

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
ЦНИГРИ

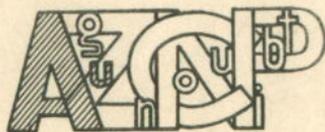
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗАХСКОЙ ССР
КАЗАХСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ «КАЗГЕОФИЗИКА»

Уч. № 118

Для служебного пользования

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ КРИТЕРИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ



МОСКВА 1985

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
ИНСТИТУТ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ (ЦНИГРИ)

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ КАЗАХСКОЙ ССР

КАЗАХСКОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО
ГЕОФИЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ «КАЗГЕОФИЗИКА»

Уч. № 118

Для служебного пользования

Экз. № 466

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Министра
геологии Каз. ССР
Д.А. Венков
26 декабря 1984 г.

*Многоуважаемый Александр Иванович,
благодарю Вас за письмо и
за помощь в подготовке
геохимических поисково-оценочных
критериев золоторудных месторождений
Казахстана*

А. И. Венков

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫЕ
КРИТЕРИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
КАЗАХСТАНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Методические рекомендации по применению геохимических поисково-оценочных критериев золоторудных месторождений Казахстана составлены на основе результатов изучения геохимических количественных характеристик основных промышленных типов золоторудных месторождений.

Рассмотрены критерии, основанные на свойствах эндогенного оруденения и первичных ореолов месторождений золота - геохимической зональности месторождений и ее количественных показателей, зонального распределения элементов-примесей в минералах-концентраторах золота и вторичных ореолов рассеяния месторождений. Приведены примеры применения геохимических критериев при оценке перспектив рудоносности объектов.

Методические рекомендации предназначены для применения геологами и геохимиками производственных и научных организаций, занимающихся поисками и оценкой золоторудных месторождений, а также рассчитаны на преподавателей и студентов геологических специальностей вузов.

Составитель А.А.Шиганов

Ответственные редакторы:
А.П.Соловов, В.А.Нарсеев

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов Министерства геологии СССР, 1985 г.

В В Е Д Е Н И Е

Изучение отдельных вопросов геохимии руд, первичных и вторичных ореолов рассеяния ведущих золоторудных месторождений Казахстана начато, в основном, в 60-х годах. Геохимические исследования объектов до недавнего времени преимущественно базировались на качественной основе. Изучение геохимических характеристик на количественной основе стало проводиться, по существу, в 70-х годах.

Приоритет в этом принадлежит Центральной геохимической экспедиции ИГО "Казгеофизика" (ранее в составе КазИМСа, ККТТУ). Настоящие методические рекомендации составлены по результатам специальных исследований в 1973-1983 г.г. геохимических свойств основных промышленных типов золоторудных месторождений Казахстана /67,88-96/. В процессе этих работ изучались геохимические параметры руд и ореолов ведущих месторождений золота, промышленное оруденение которых можно подразделить на три основных морфологических типа: штокверковое, жильное и промежуточный тип-минерализованных зон; разрабатывались рациональные способы выявления и применения локальных и общих количественных геохимических критериев поисков и оценки изученных месторождений.

Впервые по единой методике проведено систематическое изучение геохимических количественных показателей месторождений золота Казахстана различных формационных и морфологических промышленных типов (C_{max} , \bar{C} , K_k , k , ν и др.), для месторождений построены модели вертикальной геохимической зональности, выявлены ее показатели ν , по которым предложено определять уровень эрозийного среза однотипных объектов и прогнозировать морфотип оруденения; для прогноза вертикального размаха оцениваемого объекта рассчитаны коэффициенты его подобия эталонному месторождению ($\mathcal{K} \leq 1$); получен новый материал о связи между геохимической зональностью месторождений, отдельных рудных тел, жил и закономерным изменением с глубиной содержания элементов-примесей в минералах-концентраторах золота; показана возможная индикаторная роль для золотого оруденения изоморфных в сульфидах форм ртути, возгоняемых при высоких температурах (480-740°C), а также участков пониженных концентраций йода и др. Выводы базируются на результатах исследований 45 золоторудных месторожде-

ний и рудопроявлений Казахстана, 13 из которых являются эталонными. На объектах отобрано более 66000 групповых проб, по которым получены и использованы результаты спектрального анализа на 40 элементов, спектрального и пробирного анализов на золото, более 40000 определений содержаний ртути, около 2500 определений содержаний галогенов и форм ртути, возгоняемых при различных температурах, более 300 определений форм нахождения золота и сопутствующих элементов. Для выявления связи минеральной и геохимической зональности определены содержания элементов-примесей в 495 монофракциях концентраторов золота-арсенопиритах, пиритах и др.

В работе принята терминология в соответствии с "Основными понятиями, терминами и определениями", рекомендованными комиссией по терминологии Межведомственного Совета по научным основам геохимических методов поисков полезных ископаемых /22/.

В подготовке работы автору оказали помощь сотрудники ЦГХЭ Л.В.Митрошина, И.И.Овчаренко, А.В.Плеханова, Р.Р.Чокин и др. Ценные советы и замечания, способствовавшие улучшению работы, сделали научные редакторы - доктор геол.-мин.наук, профессор МГУ А.П.Соловов и доктор геол.-мин.наук В.А.Нарсеев, а также кандидаты геол.-мин.наук Н.М.Франковская, Б.А.Досанова, А.И.Карцов. Всем указанным лицам автор выражает глубокую благодарность.

1. МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Методические особенности исследований золоторудных месторождений, перспективных рудопроявлений и участков основывались на взаимосвязи морфологии рудных тел и эндогенных геохимических ореолов. Типизация месторождений принята исходя из особенностей морфологии рудных тел. Рассмотрены наиболее развитые три основных морфологических типа промышленного оруденения. Согласно характеристике морфологии рудных тел по Ф.И.Вольфсону, к штокверкам отнесены участки, имеющие в пространстве сложный контур, а в горизонтальном сечении - эллипсовидный, округлый, либо удлинённый и сложенные преимущественно прожилково-вкрап-

ленными рудами (на примере месторождений Северное, Юбилейное и др.); к жильному типу - плитообразные рудные тела, развитые в трещинах, часто сопровождающиеся апофизмами (Центральное I, Южное, Архарлы и др.); к минерализованным зонам - вытянутые в одном направлении зоны дробления, несущие, в основном, прожилково-вкрапленные руды (Восточное, Центральное II, Аксу, Таскара, Западное и др.). Основное внимание уделено особенностям эндогенного распределения золота, его спутников и индикаторов. Изучался разведанный вертикальный размах месторождений, по возможности от верхнерудных (надрудных) до нижнерудных (подрудных) уровней. На месторождениях опробовались до шести-девяти основных разрезов по схеме центр-фланги. На каждом из разрезов число детально рассмотренных уровней (горизонтов, сечений) составило 4-5, редко 6-8 и 3. Исследования проводились в три этапа: полевой, лабораторный, обработка геохимической информации.

В полевой период на объектах отбирались дубликаты керновых и бороздовых проб, пробы из горных выработок и керна скважин, из рыхлых отложений, штуфы и протоочки. Отбор дубликатов керновых и бороздовых проб - преобладающий метод при опробовании выработок и скважин и является единственным для отработанных рудных тел. Длина интервалов опробования в пределах рудных тел, как правило, составляла 1,0-3,0 м, уменьшаясь в отдельных случаях. В ореольной части длина интервалов опробования часто увеличивалась до 5-10 и более метров. В однородных породах с близкими содержаниями золота проводилось объединение 2-3 дубликатов проб. Для изучения зоны гипергенеза отбирались дубликаты проб из шнековых скважин по коре выветривания, пройденных вдоль опорных разведочных разрезов. Вес проб, отбираемых из дубликатов, обычно составлял 100-150 г.

Отбор проб из горных выработок и керна скважин проводился в тех интервалах, где опробование не было проведено или дубликаты проб не сохранились. Пробы отбирались методом пунктирной борозды. Объединялись до 10-30 сколков породы, отобранных примерно через равные расстояния по длине пробы. Интервал опробования составлял 3-5-10 м для однородных неизменённых пород и уменьшался до 1 м и менее при опробовании рудных и околорудных интервалов. Все разности пород опробовались отдельно. Вес проб составлял 1,5-2,0 кг. Вес навески после измельчения - 150-500г,

с учетом возможного двойного контроля пробирного анализа на золото.

Отбор из рыхлых отложений проводился для изучения распределения рудных элементов во вторичных ореолах рассеяния. Пробы отбирались по профилям вдоль линий разведочных скважин с шагом 10–20 м. Шаг пробоотбора уменьшался до 5 м над рудными телами для определения коэффициентов остаточной продуктивности элементов k . Глубина пробоотбора составляла 0,2 м. В пробу отбирались фракции менее одного миллиметра, весом 100–150 гр.

Отбор штуфов, весом 1,5–2 кг, производился из горных выработок и керн скважин для выделения мономинеральных фракций из протокочек, изготовления шлифов и аншлифов и изучения вещественного состава оруденения, выявления закономерностей распределения элементов-примесей в минералах (сульфидах) – основных концентраторах золота и др.

Лабораторные исследования. Все отобранные пробы подвергались спектральному анализу в лаборатории ЦГХЭ на спектрографе ДФС-13, спаренном с ИСП-28 методом просыпки на 40 элементов, перечень и чувствительность определения которых в 1971–1980 гг. приведены в приложении 1. В приложении 2 приводятся систематические и случайные погрешности спектрального анализа лаборатории ЦГХЭ этого периода. Внутрелабораторный контроль спектрального анализа составил 3%, внешнелабораторный – 0,5%. Спектрометрическому анализу на золото подвергались в ЦГХЭ по методике Н.И. Сафронова /73/ пробы из рыхлых отложений, керн скважин и горных выработок. Чувствительность анализа на золото – 0,005 г/т. По остальным пробам использованы результаты пробирного анализа на золото производственных организаций, точность анализа многократно ими заверена внутренним и внешним контролем.

Аналізу на ртуть подвергнута в ЦГХЭ обычно каждая вторая из отобранных проб. Анализ производился на атомно-абсорбционном фотометре Каз.РАФ с чувствительностью $1 \cdot 10^{-7}\%$. На этом же приборе определялись концентрации ртути, фиксирующиеся при термической обработке проб и мономинеральных фракций.

Для выделенных с чистотой отбора 96–100% мономинеральных фракций пиритов, арсенопиритов, сфалеритов, галенитов и др. в ЦИ ПГО "Казказгеология" на спектрографе ДФС-18 с приставкой АИ-3 методом просыпки определялись содержания элементов-примесей

типоморфного комплекса. Повышение надежности определений достигалось 100% контролем.

Формы нахождения золота и его спутников в пробах из руд и ореолов с различных уровней месторождений определялись методом фазового анализа на кафедре химии редких элементов КазГУ.

Галогены определялись в пробах, относительно равномерно отобранных из опорных разрезов месторождений. На химическом факультете КазГУ методом амперометрического титрования проводились определения содержаний йода и брома с чувствительностью $10^{-2}\%$, хлора и фтора – $10^{-4}\%$ /18/.

Обработка геохимической информации. Геохимические данные обрабатывались с помощью ЭВМ в КОМЭ Мингео КазССР и МГУ. Обработка включала анализ особенностей распределения рудных элементов на объектах; выявление с применением современных программ "Об4-МГУ" и "Ню-2" геохимической зональности эталонных и других месторождений; ее количественных показателей ν , монотонно убывающих с глубиной; корреляционных связей между содержаниями золота и сопутствующих элементов; вычисление коэффициентов подобия объектов $k \geq 1$ и остаточной продуктивности $k \geq 1$ и др. Надежность эталонных ν многократно контролировалась оценками (\bar{Z}) известных рудных пересечений. \bar{Z} определялись с указанием доверительного предела по стандартному отклонению $\pm S/\sqrt{n}$, где n – число $\nu = 7-9$ /21, 34, 36, 42, 58, 79-96/. Обработка геохимических данных выполнялась согласно "Инструкции..." /39/ и последним достижениям теории геохимических поисков.

Распределения содержаний элементов типоморфного комплекса на разрезах месторождений изображались в виде изоконцентрат, обычно с трехкратной градацией содержаний (например, 1, 3, 10, 30 и т.д.). Минимально-аномальное содержание элементов (C_A) определялось по формуле $C_A = C_{\text{ф}} \cdot \varepsilon^{\nu}$, где $C_{\text{ф}}$ – величина местного геохимического фона элемента, ε – стандартный множитель, n – число смежных коррелирующихся точек с повышенными содержаниями элементов ($n > 9$). Параметры распределения $C_{\text{ф}}$, ε и C_A элементов определялись вне рудных зон. За фоновые содержания ($C_{\text{ф}}$) химических элементов во вмещающих оруденение породах, когда не было возможности рассчитать $C_{\text{ф}}$, принимались значения, характерные для их неизменных разностей за пределами месторождений. Подсчеты проводились исходя из логнормального закона распределения

элементов. Однако более корректное и однозначное оконтуривание полей концентрации элементов можно достигнуть исходя из анализа структуры распределения элементов по классам их содержаний с выявлением естественных границ различных уровней интенсивности.

Для усиления слабых сигналов использовались методы мультипликации (по С.В. Григоряну) и сглаживания первичных данных.

Анализ доли низко-, средне- и высокотемпературных экстракций ртути, возгоняемых при термической обработке геохимических проб (из рудных тел, ореолов и вмещающих пород), проводился по их разностям на опорных разрезах месторождений.

Для изучения особенностей распределения химических элементов, геохимической зональности, корреляции содержаний элементов и др. результаты анализов разбивались на выборки. Объем выборок зависел от единства геологических, петрографических и минералогических особенностей оруденения, достигая максимальных размеров 60 м (до 60 проб) на штокверковых объектах. По выборкам вычислялись средние содержания или линейные продуктивности рудных элементов, отношения между ними, парные коэффициенты корреляции между содержаниями элементов и др. Для установления признаков сходства и различия между объектами и отдельными частями или уровнями оруденения применялся способ построения линейных геохимических спектров. Спектры строились в прямоугольной системе координат: по оси абсцисс были расположены элементы в порядке убывания их кларков, по оси ординат — логарифмы кларков концентраций (K_K). Для сопоставления объектов, определения геохимических типов оруденения использовались ряды элементов, ранжированные по убыванию их K_K , геофонов (ГФ), средних содержаний. ГФ определялись через отношения средних содержаний элементов к их местному фону. Результаты изучения парных коэффициентов многомерной корреляции между содержаниями химических элементов приводятся в виде круговых диаграмм. Окружность диаграмм делилась на части в зависимости от числа элементов типоморфного комплекса. Силу и направление линейной связи между содержаниями элемента x и элемента y , распределенными нормально, характеризует величина и знак коэффициента парной корреляции (r), определяемые по формуле

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot S_x \cdot S_y}$$

В зависимости от n — числа пар значений x и y (обычно для 5% и редко 1% доверительного уровня) определялась значимость начисленных оценок r_{xy} . При абсолютных значениях r_{xy} , $r_{крит.}$ связь между двумя величинами не значима.

Сопоставление эндогенного оруденения со вторичными ореолами рассеяния проведено по изменению характера корреляционных связей между содержаниями элементов и путем вычисления коэффициента остаточной продуктивности (K).

Геохимическая зональность оруденения и ее количественные показатели γ по А.П. Соловову /81/ выявлялись, в основном, по восстановлению рудных зон или рудных тел, поскольку осевая зональность (для рассмотренных секущих объектов она же вертикальная зональность) наиболее важна в практическом отношении. При этом рудные тела с ореолами по падению разбиваются на горизонты или уровни, по которым вычисляются средние содержания или линейные продуктивности рудных элементов. За глубину уровня принимается относительная высотная отметка в м его середины. Количественными показателями геохимической зональности являются безразмерные показатели, характеризующие отношения между содержаниями (или продуктивностями) двух или нескольких химических элементов. Парные отношения элементов — показатели первого порядка (γ_I), произведение двух парных отношений — показатели второго порядка (γ_{II}) и т.п. Ряды геохимической зональности оруденения по отдельным разрезам и направлениям определяются исходя из положения центров тяжести графиков парных отношений элементов. Усредненный ряд зональности, с которым коррелируются на 5% уровне значимости частные ряды, принимается как наиболее вероятный для объекта. Сопоставление рядов геохимической зональности проводилось на основе определения ранговых коэффициентов корреляции $r_{xy} = 1 - \frac{6 \sum \Delta^2}{n(n^2-1)}$, где Δ^2 — сумма квадратов разностей порядковых номеров ранжированного ряда значений x и y . При повторности ранговых номеров к сумме Δ^2 добавляются значения T_x и T_y исходя из расчета $T = \frac{\sum (m_i^3 - m_i)}{n}$, где m — число повторений. Последовательность расположения химических элементов в рядах геохимической зональности объектов указывается снизу вверх.

Выбор показателей γ , определяющих пространственное положение оруденения и уровень его среза, сводится к выявлению групп

элементов, характерных преимущественно для верхних частей оруденения, и элементов, тяготеющих к его нижним горизонтам. Более достоверные значения показателей ν можно получить при обработке геохимических данных вдоль осевой линии рудоносного потока. Выявление направления осевой линии осуществлялось по картам изолиний нескольких информативных ν в какой-либо проекции объекта. Показатель геохимической зональности ν является векторной величиной. В качестве характеристики зональности многие исследователи рассматривают отношение $\nu = \frac{d\nu}{dS}$, где S - направление максимальной геохимической изменчивости оруденения. Как всякий вектор, зональность характеризуется своими составляющими по осям координат $\frac{d\nu}{dS} = \sqrt{\left(\frac{d\nu}{dx}\right)^2 + \left(\frac{d\nu}{dy}\right)^2 + \left(\frac{d\nu}{dz}\right)^2}$, где X - направление от рудных залежей к ореолам висячего и лежащего бока, Y - по простиранию, Z - по падению рудной зоны, т.е. это главная составляющая, отвечающая осевой (вертикальной) зональности при крутых углах падения рудных тел. Определить последовательность отложения элементов непосредственно по их содержаниям или продуктивностям обычно затруднительно. Решить эту задачу позволяет рассмотрение графиков парных отношений между продуктивностями или средними содержаниями элементов. Убывающие в каком-либо направлении величины отношений двух элементов указывают на отложение элемента, находящегося в числителе дроби, выше элемента, находящегося в знаменателе. По общему наклону графиков парных отношений всех элементов типоморфного комплекса составляется зональный ряд их отложений "вручную" или на ЭВМ с использованием программ МГУ "064" и "Ню-2". Для наиболее достоверного установления геохимической зональности месторождений рассматривались геохимические показатели ν на основных 3-9 профилях скважин по 3-6 уровням на каждом с использованием показателей первого-третьего порядков. Исходя из опыта работ не рекомендуется проведение обработки по программе "064" для показателей III-IV порядков при малом числе опробованных уровней и большом числе химических элементов (10-12), когда ожидаемое число случайных монотонно изменяющихся отношений между содержаниями элементов будет заведомо весьма большим. Программа "Ню-2" в отличие от "064" позволяет выдавать на печать геохимические показатели с "нарушенной" монотонностью на одном из уровней. Такие "условно монотонные" показатели, общие с монотонными для

других разведочных профилей, существенно облегчают выявление зональности. Размах геохимического показателя зональности (R) определяется как отношение значения ν_{\max} в надрудной-верхнерудной части к его величине ν_{\min} в подрудной-нижерудной части. Геохимические показатели с максимальным размахом отвечают отношениям элементов, занимающим крайние положения в зональном ряду отложения элементов.

Путем сопоставления рядов зональности отложения элементов со всеми выданными на печать их геохимическими показателями и учетом общих закономерностей зонального рудостолжения выбирается 8-10 монотонных показателей ν и эталонное рудное тело (разрез), в метрике которого оцениваются рудные пересечения того же или однотипных месторождений. Контрольная проверка выявленных показателей зональности в целях определения их достоверности и надежности в работе проводится путем сравнений расчетных оценок (\bar{Z}) известных рудных пересечений с истинными их отметками.

На основании показателей ν эталонного месторождения проводилась оценка эрозионного среза новых объектов с учетом близости их геолого-геохимических особенностей. Предварительно на объектах определялся типоморфный комплекс элементов (ТКЭ) и строились геохимические спектры (ГС) оруденения. По возможности, как и на эталонных месторождениях, изучались закономерности распределения рудных элементов, корреляционные связи содержания элементов и др. Учет этих данных позволяет определить степень близости объекта к тому или иному эталонному месторождению. Оценка уровней оруденения объектов (\bar{Z}) выполнялась с использованием группы геохимических показателей ν , характеризующих эталон, и на основе расчета средней величины $\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Z_i$ с оценкой ее доверительного интервала, где n - число геохимических показателей ν .

Помимо графического способа оценки оруденения, в метрике эталонного месторождения по графикам $\nu_i = f(Z)$ те же результаты могут быть получены аналитическим путем согласно зависимости

$$Z_i = a + (b-a) \left(\frac{\lg \left(\frac{\nu_a}{\nu_b} \right)}{\lg \left(\frac{\nu_a}{\nu_b} \right)} \right),$$

где a, b - два уровня эталонного месторождения, по которым определяется уровень Z_i ; ν_a, ν_b, ν_z - соответствующие значения геохимических показателей зональности исходя из графика на рис. 1.

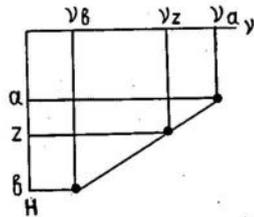


Рис. 1. График определения Z_i

Для характеристики доверительного предела оценки определяется стандартное отклонение $\pm S/\sqrt{n}$, где $S = \beta(Z_{max} - Z_{min})$ и β - множитель, зависящий от n , значение которого приводится в справочниках /83/. Определения Z по графикам проводятся в метрике эталонного месторождения (рудного тела) и в долях общего размаха оруденения эталона (при $0 \leq Z \leq 1$, с точностью до $0,1 Z$). Тогда надрудный уровень эталонного объекта в контуре первичного ореола основного (полезного) элемента соответствует $Z = 0,0 - 0,2$; верхнерудный $Z = 0,2 - 0,4$; среднерудный $Z = 0,4 - 0,6$; нижнерудный $Z = 0,6 - 0,8$; подрудный $Z = 0,8 - 1,0$ (рис. 2).

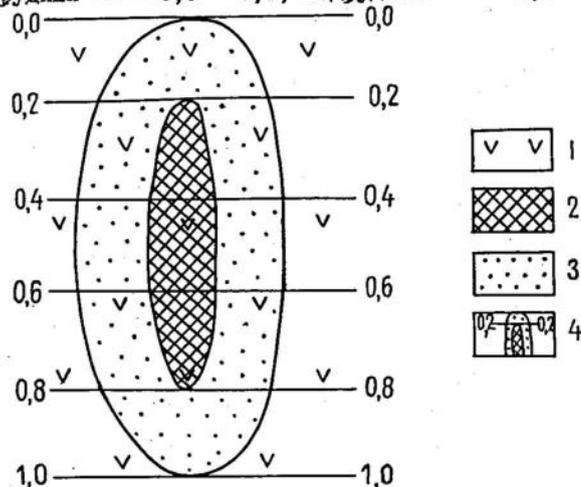


Рис. 2. Значения Z на разных уровнях коренного оруденения:

1 - рудовмещающие породы; 2 - рудное тело; 3 - первичный ореол основного элемента; 4 - значения Z в долях общего размаха оруденения.

Графики ν строятся в прямоугольной системе координат: по оси абсцисс откладываются значения ν в логарифмическом масштабе, по оси ординат - отметки уровней. Сходимость оценок можно считать хорошей при значениях $\pm \frac{S}{\sqrt{n}}$, не выходящих за пределы $0,3-0,5$ или $\pm 50-60$ м при $n = 8-10$ эталонных ν . Значение стандартного отклонения $\pm S/\sqrt{n}$ позволяет с помощью критерия Стьюдента оценивать статистическую значимость различий между оценками Z_i и Z_{i+1} двух уровней оруденения. Величина $\pm S/\sqrt{n}$ контролирует правильность отнесения оцениваемых объектов к типу эталонного месторождения. Резкое возрастание этой величины указывает на генетические различия между эталонным и оцениваемым объектами /83/.

При оценке уровня эрозийного среза рудопоявлений, изученных только по вторичным ореолам рассеяния, необходимо учитывать значения местных коэффициентов остаточной продуктивности k для химических элементов, образующих геохимические показатели ν эталонного месторождения, возможным аналогом которого является рассматриваемый объект.

Сопоставление генетически однотипных объектов и заключение о перспективах исследуемого объекта по возможности проводилось с учетом величины коэффициента их подобия $\mathcal{E} \leq 1$. При $\mathcal{E} < 1$ - оруденение объекта относительно эталона 'сжато', при $\mathcal{E} > 1$ - оруденение 'растянуто' и объект более перспективен /84/.

2. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАЗАХСТАНА

Рассмотрены свойства эндогенного оруденения и первичных ореолов, вторичных ореолов рассеяния золоторудных месторождений Казахстана, которые рекомендуется использовать для прикладных целей. В целом за геохимические поисково-оценочные критерии приняты такие качественно-количественные свойства (характеристики) объектов исследований, которые прямым образом указывают на эндогенную золоторудную минерализацию и позволяют оценивать ее промышленную значимость. Важнейшим оценочным свойством изучен-

ных месторождений является их количественно охарактеризованная вертикальная геохимическая зональность.

2.1. Геохимическая зональность месторождений

Зональность рудных месторождений и тел, согласно представлениям В.И.Смирнова, 1965; Д.М.Коржинского, 1965; В.В.Щербини, 1965; Ч.Ф.Парка мл., 1965; Петерсена, 1965; Н.И.Сафронова, 1971; Ю.Г.Щербакова, 1964; В.А.Нарсеева, 1973; Д.В.Рундквиста, 1975; А.Д.Канищева, 1977 и др., определяется пространственным распределением минералов и элементов, а также развитием процесса рудообразования во времени. Закономерным изменением минерального и связанного с ним химического состава на площадях месторождений и в контурах рудных залежей обусловлена их первичная зональность по В.И.Смирнову (1982). Вышеуказанные и др. исследователи подчеркивают разнообразность и разнопричинность зональности. К внешним причинам зональности рудных месторождений относятся литолого-геохимические, петрофизические, структурные, глубина формирования, тепловые потоки и др. К внутренним - относятся растворимость минералов и других соединений элементов, устойчивость комплексов, в виде которых предполагается перенос элементов, летучесть, состав и активность рудоносных растворов, точки плавления минералов, электрофизические свойства элементов и минералов, электроотрицательность ионов, ионные потенциалы, ионные плотности элементов, кислотно-щелочные характеристики растворов, концентрации тех или иных элементов в растворе, градиент этой концентрации и др. /76-78/.

В последние годы Л.Н.Овчинниковым, С.В.Григоряном и др. доказано единство зонального распределения рудных элементов в рудных телах и ореолах эндогенных месторождений разных металлов, различного возраста, формационной и генетической принадлежности /23-27, 55-57/. На примере золоторудных месторождений Казахстана установлена взаимосвязь минеральной, геохимической, структурной и других видов зональности, важное их прикладное значение /51, 52, 85, 89, 90, 91, 94-96/.

Отдельные формационные и морфологические типы промышленных месторождений характеризуются как различающимися в деталях, так и относительно сходными рядами отложения элементов (табл. I). Проявлена корреляция рядов геохимической зональности отдельных

месторождений золота с единым рядом зональности гидротермальных месторождений по Л.Н.Овчинникову, С.В.Григоряну ($\tau = 0,67-0,83$). Коррелируется и обобщенный (вероятностный) ряд отложений элементов-индикаторов всех исследованных кварцево-сульфидных золоторудных месторождений Казахстана (снизу вверх); Sn-W, Co-Pb-Bi-Cu-Zn, As-Au, Ag, Sb-Hg с единым рядом Л.Н.Овчинникова и С.В.Григоряна ($\tau = 0,82$). Необходимо подчеркнуть, что на определение положения золота и его спутников в рядах зональности золоторудных месторождений Казахстана сказываются и субъективные причины: уровень их эрозионного среза, глубина разведанности и др. Самая контрастная геохимическая зональность с наибольшими градиентами характерна для жильных месторождений золота.

Принцип выявления геохимической зональности можно рассмотреть на примере описания характерных свойств ведущих месторождений штокверкового (Северное) и жильного типа (Южное).

Месторождение Северное. Вмещающие оруденение породы представлены нижнепалеозойскими габбро-диоритами, переходящими в кварцевые диориты и гранодиориты /2,3,4, 65,93/. Разломами северо-восточного простирания месторождение разбито на центральный, юго-западный и северо-восточный ступенчатые блоки. Основные рудолокализирующие структуры - зоны трещиноватости северо-восточного простирания. Разновидность золоторудных тел: зоны прожилкования, вкрапленные и прожилково-вкрапленные, кварцево-сульфидные жилы. Падение тел крутое, с прослеживанием на большие глубины. Характерные гидротермальные изменения: окварцевание, серицитизация, хлоритизация, калишпатизация, биотитизация. Золото отмечается преимущественно в парагенетических ассоциациях: висмутин-арсенопирит-кварцевой и халькопирит-висмутин-кварцевой. Арсенопирит - самый распространенный рудный минерал. Минеральная зональность проявлена в преобладании арсенопирита над пиритом в верхних рудных горизонтах и пиритах - в нижних.

Геохимические особенности месторождения исследовались на восьми опорных разрезах. Кроме золота, в повышенных концентрациях отмечаются: As, Bi, Cu, Ag, Mo, Pb, Sb, W, Co, Hg. Более высокими содержаниями характеризуются Au, As и Bi, играющие ведущую роль в рудообразовании. Особенности распределения

Таблица I

Геохимическая зональность золоторудных месторождений Казахстана и единая зональность месторождений

Примеры месторождений	Гидротермальные месторождения золота Казахстана										Обобщенный ряд элементов в зональности месторождений	Постмагматические интрузивные месторождения	
	Северное (ряд 2)	Полюсное	Райгородок	Центральное II	Аксу	Восточное	Тасара	Западное	Центральное I	Кемерово (ряд 4)			Архара
Генетический тип	Штокверковое оруденение										Жильное оруденение	М-ния	
Генетический тип	Оруденение типа минерализованных зон										Оруденение	Гидротермальные интрузивные месторождения	
Северное (ряд 2)	Hg												Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Полюсное	Au, Sb, Ag, Pb, Cu, As, Bi, Pb, Au, Bi, Zn, Mo, Co, W												Ba, Hg, Sb, Ag, Au ₂ , Pb, Zn, Cu, Au, As, Bi, Mo, W, Sn
Райгородок		Sb, As, Zn, Pb, Cu, As, Bi, Zn, Mo, Co, W											Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Центральное II			Cu, Zn, Pb, Ag, As, Au, Cu, Bi, W										Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Аксу				Cu, Zn, Pb, Ag, As, Au, Cu, Bi, W									Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Восточное					Cu, Zn, Pb, Ag, As, Au, Cu, Bi, W								Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Тасара						Cu, Zn, Pb, Ag, As, Au, Cu, Bi, W							Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Западное							Au, As, Zn, Cu, Pb, Mo, W, As, Au, Pb, Mo, Sn						Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Центральное I								Hg, Cu, Ag, Zn, Pb, Mo, W, As, Au, Co, Sn					Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Кемерово (ряд 4)									Hg, Au, Pb, Ag, Sb, Zn, As, Cu, Co				Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Архара										Ag, Au, As, Cu, Mo, Bi, Zn, W, Au, Co, Sn			Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Шымкент											Ag, Au, As, Cu, Mo, Bi, Zn, W, Au, Co, Sn		Hg, As ₃ , Sb, Te, Au ₂ , U, As ₂ , Sb, Bi, Zn, Sn ² , Au, Cu, Bi, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W
Обобщенный ряд элементов в зональности месторождений	Hg, As, Sb, Ag, Au, Pb, Ag, Sb, Zn, As, Cu, Co, Sn, W, Mo, Bi, Zn, Cu, Au, Ni, Co, W, Mo, U, Sn, Ni, Be, W												

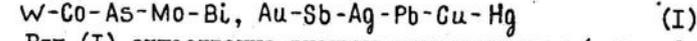
* - в рядах зональности месторождений показаны элементы типоморфного комплекса с установленным относительно закономерным положением.

