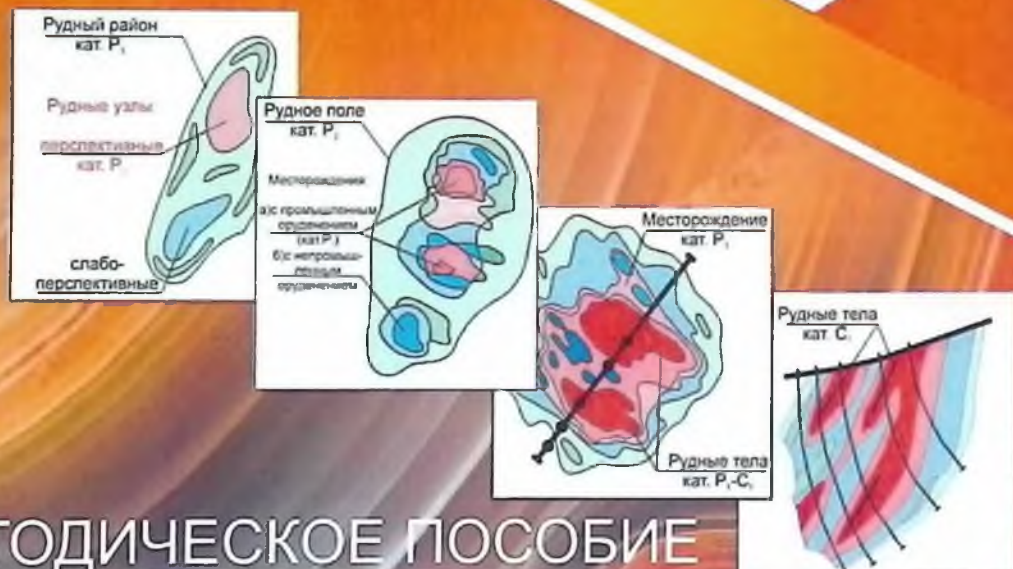


В.Ф.Скрябин  
Ф.К.Диваев  
М.М.Пирназаров



**Геохимические поиски рудных  
месторождений в Узбекистане:  
общие сведения, опыт применения,  
задачи и пути их решения, рекомендации**

Ташкент 2017

УЯП 5533 Сербин ВФ

С 45 и 97

Технические  
поиски руды  
месторождения в  
уфимском


Книга должна быть возвращена не  
позже указанного здесь срока

Количество преданных выдан	



УМК 000.0  
С45

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ПО ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ**

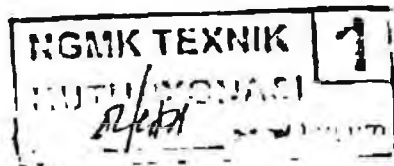
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»**

**В.Ф.Скрябин, Ф.К.Диваев, М.М.Пирназаров**

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ РУДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ: ОБЩИЕ  
СВЕДЕНИЯ, ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, ЗАДАЧИ И  
ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Методическое пособие**

Ташкент 2017



УДК 553.3(575.1):550.4  
ББК 26.341(59)  
С 45

Скрябин В.Ф., Диваев Ф.К., Пирназаров М.М.  
Геохимические поиски рудных месторождений в Узбекистане: общие сведения, опыт применения, задачи и пути их решения, рекомендации / Скрябин В.Ф., Диваев Ф.К., Пирназаров М.М.; гл. ред. И.Б.Турамуратов; Госком РУз по геологии и минеральным ресурсам, Госпредприятие «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов». - Т.: ИП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов», 2017. - 150 с.: [14] илл., [10] табл., библиогр. - 52 назв.

ISBN 978-9943-364-78-3

Вводятся термины-понятия об эндолитохимических (первичных) полях, аномалиях, зонах и методе, а также о металлотометрическом (вторичном литохимическом) слонсвом средле и методе. Рассмотрены особенности и показатели ландшафтов Узбекистана, его рудных металлических месторождений и их эндолитохимических полей-аномалий, а также вторичных металлотометрических, наложенных, атмосферических и биогеохимических ореолах рассеяния. По каждому методу и в целом по всему их комплексу даны методические рекомендации по выполнению полевых, лабораторных и камерально-интерпретационных работ с применением машинной обработки данных. Обсуждены возможности и роль детальных геохимических работ в решении конечных прогнозно-оценочных задач на глубину применительно к многообразным природным обстановкам РУз как на открытых, так и на закрытых площадях, включая оценку прогнозных ресурсов. Внимание акцентируется на комплексных глубинных оценках с привлечением геологических и геофизических данных и проверкой таких прогнозных построений бурением.

