должны быть комплексно опрошены и геологически изучены с детальностью м. 1 : 50 000 прежде всего. Только после проведения этих первоочередных работ возможно внесение некоторых корректировок в оценку оловоносности этого региона.

3. Необходимо усовершенствовать методику шлихового опробования применительно к условиям Центрального Казахстана. Практика показывает, что поисковые работы шлиховым методом проводятся в Центральном Казахстане далеко не совершенным способом. Замечания к этому заключаются в следующем.

а. При шлиховом опробовании не регистрируются и затем при интерпретации не используются данные об условиях пробоотбора; поэтому на шлиховых картах приводятся несопоставимые данные, а известно, что условия пробоотбора сильно влияют на оценку результатов;

б. Шлиховые карты составляются без геоморфологической нагрузки, что тоже затрудняет оценку поисковых данных;

в. Пробоотбор по заданной сетке без учета условий опробования, широко распространенный в Центральном Казахстане, совершенно не допустим; такой метод в лучшем случае повторяет (в ее худшем выражении) площадную металлометрию;

г. Не опробуются глинистые и крупногалечные фракции третичных и мезозойских отложений (кора выветривания, третичные глины, конгломераты);

д. При шлиховом опробовании не производится детальное изучение шлихов, отсутствует характеристика кассiterита, сростков, минералов-спутников;

е. Промывка производится не в долбленах лотках, а в лотках, сколоченных из досок, и в стационарных условиях, что приводит к засорению проб и искажает результаты опробования;

ж. Россыпи разведываются методически не совсем правильно, что ведет к удорожанию работ и к некоторому искажению результатов; линии шурfov задаются по диагонали и даже вдоль россыпей; россыпь, как правило, полностью не оконтуривается;

4. Необходимо рекомендовать проведение ревизии на олово некоторых полиметаллических и железных месторождений скарновой формации (Мурзачеку, Кызылэспе, Акчагыл, Карагайлы и др.).

5. Необходимо попытаться однозначно решить проблему россыпей.

Различные аспекты этой проблемы неоднократно обсуждались в периодической печати.

Особенно много уделялось внимания древним россыпям, так как современные относительно хорошо изучены и больших перспектив не имеют.

Предполагается, что древние россыпи должны представлять больший практический интерес, потому что Центральный Казахстан в мезо-кайнозое находился иногда в благоприятных для образования россыпей условиях (жаркий и влажный климат, интенсивный размыв рудных полей).

Внимательное изучение фактических данных показывает, что на северо-западе и западе Центрального Казахстана (Улутау, Ишим) вполне вероятна возможность нахождения таких россыпей, фрагменты которых уже установлены в районе Дальнего и Князевки.

На остальной территории Центрального Казахстана, и в том числе в Бетпакдале, древние россыпи вряд ли будут иметь промышленное значение, так как в этих районах современная гидросеть совпадает с древней (на севере была перестройка в результате подпора покровным оледенением), а это значит, что аллювий таких долин перемывался в течение всего кайнозоя (70 млн. лет) и касситерит вряд ли мог в нем сохраниться. Кроме того, в этих районах древний аллювий сильно водоносен и залегает на большой глубине. Практический интерес здесь могут представлять, повидимому, только такие россыпи, которые залегают на увалах или водоразделах.

Первоочередным объектом изучения и освоения в Центральном Казахстане должны явиться современные россыпи касситерита, большей частью очень небольшие, с запасами в 5—10—20 и максимум до 100 т.

6. Желательно проведение в ближайшее время детальных тематических работ по изучению конкретных оловянных объектов (Ю. Атасу, Орлиногорское, Ишимские россыпи и др.).

В заключение необходимо отметить, что данная сводка по оловоносности Центрального Казахстана является первым рабочим вариантом карты прогнозов на олово.

В связи с расширением и постоянным совершенствованием поисковых работ будут накапливаться новые фактические данные, которые, возможно, дадут основание к пересмотру некото-

рых выводов, но вряд ли они могут изменить принципиальную оценку перспектив того или иного района. В этом отношении показательным примером является выделение Заградовской перспективной площади. Когда прогнозная карта заканчивалась и перспективные площади были уже определены, впервые стало известно о перспективной оловоносности этого участка. Оказалось, что этот новый оловоносный участок был открыт на перспективной оловоносной площади второй очереди. Подтверждение прогнозов находкой Заградовского месторождения (Орлиновская россыпь) дало основание выделить здесь небольшую перспективную площадь первой очереди. Следовательно, в результате новых данных перспективную площадь второй очереди представилось возможным перевести в категорию более перспективных, т. е. первой очереди. Такие изменения в дальнейшем возможны и в пределах других перспективных площадей. Эти изменения необходимо рассматривать как уточнение первоначально сделанных выводов, а не как принципиальное изменение оценки.