Элементы - индикаторы (связи Хурд) *
(связи Хурд)

рудных элементов в продольном разрезе месторождения отражены на рис. I. Вертикальная геохимическая зональность оруденения выявлялась (с использованием программы "064-MTV") в семи геологических разрезах: -2, -I, -0, I, 2, 3, 4.

Число рассмотренных уровней в отдельных разрезах (по вертикали через 120-240 м) составило от 4 до 8. Уровень характеризовался пересечениями из нескольких скважин - выборками проб. Как правило, в каждую выборку объединялось до 60 керновых проб общей длиной 60 м. Исходными данными для выборки служили средневзвешенные содержания рудных элементов. Для каждого разреза установлены ряды последовательного отложения элементов.

Обобщенный ряд последовательности отложения рудных элементов (I) в целом для Северного месторождения (снизу вверх):



Ряд (I) существенно значимо коррелируется ($r = 0,9$) с рядом зональности месторождений Л.Н.Овчинникова, С.В.Григоряна и с отдельными частными рядами зональности месторождения Северного по разрезам 0, -I, -2 ($r = 0,85-0,95$).

С учетом штокверкового характера оруденения исследован второй вариант выявления зональности, при котором в разрезе месторождения было выделено пять уровней с условными отметками 90, 270, 370, 570, 780. Уровни охарактеризованы средними содержаниями элементов по данным керновых и бороздовых проб из тяготеющих к ним выборок. Исходя из расчета на ЭЕМ по программе "Ню-2" выведен общий для месторождения ряд (2) последовательного отложения элементов (табл. I). Ряд зональности (2) в большей степени отвечает особенностям распределения рудных элементов в разрезе месторождения (рис. 3) и наиболее распространенным взаимосвязям содержаний элементов, занимающих соседние места в ряду. Например, для верхнерудных уровней наиболее характерны корреляционные связи содержаний Cu-Ag, As-Ag, As-Cu, а также Au-As. Корреляция содержаний Au-Bi, отмечаемая во всех разрезах месторождения, согласуется с более характерным положением этих элементов в центральной части ряда (2). Ряд зональности (2) выбран в качестве эталонного для Северного месторождения. В табл. 2 приведены значения положительно-значимой ранговой корреляции ряда (2) с частными рядами и рядами зональности гидротермальных месторождений по Л.Н.Овчинникову и С.В.Григоряну.

Таблица 2

Корреляция рядов геохимической зональности месторождения Северного

Единая геохимическая зональность месторождения	Частные ряды геохимической зональности		Обобщенный ряд геохимической зональности (I)	Ряд гидротермальных месторождений (по Л.Н.Овчинникову, С.В.Григоряну)
	ПР-I	ПР 0		
Ряд 2	0,67	0,73	0,76	0,67

На Северном месторождении исследована степень зависимости зональности оруденения от влияния рудовмещающей среды. По методике, аналогичной выявлению зонального ряда (2), установлен обобщенный ряд (3) зональности оруденения, локализованного в разностях пород только основного состава, широко развитых на месторождении. Ряд (3) имеет последовательность распределения элементов (снизу вверх): W-Mo-Co, Ag-Pb-Bi, Cu, As-Sb-Au-Hg

Ряд (2), характерный для всего рудовмещающего комплекса кислых и основных пород месторождения, положительно коррелируется с рядом (3) при $r = 0,62$. Это позволяет в какой-то мере судить о несущественной зависимости обобщенной геохимической зональности месторождения Северного и ее показателей от конкретной рудовмещающей среды.

Месторождение Южное. Вмещающие оруденение породы представлены гранодиоритами, кварцевыми диоритами, диоритами в прорываемой ими осадочной толще ордовика (песчанники с прослоями алевролитов, гравелитов, конгломератов) /13, 30, 43, 66, 87, 94/. Золотоносные кварцевые жилы залегают в контактах даек лампрофиров или контролируются ими; разделяются на круто- и пологопадающие. Выделяются характерные крутопадающие субширотные жилы: Главная рудная жила - с крутым 70-85° падением и примыкающие к ней в лежачем боку под углом 10-15° в плане жилы (Тукеновская и др.). Пологопадающие жилы (Пологая № I и др.) прилегают к Главной жиле под углом 20-30° в висячем ее боку. Формирование месторождения происходит в условиях средних

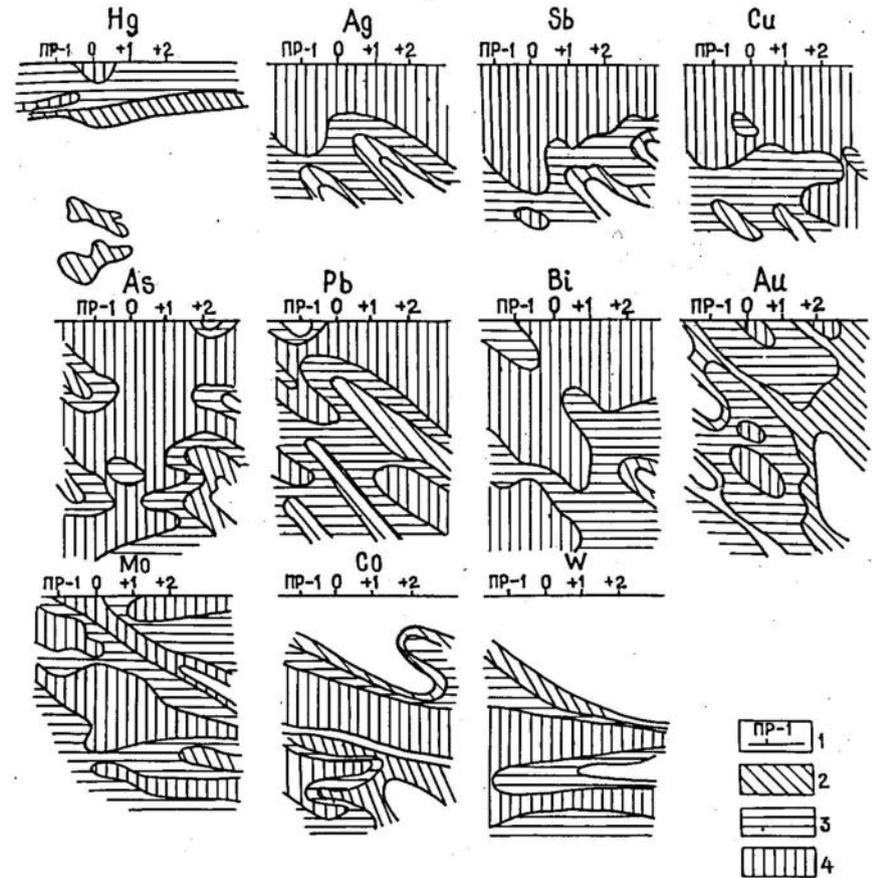


Рис.3. Месторождение Северное. Распределение содержаний химических элементов (проекции на продольную вертикальную плоскость):

1 - разведочные профили; 2 - содержания элементов в %: Hg-I-3. 10^{-6} , Ag $\geq 2 \cdot 10^{-6}$, Mo $\geq 3 \cdot 10^{-4}$, Sb $\geq 2 \cdot 10^{-3}$, W $\geq 2 \cdot 10^{-3}$, Co - $2 \cdot 10^{-4}$, Bi $\geq 3 \cdot 10^{-3}$, Pb $\geq 5 \cdot 10^{-4}$, Cu $\geq 1 \cdot 10^{-3}$, As $\geq 1 \cdot 10^{-1}$, Au - 0,3-1 усл.ед.; 3 - Hg - $3 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$, Ag $\geq 5 \cdot 10^{-6}$, Mo $\geq 1 \cdot 10^{-3}$, Sb $\geq 5 \cdot 10^{-4}$, W $\geq 5 \cdot 10^{-3}$, Co $\geq 5 \cdot 10^{-4}$, Bi $\geq 1 \cdot 10^{-3}$, Pb $\geq 2 \cdot 10^{-3}$, Cu $\geq 3 \cdot 10^{-3}$, As $\geq 3 \cdot 10^{-1}$, Au - I-3 усл.ед.; 4 - Hg $\geq 1 \cdot 10^{-5}$, Ag $\geq 2 \cdot 10^{-5}$, Mo $\geq 3 \cdot 10^{-3}$, Sb $\geq 1,5 \cdot 10^{-4}$, W $\geq 1,5 \cdot 10^{-4}$, Co $\geq 2 \cdot 10^{-3}$, Bi $\geq 3 \cdot 10^{-3}$, Pb $\geq 5 \cdot 10^{-3}$, Cu $\geq 1 \cdot 10^{-2}$, As $\geq 1 \cdot 10^{-2}$, Au ≥ 3 усл.ед.

глубин и температур на уровне кварц-серицитовой (березитовой) фации изменения вмещающих пород. Рудная стадия характеризуется продуктивной золотополиметаллической минеральной ассоциацией с последовательным выделением пирит-арсенопиритовых, халькопирит-тетраэдритовых, бурнонит-сульфоантимонитовых и антимонитовых парагенетических минеральных комплексов.

Руды выделяются повышенными концентрациями Au, As, Pb, Zn, Cu, Bi, Ag, Co, Mo, Sb, Hg и др. Особенности распределения основных рудных элементов на примере разреза XXIV приведены на рис. 4. Отмечаются различия в распределении рудных элементов в крутозалегающих и пологих жилах, отражающиеся в геохимической зональности жил, исследованной по 8 опорным разрезам (X, XII, XIV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV), и в плоскости жил. Исходными данными для программы "064-МГУ" служили данные по продуктивности рудных элементов на 4-5 уровнях. В результате обобщения шести частных рядов зональности по разрезам и одного в плоскости жилы установлена последовательность отложения элементов жилы Главной (снизу вверх):

(1) As-Sb-Co-Pb-Zn-Cu, Ag-Mo-Bi-Au Этот ряд лучше всего коррелируется с частным рядом, отражающим последовательность отложения элементов (снизу вверх) в плоскости Главной жилы ($r = 0,76$) и на пределе значимости с рядом зональности по разрезу XXIV ($r = 0,61$). При обобщении коррелирующихся рядов зональности ($r = 0,79$) по разрезу и в плоскости жилы установлена последовательность отложения элементов по жиле Туkenовская (снизу вверх): Bi-Cu, Sb-Zn-Co-Ag-Mo-As-Pb-Au (2). Ряд зональности для жилы Пологой № I (снизу вверх): Au-Mo-Pb, Sb-Co-Bi, Ag-Zn-As-Cu (3) установлен на основе обобщения частных рядов по пяти разрезам и одного - в плоскости жилы. Ряд (3) коррелируется с частным рядом зональности жилы Пологой № I по разрезу XX ($r = 0,72$) и на пределе значимости с рядами зональности этой жилы по разрезу XIV и разрезу в плоскости жилы ($r = 0,55$). Корреляция ряда (2) по крутопадающей жиле Туkenовской с рядом (3) по пологопадающей жиле Пологой № I близка к значимо отрицательной ($r = -0,46$ на 5% уровне значимости, при $n = 10$ критические значения суммы квадратов разностей порядковых номеров: 61-269, при расчетном значении: 242,5).

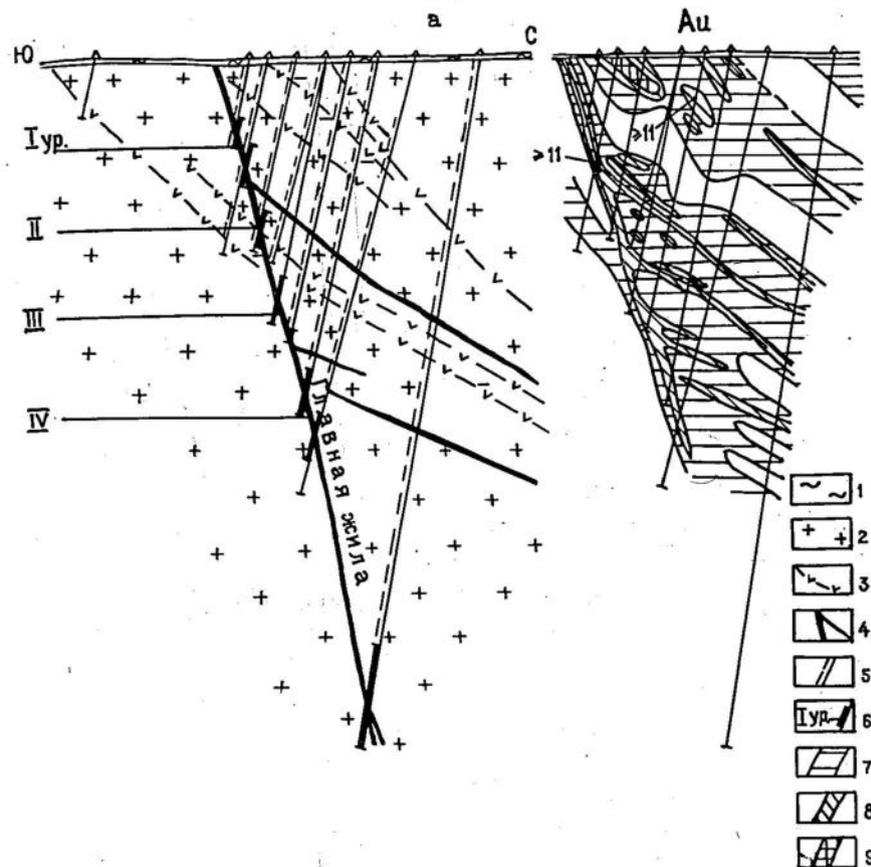


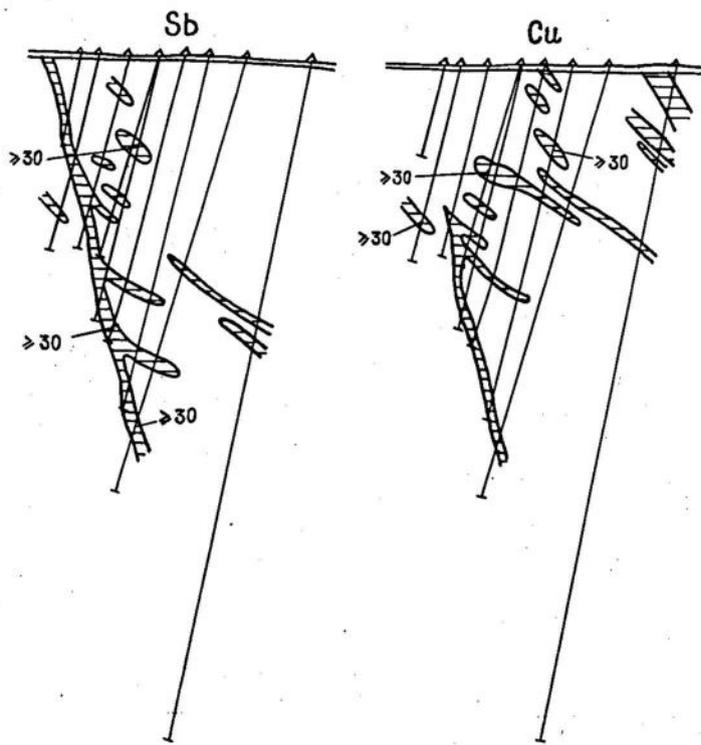
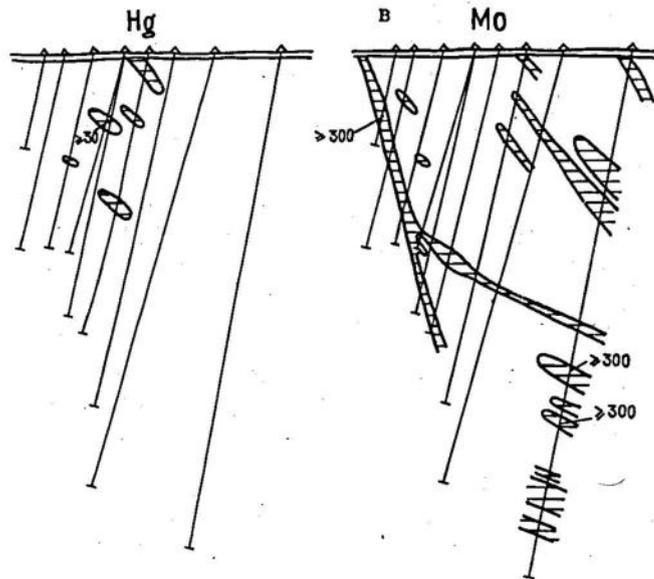
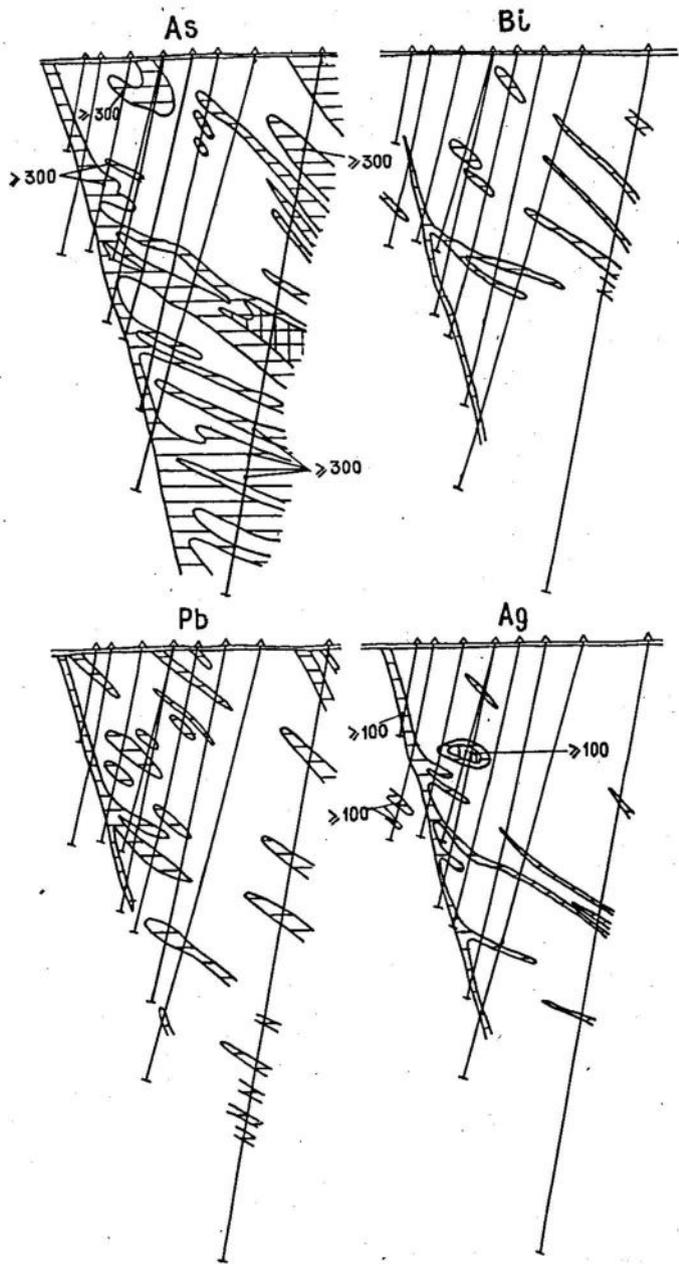
Рис. 4. Геологический разрез XXIV и эндогенные ореолы месторождения Южного (а, б, в):

I - суглинки, глины (Q); 2 - гранодиориты (D₂); 3 - дайки лампрофиров (βD₁-D₂); 4 - золотоносные кварцевые жилы; 5 - интервалы опробования скважин; 6 - интервалы опробования, использованные для определения зональности оруденения в пределах исследованных уровней; 7-9 - содержания элементов:

Au в усл.ед.; Sb, Cu, As .10⁻³%; Bi, Pb .10⁻⁴%; Ag, Mo .10⁻⁵%; Hg .10⁻⁶%; 7 - Au -0,01-10,3;* Sb -3-30; Cu - 10-30; As -30-300; Bi -5-15; Pb -50-500; Ag -5-50; Hg -10-30; Mo - 30-300; 8 - Au -10,3-II; Ag -50-100; 9 - Au ≥ II; Sb ≥ 30; Cu ≥ 30; As ≥ 300; Bi ≥ 15; Pb ≥ 500; Ag ≥ 100; Hg ≥ 30; Mo ≥ 300

* в условных единицах

6



Выявлен единый для месторождения Южного ряда (4) последовательности отложения элементов (табл. I), отражающий прямую и "обратную" зональность по крутым и пологим жилам, с использованием программы "Ню-2".

Исходные данные - суммарная продуктивность на 4-5 уровнях в плоскости жил. Обоснованность единого для месторождения ряда зональности (4) подтверждается результатами его ранговой корреляции (при 5% уровней значимости) с частными и обобщенными рядами зональности по отдельным профилям и жилам (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция рядов геохимической зональности месторождения Южного

Единая геохимическая зональность месторождения	Частные ряды геохимической зональности						Обобщенные ряды геохимической зональности по жилам		
	Главная жила по простиранию	Туленовская жила, профиль XIV	Жила Пологая I, профиль		по простиранию	Туленовская жила, профиль (I)	Пологая жила, профиль (3)	главная жила (2)	главная жила (3)
			XIV	XX					
ряд (4)	0,82	0,68	0,63*	-0,84	-0,85	-0,6*	0,47**	0,7	-0,79

* - связи, близкие к значимым; ** - связь незначимая.

2.1.1. Показатели геохимической зональности месторождений

Оценку эрозионного среза, положение рудных пересечений месторождений и рудопроявлений золота рекомендуется проводить в метрике эталонных объектов по количественным показателям их геохимической зональности γ . Эти показатели - одни из надежных характеристик зональности оруденения - вычисляются для основных разрезов месторождения (центр-фланги) или в плоскости вертикальной проекции всего месторождения по выбранным интервалам (уровням) оруденения. Критериями надежности эталонных γ является их монотонность, установление на двух и большем числе разрезов месторождения. Выявленные показатели вначале испытыва-

ются путем контрольных оценок известных рудных пересечений, достаточно изученных однотипных объектов, результаты которых можно сопоставить с данными разведочных работ.

В табл. 4 приведены численные значения наиболее контрастных показателей γ верхнерудных и нижнерудных уровней некоторых месторождений Казахстана, пригодных для оценки эрозионного среза выявляемых однотипных объектов в метрике эталонов. Максимальный размах (R) показателей γ ($\frac{Hg \cdot Cu \cdot Zn}{Au \cdot Mo \cdot Mo}$, R достигает $6,7 \cdot 10^7$) установлен для кварцево-жильного промышленного типа, что отличает этот морфологический тип оруденения и в других регионах страны.

Таблица 4

Наиболее контрастные показатели геохимической зональности золоторудных месторождений Казахстана

Промышленный морфотип оруденения	Месторождения	Вид показателя γ	Значения γ		Размах R = $\frac{\gamma_{max}}{\gamma_{min}}$
			верхнерудные γ_{max}	нижнерудные γ_{min}	
Штокверковый	Северное	$\frac{Hg \cdot Hg \cdot As}{W \cdot Co \cdot W}$	1,16	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$6,1 \cdot 10^3$
	Юбилейное	$\frac{Au \cdot Sb \cdot Sb}{W \cdot Zn \cdot W}$	3,9	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^3$
Минерализованные зоны	Центральное II	$\frac{Au \cdot Au \cdot Au}{Zn \cdot Pb \cdot Cu}$	$2,58 \cdot 10^2$	$1,35 \cdot 10^{-6}$	$1,81 \cdot 10^4$
	Аксу (участок № 2)	$\frac{As \cdot Cu \cdot Cu}{Co \cdot Co \cdot Pb}$	$14,3 \cdot 10^3$	6	$2,38 \cdot 10^3$
	Восточное	$\frac{Hg \cdot Hg}{As \cdot Zn}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^2$
Жильный	Центральное I (Западный участок)	$\frac{Hg \cdot Cu \cdot Zn}{Au \cdot Mo \cdot Mo}$	$5,4 \cdot 10^6$	0,08	$6,7 \cdot 10^7$
	Южное (крутые жилы, типа Главной)	$\frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Cu \cdot Zn \cdot Cu}$	$3,4 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$1,79 \cdot 10^5$
	Южное (пологие жилы, типа Пологой № I)	$\frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Cu \cdot Zn \cdot Cu}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$3,38 \cdot 10^3$

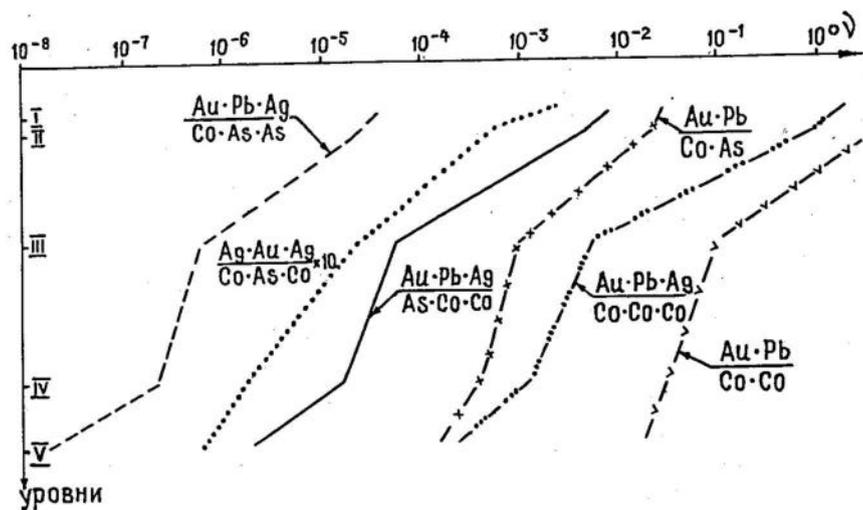


Рис.6. Месторождение Южное. Графики изменения с глубиной показателей геохимической зональности у Главной жилы

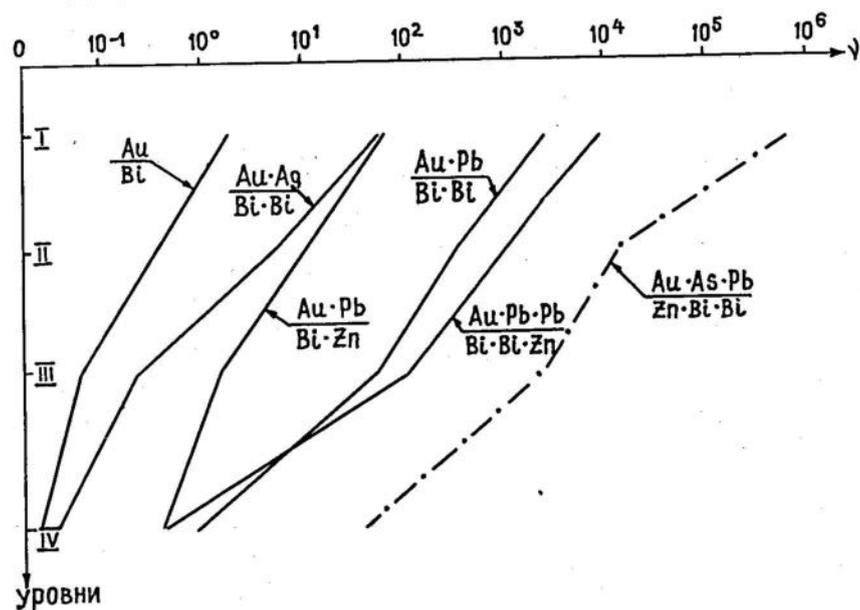


Рис.7. Месторождение Южное. Графики изменения с глубиной показателей геохимической зональности у Тугеновской жилы

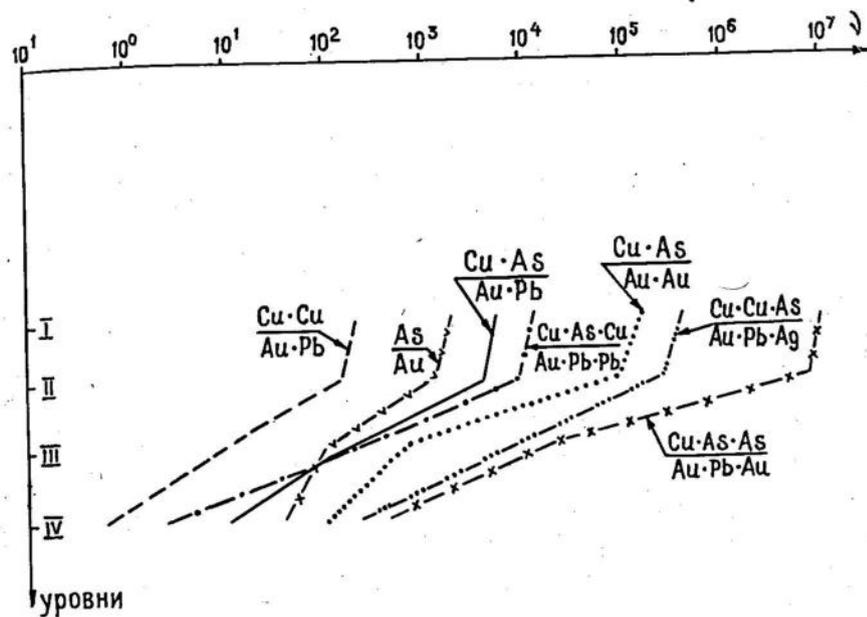


Рис.8. Месторождение Южное. Графики изменения по падению показателей геохимической зональности у Пологой жилы I