Для специалистов, особенно не имеющих узкой профессиональной подготовки, занимающихся поисками, оценками и прогнозированием металлических рудных полезных ископаемых с привлечением геохимических методов, а также студентов-магистрантов геологических факультетов вузов.

УДК 553.3(575.1):550.4  
ББК 26.341(59)

**Главный редактор:**  
И.Б.Турамуратов

**Рецензенты:**  
докт. геол.-мин. наук, профессор Б.А.Исаходжаев  
канд. геол.-мин. наук С.М.Колоскова

ISBN 978-9943-364-78-3

© Государственное предприятие  
«Научно-исследовательский институт  
минеральных ресурсов», 2017

**К 25-летию независимости  
Республики Узбекистан**

**К 65-летию геохимических поисков  
в Узбекистане**

**Посвящается всем геохимикам-поисковикам  
(геофизикам и геологам),  
внесшим большой вклад  
в развитие рудно-сырьевой базы  
Узбекистана**

## Перечень принятых сокращений и обозначений

АГП	– аномальное геохимическое поле (эндопитохимическое, металлотрическое и т. д.)
АГС	– аномальная геохимическая структура (эндопитохимическая и т.д.)
ВОР	– вторичный ореол рассеяния (металлотрический и др.)
ВЛОР	– вторичные литохимические ореолы рассеяния (металлотрические)
ГПТ	– геолого-промышленный тип
ГРР	– геолого-разведочные работы
ЗО	– зона окисления
ЗРРМ	– зона рассеянной рудной минерализации
ЗУРМ	– зона убогой рудной минерализации
КВ	– кора выветривания
КК	– кларк концентрации
КРМ	– концентрированная рудная минерализация (руды кондиционные)
МОР	– металлотрический ореол рассеяния (вторичный литохимический)
НОР	– наложенные (сорбционно-солевые) ореолы рассеяния
ОЛП	– однородное ландшафтное поле
ОЛУ	– однородный ландшафтный участок
ПИ	– полезное ископаемое
ПК	– полезный компонент
РЗЭ	– редкоземельные элементы
РМ	– рудная минерализация
ЗРМ	– зона рудной минерализации
РП	– рудопроявление
РПО	– рыхлые покровные отложения
РРМ	– рассеянная рудная минерализация
РТ	– рудное тело
РФ	– рудная формация
РЭ	– редкие элементы
СРПО	– современные РПО
ХЭ	– химический элемент

### Сокращения по методам и способам поисков

ИПФ	– метод (способ) ионно-парообразных форм
МАСФ	– метод (способ) анализа сверхтонкой фракции
МДИ	– метод (способ) диффузионного извлечения (металлов)
МДИ-Л	– то же, лабораторный вариант
МПФ	– метод (способ) подвижных (металлоорганических) форм ХЭ
ИСрФ	– исследование сорбированных форм (способ)
ИСлФ	– исследование солевых форм (способ)
ТМГМ	– терромагнитный геохимический метод (способ)
ЧИМ	– частичное извлечение металлов (способ)

### Сокращения по литературе

«Инструкция-83» и «Справочник-90» – см. список литературы; базовый проект и отчет по теме «Совершенствование и апробация современных технологий геохимических методов поисков месторождений...», на 2008-2011 гг.; ГП «Центральная ГГЭ»

### Сокращения по организациям

ВИРГ	– Всесоюзный (Всероссийский) институт разведочной геофизики (г. Санкт-Петербург)
ВИТР	– Всесоюзный (Всероссийский) институт техники разведки (г. Москва)

ИМГРЭ – Институт минералогии и геохимии редких элементов (г. Москва)  
 УДН – Университет дружбы народов (г. Москва)