Кроме того, уже после завершения всех работ по прогнозам были открыты новые россыпи кассiterита в горах Улутау и рудопроявления олова в долине р. Биштомак. Эти и другие открытия последнего времени были сделаны на перспективных площадях, рекомендованных под первоочередные поиски, что может служить подтверждением правильности сделанных ранее научных выводов и практических рекомендаций.

В целом данная работа, как и всякая сводка по металлогении, отражает определенный этап в накапливании знаний по оловоносности Центрального Казахстана. В этом ее главное содержание и этим определяется ее практическое значение. Данная сводка с учетом сделанных дополнений отражает все фактические материалы по состоянию на 1 января 1955 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Билибин Ю. А. Общие принципы регионального металлогенического анализа. Материалы по эндогенной металлогении Советского Союза. Тр. ВСЕГЕИ под ред. В. И. Серпухова, 1953.
- Боровиков Л. И. Нижний палеозой Джезказган-Улутауского района западной части Центрального Казахстана. Фонды ВСЕГЕИ, 1953.
- Борукбаев Р. А. Геология и рудные формации Северо-Востока Центрального Казахстана (листы М-43-А, М-43-Б, Н-43-В). Материалы к металлогенической прогнозной карте Центрального Казахстана. Изд. АН КазССР, 1956.
- Геология олова. Сб. статей. Тр. ИГН АН СССР, вып. 82, сер. рудн. местор. (№ 8). Изд. АН СССР, 1947.
- Жилинский Г. Б. Оловоносные районы Центрального Казахстана. Фонды АН КазССР, 1953.

- Жилинский Г. Б., Куликов П. А., Мухля К. А., Чолпакулов Т. Ч. Главнейшие генетические типы редкометальных месторождений Центрального Казахстана. Материалы к металлогенической прогнозной карте Центрального Казахстана. Фонды АН КазССР, 1954.
- Жилинский Г. Б. О некоторых генетических особенностях оловянной минерализации Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., вып. 20, 1955.
- Жилинский Г. Б. Типоморфные особенности кассiterитов Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, 1955.
- Жилинский Г. Б. Некоторые особенности редкометальной металлогенеза Центрального Казахстана (редкие и рассеянные элементы). Материалы Совещания по геологии, минералогии и геохимии редких элементов. Изд. АН СССР, 1956.
- Кропоткин П. Н. Строение складчатого фундамента Центрального Казахстана. Тр. ИГН АН СССР, вып. 105, сер. геол. (№ 36), 1950.
- Макшеев А. Географические сведения Книги Большого чертежа. Зап. ИРГО, т. VI, 1880.
- Сатпаев К. И. О металлогенических этапах, формациях и поясах Центрального Казахстана. Изв. АН КазССР, сер. геол., вып. 16, 1953.
- Смирнов С. С. К оценке оловорудных районов. Сов. геология, № 3, 1941.
- Флеров Е. А. Геология и полезные ископаемые Верхне-Атасуйского редкометального района в Центральном Казахстане. Фонды АН КазССР, 1947.
- Чупилин И. И. Геология редкометальных месторождений Центрального Казахстана. Фонды АН КазССР, 1946.
- Щербак Г. Н. Основные закономерности распределения месторождений редких металлов Центрального Казахстана и поисковые критерии. Тр. АН КазССР, Алма-Ата, 1954.
- Щербаков Д. И. Оловоносность Средней Азии. Тр. Таджикско-Памирской экспедиции 1935 г. Изд. АН СССР, 1937.

## СОДЕРЖАНИЕ

Г. Н. Шерба. Перспективные площади на редкие металлы Центрального Казахстана . . . . .	3
Введение . . . . .	3
Краткий обзор геологического развития Центрального Казахстана . . . . .	6
Общая геолого-структурная позиция месторождений редких металлов . . . . .	10
Краткая история редкометальной металлогенезии Центрального Казахстана . . . . .	19
Рудоносные интрузии . . . . .	36
Вмещающие породы . . . . .	50
Генетические типы редкометальных месторождений . . . . .	53
Приуроченность оруденения . . . . .	81
Перспективные площади . . . . .	104
Дальнейшие исследования . . . . .	124
Заключение . . . . .	128
Г. Б. Жилинский. Перспективные оловоносные площади Центрального Казахстана . . . . .	136
Введение . . . . .	136
К истории вопроса . . . . .	137
Геологическая позиция оловорудных месторождений Центрального Казахстана и основные рудоконтролирующие факторы . . . . .	138
Генетические типы оловянных месторождений Центрального Казахстана . . . . .	148
Перспективные площади на олово . . . . .	168
Заключение . . . . .	185

Подписано к печати 4/V 1956 г.  
Формат бум.  $60 \times 92\frac{1}{16}$ . Бум. л. 6, печ. л. 12 + 9 вклейк  
Уч.-изд. л. 12 + 2,3 вкл. Зак. 0123.

5504