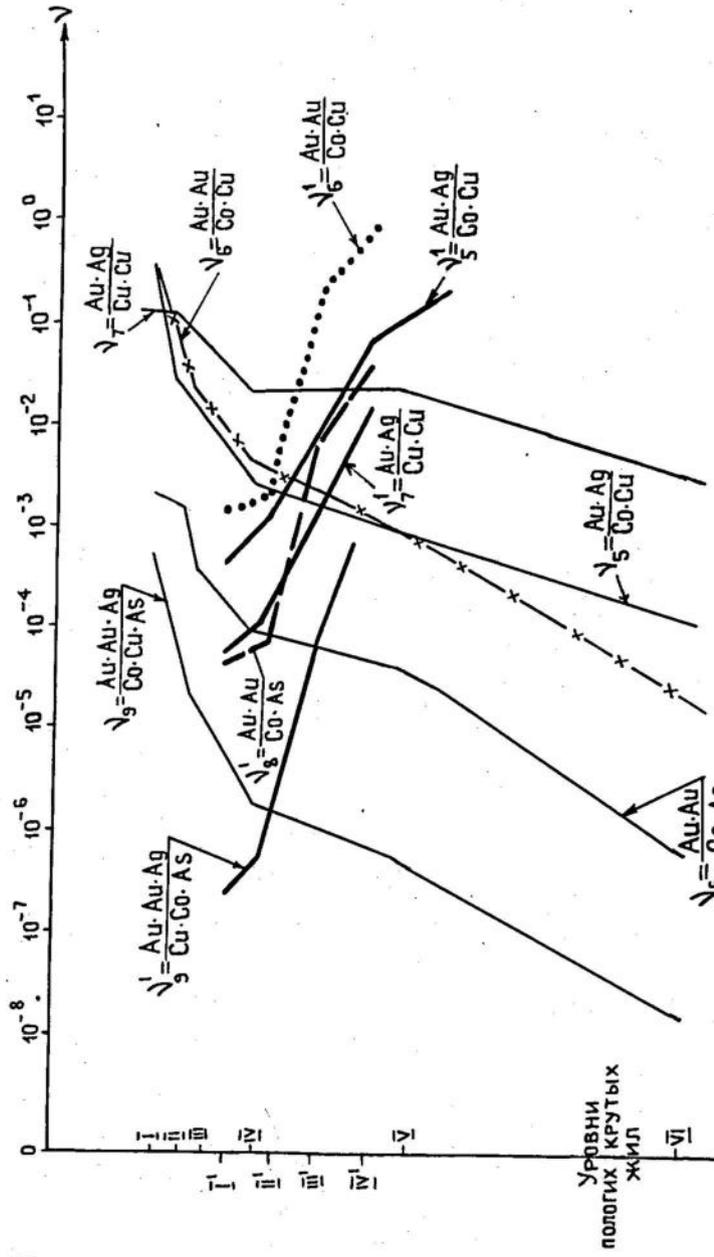


Рис.9. Графики изменения с глубиной геохимических показателей зональности у месторождения Ежного
Показатели $\gamma 5 - \gamma 9$ для кругопалакших жил - типа Главной и Тукеновской, показатели $\gamma I - \gamma I 9$
для пологопадающих жил - типа Пологой I

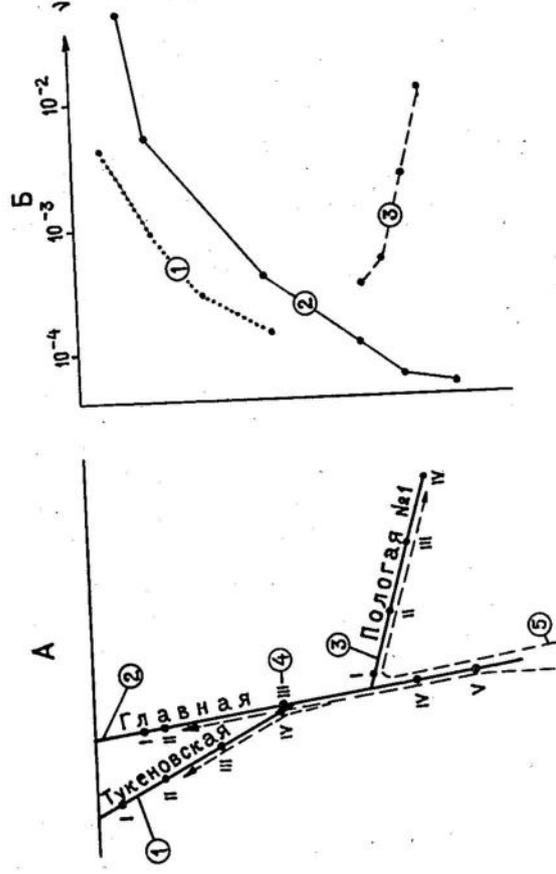


Рис.10. Месторождение Ежное. Схема образования геохимической зональности в разрезе:
А - схема расположения исследованных рудных жил, Б - изменение геохимического показателя зональ-
ности $\gamma = \frac{Au \cdot Ag}{Cu \cdot Cu}$: ① - для жилы Главной, ② - для жилы Тукеновская, ③ - для жилы Пологой I;
④ - уровни подсчета показателя зональности, ⑤ - направление движения рудоносных растворов

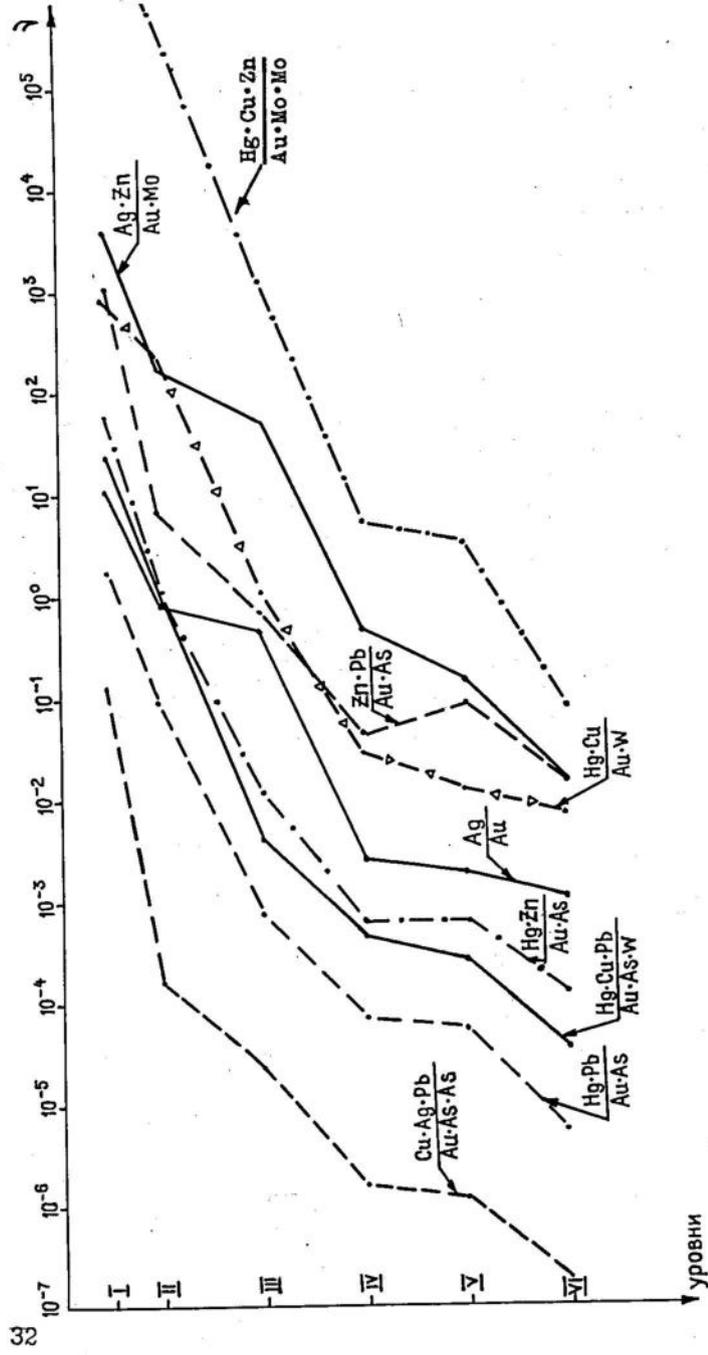


Рис.11. Месторождение Центральное I. Графики изменения с глубиной показателей геохимической зональности у жилы Кизная 4

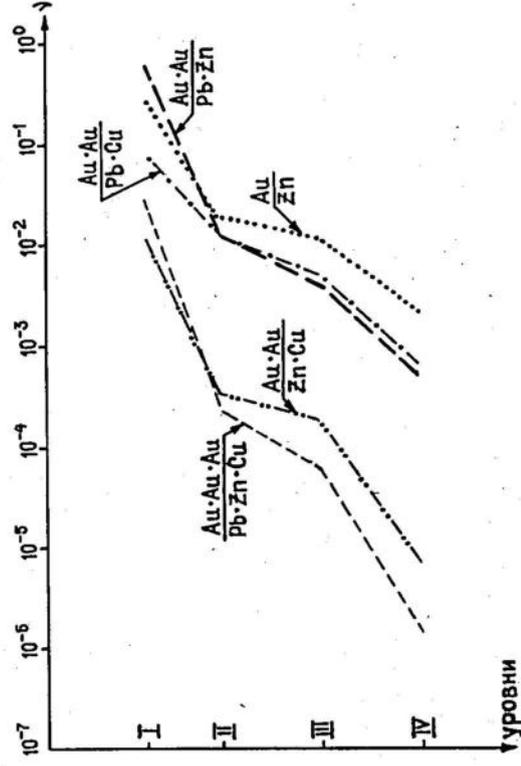


Рис.12. Месторождение Центральное II. Графики изменения показателей геохимической зональности у минерализованных зон

уровнях I2 эталонных месторождений, свидетельствует о проявлении в рудных телах месторождений так называемой скрытой минерально-геохимической зональности. Устанавливается она на основе особенностей распределения (по данным спектрального анализа) средних содержаний Au, As, Ag, Pb, Zn, Cu, Co и др. типоморфных элементов в концентраторах золота - арсенопиритах и пиритах. Зональный характер изменений средних содержаний элементов-примесей в этих минералах в зависимости от глубины их отложения коррелируется или сходен с общей геохимической зональностью месторождения, его рудных тел, жил (табл.5). В этом проявляется один из важнейших принципов геохимического подобия генетически однотипных объектов различной крупности. Рассмотрим характерные примеры. На штокверковом месторождении Северном выявлены вероятностный ряд (2) геохимической зональности оруденения (табл.1; табл.5) и вероятностный ряд, установленный по закономерному распределению с глубиной средних содержаний элементов-примесей в 72 монофракциях арсенопиритов (табл.5,6).

По общим элементам ряды почти значимо коррелируются ($r=0,7$). Это положение иллюстрируется изменением с глубиной графиков геохимического показателя зональности $\nu = \frac{Ag \cdot Cu \cdot Ag}{Mo \cdot Bi \cdot Pb}$, построенных в продольно-вертикальной плоскости месторождения по средним содержаниям в рудах и в арсенопиритах. На примере графика видно, что размах показателей геохимической зональности ν , вычисленных по содержаниям элементов-примесей в мономинеральных фракциях сульфидов, может увеличиваться по сравнению с размахом этих же показателей ν , характеризующих оруденение, что повышает прикладное значение первых (рис.14).

На месторождении Центральном I установлены вероятностный ряд (1) геохимической зональности жильного оруденения участка Западного (снизу вверх): Au-As-Sb-W, Mo-Ag-Pb-Zn-Cu-Hg(I) и ряд (2) штокверкового оруденения Зоны Дальней (снизу вверх): Au-W-Ag-As-Sb-Mo-Bi-Pb-Zn-Cu-Hg (2). Между рядом (1) и рядом (2) значимая корреляция ($r=0,81$). По содержаниям элементов-примесей в 50 монофракциях пиритов из штокверка Зоны Дальней определены значения эталонных показателей ν , отражающих во многом сходное зональное распределение примесей с глубиной на участках Западном и Зоне Дальней. Поведение с глубиной графиков (к примеру, $\nu_2 = \frac{Zn \cdot Pb}{Au \cdot As}$), построенных по элемен-



Рис.13. Сопоставление численных значений $\nu = \frac{Hg \cdot Sb}{W \cdot Co}$ золоторудных месторождений Казахстана: В - значения ν для верхнерудных, Н - значения ν для нижнерудных уровней
 А - ЭТАЛОННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ - ОБЪЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ (1-9)
 ЖИЛЬНЫЙ ТИП: 1 - Южное; 2 - Центральное I. ТИП МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ЗОН: 3 - Аксу (участок № 2); 4 - Таскара; 5 - Центральное II; 6 - Восточное; 7 - Западное. ШТОКВЕРКОВЫЙ ТИП: 8 - Юбилейное; 9 - Северное
 Б - ОБЪЕКТЫ РАСПОЗНАВАНИЯ (10-19)
 10 - Шолкынзыл; 11 - Барезовское; 12 - Кенгир; 13 - участок Зона Дальняя месторождения Центрального I; 14 - Райгородок Северный; 15 - Райгородок Южный; 16 - Новоднепровское; 17 - Светинское. Участки Северного рудного поля: 18 - Шнековий; 19 - Промежуточный

Таблица 6

Распределение средних содержаний элементов-примесей в арсенопиритах месторождения Северного

Уров- ни	Коли- чест- во проб	\bar{C} элементов в п. 10^{-3} %								
		Au*	Ag	Mo	Cu	Pb	Co	Bi	Zn	Ni
I	16	5,28	0,221	2,19	13,3	3,2	26,4	10,3	4,0	4,2
II	17	6,86	0,162	0,63	14,2	1,8	15,7	7,72	3,6	1,6
III	13	6,29	0,112	0,91	4,2	2,1	12,6	5,76	2,02	2,8
IV	10	2,43	0,0842	3,31	3,72	4,62	57,5	9,0	7,3	5,52
V	7	3,71	0,0474	2,59	1,06	2,54	35,0	12,1	6,75	7,04
VI	9	1,87	0,018	2,211	0,977	2,46	30,0	16,4	6,33	5,3

* - Au в усл.ед.

там-примесям в пиритах, близко к таким же γ , характеризующим оруденение рассмотренных глубин (табл.5).

В исследованном разрезе минерализованных зон участка Центрального месторождения Центрального II выявлена вертикальная геохимическая зональность (снизу-вверх): Zn - Pb - Cu, As - Ag - Mo - W - Bi - Au. Особенности распределения средних содержаний некоторых элементов в 2I монофракциях пиритов, отобранных по падению минерализованных зон, указывают на взаимосвязь с геохимической зональностью оруденения. Например, с глубиной отмечается увеличение содержаний Pb, Zn, Cu, Ag и уменьшение Bi, Au. Наиболее контрастный показатель γ , рассчитанный по содержаниям элементов-примесей в пиритах $\gamma_4 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot Cu}$.

Для жилы Главной месторождения Южного установлена вертикальная геохимическая зональность (снизу вверх): As - Sb - Co - Pb - Zn - Cu - Ag - Mo - Bi - Au - Hg (I). Вертикальный ряд (2) геохимической зональности для месторождения в целом (снизу вверх): Co - Cu - As - Zn - Sb - Ag - Pb - Au - Hg (2). Ряды (I) и (2) значимо коррелируются ($r = 0,82$). По содержаниям элементов-примесей в 85 мономинеральных пробах пиритов и арсенопиритов установлены общие с рядами (I) и (2) показатели $\gamma_4 = \frac{Au \cdot Ag}{Co \cdot Cu}$ и $\gamma_8 = \frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Co \cdot Cu \cdot As}$.

На месторождении Архарлы особенности распределения элементов-примесей в 36 монофракциях сфалеритов и пиритов изучены по падению жил 20, 20а и 2I Северо-Восточного участка. Вероятностный ряд геохимической зональности участка (снизу вверх): Pb - Au - Zn - Bi - Mo - Cu - As - Ag - Sr. В пиритах жил 20, 20а установлено увеличение с глубиной средних содержаний Pb, Zn и уменьшение Cu, согласующееся с геохимической зональностью оруденения участка. В пиритах жилы 2I с глубиной уменьшаются средние содержания Ag, As, Cu, Sb. В сфалеритах жил 20а, 2I с глубиной увеличиваются средние содержания Pb. Общими показателями зональности оруденения и элементов-примесей в пиритах жил 20, 20а, 2I являются $\gamma_2 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_4 = \frac{Ag \cdot As}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$.

2.2. Типоморфные комплексы элементов

Ведущее практическое значение имеют геохимические парагенетические ассоциации, свойственные золоторудным месторождениям, у которых кларки концентрации (геофоны) рудообразующих элемен-

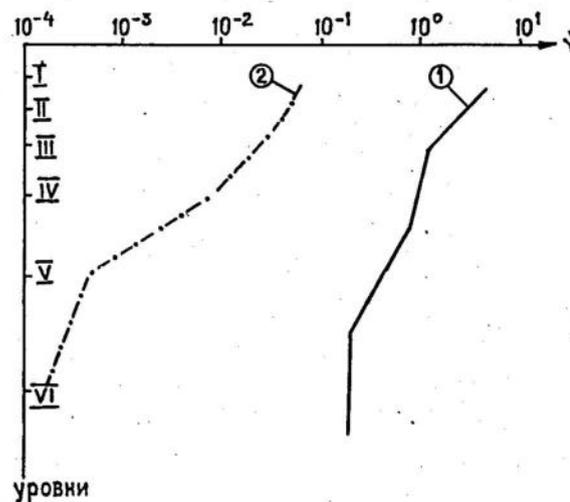


Рис.14. Месторождение Северное. Графики изменения показателя геохимической зональности $\gamma = \frac{Cu \cdot Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Mo \cdot Bi}$: I - по средним содержаниям химических элементов эндогенной минерализации; 2 - по средним содержаниям элементов-примесей в арсенопиритах

Геохимическая и минералого-геохимическая зональность золоторудных месторождений Казахстана
(на примере основных промышленных типов месторождений разных рудных формаций)

Промышленный морфотип оруденения	Месторождение, участок	Последовательность отложения элементов-индикаторов месторождения, рудного тела (снизу - вверх)	Продуктивные парагенетические минеральные ассоциации	Наиболее распространенные минералы-концентраты золота (количество монофракций)	Минерально-геохимическая зональность по элементам-примесям в минералах-концентраторах золота	
					Последовательность отложения элементов-индикаторов (снизу - вверх)	Показатели минерально-геохимической зональности
Штокверковый	Северное	W-Co-Mo-Bi, Au, Pb, Sb-As, Ag-Cu-Hg	Висмут-арсенопирит-кварцевая, кварцевая, висмут-висмутин-кварцевая	Арсенопирит (72)	Ni, Zn, Bi-Mo-Co-Pb-Au-Ag-Cu	$\gamma = \frac{Ag \cdot Cu \cdot Ag}{Mo \cdot Bi \cdot Pb}$ $\gamma_4 = \frac{Pb \cdot Zn}{Ag \cdot Cu}$, $\gamma_3 = \frac{Zn \cdot Pb \cdot Zn}{Ag \cdot Cu \cdot Ag}$ $\gamma_7 = \frac{Pb \cdot Zn \cdot Pb}{Ag \cdot Cu \cdot Cu}$
	Райгородок	Cu, Bi-Ag-Au-Pb-Zn-As-Sb	Полиметаллическая	Пирит (26)	Cu-Ag-Zn, As	$\gamma_1 = \frac{Pb}{Au}$, $\gamma_2 = \frac{Zn \cdot Pb}{Au \cdot As}$
	Центральное I, Зона Дальняя	Au-W, Ag-As-Sb-Mo-Bi-Pb, Zn-Cu-Hg	Золото-пирит-арсенопиритовая, золото-полиметаллическая	Пирит (50)	As, Pb-Cu, Zn*	
Минерализованные зоны	Западное	Mo, Pb-Cu-Zn-Ni, As-Au	Пирит-арсенопиритовая	Пирит (25)	Mo, Pb-Cu-Ni, As, Au	$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Au}{Mo \cdot Cu}$, $\gamma_2 = \frac{Au \cdot As}{Mo \cdot Mo}$ $\gamma_3 = \frac{As \cdot As}{Mo \cdot Cu}$, $\gamma_4 = \frac{Au \cdot As}{Mo \cdot Cu}$
	Березовское	Pb, Zn-Ba-Sb-As-Au	Барит-полиметаллическая	Пирит (33)	Zn, Pb, Mo-As, Ag*	$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Au}{Pb \cdot Zn}$, $\gamma_2 = \frac{As \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$
	Центральное II	Zn-Pb-Cu, As-Ag-Mo-W-Bi-Au	Пирит-халькопиритовая, халькопирит-галениитовая	Пирит (2I)	Zn, Cu, Pb-Bi*	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot Cu}$, $\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Au}{Zn \cdot Sb}$, $\gamma_{10} = \frac{Ag \cdot Au}{Zn \cdot Cu}$ $\gamma_7 = \frac{Ag \cdot Au}{Zn \cdot As}$, $\gamma_9 = \frac{Au \cdot Bi}{Zn \cdot Cu}$, $\gamma_{11} = \frac{Au \cdot Bi}{Zn \cdot As}$
Жильный	Центральное I, участок Западный	Au-As-Sb-W, Mo-Ag-Pb-Zn-Cu-Hg	Золото-пирит-арсенопиритовая, золото-полиметаллическая	Пирит (50)	Au, As-Zn, Pb-Cu	$\gamma_2 = \frac{Zn \cdot Pb}{Au \cdot As}$
	Центральное I, Зона Дальняя	Au-W, Ag-As-Sb-Mo-Bi-Zn, Pb, Hg-Cu				
	Южное	Co-Cu-As-Zn-Sb-Ag-Pb-Au-Hg	Золото-полиметаллическая	Пирит, арсенопирит (85)	Sb, As-Ag*	$\gamma_2 = \frac{Au}{Cu}$, $\gamma_5 = \frac{Au \cdot Au}{Co \cdot As}$, $\gamma_4 = \frac{Au \cdot Ag}{Co \cdot Cu}$ $\gamma_8 = \frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Co \cdot Cu \cdot As}$
	Южное, жила Главная	As-Sb-Co-Pb-Zn-Cu, Ag-Au-Hg				
	Архарлы, участок Северо-Восточный	Pb-Au-Zn-Bi-Mo-Cu-As-Ag-Sr	Адуляр-кварцевая, галенит-сфалерит-кварцевая		Pb, Zn-Cu, As, Ag	$\gamma_2 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_4 = \frac{Ag \cdot As}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$
	жила 20, 20а			Пирит (36)		
	жила 2I			Пирит, сфалерит (36)	Pb-Cu, Ag*	$\gamma_2 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_5 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Mo}$, $\gamma_7 = \frac{Ag \cdot Cu}{Pb \cdot Mo}$ $\gamma_4 = \frac{Ag \cdot As}{Au \cdot Zn}$, $\gamma_6 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Bi}$, $\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$

* Положение золота в зональном ряду требует уточнения.

тов I. Такие парагенетические ассоциации элементов характеризуют рудные тела и первичные ореолы месторождений. Все изученные типы месторождений различных золоторудных формаций объединяют проявление геохимических ассоциаций халькофильной группы. Установлены ряды привноса типоморфного комплекса элементов-индикаторов (ТКЭ) для отдельных месторождений. Обобщенный ТКЭ исследованных золоторудных месторождений Казахстана (по убыванию геофонов) имеет вид: Au - As - Ag - Pb - Mo - Bi - Sb - Cu - Zn - Co - Sn - W (табл.7). Геофоны элементов определяются через отношения средних содержания элементов (С) к их местному фону (C_{ϕ}). По элементам с максимальными геофонами определены наиболее распространенные геохимические типы оруденения: золото-мышьяковый (Восточное, Центральное I, участок Западный и др.); золото-мышьяк-висмутовый (Северное, Шнековий, Кенгир и др.); золото-висмутовый (Узун-Булак, Промежуточный и др.); золото-серебряный (Центральное II, участок Центральный; Архарлы, участок Северо-Восточный и др.); золото-серебро-мышьяковый (Южное; Аксу, участок № 2 и др.); золото-серебро-молибденовый (Таскара, Шалкызыл); золото-медный (Юбилейное, Райгородок и др.). Исходя из широко проявленных ассоциаций элементов устанавливаются две группы самых распространенных месторождений: золото-серебряные и золото-мышьяковые (табл.8).

Для золоторудных месторождений выделяются три уровня концентрирования золота и его наиболее характерных спутников. Наименьшие кларки концентраций ($K_K < 10$) в рудах установлены для Mo, Sb; наиболее высокие ($K_K > 100$ и до > 10000) - для Au, As (табл.9).

2.3. Морфология и состав первичных ореолов

Важнейшим свойством месторождений является наличие первичных ореолов золота и его спутников, которые увеличивают размеры объекта поиска и могут свидетельствовать о слепом залегании рудных тел. Форма и размеры ореолов зависят от формы, залегания и размеров рудных тел. Линейно-вытянутые ореолы характерны для жильных рудных тел. Неправильные и сложные ореолы развиты вокруг сопряженных и сближенных рудных тел в штокверках. Примеры эффективных размеров первичных ореолов элементов-спутников золота в связи с разными морфологическими типами золотого оруденения на отдельных месторождениях приведены в табл.10. На собственно золоторудных месторождениях ореолы золота по сравнению с другими спутниками имеют большую эффективную протяженность или мощность, что особенно четко проявляется вокруг богатых участков. Рудные элементы на изученных золоторудных месторождениях

Таблица 7

Типоморфные комплексы элементов золоторудных месторождений Казахстана

Промышленный морфотип оруденения	Объект	Элементы-индикаторы, разбавленные по геофонам*
Штокверковые	Северное	Au(340)-As(170)-Bi(57)-Mo(7)-Pb(6)-Cu, Co(4)-W, Sb(3)-Ag(2)
	Юбилейное	Au(680)-Cu(61)-Mo(25)-Ag(17)-Pb(14)-Bi(12)-As(11)-Sb(8)-Zn(4)-W(3)-Co(2)
	Райгородок (участок Северный)	Au(123)-Cu(18)-Mo(11)-Ag(8)-Bi, Pb(4)-Hg, Be(3)-Co, Zn, As(2)
	Кенгир	Au(500)-As(148)-Bi(128)-Sb(64)-Ag(31)-W(14)-Pb, Co(17)-Cu(6)-Zn(2)
Минерализованные зоны	Центральное II (участок Центральный)	Au(420)-Ag(23)-Zn(16)-W(10)-Mo(7)-Cu(6)-Co(5)-Bi(3)-Pb, As(2)
	Восточное	Au(620)-As(70)-Ag(9)-Pb, Mo(4)-Zn(3)-Cu(2)
	Западное	Au(349)-As(51)-Sb(7)-Cu, Pb(4)-Mo(3)-Ag, Zn, Co(2)
	Аксу (участок № 2)	Au(500)-Ag(146)-As(110)-Sb(64)-Pb(24)-Zn(17)-Co, W(11)-Mo(9)-Cu(7)-Bi(2)
Таскара	Au(230)-Ag(38)-Mo(32)-Pb, Bi(8)-Zn, Cu(5)-As(3)	
Жильный	Центральное I (участок Западный)	Au(680)-As(230)-Sb(58)-Mo, Zn(20)-Pb(15)-Cu(10)-Ag, W(5)
	Южное	Au(840)-Ag(82)-As(28)-Pb(21)-Sb(20)-Zn(17)-Cu(13)-Mo(7)
Обобщенный ТКЭ	Архарлы (участок Северо-Восточный)	Au(500)-Ag(500)-Pb(118)-Mo(26)-Zn(20)-As, Bi(77)-Cu(4)
	Шалкызыл	Au(320)-Ag(60)-Mo(23)-Pb(21)-Co(10)-Cu, W, Bi(6)-Zn, Sn(4)
		Au-As-Ag-Pb-Mo-Bi-Sb-Cu-Zn-Co-Sn-W

* геофоны золота в усл. ед.

Таблица 8

Ведущие геохимические типы оруденения золоторудных месторождений Казахстана

Геохимические типы оруденения	Примеры	Главнейшие спутники золота
Золото-мышьяковый	Восточное, Промежуточное, Западное	As
Золото-мышьяк-сурьмяный	Центральное I (участок Западный)	As, Sb
Золото-мышьяк-висмутовый	Северное, Шнековый, Кенгир	As, Bi
Золото-висмутовый	Узун-Булак, Промежуточный	Bi
Золото-серебряный	Центральное II (участок Центральный), Архарлы (участок Северо-Восточный), Пограничное	Ag
Золото-серебро-мышьяковый	Южное, Аксу (участок № 2)	Ag, As
Золото-серебро-молибденовый	Таскара, Шолкызыл	Ag, Mo
Золото-медный	Юбилейное, Райгородок (участок Северный)	Cu

Казахстана ранжируются по уменьшению эффективной ширины их первичных ореолов: Au > As > Ag > Pb > Bi > Cu > Co > Zn > Mo. Этот ряд довольно близок аналогичному ряду для кварцево-золоторудных месторождений по Л.Н.Овчинникову, С.В.Григоряну (1970), имеющему вид: Au > As > Bi > Ag > Pb > Cu > Mo > Co > Zn. Корреляция рядов $r = 0,9$. На месторождениях с оруденением метасоматического происхождения наблюдается прямая связь между интенсивностью оруденения и эффективной шириной ореолов. На месторождениях с преобладанием выполнения оруденением полостей ореолы развития значительно слабее. Контрастность ореолов по падению и восстанию рудных тел увеличивается по схеме: ореолы фронтального типа развития со штокверковым оруденением (месторождения Северное, Юбилейное и др.) и оруденением, выполняющим минерализованные зоны (месторождения Восточное, Центральное II, Аксу, Таскара, Западное и др.), ореолы кинжального (центрального) типа развития с жильным оруде-

нением (месторождения Центральное I, Южное, Архарлы и др.).