### Буквенные обозначения

- $\alpha$  – поправка-коэффициент, исключающий из общих ресурсов долю некондиционных (забалансовых) руд
- $\delta$  – смещение точки максимума любого ВОР от точки максимума эндопитохимической зоны (рудного тела)
- $C_i$  – абсолютное содержание химического элемента (ХЭ)
- $C_{\phi}$  – фоновое содержание ХЭ
- $C_{\text{ср}}$  – среднее содержание ХЭ
- $C_{\text{макс}}$  – максимальное содержание ХЭ в аномалии, рудном теле
- $C_{\text{ниж}}$  – ниже-аномальное содержание
- $\varepsilon$  – стандартный множитель в статистических расчетах
- $\eta$  – поправочный множитель к пересчету продуктивности над- и верхнерудной КРМ на уровень промышленных руд
- $H_{\text{под}}$  – протяженность оруденения по вертикали (по оси), на которую ведется подсчет прогнозных ресурсов
- $v$  (ПЗ) – геохимический показатель зональности
- $H_{\text{пол}}$  – полная вертикальная (осевая) протяженность промышленного оруденения
- $h$  – мощность СРПО
- $h_{\text{г}}$  – глубина (от поверхности) отбора геохимических проб в СРПО
- $h_{\text{выс}}$  – высота над плотиком отбора геохимических проб в СРПО
- $K_k$  – кларк концентрации
- коэффициент соответствия продуктивности линейной (М) или площадной (Р) («остаточной» по Инструкции-ВЗ) металлотрических ореолов рассеяния (МОР) продуктивности концентрированной рудной минерализации (КРМ) в зоне окисления (ЗО) на уровне плотика коренных пород (операция «приведение» продуктивности):

$$k_{\text{мор}} = \frac{M_{\text{мор}}}{M_{\text{зо}}} \text{ или } \frac{P_{\text{мор}}}{P_{\text{зо}}}, \text{ т. е. } P_{\text{зо}} = \frac{1}{k_{\text{мор}}} \cdot P_{\text{мор}}$$

– коэффициент соответствия продуктивности РМ в зоне окисления (на плотике ЗО) к продуктивности первичной (пер) КРМ ниже зоны окисления

$$k_{\text{зо}} = \frac{M_{\text{зо}}}{M_{\text{пер}}} \text{ или } \frac{P_{\text{зо}}}{P_{\text{пер}}}, \text{ т. е. } M_{\text{пер}} \text{ или } P_{\text{пер}} = \frac{1}{k_{\text{зо}}} \cdot M_{\text{зо}} \text{ или } P_{\text{зо}}$$

(продолжение операции «приведение» продуктивностей)

Примечание: эрозией на уровне плотика под СРПО могут быть в принципе вскрыты любые подзоны ЗО

- $M$  – линейная продуктивность ореола (с вычетом  $C_{\phi}$ ), в м% или м – г/т
- $P$  – площадная продуктивность аномалии (с вычетом  $C_{\phi}$ ), в м<sup>2</sup>% или м<sup>2</sup> – г/т (по Инструкции-ВЗ вычитается именно  $C_{\phi}$ , а не  $C_{\text{ниж}}$ )
- $q$  – количество металла в КРМ в тоннах (вообще)
- $Q_{\text{пр}}$  – количество металла в тоннах, соответствующее прогнозным ресурсам первичных кондиционных руд, подсчитанных по геохимическим данным
- $S$  – площадь аномалии, АГП, КРМ
- $t_{\text{зо}}^{\text{ср, макс}}$  – коэффициент соответствия содержаний ( $C_{\text{ср}}$ ) или максимальных ( $C_{\text{макс}}$ ) в МОР по отношению к КРМ в зоне окисления (ЗО) на плотике коренных пород ( $C_{\text{ниж}}$ ); операция «приведение» содержаний или поправка на СРПО: только для остаточных и склоново-остаточных МОР:

$$t_{\text{зо}}^{\text{ср, макс}} = \frac{C_{\text{зо}}^{\text{ср, макс}}}{C_{\text{пер}}^{\text{ср, макс}}}, \text{ или } C_{\text{пер}}^{\text{ср, макс}} = \frac{1}{t_{\text{зо}}^{\text{ср, макс}}} \cdot C_{\text{зо}}^{\text{ср, макс}}$$



$t_{30}^{cp,max}$  – коэффициент соответствия содержаний ( $C^{cp}$ ) или максимальных ( $C^{max}$ ) на поверхности (плотике) зоны окисления (ЗО) к содержаниям ниже зоны окисления на уровне первичной (пер) КРМ ( $C_{пер}$ ; продолжение операции «приведение» содержаний или поправка на ЗО):

$$t_{30}^{cp,max} = \frac{C_{30}^{cp,max}}{C_{пер}^{cp,max}}, \text{ ИЛИ } C_{пер}^{cp,max} = \frac{1}{t_{30}^{cp,max}} \cdot C_{30}^{cp,max}$$