Таблица 9

Уровни концентрирования элементов-индикаторов золоторудных месторождений Казахстана

Вид концентрирования	Кларки концентраций ведущих элементов-индикаторов (K_k)			
	низкие K_k		высокие	
	< 10	10-100	100-1000	1000 до ≥ 10000
Рудные тела, жилы	Mo, Sb	Bi, Ag, As	Au, Ag, As	Au, As
Эндогенные ореолы вокруг рудных тел	Au, As, Ag	Au, Pb, Cu	As	
Зоны измененных пород, примыкающих к ореолам	Au, Pb, Cu			

Исходя из зональности первичных ореолов, отражающей геохимическую зональность рудных тел, для нижних частей разведанных разрезов золоторудных тел и обрамляющих ореолов характерно преимущественное накопление W, Cu, Zn, Co, а для верхних - Hg, Ag, As, что используется при определении уровней среза оруденения. По асимметрии в строении продольной и поперечной зональности первичных ореолов можно предполагать условия залегания слепого и прогнозируемого оруденения /27/. Эффективными признаками золоторудного оруденения могут явиться геохимические данные о наличии ореолов Au, Ag, As, Sb, Bi, Zn, Pb и других спутников золота. При этом можно рассчитывать на открытие новых слабообогатившихся или слепых месторождений, фиксирующихся незначительными по размерам и интенсивности аномалиями элементов, характерных для верхнерудных (надрудных) срезов. Из-за отсутствия соответствующих геохимических критериев такие аномалии в прежние годы относились к бесперспективным. В золоторудных районах аномальными концентрациями золота и его спутников выделяются основные рудоуправляющие и рудовмещающие структуры, а наиболее перспективные участки - это участки с аномалиями, присущими надрудным первичным ореолам. Для усиления контрастности моноэлементных ореолов золота и спутников с малыми концентрациями рекомендуется

Эффективные размеры первичных ореолов спутников золота на золоторудных месторождениях Казахстана

Химический элемент	Параметры ореолов		Морфологический тип ореоления, месторождения						
	Минерализованные зоны						Жильный		
	Восточное	Таскара	Аксу (участок № 2)	Центральное II	Центральное II	Центральное I	Новый (участок Западный)	Канное	
As	СА, %	100.10 ⁻³	20.10 ⁻³	10.10 ⁻³	10.10 ⁻³	10.10 ⁻³	30.10 ⁻³	30.10 ⁻³	30.10 ⁻³
	Длина, м	200-260	40+170	40-330	20-80	10-100	60-840	50-500	50-500
	Ширина, м	2+25-30	2+30	2-150	1-5+17	1-15	4-60	2-70	2-70
	СА, %	1,5.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵
Ag	Длина, м	50+200	140-250	45-320	20-230	15-170	50-760	60-400	60-400
	Ширина, м	2+10-30	2,7+10-100	2-55	2-60	1-28	6-140	2-50	2-50
	СА, %	-	-	-	1,5.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴
Bi	Длина, м	-	-	-	20-150	20-90	40-780	50-450	50-450
	Ширина, м	-	-	-	1-3+10	1-5	4-150	2-40	2-40
	СА, %	-	-	2.10 ⁻³	-	-	3.10 ⁻³	-	-
Sb	Длина, м	-	-	40-280	-	-	50-340	-	-
	Ширина, м	-	-	2-50	-	-	5-56	-	-
Mo	СА, %	20.10 ⁻⁵	150.10 ⁻⁵	50.10 ⁻⁵	50.10 ⁻⁵	50.10 ⁻⁵	10.10 ⁻⁵	30.10 ⁻⁵	30.10 ⁻⁵
	Длина, м	70+120	150-220	30-185	10-45	18-120	5-640	40-450	40-450
	Ширина, м	2-10	2-8+55-90	2-16	1-6	1-30	6-320	2-60	2-60
	СА, %	10.10 ⁻³	20.10 ⁻³	15.10 ⁻³	15.10 ⁻³	15.10 ⁻³	10.10 ⁻³	30.10 ⁻³	30.10 ⁻³
Cu	Длина, м	60+120	140+170	40-360	20-200	10-160	40-760	5-350	5-350
	Ширина, м	2+12	2-10+140-170	1-80	2+65	1+38	5+120	2+20	2+20
	СА, %	30.10 ⁻³	40.10 ⁻³	30.10 ⁻³	20.10 ⁻³	30.10 ⁻³	20.10 ⁻³	30.10 ⁻³	30.10 ⁻³
Zn	Длина, м	60-70	30+80	30-310	35-200	10-110	60-620	50-250	50-250
	Ширина, м	2-5	2-3+4-12	2-15	1-70	1-20	4-260	2-20	2-20
	СА, %	30.10 ⁻⁴	40.10 ⁻⁴	30.10 ⁻⁴	20.10 ⁻⁴	30.10 ⁻⁴	100.10 ⁻⁴	15.10 ⁻⁴	15.10 ⁻⁴
Pb	Длина, м	60+160	40-50+140-120	40-130	18-20+36-105	12-100	60-620	50-350	50-350
	Ширина, м	-	2,5+9-30	2-40	2-12	1-11	4-220	2-30	2-30
	СА, %	150.10 ⁻⁷	50.10 ⁻⁷	-	-	100.10 ⁻⁷	300.10 ⁻⁷	60.10 ⁻⁷	60.10 ⁻⁷
Hg	Длина, м	150-200	20-25+70-180	-	-	40-100	80-320	35-45+130-32	35-45+130-32
	Ширина, м	2+60	2+40	-	-	5-55	6-250	2-5+10-30	2-5+10-30
	СА, %	-	-	-	1,5.10 ⁻³	1,5.10 ⁻³	1.10 ⁻³	-	-
W	Длина, м	-	-	-	20-125	20-110	40-380	-	-
	Ширина, м	-	-	-	2+65	1-6	3+30	-	-

(-) - первичные ореолы не выявлены.

применять построение мультипликативных ореолов по С.В.Григоряну. К примеру, на месторождении Таскара успешно применен метод мультипликативных ореолов /88/. Здесь весьма контрастный мультипликативный ореол $Hg \cdot Au \cdot As$ четко фиксирует фронтальную часть рудной зоны, а контрастный ореол $Zn \cdot Pb \cdot Ag$ характерен лишь для корневых частей оруденения, что можно использовать при оценке среза однотипных объектов (рис.15). Определенный поисковый интерес вызывают особенности распределения литофильных и щелочных элементов на золоторудных месторождениях. Так, Ti , Zr , Sr , Mn , V в пределах рудных зон и экзоконтактных рудных тел образуют ореолы выноса или частичного выноса, а на некотором удалении от последних склонны к накоплению. Это хорошо видно на примере распределения стронция на месторождениях Кюное и Таскара /88/.

2.4. Прочие количественные характеристики эндогенного золотого оруденения

Исследованные промышленные типы золоторудных месторождений Казахстана характеризуются своими геохимическими спектрами, наиболее распространенными корреляционными связями между содержаниями золота и его спутников, индикаторами оруденения и др.

Геохимические спектры месторождений. Анализ сходства и различий геохимических спектров (ГС) золоторудных месторождений при совмещении их линейных графиков по золоту позволяет прогнозировать тип оруденения и в какой-то мере делать предположения о промышленной значимости оцениваемого объекта. Наиболее показательны для этих целей три мультипликативных отношения ($\nu_1 = Ag \cdot Au / Mo \cdot W$, $\nu_2 = As \cdot Ag \cdot Au / Bi \cdot Mo \cdot W$, $\nu_3 = As \cdot Ag \cdot Au / Zn \cdot Mo \cdot W$), составленные по результатам сопоставления ГС изученных золоторудных объектов, за эталоны морфологических типов промышленного оруденения при сравнении их ГС приняты месторождения Северное, Центральное П, Бестюба. По значениям двух близких ν_2 и ν_3 все объекты разделяются на две группы (табл. II). К первой группе месторождений по значениям $\nu_2 = As \cdot Ag \cdot Au / Bi \cdot Mo \cdot W$ отнесены объекты со штокверковым оруденением и типа минерализованных зон. Различаются три подгруппы. К первой подгруппе месторождений относятся промышленные мес-

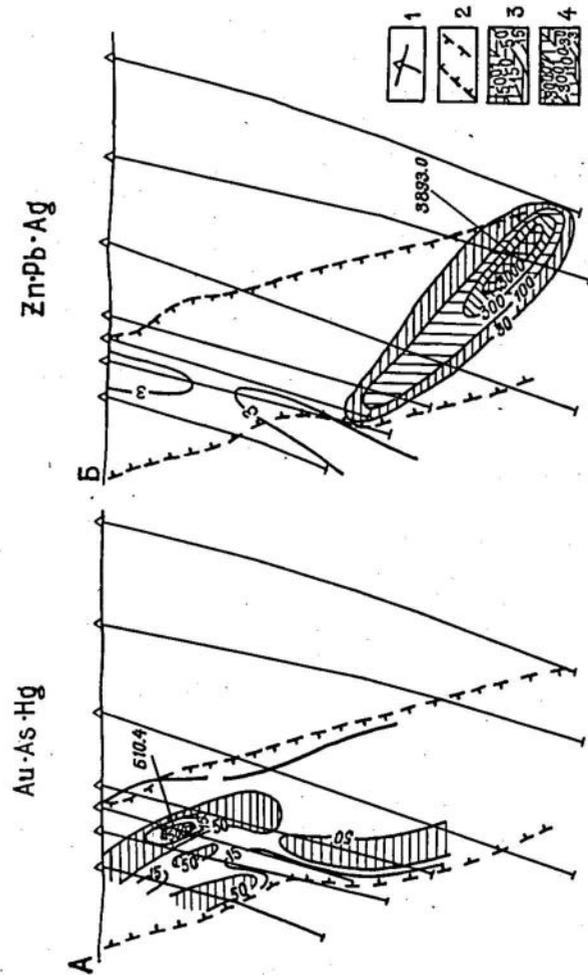


Рис.15. Месторождение Таскара. Мультипликативные ореолы элементов-индикаторов оруденения по профилю У:
 1 - скважины колонкового бурения; 2 - контур минерализованной зоны золотоносных кварц-адуляровых метасоматитов в осадочно-вулканогенных породах С2-3-Р1; 3 - ореолы элементов, характерных для фронтальных уровней (А), в изолиниях содержаниях от 15 до 500.10-13%; 4 - то же для корневых уровней (Б), в изолиниях содержаниях от 3 до 3000.10-9%

Сопоставление золоторудных месторождений Кавказстана по геохимическим спектрам

Группа	Промышленный морфотип оруденения	Объекты	Показатели γ	Значения γ
I	Штокверки и минерализованные зоны	Аксу (участок № 2), Восточное		$1 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^4$
		Северное, Юбилейное, Центральное II (участок Центральный), Западное, Таскара	$\gamma_2 = \frac{As \cdot Ag \cdot Au}{Bi \cdot Mo \cdot W}$	$1 \cdot 10^0 - 5 \cdot 10^0$
II	Жильный	Райгородок (участок Северный), Промежуточный, Барезовское		$1 \cdot 10^{-1} - 6 \cdot 10^{-1}$
		Южное		$5 \cdot 10^0$
		Архарлы (участок Северо-Восточный), Шолкнзыл	$\gamma_3 = \frac{As \cdot Ag \cdot Au}{Zn \cdot Mo \cdot W}$	$2,6 \cdot 10^{-1} - 4,3 \cdot 10^{-1}$
		Центральное I (участок Западный)		$6 \cdot 10^{-3}$

торожены (Аксу, Восточное) с наиболее высокими значениями $\gamma_2 = 1 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^4$. Ко второй подгруппе - промышленные месторождения (Северное, Юбилейное, Центральное II и др.) со значениями $\gamma_2 = 1-5$. Объекты малой значимости или непромышленные (Райгородок, Барезовское, Промежуточный и др.) объединяются в третью подгруппу с самыми низкими значениями $\gamma_2 = 1 \cdot 10^{-1} - 6 \cdot 10^{-1}$. По значениям показателя $\gamma_3 = \frac{As \cdot Ag \cdot Au}{Zn \cdot Mo \cdot W}$ обособляется группа месторождений с жильным оруденением. При этом, такие ведущие месторождения как Южное выделяется наиболее высокими значениями $\gamma_3 = 5$, а месторождение Центральное I - наиболее низкими $\gamma_3 = 6 \cdot 10^{-3}$. Промежуточные значения $\gamma_3 = 2,6 \cdot 10^{-1} - 4,3 \cdot 10^{-1}$ характерны для мелких месторождений Архарлы, Шолкнзыл и др.

Корреляционные связи между содержаниями элементов отражают зависимости, характерные для верхних и нижних частей рудных тел. Этим разным уровням конкретных месторождений отвечают наиболее устойчивые и чаще встречающиеся корреляционные связи между содержаниями элементов, занимающих близкие места в рядах геохимической зональности оруденения. Так, корреляционная связь содержаний пар элементов Au - Bi широко проявлена в верхах месторождения Центрального II. Корреляция содержаний Au - Bi особенно характерна для верхних частей месторождений Северного, Таскара и для низов разведанного разреза Восточного. Корреляция содержаний Au и As более всего присуща верхам месторождений Юбилейное, Южное, Шолкнзыл. Эта же пара высоко коррелирующихся элементов характерна для нижних частей разреза месторождений Аксу, Восточного. Коррелирующиеся содержания пары Au и Pb больше всего проявлены в низах месторождения Аксу. Из корреляционных связей содержаний элементов-спутников выделяются большей устойчивостью корреляция Ag и Pb для верхов месторождения Южного, Шолкнзыла и низов Центрального II, Аксу, Западного, Таскара. Корреляция As - W выделяется в нижней части месторождения Центрального I. Необходимо, однако, отметить, что на силу и характер корреляционных связей между содержаниями элементов оказывают влияние объемы и положение выработки, телескопированность минеральных парагенезисов и другие факторы.

Изоморфные в сульфидах формы ртути, возгоняемые из проб при высоких температурах (480°-730°), более характерны для золотосульфидных рудных тел (на месторождениях Южное, Северное, Западное и др.), в то время как в окружающих ореолах, в основном, развиты средне-температурные и низкотемпературные составляющие ртути. Это положение четко иллюстрируется на примере месторождения Южного (рис. 16, 17). На объектах с непромышленным золотым эндогенным оруденением (Райгородок, Березовское, Промежуточный и др.) высокотемпературные составляющие ртути не фиксируются или развиты незначительно (прил. 29). Уместно отметить, что по данным Г.А. Долгих и др. (1975), изоморфные в сульфидах формы ртути, возгоняемые при высоких температурах, также взаимосвязаны с промышленным оруденением на медноколчеданном (Приорском), колчеданно-полиметаллическом (Стрижановском) и стратиформном свинцово-цинковом (Шалкия) месторождениях Казахстана /32/.

Золотые руды отличаются минимально-аномальными содержаниями йода по сравнению с околорудным пространством вмещающих пород (месторождения Южное, Бестюбе, Юбилейное и др.), что соответствует распределению элементов исходя из их ионных потенциалов (рис. 18). На рис. 19 показана значимая отрицательная корреляция между содержаниями золота и йода, отражающая эту же зависимость ($r = -0,63$) на месторождении Южное (прил. 30). Подобная взаимосвязь между йодом и оруденением установлена (Судов, Лапп; 1966) на колчеданных месторождениях Кавказа, где рудные тела и зоны с полиметаллическим оруденением содержат минимальные - по отношению к вмещающим породам - концентрации йода. Н.И. Сафронов (1971) также указывает, что йод и хлор, обнаруживаемые в повышенных количествах в ореолах, в собственно рудном материале присутствуют лишь в ничтожных количествах. Он предположительно распределил галогены в трех зонах ореола относительно фронтальной части рудного тела; в ближайшей зоне - фтор, в средней - хлор, в дальней - бром и йод. Указанные индикаторные свойства ртути и йода использовать можно при поисках золотых руд.

При классификации и прогнозе золотого оруденения возможно определение промышленного морфологического типа недостаточно разведанных

объектов с применением математического аппарата-метода главных компонент (МГК). Этот вывод основан на результатах анализа МГК особенностей распределения золота и его спутников на 36 различных по морфологии и формационной принадлежности золоторудных месторождениях Казахстана /91/. Обработанная на ЭВМ информация включила значения средних содержаний элементов типоморфного комплекса (в основном, халькофильных элементов) в верхнерудных, среднерудных и нижнерудных уровнях месторождений, преобразованных в новые признаки - главные компоненты (ГК). Характеристика ГК приведена в таблице 12. Две первые, наиболее информативные ГК-I ГК и II ГК - выделяются по признакам, обладающим наибольшей дисперсией значений и хорошо коррелирующимся между собой, т.е. выделение ГК сопровождается автоматическим определением естественных в нашем случае геохимических ассоциаций элементов. С первой главной компонентой положительно коррелируют и вносят в нее основной вклад Pb, Zn, Ag, Au. Со второй компонентой отрицательно коррелируют и вносят в нее основной вклад Sb, Co, Bi, а также As. Значение остальных химических элементов в рассмотренных ГК невелико и существенной роли не играет.

Уравнения, по которым вычислены I и II ГК и вычисляются значения этих компонент для новых объектов:

$$\begin{aligned}
 \text{I ГК} &= 0,37 \frac{C_{Au} - 1,44}{2,42} + 0,43 \frac{C_{Ag} - 43,2}{133,87} - 0,05 \frac{C_{As} - 307,0}{495,5} + \\
 &+ 0,51 \frac{C_{Pb} - 63,58}{179,6} + 0,52 \frac{C_{Zn} - 22,65}{31,81} + 0,28 \frac{C_{Cu} - 14,89}{13,15} + \\
 &+ 0,04 \frac{C_{Pb} - 59,57}{21,58} + 0,09 \frac{C_{Zn} - 1,97}{1,63} + 0,11 \frac{C_{Sb} - 3,85}{7,78} + \\
 &+ 0,18 \frac{C_{Hg} - 6,65}{8,14} - 0,03 \frac{C_{W} - 1,92}{3,04} + 0,07 \frac{C_{Bi} - 8,42}{22,47} . \\
 \text{II ГК} &= 0,10 \frac{C_{Au} - 1,44}{2,42} - 0,09 \frac{C_{Ag} - 43,20}{133,87} + 0,38 \frac{C_{As} - 307,0}{495,5} - \\
 &- 0,08 \frac{C_{Pb} - 63,58}{179,6} - 0,13 \frac{C_{Zn} - 22,65}{31,81} + 0,09 \frac{C_{Cu} - 14,89}{13,15} - \\
 &- 0,16 \frac{C_{Mo} - 59,57}{121,58} + 0,46 \frac{C_{Co} - 1,97}{1,63} + 0,53 \frac{C_{Sb} - 3,85}{7,78} - \\
 &- 0,05 \frac{C_{Hg} - 6,65}{8,14} + 0,28 \frac{C_{W} - 1,92}{3,04} + 0,46 \frac{C_{Bi} - 8,42}{22,47} .
 \end{aligned}$$

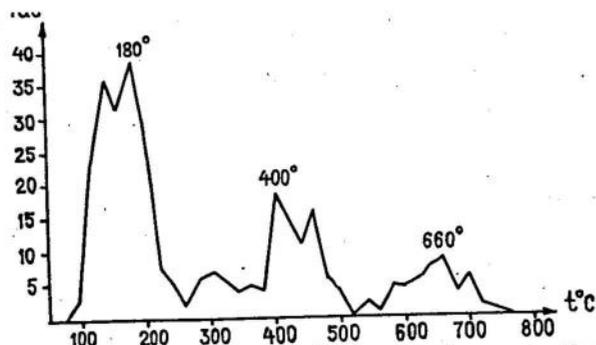


Рис.16. Месторождение Южное. Термический спектр форм нахождения ртути по ПР ХУШ

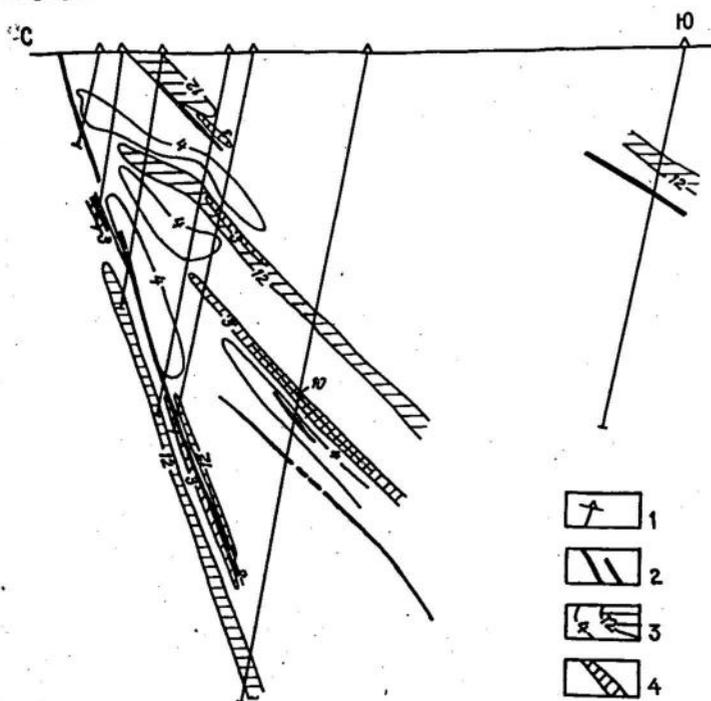


Рис.17. Месторождение Южное. Распределение изоморфных в сульфидах форм ртути по профилю ХУШ:

1 - скважины колонкового бурения; 2 - кварцево-золоторудные тела в гранодиоритах (D2); изолинии максимальных концентраций ртути в условных единицах при термической ее возгонке в интервалах температур; 3 - (100°-260°С) - для низкотемпературных составляющих, 4 - (580°-740°) - для высокотемпературных составляющих

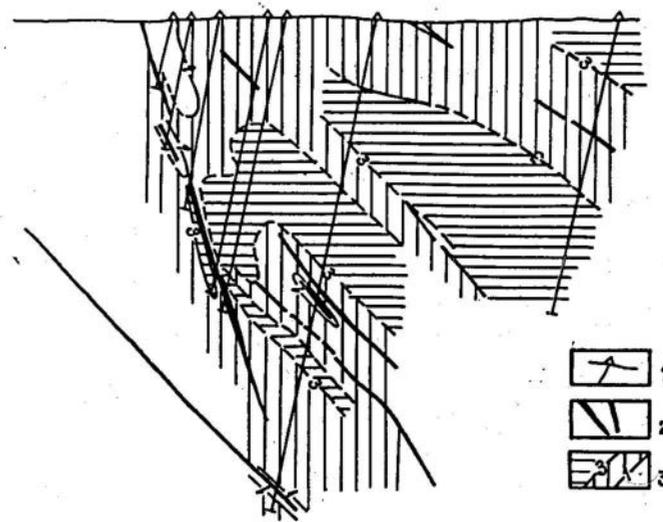


Рис.18. Месторождение Южное. Распределение йода по профилю ХУШ. 1 - скважины колонкового бурения; 2 - кварцево-золоторудные тела в гранодиоритах; 3 - изоконцентрации йода $0,3-3 \cdot 10^{-4}\%$

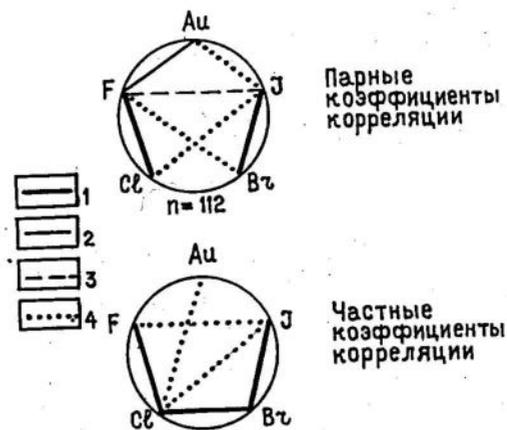
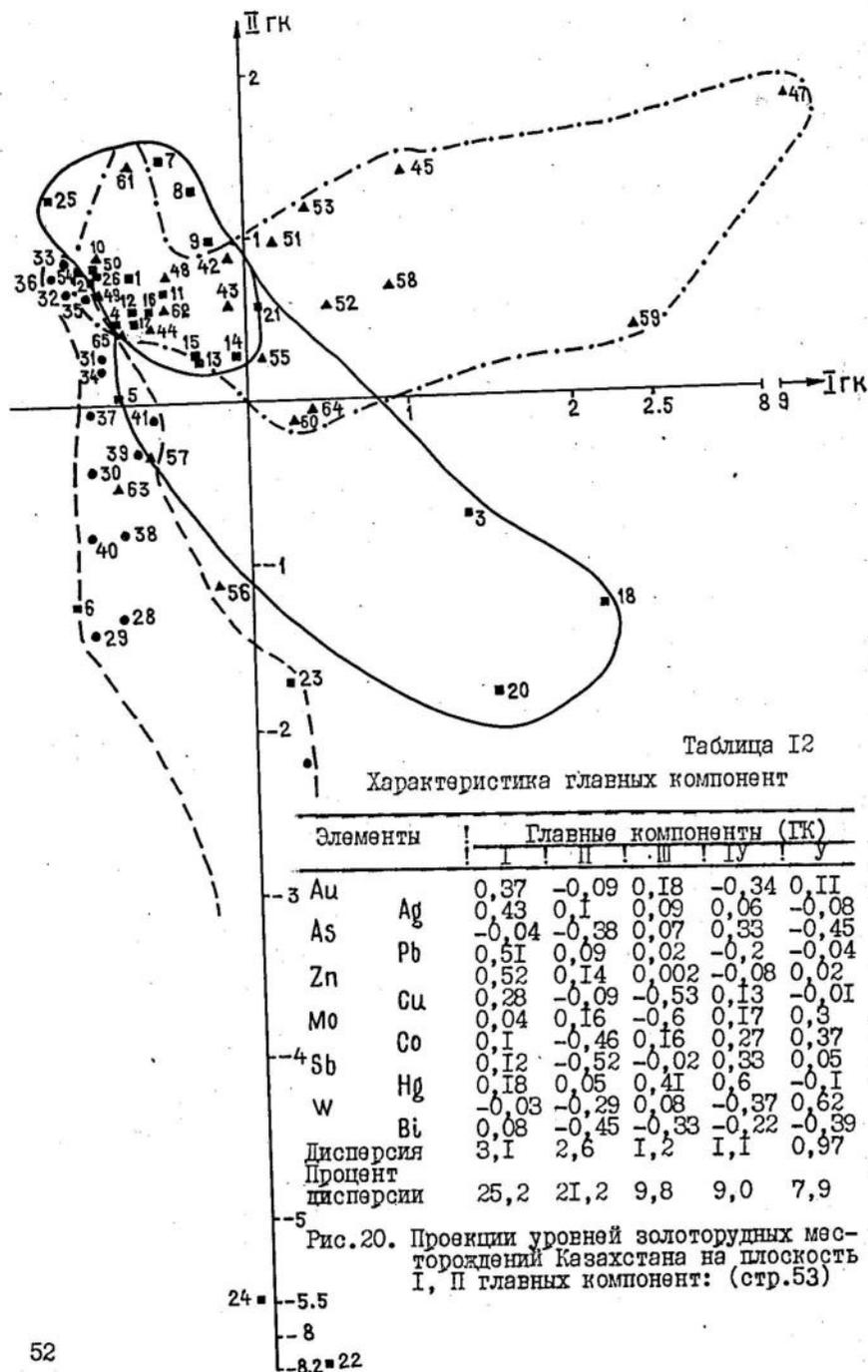


Рис.19. Месторождение Южное. Корреляционные связи между содержаниями золота и галогенов по ПР ХУШ:

положительные: 1 - при $q = 0,01$; 2 - при $q = 0,05$;
отрицательные: 3 - при $q = 0,01$; 4 - при $q = 0,05$



■ - оруденение в минерализованных зонах на месторождениях Восточное (1 - верхнерудный уровень; 2 - среднерудный, 3 - нижнерудный); Промежуточное (4, 5, 6); Таскара (7, 8, 9); Центральное II - участок Северный (10, 11, 12); Центральное II - Центральный (13, 14, 15); Ново-Днепровское (16 - верхнерудный уровень, 17 - нижнерудный); Аксу - Участок № 2 (18, 20); Каратуз (21 - верхнерудный уровень); Керегетас (25, 26)

● - оруденение штокверкового морфотипа на месторождениях Северное (27, 28, 29); Кентир (22, 23, 24); Шнековий (30, 31, 32); Промежуточный (33, 34, 35); Зона Параллельная Северного рудного поля (36, 37, 38); Зона Дальняя месторождения Центрального I (39, 40, 41)

▲ - жильный морфологический тип оруденения на месторождениях Центральное I - Западный (42, 43, 44); Архарлы - Северо-Восточный (45, 46, 47); Батбастау (48, 49, 50); Жильная зона У Архарлинского рудного поля (51, 52, 53); Байкальское (54); Южное (55, 56, 57); Центральное II - Центральный (58, 59, 60); Центральное II - Южный (61, 62, 63); Аксу-Широтный (64, 65)

— - контур основного "облака" расположения точек, соответствующих уровням оруденения морфотипа минерализованных зон
 --- - то же для оруденения штокверкового морфотипа
 - - - - то же для жильного оруденения

Здесь С - среднее содержание элементов на объекте (уровне). Устойчивость вида уравнений в определенной мере зависит от объема выборки, т.е. от количества рассмотренных уровней объектов. На рис. 20 показано размещение основных уровней золоторудных объектов трех промышленных типов оруденения в координатах I и II ГК, несущих большую часть информации о химизме месторождений. При анализе можно выделить три основных "облака" точек, соответствующих определенным типам оруденения. Наиболее достоверно обособление месторождений и их частей, отвечающих штокверковому и жильному морфотипам. Оруденение минерализованных зон является преимущественно переходным (по составу) между этими типами. Отличие штокверкового типа от других типов и различия самих объектов этого типа обусловлено, в основном, изменением концентраций и соотношений Sb, Bi, Co, As. Жильные же объекты обусловлены, в основном, различиями концентраций Zn, Pb, Ag, Au. Таким образом, этим двум морфологическим типам золоторудных месторождений Казахстана соответствуют особенности распределения некоторых групп химических элементов; что в определенной мере отражает связь между формой и составом месторождений.

Кроме того, намечается тенденция зависимости между глубиной формирования месторождений и особенностями химизма руд: для малоглубинных месторождений (Архарлы, Таскара и др.), сформировавшихся на глубинах до 1,2 км, характерны наиболее высокие

(0,5 и более) или наиболее низкие (менее - 1,5) значения П ГК; для более глубинных месторождений (Северное, Райгородок и др.) преобладают значения П ГК в интервале от 0,5 до 1,5.

Очевидно, существует близкая направленность механизма формирования оруденения в пределах каждого из рассмотренных морфологических типов месторождений, что позволяет рекомендовать экстраполяцию полученных результатов на новые золоторудные объекты. Морфологический тип распознаваемых объектов определяется близостью вычисленных для них значений I и П ГК к контуру расположения точек соответствующего морфотипа.

2.5. Вторичные ореолы рассеяния месторождений

Вторичные ореолы рассеяния золота и его спутников являются важнейшим поисковым геохимическим признаком. Эти новообразования, возникающие в зоне выветривания в связи с разрушением эндогенного оруденения, существенно увеличивают поисковые размеры золоторудных тел, делая их доступнее для обнаружения с поверхности. Применительно к остаточным ореолам рассеяния А.П.Соловов предложил формулы для их количественного сопоставления и интерпретации /79-81, 83/. По этим широко используемым и практике формулам можно определить: C_x - концентрацию металла в точке ореола, удаленной от рудного тела на расстоянии x ; M - количество металла в ореоле рассеяния по профилю, продуктивность ореола в $m\%$ (линейная продуктивность) или P - в $m^2\%$ (площадная продуктивность); k - коэффициент остаточной продуктивности, связывающий количество металла в линейном или площадном сечении рудного тела с продуктивностью вторичных ореолов рассеяния и зависящий от свойства рудного элемента и местных условий; коэффициент гипергенного рассеяния ϵ в m ; q - количество металла в тоннах для слоя мощностью I м и Q_H - прогнозные ресурсы металла в коренном залегании в тоннах до глубины H .

Для вторичных остаточных ореолов рассеяния исследованных месторождений золота в целом характерен тот же элементный состав, что и для коренного оруденения. Ряды элементов, ранжированных по убыванию средних содержаний, во вторичных ореолах рассеяния всех трех промышленных морфологических типов месторождений существенно не различаются. Единный вероятностный ряд

убывающих средних содержаний рудных элементов вторичных ореолов золоторудных месторождений Казахстана: $Au > Zn > As > Cu > Pb >$

$> Mo > Bi > Ag > Hg$. Для применения в практике поисков рекомендованы значения коэффициентов остаточной продуктивности k типоморфных элементов, определенных в местных геохимических ландшафтах 15 месторождений золота из разных районов Казахстана (табл.13). Исследования на золоторудных месторождениях Казахстана показали, что коэффициенты k в целом количественно отражают результаты взаимодействия совокупности местных ландшафтно-геохимических факторов образования вторичных ореолов рассеяния (геологических, орогидрографических, биоклиматических) и особенностей химических свойств рудных элементов /33,80,96/. Среднее геометрическое k золота, определенное по 14 объектам Казахстана (без месторождения Западного) равно $0,35$. $\epsilon^{\pm 1} = 0,35$. $I, 2^{\pm 1}$. Здесь ϵ - стандартный множитель = $1, 2^{\pm 1}$. Исходя из данных табл.13 в среднем вторичные остаточные ореолы рассеяния золота по количеству металла ($m\%$, $m^2\%$, t/m) ориентировочно в три раза беднее своего коренного оруденения.