$\varphi$  – коэффициент соответствия размера площади ВОР к площади эндопитохимической (первичного ореола):  $\varphi = \frac{S_{вор}}{S_{арх}}$

x – направление вкост простирания зоны РМ

y – направление по простиранию зоны РМ

z – направление по падению зоны РМ

Z – показатель уровня эрозийного среза рудной зоны

$\emptyset$  – диаметр (размер) опробуемой фракции элювио-делювия

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая методическая работа составлена согласно решению заседания НТС Госкомгеологии РУз (протокол № 123 от 25.11.2011 г.). Первоначально было намечено изложить в краткой и доступной для широкого круга читателей форме результаты проведенных в ГП «Центральная геолого-геофизическая экспедиция» опытно-методических работ по теме «Совершенствование и апробация современных технологий геохимических методов поисков месторождений твердых полезных ископаемых в типовых ландшафтных обстановках территории Республики Узбекистан с разработкой рекомендаций по внедрению их в практику поисковых работ за 2008-2011 гг.» (базовый проект). Однако, в процессе составления рекомендаций авторы пришли к выводу о необходимости расширения их объема, руководствуясь при этом следующими соображениями:

1. Дефицит специалистов-геохимиков, образовавшийся в республике в последнее время, требует скорейшего исправления этой ситуации.

2. Имеющиеся на сегодняшний день инструкция (1983 г.) и методические пособия по геохимической съемке изданы более 25 лет назад и в настоящее время являются недоступными для широкого круга читателей.

3. В этой инструкции нет сведений о современных геохимических методах поисков и не отражены особенности их применения в специфических геолого-металлогенических и ландшафтных условиях Узбекистана, к тому же ряд имеющихся в ней положений не может быть применен в конкретных природных ситуациях РУз.

4. Необходимость фактурного обоснования отдельных выводов и рекомендаций частного и общего порядка с целью наиболее полной их конкретизации применительно к многообразным природным условиям республики.

Поскольку данное пособие ориентировано в основном на лиц, не получивших специальной подготовки, авторы сочли необходимым расширить разделы, посвященные истории становления геохимических методов поисков в Узбекистане, а также дополнить их характеристикой его ландшафтных особенностей и более полно характеристиками металлотрических ореолов рассеяния, широко исследуемых при геохимических поисках.

В работе приводится краткое описание практически всех известных на сегодняшний день геохимических методов, рекомендации по этапности их проведения, где указано на важность обязательного их комплексирования с геологическими и геофизическими работами, а также с результатами космогеологических исследований.

Необходимо подчеркнуть, что данное пособие не может рассматриваться как полноценное всеобъемлющее «Методическое руководство» или «Инструкция» по применению геохимических методов поисков различных видов металлических рудных полезных ископаемых. Оно освещает лишь некоторую часть этих работ применительно, в основном, к золоторудным месторождениям в наиболее характерных ландшафтных обстановках Республики Узбекистан.

Пособие рассчитано на молодых специалистов-выпускников ВУЗов и на геологов, занимающихся поисково-геохимическими работами. Отдельные положения научно-методического плана, зачастую, видимо, спорные, могут заинтересовать специалистов высокого уровня.

Источниками настоящей работы являются: 1) директивно-предписывающие документы – «Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений», 1983 г. (Инструкция-83), «Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых», 1990 г. (Справочник-90), «Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50000», вып. 15 – «Литохимические методы съемки и поисков», 1985 г.; 2) базовый отчет «Совершенствование и апробация современных технологий геохимических методов поисков месторождений твердых полезных ископаемых в типовых ландшафтных обстановках Узбекистана», 2011 г.; 3) данные Геохимической партии КГСПЭ (КГГПЭ) треста (ПГО) «Ташкентгеология» и Центральной геохимической партии ОМЭ САИГИМСа (ИМРа), полученные в итоге многолетних (1963-1990 гг.) опытно-методических исследований в Кураминских горах и Центральных Кызылкумах. Привлечены сведения, почерпнутые из работ других подразделений, а также из открытых публикаций как отечественных, так и ближнего зарубежья, и личный опыт авторов.

Разделы 1.2.2 (геологическое строение) и 1.2.3 (минерагеническое районирование) заимствованы из работы «Атлас геологических карт Республики Узбекистан» (авторы Р.Х. Миркамалов и др., 2016 г.).