По площадной продуктивности вторичных ореолов рассеяния с учетом k могут оцениваться по методике А.П.Соловова прогнозные ресурсы Q_H , вскрытого эрозией оруденения. Такой прогноз проведен автором на ряде золотоносных объектов Кастекского рудного района в Заилийском Алатау при проведении поисково-оценочных работ на участках Узун-Булак, Кыргау, Каракунуз, Сарьсай и др. К примеру, на участке Узун-Булак, золото-висмутовое оруденение которого наложено на скарны и скарнированные алевролиты флишовой толщи O_2 , прогнозные ресурсы золота, подсчитанные на глубину 100 м по параметрам вторичных ореолов рассеяния, составляют 11,2 усл.ед. Запасы, подсчитанные на глубину 100 м, по данным бороздового опробования рудных тел, вскрытых канавами, совпадают - 13,9 усл.ед. В результате Узун-Булак был переведен в разряд перспективных объектов и передан для разведки. Для отдельных площадей этого рудного района, используя коэффициент k , проведен подсчет перспективности основных элементов-спутников золота Ag , Bi по методике Р.И.Дубова /34,35/ и выделены перспективные под поиски золота участки. Необходимо отметить, что правомерность оценки прогнозных ресурсов по вторичным ореолам рассеяния неоднократно доказана для полиметалличес-

ких, медных, вольфрамовых месторождений исследованиями А.П.Соловова, Е.М.Квятковского, Р.И.Дубова, Б.А.Досановой, В.Ф.Штифанова, А.А.Шитанова и др. Оценка прогнозных ресурсов по параметрам вторичных ореолов рассеяния может быть достоверной при учете данных о величине эрозионного среза исследуемого объекта. Вероятную оценку среза по вторичным ореолам можно рассчитывать по значениям показателей зональности γ для коренного оруденения с учетом поправочного множителя $1/k$ для каждого из рудных элементов, входящих в показатель γ . В табл.13,14 приведены примеры сопоставимости значений показателей γ верхних уровней жильного коренного оруденения месторождений Архарлы, Центральное I, Аксу, Южное и др., вычисленных по параметрам вторичных ореолов рассеяния с учетом k . Практика оценок среза объектов по параметрам вторичных ореолов рассеяния месторождений показывает, что с учетом местных значений коэффициентов остаточной продуктивности оценки по вторичным ореолам рассеяния вполне сопоставимы с оценками по коренному оруденению. Причины расхождения могут объясняться изменением значений k в конкретных условиях, наличием градиентов зональности между коренным оруденением и его вторичными ореолами рассеяния.

3. К ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РЕСУРСОВ

Оценка перспективных ресурсов основывается на результатах геологических, геохимических и геофизических исследований площадей возможного распространения золота, на геологической экстраполяции имеющихся данных по более изученной части месторождения и на предпосылках, определяющих площади и глубины распространения золота, имеющего промышленный интерес. Согласно новой классификации запасов, такая оценка учитывает возможность прироста ресурсов по категории P_I за счет расширения площадей золоторудных тел за контуры подсчета запасов по категории C_2 или за счет дополнительного выявления новых тел на разведанных, разведываемых, а также выявленных при поисках месторождениях.

При оценке однотипных объектов можно использовать зависимость, отражающую количественные соотношения между полными запасами (ресурсами) месторождений: $Q_{\text{объекта}} = k^3 \cdot Q_{\text{эталона}}$, где $Q_{\text{эталона}}$ - полные геологические запасы металла

Таблица 14

Значения γ верхних уровней месторождений золота по параметрам их вторичных ореолов рассеяния

Месторождение	Вид показателя γ	Значения γ		Коэффициент различия (К _γ)
		по параметрам коренного оруденения	по параметрам вторичных ореолов рассеяния	
Архарлы ("Блок Б")	$\gamma_1 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Au}$	2,1 · 10 ²	2,59 · 10 ²	1,23
	$\gamma_2 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Zn}$	5 · 10 ¹	8,92 · 10 ¹	1,78
	$\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$	2,4 · 10 ⁻²	5,75 · 10 ⁻²	2,4
Центральное I (уч. Западный)	$\gamma_1 = \frac{Ag}{Au}$	0,031	0,036	1,16
	$\gamma_2 = \frac{Zn \cdot Pb}{Au \cdot As}$	4,73	0,17	0,04
	$\gamma_4 = \frac{Ag \cdot Zn}{Au \cdot Mo}$	10,5	5,4	0,51
	$\gamma_8 = \frac{Cu \cdot Ag \cdot Pb}{Au \cdot As \cdot As}$	5,2 · 10 ⁻⁴	1,56 · 10 ⁻⁵	0,03
Западное	$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Au}{Cu \cdot Mo}$	4,1 · 10 ⁻²	7,15 · 10 ⁻²	1,74
	$\gamma_2 = \frac{As \cdot Au}{Mo \cdot Mo}$	4,2 · 10 ³	6,4 · 10 ²	0,15
	$\gamma_3 = \frac{As \cdot As}{Cu \cdot Mo}$	3,6 · 10 ⁴	6,76 · 10 ³	0,19
	$\gamma_4 = \frac{As \cdot Au \cdot Au}{Cu \cdot Cu \cdot Mo}$	7,6 · 10 ⁻¹	1,06	1,4
	$\gamma_5 = \frac{As \cdot Au \cdot Au}{Mo \cdot Cu \cdot Mo}$	8,1 · 10 ¹	3,10 · 10 ¹	0,38
Аксу (уч. Широтный - жильный)	$\gamma_1 = \frac{Cu}{Co}$	9,65	32,07	3,32
	$\gamma_2 = \frac{Cu \cdot As}{Co \cdot Au}$	47671	1506,49	0,03
	$\gamma_4 = \frac{Cu \cdot Cu \cdot As}{Au \cdot Co \cdot Co}$	458430	48419,80	1,06
	$\gamma_5 = \frac{Cu \cdot Cu \cdot As}{Pb \cdot Co \cdot Co}$	14268	7992,75	5,6
	Южное (Туке-новская жила)	$\gamma_1 = \frac{Au}{Bi}$	1,85 · 10 ¹	0,258
$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Pb}{Bi \cdot Bi}$		2,64 · 10 ³	4,1	0,0016
Южное (Пологая жила № I)	$\gamma_1 = \frac{As}{Au}$	2 · 10 ³	1,07 · 10 ³	0,53

эталонного месторождения, Q объекта - полные запасы оцениваемого генетически однотипного объекта, \mathcal{K} - коэффициент подобия объектов. Эта зависимость отражает важнейший принцип геохимических поисков - генетически однотипные объекты различной крупности являются геометрическими и геохимическими фигурами подобия /82, 83, 84/. Коэффициент подобия может принимать значения $\mathcal{K} \geq 1$ при $\mathcal{K} > 1$ - объект относительно эталона "растянут", при $\mathcal{K} < 1$ - "сжат", т.е. менее перспективен. При прочих равных условиях указанная зависимость надежна в условиях близкого эрозионного среза сопоставляемых объектов или с учетом поправки на его величину. Для объектов, генетически однотипных эталону и вскрытых эрозионным срезом на уровне $0,2 \leq \bar{Z} \leq 0,8$ коэффициенты их подобия \mathcal{K} определяются несколькими способами:

$$1. \mathcal{K} = \frac{H_2 - H_1}{\bar{Z}_2 - \bar{Z}_1}, \quad 2. \mathcal{K} = \frac{M_{\text{объект}}}{M_{\text{этал.}}}, \quad 3. \mathcal{K} = \sqrt{\frac{P_{\text{объект}}}{P_{\text{эталон.}}}},$$

$$4. \mathcal{K} = \sqrt[3]{\frac{Q_{\text{объект}}}{Q_{\text{эталон.}}}}, \quad 5. \mathcal{K} = \frac{tg \alpha_{\text{объект}}}{tg \alpha_{\text{эталон.}}}, \quad 6. \mathcal{K} = \frac{\mathcal{L}_{\text{объект}}}{\mathcal{L}_{\text{эталон.}}}$$

Здесь H_1 и H_2 - отметки (в м) уровней объектов; \bar{Z}_1 и \bar{Z}_2 - средние оценки этих уровней в метрике эталона;

M - средняя линейная продуктивность (м%); P - площадная продуктивность (м²%); α - углы, образованные усредненными графиками $\mathcal{Y}Z$ с осью абсцисс $\mathcal{Y} = f(Z)$, \mathcal{L} - линейные размеры (м) сопоставляемых сечений, Q - полные запасы металла. При оценке объектов используются средние геометрические значения исходя из различных способов определения \mathcal{K} . Опыт применения \mathcal{K} /36/ показывает, что его значения, определенные по способам 2 и 5, как правило, близки к значениям, определенным по наиболее известному способу 1.

Заслуживает применения метод количественного прогноза оруденения по Р.И.Дубову и др. /36/, заключающийся в обнаружении не подсеченных окважинами промышленных содержаний с учетом особенностей контроля рудных столбов. В штокверках и минерализованных зонах между скважинами часто встречаются локальные рудные скопления с промышленным содержанием металла. Поскольку различные химические элементы вокруг рудных скоплений образуют ореолы разной протяженности, мощности, объема, то по Р.И.Дубову, соотношение концентраций таких элементов в пробе, отобранной вблизи рудного скопления, не-

сет информацию о расстоянии до этого скопления и количестве руды в нем. Предположено, что ценность оруденения, занимающего некоторый малый объем ΔV_i , пропорциональна количеству этого оруденения, т.е. величине $C_i \cdot \Delta V_i$, где C_i - средняя концентрация рудообразующего элемента в этом объеме. Точка же опробования должна привлекать наше внимание тем больше, чем ближе к ней оруденение и чем оно ценнее. Следовательно, можно приписать этой точке значение некоторой целевой функции Φ , также пропорциональной интенсивности оруденения около нее и убывающей с ростом расстояния от нее до этого оруденения. Такому требованию удовлетворяет, в частности, функция вида:

$$\Phi(\tau_i) = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \Delta V_i \cdot 10^{-\lambda Z(\rho_i, \tau_j)}$$

где τ_i - точка опробования; ρ_i - точка в центре малого объема ΔV_i со средней концентрацией рудообразующего металла; равной C_i ; $Z(\rho_i, \tau_j)$ - расстояние между точками ρ_i и τ_j ; λ - коэффициент, показывающий падение нашего внимания к точке τ_j при удалении ее от оруденения. Этот коэффициент может быть выбран на основании различных, в том числе и экономических, соображений. Можно ориентировочно предположить, что при современных экономических условиях наш интерес к оруденению падает вдвое при увеличении расстояния до него на 100 м.

Принимаем, что при $Z(\rho_i, \tau_j) = 100$ м величина $C_i \cdot \Delta V_i \cdot 10^{-\lambda Z(\rho_i, \tau_j)}$ должна быть в 2 раза меньше, чем при $Z(\rho_i, \tau_i) = 0$, т.е. $10^{-\lambda \cdot 100} = \frac{1}{2}$ или, что то же самое - $100\lambda = -2$, т.е.

$$\lambda = \frac{\lg 2}{100} = 0,003 \text{ (м}^{-1}\text{)}.$$

Таким образом, мы приходим к целевой функции:

$$\Phi(\tau_j) = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \Delta V_i : 10^{-0,003 \cdot Z(\rho_i, \tau_j)} \quad /36/.$$

На разведанных месторождениях эта функция может быть оценена для ряда точек τ_j непосредственно по значениям концентраций C_i рудообразующего элемента в окружающем пространстве. Затем можно найти регрессию значений этой функции в указанных точках на концентрации различных рудных элементов, наблюдаемых в геохимических пробах, взятых только в τ_j . Тогда, отобрав всего одну пробу в какой-то новой точке и определив только в ней концентрации рудных элементов, оценим значения функции $\Phi(\tau)$

для этой точки, отражающее распределение руды в пространстве вокруг нее.

Для построения функциональной зависимости, связывающей целевую функцию $\Phi(\tau)$ и значения наблюдаемых концентраций в околорудном пространстве, целесообразно применить метод вычисления шагово-циклической регрессии (ШЦР) /36/. Этот метод позволяет строить регрессию, оптимальную в практических условиях, и привлекать при этом достаточно большое количество элементов. В качестве основного математического приема для выявления закономерности используется ранговая аппроксимация /34/. Для преодоления трудностей, связанных с необходимостью учета большого числа признаков, служит особая специально разработанная шагово-циклическая схема построения регрессии, которая заключается в том, что на каждом шаге регрессия строится только на два признака. При этом полученный результат регрессии включается как один из признаков на следующем шаге. К примеру, в качестве исходных данных для рассматриваемых построений на месторождении Таскара автором совместно с Р.И.Дубовым и В.А.Найгебауэр были взяты результаты наблюдений, предварительно отфильтрованные от шумов способом оценки медиан концентраций по метровым интервалам скважин. Регрессия величины Φ строилась на девять элементов типоморфного комплекса Таскары. Полученные результаты свидетельствуют о том, что максимальные концентрации золота в пробах иногда не совпадают с максимумами оценок функции Φ . Если значение концентрации золота растет, а оценка Φ падает, значит в окрестности точки опробования, вероятно, количество золота относительно мало, а в этой точке имеется локальное повышение концентрации. И наоборот, если в точке опробования концентрация золота относительно невелика, а оценка функции Φ растет, это свидетельствует о вероятном наличии повышенного количества золота в окрестности данной точки. При этом, чем больше золота, тем на большем расстоянии оно проявляется таким образом.

Безусловно, вид функции Φ может меняться. В качестве признаков, на которые строится регрессия, можно использовать и другие факторы: наличие благоприятных вмещающих пород, структур, гидротермальных изменений, геофизических параметров, включая данные каротажа и др., что позволяет повысить точность прогноза оруденения.

4. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ПРИ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ РУДОНОСНОСТИ ОБЪЕКТОВ

Геохимические количественные критерии, характерные для эталонных золоторудных месторождений, надежно используются при оценке однотипных объектов с неясными перспективами, но в одних и тех же рудных формациях и вмещающих породах и с идентичными геологоструктурными условиями. При этом, выбор эталонного месторождения обосновывается близостью геологической обстановки при решающем значении геохимической общности оруденения, определяемой сравнением его геохимических спектров. При оценке объектов учитывается коэффициент подобия объектов \mathcal{H} . На оцениваемых объектах определяется типоморфный комплекс элементов, геохимический спектр оруденения, корреляционные связи между содержанием элементов и др. Учет и анализ этих данных (наряду с геологическими) позволяет определить принадлежность или близость объекта к тому или иному формационному типу оруденения и эталонному месторождению, уровень эрозийного среза, условия залегания оруденения, провести разбраковку зон рассеяния рудной минерализации и оценку масштаба оруденения.

Результаты проведенных автором оценок 34 золоторудных объектов различной степени разведанности и из разных рудных районов Казахстана являются характерными примерами использования важнейших геохимических критериев: показателей $Z = f(\nu)$, коэффициентов \mathcal{H} (табл. I5). На основе их оценены перспективы 68 самостоятельных рудных тел, жил, минерализованных зон по I53 уровням. В целом оценены положительно перспективы I8 объектов; перспективы I0 объектов - отрицательно; для обоснованного заключения по шести объектам требуется проходка дополнительных скважин. Для жильных месторождений с контрастной геохимической зональностью характерны наименьшие средние погрешности оценок \bar{Z} (в метрике эталонов). Так, для объектов в Северном Казахстане $\pm \Delta \bar{Z}$ составляют ± 45 м (при N эталона - 610 м); в Южной Джунгарии (при $N \sim 400$ м) и Западном Прибалхашье ($N \sim 700$ м) $\pm \Delta \bar{Z} = \pm 55$ м. Наибольшие погрешности оценок \bar{Z} - у штокверковых месторождений с невысокими градиентами геохимической зональности по вертикали: колеблются $\pm \Delta \bar{Z}$ от ± 52 м в Мугоджарах ($N \sim 500$ м) до ± 86 м в Северном Казахстане ($N \sim 1000$ м).

Месторождения типа минерализованных зон выделяются промежуточными значениями погрешности $\pm \Delta Z$: ± 56 м - в Калбе ($H \sim 600$ м), ± 57 м - в Северном Прибалхашье ($H \sim 400$ м). Важно подчеркнуть, что все оценки и рекомендации были даны в 1975-1980 гг. до постановки последующих работ, которые позволяют объективно судить об эффективности практического применения выявленных критериев. К настоящему времени последующими геологоразведочными работами по 13 объектам выводы полностью подтверждены. По одному объекту (участок Шнековский), оцененному положительно, перспективны на глубину не подтвердились. Это вызвано принадлежностью объекта к другому подтипу золотого оруденения, нежели эталон (Северное), на что указывает и неудовлетворительный интервал оценки уровней участка Шнековского (до ± 98 м). Малоэффективным может оказаться таксирование уровней оруденения, подсеченного единичными скважинами на флангах месторождений с относительно симметричной зональностью. Тогда оценки среза периферийных уровней могут не различаться по глубине, как это установлено, к примеру, на флангах штокверкового месторождения Юбилейное.

Рассмотрим характерные примеры оценок ранее разведанных объектов, объектов, находящихся в детальной разведке и эксплуатации, и относящихся к равным формационным и морфологическим типам золотого оруденения (табл.15).

4.1. Ранее разведанные объекты

С ревизионной целью проведена оценка девяти объектов. В рудном поле жильного месторождения Архарлы оценены рудопроявления Бетбастау и участок Жильная зона У, геохимические спектры которых приведены на рис. 21.

Рудопроявление Бетбастау сложено верхнепермскими вулканогенными песчаниками, лавами и туфами липаритовых и трахилипаритовых порфиритов и андезитовых порфиритов, в которых прослежена золотосная зона кварцево-сульфидных жил, прожилков и окварцованных пород. Изученные уровни рудопроявления соответствуют верхнерудным уровням месторождения Архарлы (рис.22). Эрозионный срез этих объектов и размах оруденения между исследованными уровнями одинаков. Это подтверждается и коэффициентом подобия объектов $\mathcal{K} = 1,03$.

Участок Жильная зона У сложен пермскими андезитовыми порфиритами, андезитовыми и андезито-базальтовыми туфами, в которых развита крутопадающая зона золотосных кварцевых прожилков и окварцованных пород. Жильная зона У соответствует по эрозионному срезу верхнерудным уровням месторождения Архарлы. Размах изученного оруденения участка почти в два раза больше, чем на месторождении ($\mathcal{K} = 1,92$) (табл.15).

На рис.23 приведены геохимические спектры жильного месторождения Шолкызыл, в метрике которого оценены Северная жила этого месторождения и рудопроявления Ушозек, Майка.

Северная жила месторождения Шолкызыл залегает в алевропесчаниках S_2 , прорванных кварцевыми диоритами S_2-3 . Эрозионный срез жилы и размах оруденения между исследованными уровнями в двух разрезах соответствуют эталонной жиле Центральной месторождения Шолкызыл, что подтверждается средним значением коэффициента подобия жил $\mathcal{K} = 1,07$.

Рудопроявление Ушозек слагают метаморфизованные яшмы, яшмокварциты, кремнистые алевролиты, песчаники, гравелиты с горизонтами аплитов, диабазовых порфиритов синийского комплекса (рис.24). Исследованный размах оруденения золотосных кварцевых жил рудопроявления Ушозек соответствует в метрике месторождения Шолкызыл в 2-3 раза более глубоко залегающим средне-нижнерудным уровням последнего. Коэффициент подобия объектов $\mathcal{K} = 0,79$ указывает на определенную "сжатость" рудопроявления.

Рудопроявление Майка сложено песчаниками и алевролитами лудлоу (рис.25). Оруденение золотосных кварцевых жил рудопроявления в метрике Шолкызыла соответствует в 2,5-3,5 раза более глубоким его уровням в нижней части месторождения. Оруденение рудопроявления Майка существенно "сжато" ($\mathcal{K} = 0,61$).

В рудном поле жильного месторождения Южного оценено месторождение Кенгир, геохимические спектры которых приведены на рис.26.

Месторождение Кенгир представлено золотосными прожилково-вкрапленными рудами с сульфидами Cu , Bi , Sb и др. в зонах гидротермального метаморфизма по гранит-порфирам и в explosивных брекчиях, развитых в краевых частях суб-

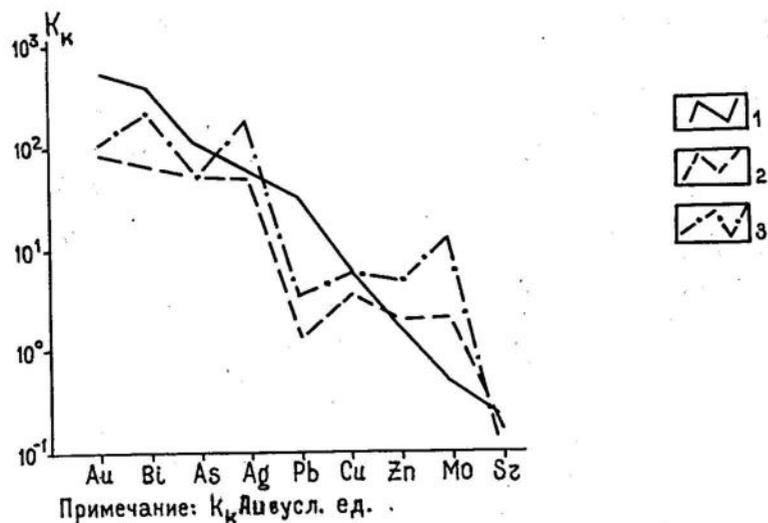


Рис.21. Геохимические спектры оруденения Архарлинского рудного поля:

1 - месторождение Архарлы, рудопроявления,
2 - Бетбастау, 3 - Жильная зона У

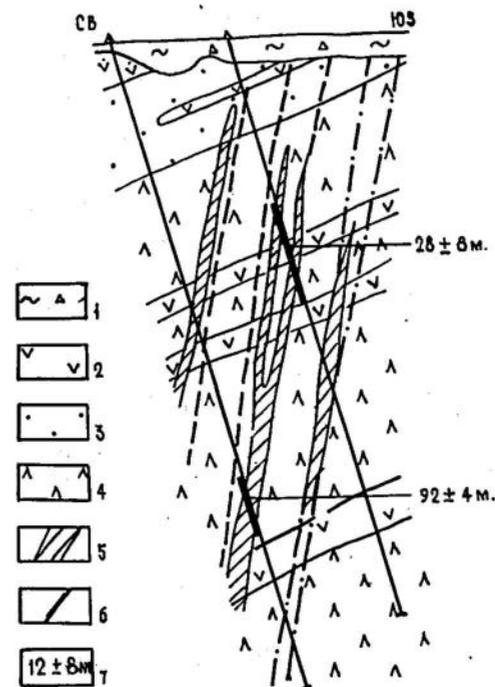


Рис.22. Геологический разрез рудопроявления Бетбастау: 1 - глины, суглинки (Q); 2 - туфы и туфолавы андезитовых и дацитовых порфиритов; 3 - туфопесчаники и туффиты; 4 - трахиандезитовые порфириты экструзивные (S_2-P_1); 5 - зоны прожилкового окварцевания и рудные тела (жилы); 6 - интервалы опробования скважин, использованные для определения продуктивности уровней оруденения; 7 - оценка уровней оруденения в метрике месторождения Архарлы - "Блок-Б"

вулканических интрузий, а также во вмещающих ее габбро-диоритах D 1-2. Месторождение Кенгир соответствует самым нижнерудным уровням Главной рудной жилы Южного (рис.27). Размах оруденения изученных уровней Кенгира в 2,5 раза меньше Южного ($\mathcal{K} = 0,4$).

Рудные тела 1, 2, 4 месторождения Таскара таксированы в метрике эталонного рудного тела 3 этого месторождения. Оруденение представлено малосульфидными кварц-адуляровыми золотоносными метасоматитами, образующими минерализованные зоны в осадочно-вулканогенной толще Сз - Р1. Рудное тело 1 по размаху оруденения почти в 1,5 раза больше, а по эрозионному срезу близко рудному телу 3 (табл.15). Размах оруденения рудного тела 2 на половину меньше рудного тела 3, и оно на 30 м менее эродировано. Размах рудного тела 4 близок рудному телу 3, их $\mathcal{K} = 0,9$, но первое соответствует не менее чем в 3 раза более глубоким горизонтам эталонного рудного тела 3. Наибольшими перспективами обладает рудное тело 1.

На рис.28 приведены геохимические спектры оруденения месторождения Таскара и рудопроявления Керегетас.

Рудопроявление Керегетас, где развита зона золотоносных метасоматитов серицит-кварцевого и адуляр-кварцевого состава в андезитовых порфиритах и офиритах карбона, имеет размах оруденения в 2 раза меньше Таскары, их $\mathcal{K} = 0,54$. Рудопроявление отвечает самым нижнерудным уровням Таскары (табл.15).

Месторождение Ново-Днепровское. Оценен участок рудной минерализации зоны 6 в метрике месторождений Аксу и Центральное II с оруденением типа минерализованных зон. Рудная зона 6 Ново-Днепровского месторождения состоит из окварцованных метаморфических и серицитизированных кварц-хлоритовых сланцев архая и протерозоя, прорванных сиенито-диоритами. Исследованный размах оруденения зоны 6 месторождения Ново-Днепровского в метрике эталонного участка 2 месторождения Аксу больше в 2 раза и соответствует на 200 м более глубоким горизонтам последнего ($\mathcal{K} = 2,3$). По сравнению с эталонным участком Центральным месторождения Центральное II оруденение Ново-Днепровского в 3 раза растянуто ($\mathcal{K} = 3,0$) и соответствует на 350 м более нижним его горизонтам (табл.15).

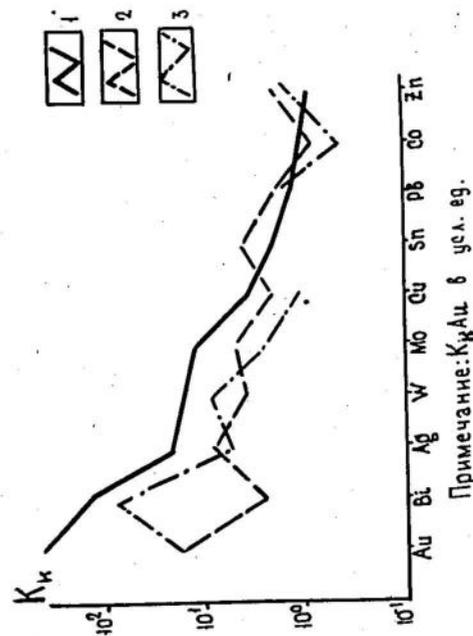


Рис.23. Геохимические спектры оруденения Шолкынзлынского рудного поля:
1 - месторождение Шолкынзлы, рудопроявления;
2 - Уюзек, 3 - Майка

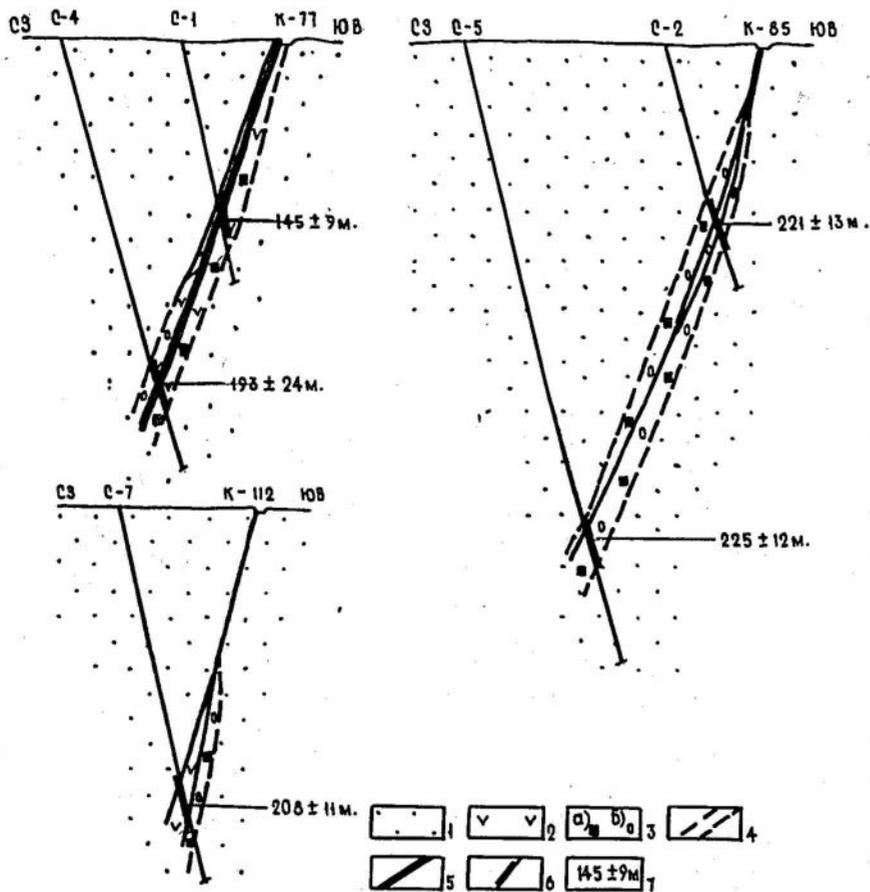


Рис.24. Геологические разрезы рудопроявления Ушозек (по С.Н.Залогину)

Отложения итмурундинской и казакской свит синийского возраста: 1 - яшны, яшмокварциты, кремнистые алевролиты, песчаники, гравелиты; 2 - аплиты и диабазовые порфириды; 3 - а) пиритизация, б) окварцевание; 4 - контур зоны минерализации; 5 - золотоносные кварцевые жилы; 6 - интервалы опробования скважин, использованные для определения продуктивности уровней оруденения; 7 - оценка уровней оруденения в метрике месторождения Шолкынзыл

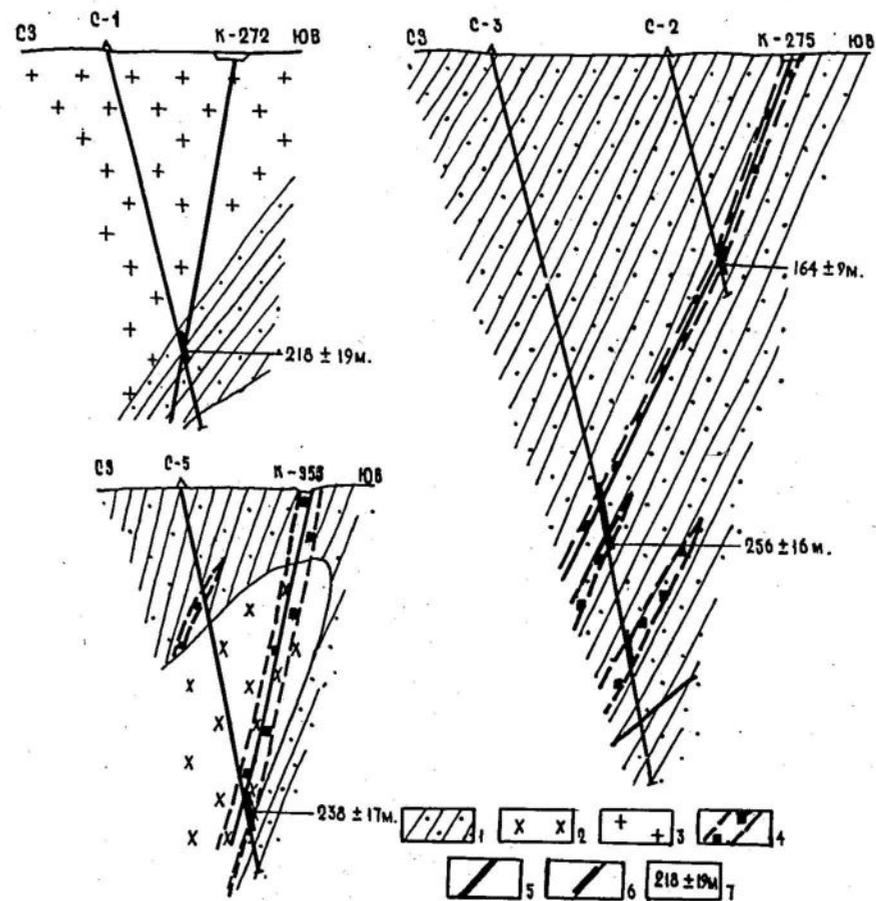


Рис.25. Геологические разрезы рудопроявления Майка (по С.Н.Залогину):

1 - полимиктовые песчаники и алевролиты (S_1, ld); 2 - кварцевые диоритовые порфириды (C_{2-3}); 3 - гранодиорит-порфиры и гранит-порфиры (C_{2-3}); 4 - пиритизация; 5 - золотоносные кварцевые жилы; 6 - интервалы опробования скважин, использованные для определения продуктивности уровней оруденения; 7 - оценка уровней оруденения в метрике месторождения Шолкынзыл

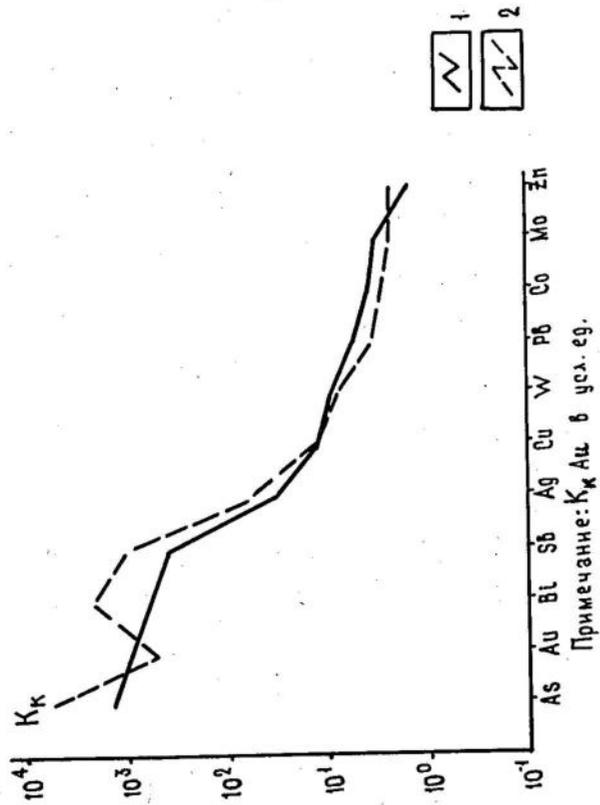


Рис. 26. Геохимические спектры месторождений Южного рудного поля:
1 - Юное, 2 - Кенгир

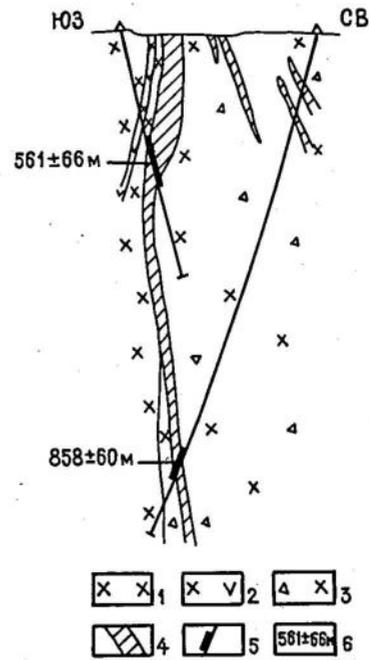


Рис. 27. Геологический разрез месторождения Кенгир. Образования D I-2: 1 - диориты, габбро; 2 - диоритовые порфириды; 3 - брекчированные гидротермально измененные породы с вкрапленной сульфидной минерализацией; 4 - рудные тела; 5 - интервалы опробования скважин, использованные для определения продуктивности уровней оруденения; 6 - оценка уровней оруденения в метрике месторождения Юного

На рис.29 приведены геохимические спектры жильного рудопроявления Пограничное - I и однотипного эталонного месторождения Центрального I, в метрике которого оценено рудопроявление.