В работе затрагиваются лишь геохимические детальные поиски и оценки и только в части выявления металлических рудных полезных ископаемых. Основные положения, выводы и рекомендации сосредоточены в сознательно расширенной заключительной главе 5.

Содержание пособия подчинено 3-ей поисковой стадии геолого-разведочных работ, менее – подстадии 4А предварительных оценок, что обуславливает высокую детальность рассматриваемых геохимических работ в масштабе 1:10 000 и крупнее.

Пособие восполняет пробел, существующий в республике с работами инструктивно-справочного типа в области прикладной геохимии. После необходимых масштабных и углубленных тематических обобщений, особенно в части первичных ореолов, целесообразно второе его издание.

Авторы выражают свою глубокую благодарность рецензентам докт. г.-м. наук, профессору Б.А. Исаходжаеву и канд. г.-м. наук С.М. Колосковой за ценные замечания, которые позволили улучшить пособие.

## Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1. Основные термины и их понятия в прикладной геохимии. Общие представления о геохимических поисках

Основные положения прикладной геохимии, термины и их определения, вопросы теории и практики работ приведены в ряде монографий, методических пособий, указаний, руководств, рекомендуемых не профессионалам в области геохимических поисков в качестве базовой литературы (см. список литературы в конце пособия). Проведение геохимических поисков регламентируется «Инструкцией-83». В помощь к ней имеется Справочник-90. Сведения о геохимических особенностях ряда рудных объектов Средней Азии и Узбекистана и возможностях выявления подобных проявлений геохимическими методами приведены в ряде отечественных монографий: Д.С.Мукимовой (1987), Р.М.Талипова (1988), Э.Б.Бертмана (1990), А.Д.Джураева и М.М.Пирназарова (1991), М.М.Пирназарова и С.М.Колосковой (2007).

Ниже сначала приводятся базовые основополагающие термины (слова или словосочетания) с их понятиями из области поисковой геологии и прикладной геохимии, закрепленные в инструктивно-справочной литературе: Инструкции-83, Справочнике-90, Геологическом словаре. Затем те из них, которые представляются не совсем удачными и неопределенными, в итоге уточняются, а некоторые новые названия и формулировки используются затем в тексте. Следует отметить, что традиционные применяемые сейчас в сравнительных целях термины-понятия разнородны; например, сравнивается зона рудной минерализации (термин минералого-геологический) с первичным ореолом (термин геохимико-экономический). Предпринята попытка некоторого упорядочения терминологии.

*Руда* – минеральное вещество, из которого технологически возможно и экономически целесообразно извлекать валовым способом металлы или минералы для практического использования. Руды бывают: 1 – металлические и неметаллические (барит, флюорит и др.), в пособии рассматриваются лишь первые; 2 – кондиционные бедные, рядовые и богатые и некондиционные убогие, запасы по которым относятся к разряду забалансовых (Геол. словарь, 1973).

*Кондиции* – это требования промышленности к качеству и количеству минерального сырья, в нашем случае металлического. Кондиции устанавливаются для каждого месторождения в отдельности с учетом 10-ти требований. Главные из них касаются содержаний полезных компонентов (ПК): 1 – бортового, по которому оконтуриваются балансовые запасы; 2 – минимально промышленного в целом по массе полезного ископаемого (ПИ), включаемого в балансовые запасы; 3 – нижнего их предела для отнесения запасов к забалансовым. Они имеют прямое отношение к геохимическим поискам, поскольку по ним рассчитывается ряд геохимических показателей и характеристик.

*Рудопроявление* – небольшое скопление рудного вещества, почти удовлетворяющее по качеству кондиционным требованиям, но в количествен-

ном отношении не удовлетворяющее требованиям промышленности; при определенной ситуации может перейти в разряд месторождений (Геол. словарь, 1973).

*Рудное тело* – это скопление руды любой формы. Выделяется в соответствии с кондициями.

*Месторождение ПИ* – природное скопление ПИ, которое в качественном и количественном отношении может быть предметом промышленной разработки при данном состоянии техники и в данных экономических условиях (Геол. словарь, 1973). Месторождения могут быть промышленными мелкими, средними и крупными по масштабу запасов и непромышленными резервными, но они крупнее рудопроявлений. Запасы месторождений бывают балансовыми и забалансовыми.

*Зона рудной минерализации (ЗРМ)* представляет линейно вытянутую структуру с рудными минералами в виде вкрапленности, гнезд и прожилков в дробленной породе и жилах (т. е. наличие руд не обязательно).