Рудопроявление Пограничное - I. Сложно вулканогенными породами силура основного состава, в которых выявлены три кулисообразные золотоносные кварцевые жилы с вкрапленностью арсенопирита и галенита. В метрике жильного месторождения Центрального I оценены уровни жил I,3. Оценки уровней жил отвечают самым верхним частям месторождения.

Юго-восточный фланг месторождения Юбилейного. На юго-восточном фланге месторождения Юбилейного оценивались минерализованные золотом зоны, вскрываемые скважинами 3ш и 4ш в базальтовых порфиридах и спилитах силура. На рис.30 приведена схема результатов оценки восьми рудных пересечений по скв. 3ш и 4ш в метрике золотоносного штокверка месторождения Юбилейного. Оруденение на месторождении парагенетически связано со штоком плагиогранит-порфиров девона, прорывающим спилиты и базальтоиды силура. Оцениваемые пересечения отвечают $Z = 293-395$ м - низам средней части рудного штокверка. Неоднозначность оценок фланговых пересечений обусловлена относительно симметричной геохимической зональностью месторождения Юбилейное (рис. 31,32), установленной по скважинам, пройденным в пересекающейся системе профилей Северо-Запад-Юго-Восток и Северо-Восток-Юго-Запад. Градиент показателей зональности по латерали (в разрезе У) почти в 2 раза больше, чем по вертикали. Для обоснованного заключения о результатах оценок пересечений по скв. 3ш и 4ш требуется продолжить поисково-разведочное бурение на более глубоких горизонтах как юго-восточного фланга месторождения, так и основного рудного штокверка (табл. 15).

4.2. Объекты, находящиеся в детальной разведке

На рис.33 приведены для сравнения геохимические спектры эталонного месторождения Северного, участков его рудного поля - Промежуточного, Шнекового, Донгулагашского (юго-западный фланг участка Шнекового), Зоны Параллельной и участка Зоны Дальней месторождения Центрального I.

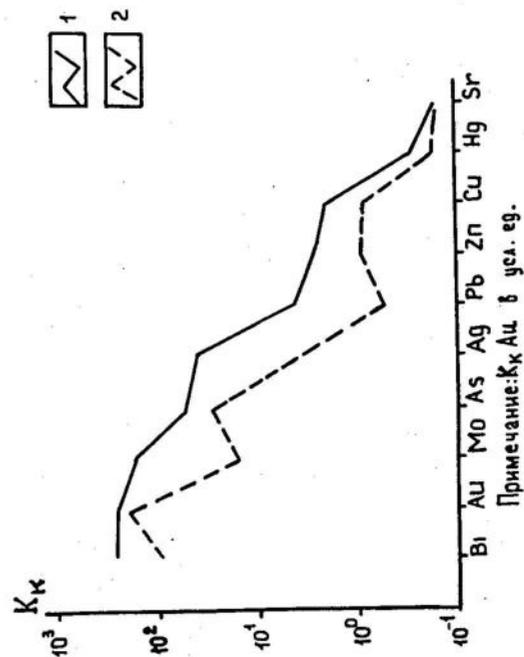


Рис.28. Геохимические спектры оруденения Таскейинского района: I - месторождение Таскара; 2 - рудопроявление Карегетас

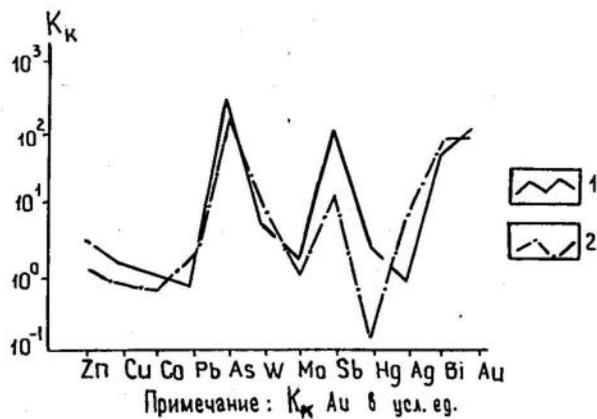


Рис.29. Геохимические спектры обогащения жильного типа:
 1 - месторождение Центральное I; 2 - рудопроявление Пограничное I

Участок Промежуточный сложен мигматитами верхнего рифея и гранитоидами верхнего ордовика-силура, по составу пород близок месторождению Северному. Результаты таксирования восьми уровней в профилях II, III, IV, VI участка Промежуточного только в одном случае (профиль VI) указывают на значимые различия между уровнями и на обратную зональность по сравнению с эталонным месторождением Северным (табл.15). Полученные \bar{Z} отвечают, в основном, среднерудной части месторождения. На основании частных коррелирующихся рядов зональности по фланговым профилям II и VI получен обобщенный зональный ряд участка: Ag - Ni - Au - Zn - Cu - Bi - Pb - Mo - Co, As - Sn. Этот ряд значительно отрицательно ($r = -0,41$) коррелируется с зональным рядом (2) месторождения Северного. В то же время на участке, как и на месторождении, установлены тесные корреляционные связи содержания Au - As, Au - Bi, Au - Mo, в отличие от месторождения Au - Cu. Для окончательной оценки перспектив участка рекомендовалась проходка дополнительных скважин на глубоких горизонтах Промежуточного. Пройденные скважины не выявили промышленного оруденения.

Участок Шнековий сложен мигматитами рифея и гибридными кварцевыми диоритами верхнего ордовика-силура. В целом оруденение участка Шнековий соответствует низам верхней половины месторождения Северного (табл.15). Сопоставляемый размах оруденения участка почти в два раза больше, чем на месторождении. Из девяти оцененных рудных пересечений восемь указывают на сходство зональности участка и месторождения. Однако обращает на себя внимание превышение стандартных отклонений над допустимыми, подчеркивающих различия сравниваемых объектов. Участок Шнековий как перспективный на глубину рекомендовался для доизучения. Этот вывод подтверждался и результатами геофизических исследований Кокчетавской ГРЭ. Последующее бурение не выявило промышленных рудных подсечений. Однако следует отметить, что при дооценке глубоких горизонтов не учитывалось возможное северо-западное склонение оруденения.

Участок Донгулагашский (отвечает юго-западному флангу участка Шнековского) сложен интрузивными кварцевыми диоритами, габбро, габбро-диоритами O3 - S, рвущими метаморфизованные мигматиты, габбро, габбро-диориты и диориты рифея. Оценка уровней участка показала, что они соответствуют

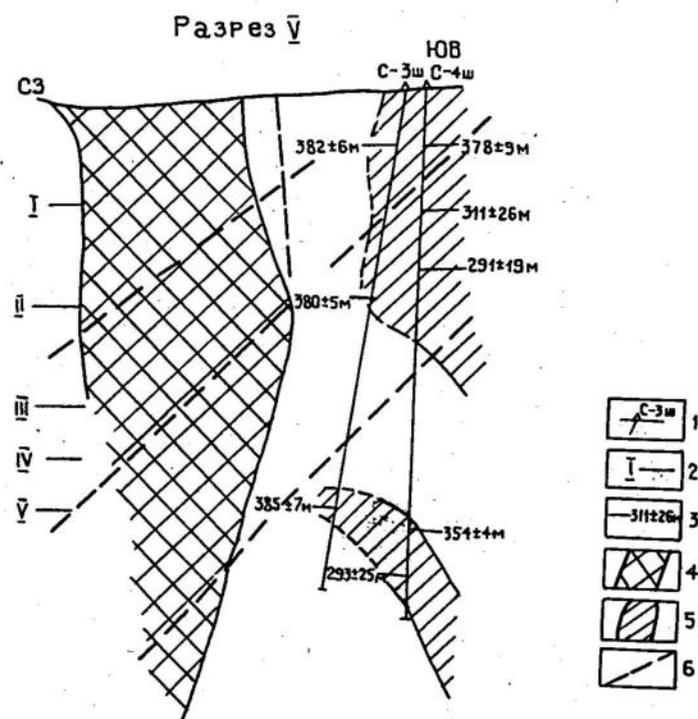


Рис.30. Схема результатов оценки рудных пересечений юго-восточного фланга месторождения Юбилейного: I - скважины; 2 - эталонный уровень месторождения Юбилейного; 3 - оценка пересечения в метрике месторождения Юбилейного; 4 - оруденелый штокверк; 5 - оцениваемые минерализованные зоны; 6 - разломы (по Г.В.Левину)

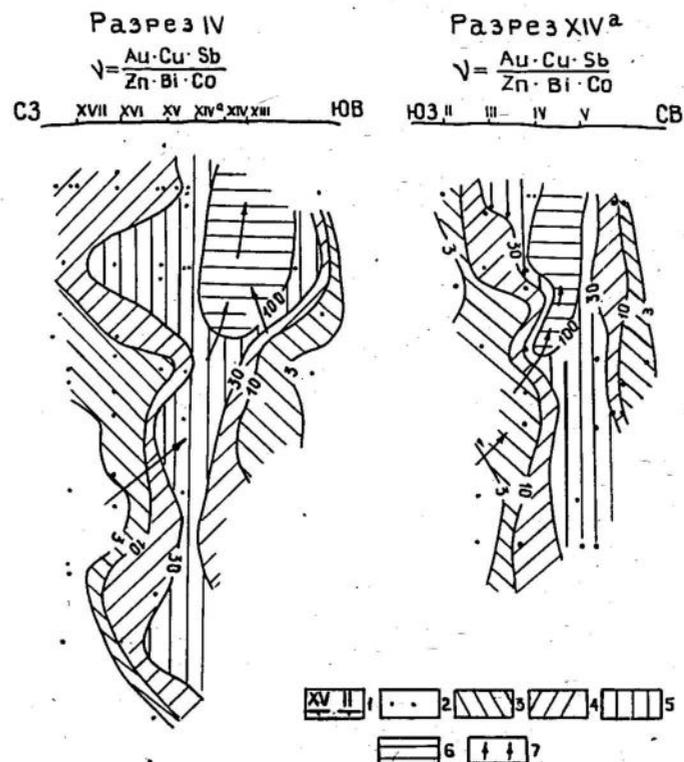
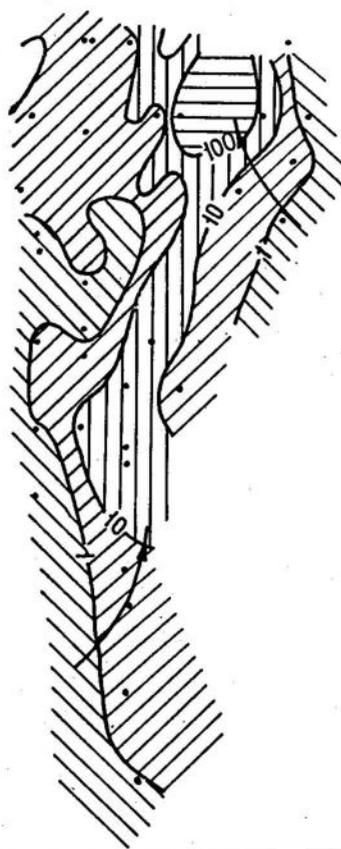


Рис.31. Месторождение Юбилейное.

Изменение показателей геохимической зональности $\psi = \frac{Au \cdot Cu \cdot Sb}{Zn \cdot Bi \cdot Co}$ в вертикальной плоскости разрезов IV и XIV^a: I-геологические разрезы; 2-уровни опробования на разрезах IV и XIV^a и проекции уровней других разрезов; 3-6-значения показателей геохимической зональности (3-3-10; 4-10-30; 5-30-100; 6 \geq 100); 7-предполагаемое направление движения рудоносных растворов

$$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Cu}{Zn \cdot Co}$$

XVII XVI XV XIV XIV XIII



$$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot W}$$

XVII XVI XV XIV XIV XIII

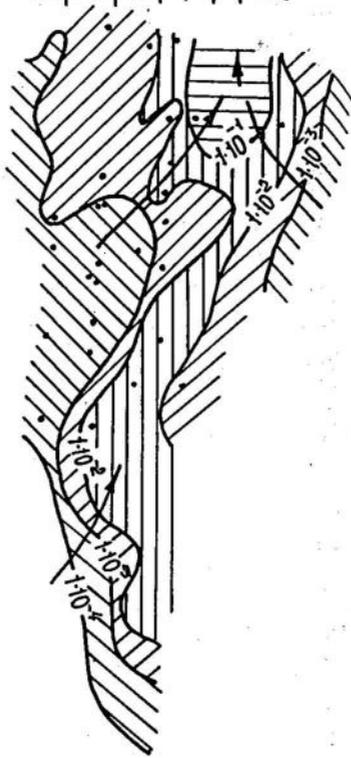
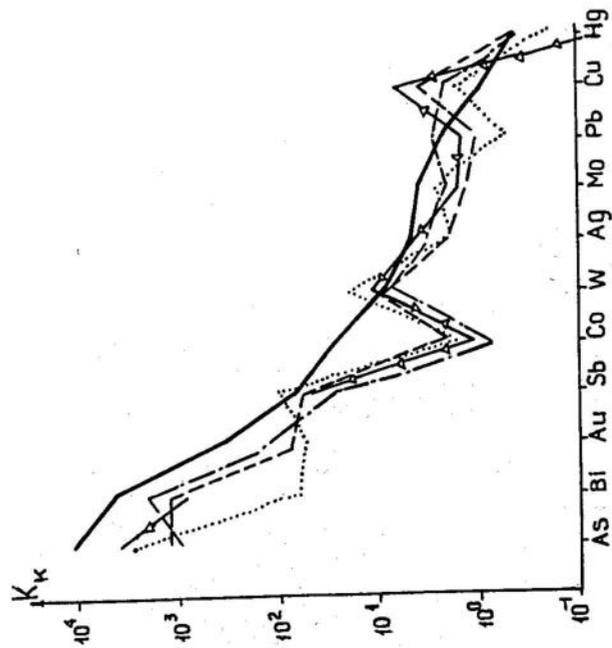
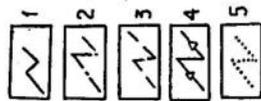


Рис. 32. Месторождение Хибинское. Изменение показателей геохимической зональности $\gamma_1 = \frac{Au \cdot Cu}{Zn \cdot Co}$ и $\gamma_2 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot W}$ в вертикальной плоскости разреза IV:

I - геологические разрезы; 2 - уровни опробования на разрезе IV и проекции уровней других разрезов; 3-6 - значения показателей геохимической зональности (3 - $\gamma_1 < 1$, $\gamma_2 - 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3}$; 4 - $\gamma_1 - 1 - 10$; $\gamma_2 - 1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$; 5 - $\gamma_1 - 10 - 100$; $\gamma_2 - 1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^3$; 6 - $\gamma_1 \geq 100$; $\gamma_2 \geq 1 \cdot 10^3$); 7 - предполагаемое направление движения рудоносных растворов



Примечание: $K_k Au$ в усл. ед.

Рис. 33. Геохимические спектры оруденения рудных полей месторождений Северного и Центрального I:

1 - месторождение Северное; участки рудного поля: 2 - Промежуточный; 3 - Шнековский;

4 - Зона Параллельная; 5 - участок Зона Дальняя рудного поля месторождения Центрального I

самым нижнерудным уровням месторождения Северного (табл. I5). Оруденение участка сжато по сравнению с месторождением почти в 2 раза ($\alpha = 0,57$). Участок Донгулагашский (юго-восточный фланг участка Шнекового) в районе разрезов по скв. II2I-II24, скв. II25-II28 на глубину бесперспективен.

На рис.34 приведены геохимические спектры месторождений типа минерализованных зон Бакирчикского рудного поля. В метрике месторождения Восточного сопоставляется месторождение Промежуточное.

Месторождение Промежуточное с геолого-структурных позиций является аналогом эталонного месторождения Восточного, что подчеркивается близостью геохимических спектров объектов. По оценке уровней месторождение Промежуточное соответствует верхнерудной части месторождения Восточного, что обуславливает необходимость дальнейшей его разведки (табл. I5).

Участок Райгородок Южный сложен метаморфизованными осадочными и магматогенными образованиями $C_m - O$, в которых развиты минерализованные золотом и сульфидами зоны с убогой вкрапленностью пирита, халькопирита и др. Оруденение участка Райгородок оценено в метрике эталонного участка Райгородок Северный, близкого по геологическому строению (табл. I5). На сходство оруденения участков указывают их геохимические спектры (рис.35). Сопоставлялись три уровня оруденения в двух разрезах. В разрезе скв. 68-7I оценены уровни $H = 60$ м и $H = 120$ м. Оценка уровня $H = 60$ м свидетельствует о близости залегания оруденения объекта и эталона по отношению к эрозийному срезу участков. Оценка уровня $H = 120$ м указывает на значительный размах оруденения объекта ($\alpha = 6,0$) по сравнению с эталоном. Это оруденение (по данным скв. 89) соответствует в 2,2 раза более глубоко залегающим уровням эталона. Для окончательной оценки участка Райгородок Южный необходимо пройти скважины на более глубоких горизонтах.

В метрике эталонного рудного тела II месторождения Западного оценены отдельные рудные линзы месторождения, а также участок Северо-Кутихинский, близкий по геохимическому спектру.

Рудные линзы всяческого и лежачего бока рудного тела II месторождения Западного. Рудное поле месторождения Запад-

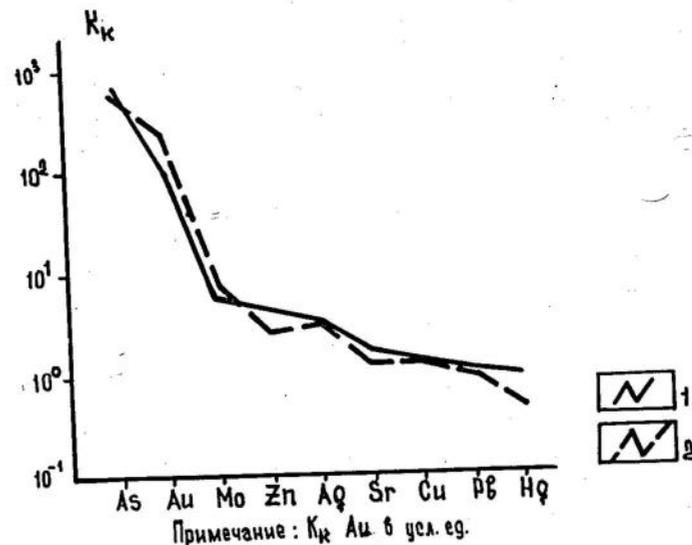


Рис.34. Геохимические спектры оруденения Бакирчикского рудного поля. Месторождения: I - Восточное; 2 - Промежуточное

ного сложено сланцами, порфиритами, туфами, туфопесчаниками, песчаниками и аргиллитами, габбро-плагиогранитами и серпентинитами S_2-D_1 и габбро D_2 . Наиболее поздними магматическими образованиями, с которыми генетически ассоциирует золотое оруденение, являются порфириновые кварцевые диориты и гранит-порфиры S_{I-2} . С эталонным рудным телом II сопоставлены II пересечения золотоносных рудных линз и минерализованных зон со стороны его висячего и одно - лежащего бока (рис.36, табл.15). Одно пересечение (скв. I40, $\bar{Z} = 212 \pm 5$ м) соответствует уровню среза рудного тела II. Десять рудных линз или минерализованных зон по оцененным уровням отвечают нижней части рудного тела II. Лишь одна минерализованная зона со стороны лежащего бока (скв. 27^I, $\bar{Z} = 236 \pm 6$ м) соответствует среднерудным уровням рудного тела II. Судя по оценкам пересечения по скв. I41, $\bar{Z} = 285 \pm 5$ м и по скв. I40, $\bar{Z} = 270 \pm 3$ м не следует увязывать в единую зону золоторудной минерализации. Видимо, они относятся к различным зонам, как показано на рис.36. Учитывая, что само эталонное рудное тело II еще не оконтурено на глубину, рассмотренные рудные пересечения в его висячем и лежащем боках, кроме пересечений I и 2, следует оценить на более глубоких горизонтах.

Участок Северо-Кутыхинский. Оценку получил район скв.7,15, сложенный гнейсами, слюдистыми сланцами, гранито-гнейсами верхнего протерозоя. В интенсивно окварцованных и эпидотизированных породах фиксируются зоны, слабо минерализованные золотом и пиритом. Оценивались пять пересечений. Судя по \bar{Z} , эти пересечения относятся к нижнерудным уровням Западного месторождения. Оценки $H = 50$ м скв. 7 и $H = 55$ м скв.15 соответствуют $\bar{Z} = 332 \pm 14$ м и $\bar{Z} = 324 \pm 12$ м, что свидетельствует о близости характера минерализации в этих пересечениях. Рассмотренный район участка Северо-Кутыхинского не перспективен на глубину.

4.3. Объекты, находящиеся в эксплуатации

В рудном поле месторождения Аксу в эталонной метрике участка 2 оценены участки I и Широкий.

Участок I - это минерализованные зоны в кварц-серицитовых, хлорит-серицитовых и глинистых рифей-орловских сланцах. Среди этих пород обособляется вулканогенноосадочная толща,

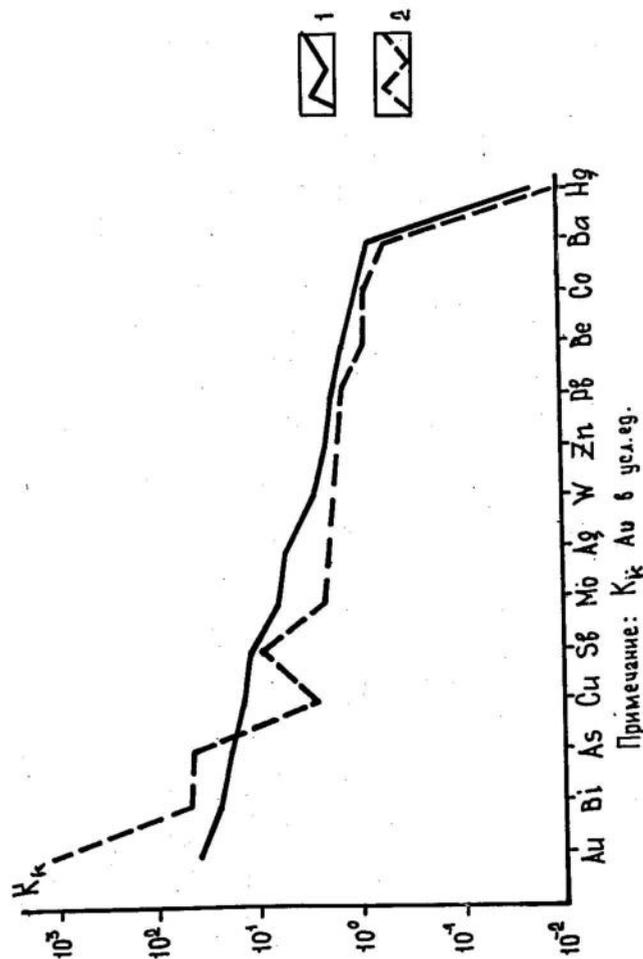


Рис.35. Геохимические спектры месторождения Райгородок:
I - участок Северный - эталонный объект; 2 - участок Южный

в основном, из туфов липарито-базальтового состава. Три рассмотренных уровня участка I соответствуют верхнерудному уровню эталонного участка 2 месторождения Аксу, что дает основание рекомендовать разведку перспективных минерализованных зон I, 2 и рудного тела I участка I на более глубоких горизонтах (табл. I5).

На участке Широтном месторождения Аксу субпараллельные золоторудные кварцевые жилы залегают в кварцевых диоритах O_3 . Оцененные уровни кварцевых жил I и 2 отвечают среднерудным уровням 2. Рекомендуется разведка этих жил на более глубоких горизонтах (табл. I5).

На месторождении Архарли золото-серебряные кварцевые жилы северо-западного фланга Северо-Восточного участка, выделенного нами в "Блок А", сложены нижнепермскими эффузивно-пирокластическими отложениями, прорванными породами субвулканических экструзий среднего и кислого состава P_{I-2} . Рассмотренные уровни "Блока А" в целом отвечают верхнерудному уровню юго-восточного фланга участка - эталонному "Блоку Б". Учитывая перспективность "Блока Б" на глубину, более глубокие горизонты "Блока А" также перспективны и рекомендованы для продолжения разведки на глубину (табл. I5). Последующая разбурка глубоких горизонтов Северо-Восточного участка подтвердила эти прогнозы.

Участок Зоны Дальней месторождения Центрального I сложен песчаниками и алевролитами O_2 , прорванными кварцевыми норитами, габбро-норитами, плагиогранитами O_3 . Развиты золотоносные зоны березитизированных пород и кварцевые жилы, в основном, с пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, сфалеритом. В генетическом отношении Зону Дальнюю можно рассматривать как нект с брекчиевым оруденением штокверкового типа. На рис.37 приведены геохимические спектры оруденения Зоны Дальней и эталонного участка Западного месторождения Центрального I. Размах оруденения по Зоне Дальней в 2 раза больше, чем наиболее представительной жилы Южная 4 участка Западного и соответствует нижнерудным разведанным уровням последнего (табл. I5). Поскольку оруденение участка Западного проследивается на большие глубины, глубокие горизонты Зоны Дальней также перспективны и заслуживают разведки.

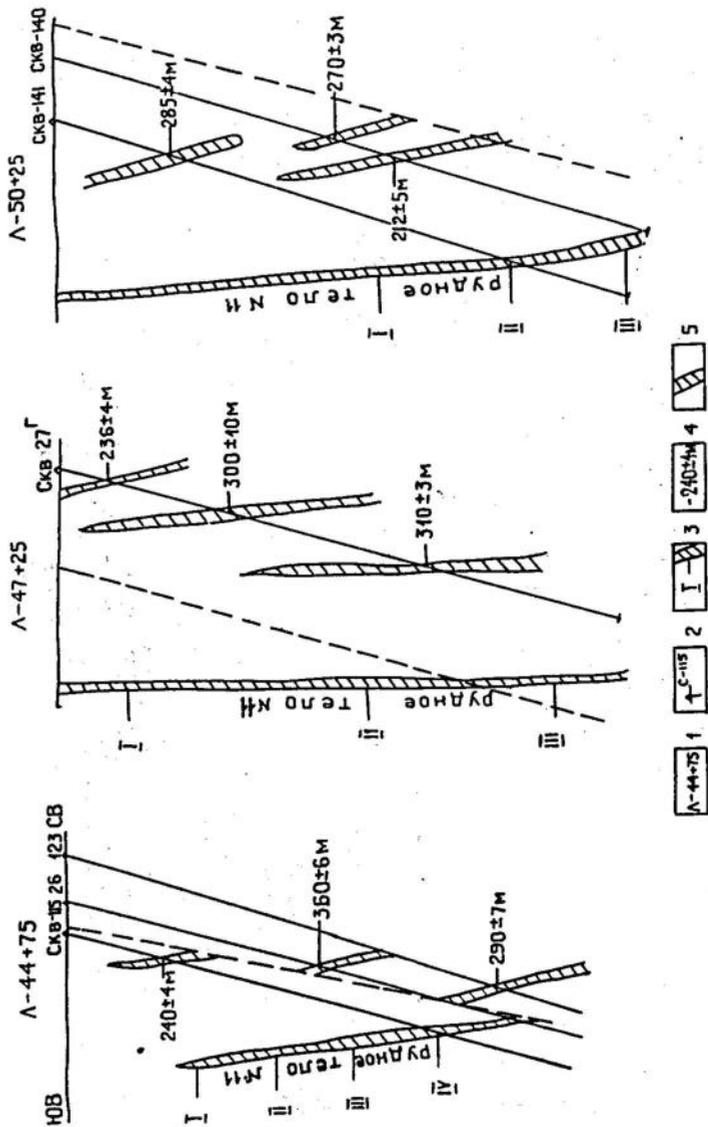


Рис.36. Схема результатов оценки рудных пересечений в метрике рудного тела II месторождения Западного: I-разведочная линия; 2-скважины; 3-эталонный уровень рудного тела II; 4-оценка пересечения в метрике рудного тела II; 5-рудное тело II и оцениваемые минерализованные участки

Для сведения и практического использования при определении эрозивного среза и глубины залегания объектов в 29 табличных приложениях к "Методическим рекомендациям" приведены: 1) чувствительность и контроль спектрального анализа химических элементов в лаборатории ЦХЗ; 2) монотонно убывающие с глубиной численные значения показателей геохимической зональности γ эталонных месторождений золота Казахстана, размах (R) показателей γ ; 3) контрольные оценки (Z) известных уровней рудных тел (жил) по эталонным показателям γ ; 4) примеры монотонно убывающих с глубиной численных значений показателей γ минерально-геохимической зональности золоторудных месторождений, установленной по средним содержаниям элементов-примесей в концентратах золота: пиритах, арсенопиритах, а также численные значения парных отношений элементов-примесей в этих минералах.

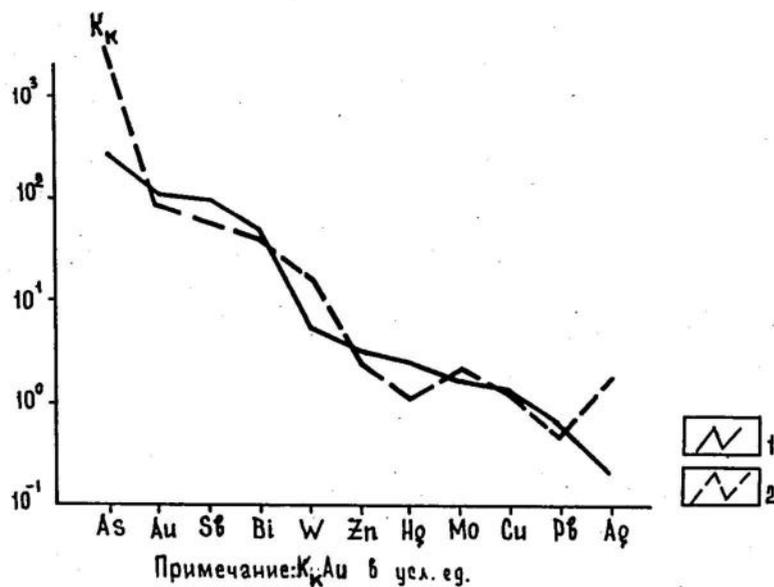


Рис.37. Геохимические спектры оруденения месторождения Центрального I:
I - участок Западный; 2 - Зона Дальняя

Таблица 15

Оценка объектов в матрике эталонных месторождений

Название	Оцениваемый объект		Уровень Z , м	γ	Эталонные месторождения, участки, рудное тело, разрез, кол. γ	Закл. на осно-ве	
	Разрез, скв., рудное тело, (жила)	уровень Н, м				Последующие геологоразведочные работы	γ, γ_c
1	2	3	4	5	6	7	8
А. Ранее разведанные объекты							
Рудопроявление Бегобатау	II	40 102	28±8 92±4	I, 03	Архарлы, Блок "Б", 8 γ	+	x
Участок Жильная Зона V		0	1±16	I, 92		+	x
Жила Северная месторождения Шолкынлы	VI	св. 126	28±8	I, 44	I, 07		x
		VI	110 140				
Уголек	VIII	св. 2	133	0, 71	Шолкынлы, жила Центральная, 8 γ	-	x
		св. 5	203				
Рудопроявление Уголек		св. 2 св. 5	45 130	222±13 225±12		-	x

1	2	3	4	5	6	7	8
схв. I	45	145±9	0,79				x
схв. 4	82	193±24					
схв. 7	70	208±11					
Рудопроявление Майка	схв. 2 схв. 3 схв. I схв. 5	45 100 60 65	167±11 251±23 229±28 250±25	0,61	Шолкынзл, жила Центральная, 8 у	-	x
Месторождение Кенгир	II	40 135	561±66 858±60	0,4	Южное, жила Главная, 7 у	-	-
Месторождение Таскара	III, рудное тело I III, 2 рудное тело 4	52 82 I22 39 87 I97 I9 53	81±13 98±12 I25±13 5±6 11±5 245±19 I20±11 I50±13	I,43 0,53	Таскара, рудное тело 5 у	+	x x x
Рудопроявление Керегетас	схв. 3	0 60	85±17 320±67	0,54		-	x

I	2	3	4	5	6	7	8
Месторождение Ново-Днепровское	XVI XVII	80 110	296±17 316±10	2,3	Аксу, участок 2, 8 у	+	x
Рудопроявление: Пограничное - I	схв. 36, 37 жила I схв. 65 жила 3	45 60	204±16 184±22	3,0	Центральное II, участок Центральный, 7 у	+	x
Дно-восточный фланг месторожде- ния Юбилейного	схв. 3 ш схв. 4 ш	50 210 400 50 110	382±6 380±5 385±7 378±9 311±26		Юбилейное, 8 у	+	x
Участок Промежу- точный	II III IV	100 80 180 80 190 250	299±75 410±73 400±62 680±80 540±75 556±57			+	-

Б. Объекты, находящиеся в детальной разведке

1	2	3	4	5	6	7	8
Участок	УГ	75	544±76				
Промежуточный		150	251±71			+	-
Участок	III	65	358±79	2,16			
Шнековый	IV	170	373±90				
		275	508±97				
	V	50	246±80	2,11	1,88	+	-
		250	366±52				
		55	348±44	1,39	Северное, 7)		
			504±98				
Участок Донгул-агашский (КЗ филиал, уч.-ка Шнекового)	XIII(схв. II21 схв. II24)	80	643±45	0,55			
		240	947±42		0,57		
	XIV(схв. II25-схв. II28)	100	812±73	0,59			
		240	1037±95				
Месторождение	схв. 2279	160	79±32		Восточное,		
Промежуточное	схв. 2022	365	87±24		ИР 62, 7)	+	+
	схв. 2183	450	90±26				
Рудопроявление	схв. 68-71	60	70±21	6,0	Райгородок,		
Райгородок		120	78±5		участок	+	x
Ижний	схв. 89	70	155±12		Северный,		
					8)		

I	2	3	4	5	6	7	8
	Л-44+75						
	схв. II5	60	240±4				
	схв. 26	150	340±6				
	схв. I23	270	290±7				
Месторождение	Л-47+25						
Западное, рудные	схв. I27	25	236±4				
лины вскрытого	схв. I27	95	300±10			+	+
бока рудного тела	схв. I27	215	310±3				
II	Л-50+25						
	схв. I41	70	285±4				
	схв. I40	165	270±3				
	схв. I40	200	212±5				
Месторождение	Л-43+50				Западное,		
Западное, рудные	схв. 27Г	62	236±5		рудное тело	+	+
лины вскрытого	схв. 27Г	159	267±9		II, 9)		
бока рудного							
тела II							
Месторождение	схв. 27Г	330	236±6				
Западное							
минерализация							
лежащего бока							
рудного тела II							
Участок Северо-Кутынский	схв. 7	50	332±14				
	схв. I25	125	276±9				
	схв. 7	177	275±9				
	схв. I5	55	324±12				
	схв. I5	117	377±12				

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

В. Объекты, находящиеся в эксплуатации

Участок № I	Ш, минзона I	155	248±5				
месторождения	Ш, минзона 2	240	231±21				
Аксу	Ш, рудное тело I	335	273±19			+	+
							Аксу, участок № 2, 8У
Участок	П, жила I	45	274±23	1,9			
Широтный	П, жила I	125	322±10			+	+
	П, жила I	85	285±13				
Месторождение	"Блок А"	0	21±4				
Архарлы	"Блок Б"	65	54±6	2,3		+	+
		105	61±5				8У
		35	340±10				
Участок	А	340	448±30	1,72			Центральное I, жила Южная 4
Зона Дальняя	С	475	540±48				
месторождения		137	535±46				
Центрального I		250	503±47	2,47			участка Западного, 9У
		340	679±53			+	
		70	432±28				
	Е	205	434±49	2,15			
		385	626±39				

Примечания к графам 4,5,6,7,8:

4 - $\bar{z} \pm \frac{s}{\sqrt{n}}$ - средняя оценка в метрике эталонного месторождения;5 - $\tilde{z} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n z_i}$ - коэффициент подобия в условиях близкого эрозийного среза; n - знак произведения чисел z_i (от z_1 до z_m), m - число определений z_i ,при $z_i < 1$ - объект относительно эталона "ожат", при $z_i > 1$ - "расклянут"; $z_i = \frac{H_2 - H_1}{Z_2 - Z_1}$ $z_2 = \frac{\bar{M}_{\text{объект}}}{M_{\text{эталон}}}$, $z_3 = \frac{t_{q,\lambda} \text{объект}}{t_{q,\lambda} \text{эталон}}$;6 - γ_n - количество эталонных показателей зональности γ ;

7 - (+) - перспективный объект, (-) - неперспективный объект,

(±) - оценка объекта неоднозначна;

8 - (х) - следующие геологоразведочные работы не закончены или не проведены.

Приложение I

Чувствительность определения химических элементов в лаборатории ЦХЭ (1971-1982 гг.)

название элемента	чувствительность, %	название элемента	чувствительность, %
Бериллий	0,0002	Ниобий	0,001
Барий	0,05	Олово	0,0001
Бор	0,001	Платина	качественно
Ванадий	0,0001	Осмий	"--"
Висмут	0,0001	Свинец	0,0001
Вольфрам	0,001	Серебро	0,000008
Галлий	0,0005	Скандий	0,0005
Гафний	0,02	Стронций	0,005
Германий	0,0001	Сурьма	0,002
Индий	0,001	Таллий	0,005
Иттрий	0,002	Титан	0,01
Кадмий	0,0005	Тантал	0,02
Кобальт	0,0001	Торий	0,02
Лантан	0,005-0,01	Уран	0,05
Литий	0,004	Фосфор	0,02
Марганец	0,001	Хром	0,001
Медь	0,0001	Цинк	0,001
Молибден	0,00001	Цирконий	0,005
Мышьяк	0,004	Теллур	0,01
Никель	0,001	Церий	0,01

Приложение 2

Систематические и случайные погрешности спектрального анализа проб с золоторудных объектов в лаборатории ЦХЭ

Химические элементы	Год анализа (количество контрольных проб) №							
	1974(45)	1975(120)	1976(91)	1977(63)	1979(87)	1980(180)		
	в сист. и в случ.							
Cu	1,03	1,14	1,14	1,16	0,94	1,13	1,06	1,24
Pb	1,02	1,13	1,15	1,15	0,98	1,16	1,24	0,98
Zn	1,1	1,16	1,06	1,13	0,9	1,16	1,15	0,99
Ag	1,06	1,2	-	-	1,01	1,18	1,29	1,34
Mo	1,02	1,23	-	-	-	-	1,15	1,21
Bi	-	-	0,9	1,24	-	-	-	-
Sn	-	-	0,9	1,15	-	-	-	-
As	-	-	0,98	1,11	-	1,01	1,44	1,29
Cr	-	-	-	1,09	1,12	-	-	-
Sr	-	-	-	1,11	1,14	-	-	-
Hg	-	-	-	0,83	1,65	0,89	1,1	1,22
Au	-	-	-	-	-	1,37	0,82	1,37
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-
Be	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb	-	-	-	-	-	-	-	-

№ - контрольный анализ выполнен ЦХЭ ИГО "Джказгеология" в год основного анализа.

Показатели геохимической зональности месторождения Северного

Уровни	$\gamma_1 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{As}}{\text{W} \cdot \text{Co}}$	$\gamma_2 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{As}}{\text{Mo} \cdot \text{W}}$	$\gamma_3 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Ag}}{\text{W} \cdot \text{Co} \cdot \text{Mo}}$	$\gamma_4 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{As} \cdot \text{As}}{\text{W} \cdot \text{W} \cdot \text{Mo}}$	$\gamma_5 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{Ag} \cdot \text{As}}{\text{W} \cdot \text{W} \cdot \text{Mo}}$	$\gamma_6 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{As} \cdot \text{Hg}}{\text{W} \cdot \text{W} \cdot \text{Co}}$	$\gamma_7 = \frac{\text{Hg} \cdot \text{As} \cdot \text{Hg}}{\text{W} \cdot \text{W} \cdot \text{Mo}}$
I	$2,08 \cdot 10^1$	$1,05 \cdot 10^2$	$1,29 \cdot 10^{-2}$	$8,93 \cdot 10^4$	4,69	$2,3 \cdot 10^{-1}$	1,16
II	$1,02 \cdot 10^1$	$4,38 \cdot 10^1$	$5,81 \cdot 10^3$	$4,10 \cdot 10^4$	2,75	$1,18 \cdot 10^{-1}$	$5,05 \cdot 10^{-1}$
III	$6,8 \cdot 10^{-1}$	3,41	$3,17 \cdot 10^{-4}$	$2,33 \cdot 10^3$	2,15	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$3,68 \cdot 10^{-3}$
IV	$2,31 \cdot 10^{-1}$	1,73	$7,1 \cdot 10^{-5}$	$1,51 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$6,54 \cdot 10^{-4}$
V	$1,78 \cdot 10^{-1}$	$7,87 \cdot 10^{-1}$	$3,59 \cdot 10^{-5}$	$9,66 \cdot 10^1$	$4,45 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$1,92 \cdot 10^{-4}$
$R = \gamma_{\text{max}} : \gamma_{\text{min}} = 1,17 \cdot 10^2$	$1,35 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^2$	$9,2 \cdot 10^2$	$1,05 \cdot 10^3$	$5,26 \cdot 10^3$	$6,04 \cdot 10^3$

Приложение 4

Контрольная оценка уровня Северного месторождения по γ

Уровни, M (усл.)	γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	$Z \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$
60	100	65	100	80	60	0	50	65 ± 14
270	270	350	280	300	330	360	370	318 ± 14
450	500	520	650	505	430	630	506	534 ± 31
630	330	350	570	430	440	430	508	451 ± 34
930	1000	1100	1050	1270	1050	940	940	1050 ± 41

Приложение 5

Показатели геохимической зональности месторождения Юбилейного

Уровни	$\gamma_1 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Sb}}{\text{Zn} \cdot \text{W}}$	$\gamma_2 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Sb}}{\text{Bi} \cdot \text{Zn} \cdot \text{Bi}}$	$\gamma_3 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Sb}}{\text{Zn} \cdot \text{Bi} \cdot \text{Co}}$	$\gamma_4 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Sb}}{\text{Zn} \cdot \text{Bi} \cdot \text{Zn}}$	$\gamma_5 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Sb}}{\text{Zn} \cdot \text{Bi} \cdot \text{W}}$	$\gamma_6 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Sb} \cdot \text{Au}}{\text{Zn} \cdot \text{Bi} \cdot \text{W}}$	$\gamma_7 = \frac{\text{Au} \cdot \text{Sb} \cdot \text{Au}}{\text{Zn} \cdot \text{Zn} \cdot \text{W}}$	$\gamma_8 = \frac{\text{Sb} \cdot \text{Au} \cdot \text{Sb}}{\text{W} \cdot \text{W} \cdot \text{Zn}}$
I	0,45	198,2	211,9	15,4	237	0,3	0,024	3,9
II	0,072	57,1	42,7	2,8	37	0,04	0,002	0,2
III	0,07	45,7	37,6	2,4	31	0,03	0,001	0,2
IV	0,016	$8 \cdot 10^{-2}$	0,5	0,04	0,08	0,001	$5 \cdot 10^{-4}$	0,02
V	$4,4 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$

в целом по штокверку

$$R = \gamma_{\text{max}} : \gamma_{\text{min}} = 1,00 \cdot 10^4$$

$$2,0 \cdot 10^4$$

$$1,6 \cdot 10^4$$

$$8,0 \cdot 10^4$$

$$1,9 \cdot 10^7$$

Контрольная оценка уровней месторождения Юбилейного по γ

Рудное тело	Оценка по показателям γ I - γ 8 месторождения Юбилейного, м								
	γ I	γ 2	γ 3	γ 4	γ 5	γ 6	γ 7	γ 8	$Z \pm \sqrt{n}$
Уровни, м (усл)									
Западное	400	380	373	320	375	380	400	373	373±10
Центральное	50	105	120	155	105	55	68	108	108±12
Северное	50	92	87	73	77	98	25	48	72±12
Северное	100	162	145	195	147	262	175	150	183±21
Глубокие	305	355	353	378	370	363	370	353	363±3
горизонты	305	355	332	340	335	355	370	355	346±5
месторождения	325	352	340	335	340	340	360	355	343±4
Юбилейного	430	350	338	338	350	340	332	355	347±5

Приложение 7

Показатели геохимической зональности минерализованных зон Центрального участка месторождения Центрального II

Уровни, м	$\gamma_1 = \frac{Au}{Zn}$	$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Au}{Pb \cdot Cu}$	$\gamma_3 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot Pb}$	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Au}{Zn \cdot Cu}$	$\gamma_5 = \frac{Au \cdot W}{Zn \cdot Zn}$	$\gamma_6 = \frac{Au \cdot Ag \cdot Au}{Zn \cdot Pb \cdot Cu}$
I	2,9.10 ⁻¹	8,73.10 ⁻²	6,1.10 ⁻¹	1,25.10 ⁻²	3,6.10 ⁻¹	2,58.10 ⁻²
II	1,83.10 ⁻²	1,8.10 ⁻²	1,28.10 ⁻²	3,41.10 ⁻⁴	5,67.10 ⁻²	2,38.10 ⁻⁴
III	1,18.10 ⁻²	5,13.10 ⁻³	3,92.10 ⁻³	1,81.10 ⁻⁴	7,67.10 ⁻⁴	6,03.10 ⁻⁵
IV	2,2.10 ⁻³	6,16.10 ⁻⁴	4,49.10 ⁻⁴	5,62.10 ⁻⁶	1,95.10 ⁻⁵	1,35.10 ⁻⁶

R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 132$

142

1360

1900

18400

19000

Приложение 8

Показатели геохимической зональности месторождения Восточного

Уровни ПР 60	$\gamma_1 = \frac{Hg \cdot Hg}{As \cdot Zn}$	$\gamma_2 = \frac{Hg \cdot Hg}{Au \cdot Ag}$	$\gamma_3 = \frac{Hg \cdot Hg}{Au \cdot Zn}$	$\gamma_4 = \frac{Cu \cdot Hg}{Au \cdot As}$	$\gamma_5 = \frac{Hg \cdot Hg}{Zn \cdot Ag}$	$\gamma_6 = \frac{Cu \cdot Hg}{Au \cdot Au}$	$\gamma_7 = \frac{Cu \cdot Hg}{As \cdot Hg}$
I	2,2.10 ⁻⁶	1,2	7,0.10 ⁻³	5,0.10 ⁻³	4,0.10 ⁻²	1,4	2,7.10 ⁻²
II	1,8.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻¹	2,0.10 ⁻³	4,0.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻²	5,0.10 ⁻¹	2,3.10 ⁻³
III	7,0.10 ⁻⁹	3,0.10 ⁻³	4,0.10 ⁻⁵	2,4.10 ⁻⁵	4,5.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻¹	2,5.10 ⁻⁴
IV	4,0.10 ⁻⁹	3,0.10 ⁻³	2,2.10 ⁻⁵	2,3.10 ⁻⁵	2,3.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻¹	2,2.10 ⁻⁴

R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 5,5.10^2$ 4,91.10²3,75.10²2,15.10²1,79.10²1,23.10²1,22.10²

Приложение 9

Контрольная оценка уровней месторождения Восточного

Абсолютные отметки уровней ПР 62, м	Оценка по показателям γ I - γ 7 эталонного ПР 60 м-ния Восточного, м							
	γ I	γ 2	γ 3	γ 4	γ 5	γ 6	γ 7	$Z \pm \sqrt{n}$
310	198	214	194	220	202	240	255	235±12
235	177	178	160	188	164	180	200	182±10
208	171	170	156	184	152	165	195	166±7

Приложение 10
Показатели геохимической зональности Западного участка месторождения Центрального I

Уровни жилы Жилы 4	$\gamma_1 = \frac{Ag}{Au}$	$\gamma_2 = \frac{Zn \cdot Pb}{Au \cdot As}$	$\gamma_3 = \frac{Hg \cdot Cu}{Au \cdot W}$	$\gamma_4 = \frac{Ag \cdot Zn}{Au \cdot Mo}$	$\gamma_5 = \frac{Hg \cdot Pb}{Au \cdot As}$	$\gamma_6 = \frac{Hg \cdot Zn}{Au \cdot As}$	$\gamma_7 = \frac{Hg \cdot Cu \cdot Pb}{Au \cdot As \cdot W}$	$\gamma_8 = \frac{Cu \cdot Ag \cdot Pb}{Au \cdot As \cdot Sb}$	$\gamma_9 = \frac{Hg \cdot Cu \cdot Zn}{Au \cdot Mo}$
I	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^3$	$9,2 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^3$	1,9	$5,4 \cdot 10^1$	$2,6 \cdot 10^1$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$5,4 \cdot 10^6$
II	$9,5 \cdot 10^{-1}$	7,7	$2,4 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$9,6 \cdot 10^{-2}$	1,1	1,1	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^5$
III	$4,4 \cdot 10^{-1}$	$7,4 \cdot 10^{-1}$	1,1	$6,1 \cdot 10^1$	$7,4 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^3$
IV	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-1}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	5,3
V	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$6,0 \cdot 10^{-4}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	3,8
VI	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$8,0 \cdot 10^1$
$R = \gamma_{max} \cdot \gamma_{min} = 1,1 \cdot 10^4 \cdot 7,8 \cdot 10^4 = 8,5 \cdot 10^8$									
$R = 2,9 \cdot 10^5 \cdot 3,0 \cdot 10^5 = 8,7 \cdot 10^{10}$									

Приложение II

Оценка рудных жил по γ эталонной жилы Жилы 4 Западного участка месторождения Центрального I

Рудные жилы участка Западного	Секущая- Промежуточная	Широтная	Северная 6	Жилы 6	Жилы 9		
уровень, м	160	295	250	250	385		
Оценки ($Z \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$) по γ_9 месторождения Центрально- го I	280 \pm 11	304 \pm 24	188 \pm 19	334 \pm 38	348 \pm 7	206 \pm 3	317 \pm 23

Приложение 12

Контрольная оценка единичных штудных проб Западного участка
месторождения Центрального I по γ

№ штудных проб из жилы Жилы 4	I028	I046	I043	I044	II50	II86	II89	II90	II55
Горизонт, м (усл.)	430								
Оценки по показателям $\gamma_5 - \gamma_9$ месторождения Центрального I, м									
γ_5	380	285	330	320	430	420	330	525	420
γ_6	435	540	250	410	330	410	350	415	370
γ_7	320	370	280	320	610	450	320	410	370
γ_9	440	560	300	360	420	475	400	370	370
$\bar{Z} \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$ пробы	394 \pm 15	438 \pm 67	290 \pm 20	350 \pm 22	447 \pm 68	490 \pm 16	350 \pm 19	430 \pm 38	380 \pm 12
$\bar{Z} \pm \frac{S}{\sqrt{n}}$ горизонта	368 \pm 31								
	419 \pm 31								

Показатели геохимической зональности жилы Главной месторождения Южного

Уровни	$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Pb}{Co \cdot As}$	$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Pb}{Co \cdot Co}$	$\gamma_3 = \frac{Au \cdot Pb \cdot Ag}{As \cdot Co \cdot As}$	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Pb \cdot Ag}{Co \cdot Co \cdot Co}$	$\gamma_5 = \frac{Ag \cdot Au \cdot Au}{As \cdot Co \cdot Co}$	$\gamma_6 = \frac{Au \cdot Pb \cdot Ag}{As \cdot Co \cdot Co}$
I	$2,97 \cdot 10^{-2}$	6,56	$3,83 \cdot 10^{-5}$	1,86	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$8,46 \cdot 10^{-3}$
II	$2,38 \cdot 10^{-2}$	4,9	$2,5 \cdot 10^{-5}$	1,05	$6,66 \cdot 10^{-5}$	$5,15 \cdot 10^{-3}$
III	$9,86 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-2}$	$5,86 \cdot 10^{-7}$	$5,58 \cdot 10^{-3}$	$2,21 \cdot 10^{-6}$	$5,73 \cdot 10^{-5}$
IV	$3,91 \cdot 10^{-4}$	$3,10^{-2}$	$2,25 \cdot 10^{-7}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$1,81 \cdot 10^{-7}$	$1,72 \cdot 10^{-5}$
V	$1,53 \cdot 10^{-4}$	$1,76 \cdot 10^{-2}$	$1,79 \cdot 10^{-8}$	$2,36 \cdot 10^{-4}$	$6,02 \cdot 10^{-8}$	$2,06 \cdot 10^{-6}$
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 1,95 \cdot 10^2$						
2,14 · 10 ³ 7,88 · 10 ³ 3,49 · 10 ³ 4,1 · 10 ³						

Приложение 14

Контрольная оценка уровней жилы Главной месторождения Южного по γ

Уровни жилы Главной, (всл.)	Профиль	Оценки по показателям γ I - γ 6 жилы Главной, м					
		γ 1	γ 2	γ 3	γ 4	γ 5	γ 6
480	XII	300	325	320	340	690	330
240	XVI	460	400	590	425	240	275
280	XVIII	300	180	330	135	200	216
350	XVIII	325	340	310	325	235	320
772	XVIII	770	770	770	760	740	776
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 384,54$							
398 ± 49							
227 ± 31							
309 ± 10							
764 ± 5							

Приложение 15

Показатели геохимической зональности жилы Туленовской месторождения Южное

Уровни	$\gamma_1 = \frac{Au}{Bi}$	$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Pb}{Bi \cdot Zn}$	$\gamma_3 = \frac{Au \cdot Ag}{Bi \cdot Bi}$	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Pb}{Bi \cdot Bi}$	$\gamma_5 = \frac{Au \cdot Pb \cdot Pb}{Bi \cdot Zn \cdot Bi}$	$\gamma_6 = \frac{Au \cdot Pb \cdot As}{Zn \cdot Bi \cdot Bi}$
I	$1,85 \cdot 10^1$	$6,73 \cdot 10^1$	$5,96 \cdot 10^1$	$2,64 \cdot 10^3$	$9,58 \cdot 10^3$	$7,12 \cdot 10^5$
II	3,58	$1,08 \cdot 10^1$	5,32	$3,44 \cdot 10^2$	$1,04 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^4$
III	$6,48 \cdot 10^{-1}$	1,56	$2,39 \cdot 10^{-1}$	$4,71 \cdot 10^1$	$1,44 \cdot 10^2$	$2,49 \cdot 10^3$
IV	$2,59 \cdot 10^{-1}$	$2,22 \cdot 10^{-1}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$8,37 \cdot 10^{-1}$	$7,16 \cdot 10^{-1}$	$3,98 \cdot 10^1$
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 7,2 \cdot 10^1$						
3,03 · 10 ² 3,15 · 10 ³ 1,61 · 10 ³ 1,34 · 10 ⁴ 1,81 · 10 ⁴						

Приложение 16

Контрольная оценка уровней жилы Туленовской месторождения Южное по γ

Уровни жи- лы Туле- новская, (всл.)	Профиль	Оценка по показателям γ I - γ 6 жилы Туленовская, м					
		γ 1	γ 2	γ 3	γ 4	γ 5	γ 6
255	X	92	216	220	150	150	163 ± 20
305	X	156	396	190	302	290	263 ± 29
375	X	216	484	430	346	370	372 ± 43
250	XII	90	234	226	264	260	220 ± 28
290	XII	156	290	320	370	326	300 ± 35
165	XIV	16	156	170	160	166	145 ± 30
240	XIV	142	358	296	320	314	290 ± 35

Показатели геохимической зональности жилы Пологая № I месторождения Кжного

Уровни	$\gamma_1 = \frac{As}{Au}$	$\gamma_2 = \frac{Cu \cdot Cu}{Au \cdot Pb}$	$\gamma_3 = \frac{Cu \cdot As}{Au \cdot Pb}$	$\gamma_4 = \frac{Cu \cdot As}{Au \cdot Au}$	$\gamma_5 = \frac{Cu \cdot As \cdot Cu}{Au \cdot Au \cdot Pb}$	$\gamma_6 = \frac{Cu \cdot As \cdot As}{Au \cdot Pb \cdot Au}$
I	$2 \cdot 10^3$	$2,18 \cdot 10^2$	$5,3 \cdot 10^3$	$1,62 \cdot 10^5$	$4,85 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^7$
II	$1,78 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^2$	$4,97 \cdot 10^3$	$1,12 \cdot 10^5$	$2,85 \cdot 10^5$	$8,84 \cdot 10^6$
III	$1,16 \cdot 10^2$	9,58	$1,84 \cdot 10^2$	$7,0 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^4$
IV	$4,12 \cdot 10^1$	$5,68 \cdot 10^{-1}$	9,58	$1,0 \cdot 10^2$	$2,34 \cdot 10^1$	3,94
$R = \gamma_{\max} : \gamma_{\min} = 4,8 \cdot 10^1$						
$3,83 \cdot 10^2$						
$5,6 \cdot 10^2$						
$1,62 \cdot 10^3$						
$1,86 \cdot 10^4$						
$2,79 \cdot 10^4$						

Приложение 18

Контрольная оценка уровней жилы Пологая № I месторождения Кжного по γ

Уровни жилы Пологая I м (усл.)	Профиль	Оценка по показателям γ I - γ 6 жилы Пологая I, м						
		γ 1	γ 2	γ 3	γ 4	γ 5	γ 6	$Z \pm \frac{s}{\sqrt{n}}$
320	XVII	325	310	320	258	325	327	310 ± 11
385	XVIII	342	400	370	425	450	407	399 ± 17

Приложение 19

Показатели геохимической зональности месторождения Кжного

Уровни жилы Главная	$\gamma_1 = \frac{Au}{Co}$	$\gamma_2 = \frac{Au}{Cu}$	$\gamma_3 = \frac{Au \cdot Ag}{Co \cdot Zn}$	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Ag}{Co \cdot Co}$	$\gamma_5 = \frac{Au \cdot Au}{Co \cdot As}$	$\gamma_6 = \frac{Au \cdot Ag}{Cu \cdot Cu}$	$\gamma_7 = \frac{Au \cdot Au}{Co \cdot Cu}$	$\gamma_8 = \frac{Au \cdot Au}{Co \cdot Cu}$	$\gamma_9 = \frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Co \cdot Cu \cdot As}$	$\gamma_{10} = \frac{Au \cdot Au \cdot Ag}{Cu \cdot Zn \cdot Cu}$
I	$6,7 \cdot 10^{-1}$	$5,7 \cdot 10$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	$2,63 \cdot 10^1$	$4,16 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	
II	$3 \cdot 10^{-1}$	$7,3 \cdot 10^{-1}$	$1,96 \cdot 10^{-2}$	$1,59 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$2,15 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$3,43 \cdot 10^{-4}$	
III	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$2,25 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	
IV	$5,77 \cdot 10^{-2}$	$1,44 \cdot 10^{-2}$	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$5,15 \cdot 10^7$	$5,5 \cdot 10^{-6}$	
V	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,37 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$2,23 \cdot 10^{-5}$	$1,27 \cdot 10^{-8}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	
$R = \gamma_{\max} : \gamma_{\min} = 1,01 \cdot 10^2$										
$2,36 \cdot 10^2$										
$2,71 \cdot 10^2$										
$5,0 \cdot 10^2$										
$2,27 \cdot 10^3$										
$4,41 \cdot 10^3$										
$1,9 \cdot 10^4$										
$4,29 \cdot 10^4$										
$1,79 \cdot 10^5$										

Приложение 20

Контрольная оценка уровней жилы Главная месторождения Кжного по γ

Уровни жилы Главная, м (усл.)	Профили	450	220	129	320
	XII				
	XIII				
	XIV				
	XV				
	XVI				
	XVII				
	XVIII				
	XIX				
	XX				
	XXI				
	XXII				
	XXIII				
	XXIV				
	XXV				
	XXVI				
	XXVII				
	XXVIII				
	XXIX				
	XXX				
	XXXI				
	XXXII				
	XXXIII				
	XXXIV				
	XXXV				
	XXXVI				
	XXXVII				
	XXXVIII				
	XXXIX				
	XL				
	XLI				
	XLII				
	XLIII				
	XLIV				
	XLV				
	XLVI				
	XLVII				
	XLVIII				
	XLIX				
	L				
	LXI				
	LXII				
	LXIII				
	LXIV				
	LXV				
	LXVI				
	LXVII				
	LXVIII				
	LXIX				
	LXX				
	LXXI				
	LXXII				
	LXXIII				
	LXXIV				
	LXXV				
	LXXVI				
	LXXVII				
	LXXVIII				
	LXXIX				
	LXXX				
	LXXXI				
	LXXXII				
	LXXXIII				
	LXXXIV				
	LXXXV				
	LXXXVI				
	LXXXVII				
	LXXXVIII				
	LXXXIX				
	LXXXX				
	LXXXXI				
	LXXXXII				
	LXXXXIII				
	LXXXXIV				
	LXXXXV				
	LXXXXVI				
	LXXXXVII				
	LXXXXVIII				
	LXXXXIX				
	LXXXXX				
	LXXXXXI				
	LXXXXXII				
	LXXXXXIII				
	LXXXXXIV				
	LXXXXXV				
	LXXXXXVI				
	LXXXXXVII				
	LXXXXXVIII				
	LXXXXXIX				
	LXXXXXX				
	LXXXXXXI				
	LXXXXXXII				
	LXXXXXXIII				
	LXXXXXXIV				
	LXXXXXXV				
	LXXXXXXVI				
	LXXXXXXVII				
	LXXXXXXVIII				
	LXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				
	LXXXXXXXI				
	LXXXXXXXII				
	LXXXXXXXIII				
	LXXXXXXXIV				
	LXXXXXXXV				
	LXXXXXXXVI				
	LXXXXXXXVII				
	LXXXXXXXVIII				
	LXXXXXXXIX				
	LXXXXXXX				

Контрольная оценка урвней жилы Туеиовская месторождения Юного по 9

Жила Туеиовская урвней, м (усл.)	230	120	210	40	130	220
Профили	X	XII			XIV	

Оценки $(\bar{Z} \pm \frac{S}{\sqrt{n}})$

по $\gamma_I - \gamma_9$

месторождения

Юного, м

178±4

53±15

316±30

126±6

219±30

Приложение 22

Контрольная оценка урвней пологих жил месторождения Юного по 9

Жила Пологая № I, ПР XVIII	Нижние выклинки пологих жил				
	ПР-XX		ПР-XXII		

Урвней, м (усл.)	180	210	250	140	260	170	230
------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Оценки $(\bar{Z} \pm \frac{S}{\sqrt{n}})$	131±8	218±18	247±18	202±4	225±20	177±9	206±6
---	-------	--------	--------	-------	--------	-------	-------

по $\gamma_I - \gamma_9$

месторождения

Юного, м

Показатели геохимической зональности участка № 2 месторождения Аксу

Урвней	$\gamma_1 = \frac{Cu}{Co}$	$\gamma_2 = \frac{As \cdot Cu}{Co \cdot Pb}$	$\gamma_3 = \frac{Cu \cdot As}{Co \cdot Au}$	$\gamma_4 = \frac{Cu \cdot Sb}{Co \cdot Co}$	$\gamma_5 = \frac{Cu \cdot Cu}{Co \cdot Pb}$	$\gamma_6 = \frac{Cu \cdot Cu \cdot As}{Co \cdot Au \cdot Co}$	$\gamma_7 = \frac{Cu \cdot Cu \cdot As}{Co \cdot Au \cdot Co}$	$\gamma_8 = \frac{Cu \cdot Cu \cdot As \cdot Sb}{Co \cdot Au \cdot Co \cdot Co}$
I	9,65	$1,48 \cdot 10^3$	$4,77 \cdot 10^4$	$1,17 \cdot 10^2$	$6,43 \cdot 10^1$	$1,43 \cdot 10^4$	$4,58 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^6$
II	6,9	$1,99 \cdot 10^2$	$1,68 \cdot 10^4$	$6,7 \cdot 10^1$	5,5	$1,37 \cdot 10^3$	$1,16 \cdot 10^5$	$1,12 \cdot 10^6$
III	$8,97 \cdot 10^{-1}$	$7,79 \cdot 10^1$	$9,87 \cdot 10^2$	3,2	1,14	$7,0 \cdot 10^1$	$8,58 \cdot 10^2$	$3,02 \cdot 10^3$
IV	$4,15 \cdot 10^{-1}$	$1,37 \cdot 10^1$	$5,31 \cdot 10^2$	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$3,14 \cdot 10^{-1}$	6,0	$2,17 \cdot 10^2$	$2,95 \cdot 10^2$
$R = \gamma_{max} : \gamma_{min} =$	$2,3 \cdot 10^1$	$1,08 \cdot 10^2$	$9,0 \cdot 10^1$	$2,09 \cdot 10^2$	$2,05 \cdot 10^2$	$2,51 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	$1,87 \cdot 10^4$

Показатели геохимической зональности месторождения Таскара

Абсолютные отметки урвней рудного тела № 2	$\gamma_1 = \frac{Hg \cdot Mo}{Zn \cdot Zn}$	$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Mo}{Zn \cdot Pb}$	$\gamma_3 = \frac{Mo \cdot Sr}{Zn \cdot Zn}$	$\gamma_4 = \frac{As \cdot Mo}{Zn \cdot Pb}$	$\gamma_5 = \frac{Mo \cdot Cu}{Zn \cdot Pb}$
716	$7,0 \cdot 10^{-1}$	9,8	$4,96 \cdot 10^2$	$6,67 \cdot 10^2$	$8,88 \cdot 10^2$
668	$6,0 \cdot 10^{-1}$	7,4	$1,18 \cdot 10^2$	$4,55 \cdot 10^2$	$4,8 \cdot 10^2$
558	$8,0 \cdot 10^{-6}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$
$R = \gamma_{max} : \gamma_{min} =$	$9,0 \cdot 10^4$	$1,96 \cdot 10^4$	$8,26 \cdot 10^3$	$1,11 \cdot 10^4$	$4,44 \cdot 10^2$

Показатели геохимической зональности месторождения Архарлы

Уровни "Блока Б"	$\gamma_1 = \frac{Ag \cdot Hg}{Pb \cdot Au}$	$\gamma_2 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Zn}$	$\gamma_3 = \frac{Ag \cdot Cr}{Au \cdot Mo}$	$\gamma_4 = \frac{Ag \cdot As}{Au \cdot Zn}$	$\gamma_5 = \frac{Ag \cdot Ag}{Au \cdot Mo}$	$\gamma_6 = \frac{Ag \cdot Ag}{Bi \cdot Pb}$	$\gamma_7 = \frac{Ag \cdot Cu}{Pb \cdot Mo}$	$\gamma_8 = \frac{Ag \cdot Ag}{Pb \cdot Zn}$
I	$2,1 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^1$	$7,41 \cdot 10^3$	$3,16 \cdot 10^2$	$4,16 \cdot 10^3$	$7,5 \cdot 10^0$	$1,02 \cdot 10^1$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
II	$1,9 \cdot 10^0$	$1 \cdot 10^0$	$3 \cdot 10^1$	$6,3 \cdot 10^0$	$9,1 \cdot 10^1$	$1,6 \cdot 10^0$	$2,7 \cdot 10^0$	$7 \cdot 10^{-3}$
III	$4 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^0$	$4 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^0$	$4 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-4}$
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 5,25 \cdot 10^3$								

Приложение 26

Показатели геохимической зональности месторождения Шолкнызы

Уровни Централь- ной	$\gamma_1 = \frac{Au \cdot Au}{Sn \cdot Cu}$	$\gamma_2 = \frac{Au \cdot Au}{Cu \cdot Co}$	$\gamma_3 = \frac{Au \cdot Ag}{Sn \cdot Sn}$	$\gamma_4 = \frac{Au \cdot Ag}{Sn \cdot Co}$	$\gamma_5 = \frac{Au \cdot Ag}{Cu \cdot Co}$	$\gamma_6 = \frac{Au \cdot Ag}{Cu \cdot Sn}$	$\gamma_7 = \frac{Ag \cdot Ag}{Cu \cdot Co}$	$\gamma_8 = \frac{Au \cdot Ag}{Cu \cdot Cu}$
I	$1,78 \cdot 10^{-2}$	$5,64 \cdot 10^{-3}$	$7,98 \cdot 10^{-2}$	$3,98 \cdot 10^{-2}$	$1,98 \cdot 10^{-2}$	$1,13 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$
II	$3,33 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,16 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-4}$	$4,68 \cdot 10^{-4}$
III	$1,04 \cdot 10^{-4}$	$3,02 \cdot 10^{-5}$	$3,67 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-6}$	$2,97 \cdot 10^{-7}$
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 171$								
	171	187	217	375	660	1086	1200	3501

Приложение 27

Показатели минерально-геохимической зональности месторождений по элементам-примесям в минералах-концентрагорах золота

Месторождение Северное, арсенопириты рудной стадии		Месторождение Центральное II, пириты рудной стадии	
Уровни	Количество мономинераль- ных проб	Уровни, м	Количество мономинераль- ных проб
I	23	I	3
II	27	II	3
III	10	III	4
IV	7	IV	9
V	9		
R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 2593$			
			R = $\gamma_{max} : \gamma_{min} = 179$

Изменение с глубиной парных отношений элементов-примесей
в минералах-концентратах золота

Ведущие минералы продуктивных парагенетических минеральных ассоциаций в с е н о л и д и т н										
Объект	К о л и - ч е с т в о		С о		Zn		Объект	К о л и - ч е с т в о		Zn-Cu Cu-Zn
	у р о - в е н ь	м о н о м и - н е р а л ь - н ы х п р о б	С о N i	N i	С u	С u		у р о - в е н ь	м о н о м и - н е р а л ь - н ы х п р о б	
Кожное	I	2	3,33		1,89		I	2	2	1,33
	II	II	1,04		0,97		II	9	0,82	4,35
	III	8	2,17		0,90		III	II	0,81	0,42
Юбилейное	I	26	2,27		0,11		I	16	6,29	8,15
	II	6	3,89		0,08		II	17	9,8	0,25
Западное	I	9	0,9		0,47		III	13	4,5	7,5
	II	2	1,0		1,25		IV	10	10,4	1,96
	III	2	1,0		1,0		У	7	4,97	5,32
	IV	3	1,29		0,42		VI	9	5,66	0,89
Березовское	I	14	1,83		0,28		Северное	III	23	7,5
	II	16	1,95		0,52		IV	10	10,4	1,96
	III	3	1,48		2,33		У	7	4,97	5,32
Райгородок	I	4			0,49		VI	9	5,66	0,89
	II	7			0,18					

Экстракции ртуть на золоторудных месторождениях Кавказа

Месторожде- ния	Значи- мость объек- тов	К о л и - ч е с т в о опреде- лений	Н и з к о т е м п е р а т у р н ы е		С р е д н е т е м п е р а т у р н ы е		В ы с о к о т е м п е р а т у р н ы е				
			предел t°	max t°	предел t°	max t°	предел t°	max t°			
		распро- стр- нен, %	распро- стр- нен, %		распро- стр- нен, %		распро- стр- нен, %				
Северное	мес-	560	100-315	200	68	320-440	380	16-18	450-680	480	I4-I6
Кожное	торж-	340	90-260	180	60	390-515	400	25-29	570-780	660	II-I5
	де- ния	360	120-320	160	57	440-560	500	31	700-760	730	I2
Шнековий	непро-	238	130-460	360	59	460-615	550	36	615-700	660	5
Райгородок	мш-	335	140-320	300	62	340-500	440	38	-(ж)	-	-
	лен-	375	160-360	160	62	470-600	500	38	-	-	-
Березовское	не	82	130-460	310	75	460-600	540	22	600-700	650	3

(ж) - экстракции не фиксируются

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абатурова М.А. Определение путей движения рудоносных растворов и положения рудных тел в пространстве по геохимическим данным. "Разведка и охрана недр", № 10, 1974.

2. Абдулкабирова М.А., Анкинович О.С., Гришин В.М., Капков А.К., Кудайбергенова Н.К. Золоторудные поля Северного Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1971.

3. Абишев В.М., Баханова Е.В., Зорин Ю.М., Левин Г.Б., Мукатаев К.А., Нарсеев В.А., Шурунов М.В. Геология, вещественный состав руд и геохимические особенности Васильковского золоторудного месторождения. В кн.: Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1972.

4. Абишев В.М., Левин Г.Б., Нарсеев В.А., Мукатаев К.А., Старова М.М., Баханова Е.В., Шурунов М.В., Абдулкабирова М.А. Месторождение Васильковское. В кн.: Металлогения Казахстана.

Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.

5. Акчурина В.Е., Булыникова В.А., Зубков Ю.Д., Иванкин П.Ф., Петренко Н.Л., Потапов А.А., Рабинович К.Р., Соколова Н.И. Атлас морфоструктур рудных полей. Л., Недра, 1973.

6. Альбов М.И. Вторичная зональность золоторудных месторождений Урала. М., Госгеологиздат, 1960.

7. Атабекьянц К.П. Первичные ореолы золотосульфидных месторождений. "Советская геология", № 1, 1972.

8. Бадалов С.Т. О геохимических свойствах золота. В кн.: Геохимия золота, Владивосток, 1978.

9. Бакенов М.М. Золоторудные формации Казахстана, Алма-Ата, Наука, 1976.

10. Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., Наука, 1981.

11. Баумштейн Р.А. Первичные геохимические ореолы Каройского золоторудного месторождения и их практическое значение. ИМГРЭ. Кандид. диссерт.

12. Баумштейн Р.А., Напартэ В.А. Использование минерально-геохимической зональности при оценке золотосульфидных месторождений. Забайкальский филиал географического общества СССР, вып. 69, Чита, 1972.

13. Баханова Е.В., Старова М.М. Минералогические особенности и некоторые вопросы генезиса месторождения Акбай. Труды Каз.ИМС, вып. 6, Алма-Ата, 1976.

14. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых, М., Недра, 1975.

15. Бородаевский Н.И. Генетические типы гидротермальных золоторудных месторождений СССР. В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых т.7, Наука, 1964.

16. Бородаевский Н.И., Бажинский А.П., Казаринов А.И. Промышленные типы золоторудных и золотосодержащих месторождений. Труды ЦНИГРИ, вып. 79, 1968.

17. Бровчук И.Ф., Бородин В.А., Алексеев Б.П. Геохимические поиски скрытых месторождений Sb, Pb, Cu залегающих в пологих структурах. В кн.: Методы геохимических поисков, Прага, 1979.

18. Виноградова Е.Н., Галлей З.А. Методы полярографического и амперометрического анализа. М., Мир, 1965.

19. Воларович Г.П., Шер С.Д. Промышленные типы коренных месторождений золота. Забайкальский филиал Географического общества СССР, Чита, 1973.

20. Гаврилов А.М. О сингенетическом с сульфидами характере тонкодисперсного золота на золоторудном месторождении Бакырчик (Восточный Казахстан). Труды ЦНИГРИ, вып. 96, ч. I, 1971.

21. Гавришин А.И. Оценка и контроль качества геохимической информации. М., Недра, 1980.

22. Геохимические методы поисков рудных месторождений. Основные понятия, термины и определения. М., 1975.

23. Геохимические методы поисков глубокозалегающих рудных месторождений. Новосибирск, Наука, 1980.

24. Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке гидротермальных месторождений. "Советская геология", № 1, 1973.

25. Григорян С.В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений (Метод. рекомендации). М., 1974.

26. Григорян С.В. Литохимические поиски эндогенных месторождений. В кн.: Методы геохимических поисков, Прага, 1979.

27. Григорян С.В. Геохимические методы при поисках рудных месторождений. М., Недра, 1982.

28. Гундобин Г.М. Первичные ореолы рудных районов. Новосибирск, Наука, 1980.

29. Давлетов И.К. Поведение золота в эндогенных процессах. Фрунзе, Илим, 1975.

30. Данилов В.И., Дуйсенбеков Д.Д., Дурсунов А.Д., Бурдинюк А.Г., Козловская З.А., Ким К.И. Месторождение Южное. В кн.: Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.

31. Данилов В.И., Кудайбергенова Н.К. Месторождение Жолымбет. В кн.: Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.

32. Долгих Г.А. Поисковые значения форм нахождения ртути в рудных зонах. Автореф. канд. диссерт., Фрунзе, 1975.

33. Досанова Б.А. Количественная оценка рудных месторождений по их гипергенным ореолам рассеяния при литохимических поисках в Заилийском Алатау. Автореф. канд. дисс., Алма-Ата, 1972.

34. Дубов Р.И. Количественные исследования геохимических полей для поисков рудных месторождений. Новосибирск, Наука, 1974.

35. Дубов Р.И. К теории выбора, обоснования и создания методов математической обработки данных. В кн.: Математическая обработка данных в поисковой геохимии. Новосибирск, Наука, 1976.

36. Дубов Р.И., Франковская Н.М., Кошелев В.К., Тонкопий М.С., Досанова Б.А. Автоматическая количественная интерпретация геохимических данных. В кн.: Тезисы докладов семинара и применение автоматизированных систем и ЭВМ при геохимических исследованиях, Алма-Ата, 1977.

37. Ермековаев А.Е., Шиганов А.А. Геохимические ландшафты северо-востока Заилийского Алатау и особенности геохимических поисков. В кн.: Вопросы применения геохимии ландшафта при поисках рудных месторождений, Алма-Ата, КазИМС, 1973.

38. Ермековаев А.Е., Шиганов А.А., Бисеров О.А. Эндогенная геохимическая зональность и количественная оценка перспектив вольфрамового оруденения по геохимическим данным в юго-восточном Казахстане. В кн.: Геохимические методы при поисках месторождений олова, вольфрама и ртути. Владивосток, 1975.

39. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М., Недра, 1983.

40. Канищев А.Д. Главные факторы геохимических ассоциаций и вертикальной зональности эндогенных рудных месторождений. "Геология рудных месторождений", т. XIX, № 6, 1977.

41. Квятковский Е.М., Путиков О.Ф. Некоторые вопросы теории формирования первичных ореолов гидротермальных месторождений. ЛПИ, 1970.

42. Квятковский Е.М., Крипук И.Н., Никитин И.В., Юппенен Т.И. Методика выявления вертикальной зональности рудных тел и их первичных ореолов. В кн.: Научные основы геохимических методов поисков глубоководных рудных месторождений. Иркутск, 1971.

43. Квятковский Е.М. Литохимические методы поисков эндогенных рудных месторождений. Л., Недра, 1977.

44. Китаев Н.А. Первичные ореолы Балецкого рудного поля и использование их при поисках месторождений Балецкого типа. Автореф. канд. дисс., 1967.

45. Козловская З.А., Дуйсенбеков Д.Д. Минеральные ассоциации в рудах месторождения Акбай. Изв. АН КазССР, сер. геол. 1973, № 4.

46. Курбанаев М.С. Некоторые геохимические особенности золоторудного оруденения и возможности использования их для поисков золоторудных месторождений в Казахстане. Автореф. канд. дисс. Алма-Ата, 1967.

47. Левин Г.Б., Тлеубергенов К.Т., Гришин В.М., Старова М.М., Злобин А.Г., Уваров В.В. Месторождение Бестюбе. В кн.: Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.

48. Маракушев А.А. Геохимические особенности золота и условия его эндогенной концентрации. В кн.: Геохимия золота, Владивосток, 1978.

49. Методические указания по разведке и промышленной оценке золоторудных месторождений. М., ЦНИГРИ, 1974.

50. Напартэ В.А. Зональность первичных ореолов Дарасунского золоторудного района и ее применение для прогнозных оценок. Автореф. канд. диссерт. Иркутск, 1970.

51. Нарсеев В.А. Количественная оценка глубоких горизонтов золоторудных полей и месторождений на основе изучения эндогенной зональности. В кн.: Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Л., 1971.

52. Нарсеев В.А. Эндогенная зональность золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1973.

53. Нарсеев В.А. Некоторые особенности образования и вопросы практического использования эндогенных ореолов рассеяния золоторудных месторождений. В кн.: Геохимические поиски скрытого оруденения. Алма-Ата, КазИМС, 1973.

54. Нарсеев В.А., Старова М.М., Левин Г.Б. Месторождение Бакырчик. В кн.: Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.
55. Овчинников Л.Н., Григорян С.В. Закономерности состава и строения первичных геохимических ореолов сульфидных месторождений. В кн.: Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений. Ч. I. Доклады, Иркутск, 1970.
56. Овчинников Л.Н., Григорян С.В., Баранов Э.Н. Зональность первичных геохимических ореолов гидротермальных месторождений и их поисковое значение. Изв. высших учебных заведений. "Геология и разведка", № 10, 1973.
57. Овчинников Л.Н. Основные проблемы геохимии рудных месторождений. В кн.: Рудная геохимия и геология магматогенных месторождений. М., Недра, 1980.
58. Оразбеков Г.Т. Коэффициенты корреляции золота и элементов-спутников в первичных ореолах месторождения Жаналык (Северный Казахстан). Изв. АН КазССР, сер. геол., № 2, 1972.
59. Основы научного прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. Л., ВСЕГЕИ, 1971.
60. Петровская Н.В. Характер золотоносных минеральных ассоциаций и формаций золотых руд СССР. В кн.: Междунар. геолог. конгресс. XXI сессия. Доклады советских геологов. Проблема 16. М., Изд-во АН СССР, 1960.
61. Петровская Н.В., Бородаевский Н.И. Типы зональности золоторудных месторождений. В кн.: Прогнозирование скрытого оруденения на основе зональности гидротермальных месторождений. М., 1972.
62. Петровская Н.В. Самородное золото. М., Наука, 1973
63. Петровская Н.В., Тимофеевский Д.А., Бородаевский Н.И. Эндеогенная зональность золоторудных полей и месторождений. В кн.: Зональность гидротермальных рудных месторождений. М., т. 2, 1974.
64. Петровская Н.В., Сафронов Ю.Т., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений. В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений, т. 2, М., Недра, 1976.
65. Пивенштейн Ю.Д. Васильковское золоторудное месторождение в Кокчетавском районе. В кн.: Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата, 1969.
66. Поликарпочкин В.В., Китаев Е.А., Сарапулова В.И. Строеение и вертикальная зональность первичных ореолов рассеяния Балейского золоторудного поля. "Геохимия", № 8, 1965.

67. Ракишев Б.М., Хаматов И.С., Шиганов А.А. Зональность первичных ореолов месторождений Чу-Илийского рудного поля и их поисковое значение. В кн.: Геохимия, техника разведки, техническое изучение минерального сырья Казахстана. Алма-Ата, КазИМС, 1977.

68. Рослякова Н.В., Росляков Н.А. Эндогенные ореолы месторождений золота. Новосибирск, Наука, 1975.

69. Руденко Б.М., Гильманов М.Ш. Новые данные по геологии месторождения Юбилейное и некоторые перспективы Южных Мугоджар на золото. В кн.: Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата, 1969.

70. Руденко Б.М., Гильманов М.Ш. Месторождение Юбилейное (Шекарабулак П). В кн.: Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, Наука, 1980.

71. Рундквист Д.В., Нежинский И.А. Зональность эндогенных рудных месторождений. Л., Недра, 1975.

72. Сахарова М.С., Батракова Ю.А., Ряховская С.К. Физико-химические условия отложения самородного золота из водных растворов. В кн.: Геохимия золота. Владивосток, 1978.

73. Сафронов Н.И., Поликарпочкин В.В., Утгоф А.А. Спектро-золотомерная съемка как метод поисков золоторудных месторождений, несопровождаемых механическими ореолами (россиями). ВИТР БНТИ, Л., 1957.

74. Сафронов Н.И. Основы геохимических методов поисков рудных месторождений. Л., Недра, 1971.

75. Сауков А.А. Геохимия. М., Недра, 1975.

76. Смирнов В.И. Региональная и локальная эндогенная рудная зональность. В кн.: Проблемы послемагматического рудообразования. Г. 2, Прага, 1965.

77. Смирнов С.С. К вопросу о зональности рудных месторождений. Изд-во АН СССР, сер. геол., № 6, 1937.

78. Смирнов С.С. Избранные труды. М., Изд-во АН СССР, 1955.

79. Соловов А.П. Оценка рудопроявлений по их вторичным ореолам рассеяния. Изд-во АН Каз.ССР, сер. геол., 1965; № 3.

80. Соловов А.П., Гаранин А.В., Голубев В.С., Матвеев А.А. Теоретические основы геохимических методов поисков методов поисков глубокозалегающих рудных месторождений, Ч. II., Дискуссия, Иркутск, 1971.

81. Соловов А.П., Гаранин Л.В., Виль Л.С. Исследование зональности рудных месторождений с помощью ЭВМ. Алма-Ата, КазИМС, 1973.

82. Соловов А.П. Современное состояние и перспективы развития геохимических методов поисков рудных месторождений. Вестник Москов.Универ., Геология, № 2, 1978.

83. Соловов А.П., Матвеев А.А., Ряховский В.М. Геохимические методы поисков рудных месторождений. М., МГУ, 1978.

84. Соловов А.П., Миляев С.А. Оценка генетически однотипных месторождений по V, М. В кн.: Состояние и задачи геохимических поисков рудных месторождений в Казахстане. Алма-Ата, 1981.

85. Старова М.М. Временное методическое пособие по минерало-метрическим методам поисков и оценки золоторудных месторождений. Алма-Ата, КазИМС, 1980.

86. Таусон Л.В. Научные основы геохимических методов поисков глубокозалегавших месторождений. В кн.: Методы геохимических поисков. Прага, 1979.

87. Фурсов В.З. Результаты и направления исследований по изучению ореолов ртути. В кн.: Рудная геохимия и геология магматогенных месторождений. М., Наука, 1980.

88. Шиганов А.А. Обработка геохимической информации при оценке золоторудных месторождений Юго-Восточного Казахстана. В кн.: Методика обработки, картографирования и интерпретация геохимических данных. Алма-Ата, КазИМС, 1975.

89. Шиганов А.А. Особенности распределения элементов-примесей в минералах-концентраторах золоторудных месторождений Южного Казахстана - Архарлы и Акбакай - как фактор оценки уровней оруденения. В кн.: Проблемы генетической информации в минералогии. Снытьвар, 1976.

90. Шиганов А.А. Геохимическая зональность золоторудных месторождений Казахстана и ее использование при оценке объектов. В кн.: Методика и результаты оценки перспектив геохимических аномалий и рудопроявлений по геохимическим критериям. Алма-Ата, КазИМС, 1979.

91. Шиганов А.А., Гинатулин А.М. О геохимическом факторе промышленной систематики месторождений золота в Казахстане. В кн.: Методика и результаты оценки перспектив геохимических аномалий и рудопроявлений по геохимическим критериям. Алма-Ата, КазИМС, 1979.

92. Шиганов А.А. Оценка золоторудных месторождений по геохимическим данным. В кн.: Состояние и задачи геохимических поисков рудных месторождений в Казахстане. Алма-Ата, 1981.

93. Шиганов А.А., Гинатулин А.М. Опыт сопоставления методов оценки оруденения на примере золоторудного месторождения. В кн.: Состояние и задачи геохимических поисков рудных месторождений в Казахстане. Алма-Ата, 1981.

94. Шиганов А.А. О минерально-геохимической зональности золоторудных месторождений. В кн.: Использование минералогических методов исследований при прогнозе, поисках и оценке месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата, КазИМС, 1981.

95. Шиганов А.А. Проявление скрытой минерально-геохимической зональности на жильных месторождениях золота. Алма-Ата, КазИМС, 1981.

96. Шиганов А.А. Геохимические поисково-оценочные критерии золоторудных месторождений Казахстана. Автореф. канд. дисс., Алма-Ата, 1982.

97. Щербак Ю.Г. Геохимия золоторудных месторождений в Кузнецком Алатау и Горном Алтае. Новосибирск, Наука, 1964.

98. Щербина В.В. К геохимии зоны окисления рудных месторождений. "Советская геология", 43, 1955

	Стр.
Введение	3
I. Методика выявления геохимических свойств золоторудных месторождений	4
2. Геохимические свойства золоторудных месторождений Казахстана	13
2.1. Геохимическая зональность месторождений	14
2.1.1. Показатели геохимической зональности месторождений	24
2.1.2. Зональное распределение элементов-примесей в минералах-концентраторах золота	27
2.2. Типоморфные комплексы элементов	36
2.3. Морфология и состав первичных ореолов	38
2.4. Прочие количественные характеристики эндогенного золотого оруденения	44
2.5. Вторичные ореолы рассеяния месторождений	54
3. К оценке перспективных ресурсов	58
4. Применение геохимических критериев при оценке перспектив рудоносности объектов	63
4.1. Ранее разведанные объекты	64
4.2. Объекты, находящиеся в детальной разведке	74
4.3. Объекты, находящиеся в эксплуатации	84
Приложения	96
Литература	114

Геохимические поисково-оценочные критерии
золоторудных месторождений Казахстана
(методические рекомендации)

Ведущий редактор Л.А.Медведева
Технический редактор Т.В.Гарина, С.К.Леонова

Подписано к печати 25.12.1984 г. Бумага 60 X 90 I/I6
Заказ 713ДСП Объем 7,7 уч.-изд.л. + I вкл. Тираж 500 Цена I руб.

Центральное специализированное
производственное хозрасчетное предприятие
объединения "Союзгеолфонд"