*Зона рассеянной рудной минерализации (ЗРРМ)* – это участок, в пределах которого в результате воздействия рудообразующих растворов на вмещающие породы была образована зона повышенных по сравнению с фоном содержаний основных ПК, но без промышленных концентраций (по С.В. Григоряну – в Справочнике-90, с. 245). Судя по этой формулировке, в ЗРРМ необходимо включать и руды некондиционные, забалансовые. Такого же мнения придерживается и А.П. Соловов. Таким образом, формально, судя только по содержаниям ПК, ЗРРМ и первичный ореол идентичны (см. ниже «Первичный ореол»).

Далее следуют термины-понятия геохимического рода.

*Литохимический* (литохимические методы, ореолы) – в Геол. словаре (1973) термин отсутствует. «Литос» по-гречески камень, отсюда литохимический надо понимать как геохимия твердых пород – цементированных, рыхлых и кристаллических.

*Геохимическое поле* наземное представлено цифрами содержаний химических элементов (ХЭ) на поверхности с координатами х-у. Оно может быть изображено в виде изолиний. Делится на 2 части: фоновую, или нормальное поле, и аномальную – положительную выше фона и отрицательную ниже фона. Наибольший практический интерес представляет положительная часть. Поля исследуются путем опробования коренных пород, современных рыхлых образований (СРПО), природных вод, приземного воздуха и растений. Соответственно выделяются поля: литохимические первичные или просто первичные, вторичные литохимические, наложенные литохимические, гидрохимические, атмосхимические и биогеохимические.

*Фон геохимический ( $C_{\phi}$ )* есть среднее, обычно геометрическое, содержание ХЭ или химических соединений в пределах геолого-геохимически однородного участка или области (местный и региональный фон) в удалении от явных аномалий. Величина  $C_{\phi}$  определяется методами математической статистики (см. гл. 4).

*Аномалия геохимическая* – участок, отличающийся от фона повышенными (положительная аномалия) или пониженными (отрицательная аномалия)

концентрациями ХЭ или химических соединений для вод и газов. Разделяются подобно полям на литохимические и др. Выделяются аномалии по нижеаномальному значению содержаний ( $C_{на}$ ) по правилам математической статистики (см. гл. 4).

Аномалии делятся на рудные и нерудные (техногенные, накопительные и др.). В работе рассматриваются только рудные положительные аномалии, которые фиксируют на поверхности любые по масштабу рудные металлические проявления – от ЗРРМ до месторождений. В необходимых случаях для уточнения ранга аномалии нами вводятся такие термины: при связи с промышленным объектом – аномалия значимая, или ореол (см. ниже), с любой непромышленной РМ – аномалия незначимая, если связь с промышленной РМ предполагается с достаточной уверенностью – аномалия – ореол, в общем случае – просто аномалия.

Отрицательные аномалии, связанные с зонами выноса, здесь не рассматриваются.

*Геохимический ореол.* На латыни «ореол» обозначает сияние-нимб в виде каймы-круга вокруг какого-то предмета. Геохимический ореол – это зона вокруг месторождения, характеризующаяся повышенным содержанием рудообразующих и сопутствующих ХЭ как во вмещающих рудные тела породах (первичный литохимический ореол), так и в окружающих его рыхлых образованиях, природных водах, воздухе и растительности (вторичные ореолы рассеяния: Геол. словарь, 1973; Метод. пособие, 1985). Соответственно, ореолы как поля и аномалии получают собственные названия: первичный, наложенный и т. д. Как следует из определения, ореол связывается только с рудными телами и месторождениями, являясь таким образом частным случаем аномалии.

Теоретически (Соловов, 1985, с. 157-158) внешние границы ореолов как первичных, так и вторичных, неопределенны – они асимптотически (бесконечно близко) приближаются к уровню местного фона. На практике же за их внешние границы, как и аномалий, принимается вполне определенное значение, равное величине  $C_{на}$ .

*Первичный ореол*, по Инструкции-83 (с. 8-12), это зона рудовмещающих пород, окаймляющих рудное тело или месторождение и обогащенных или обедненных теми или иными ХЭ в результате их привноса, выноса или перераспределения в процессе рудообразования. В первом случае это ореолы привноса (положительные аномалии), во втором – выноса (отрицательные аномалии). В практике поисков используются пока только ореолы и аномалии привноса.

В литературе отмечаются следующие особенности первичных ореолов:

- 1 – они бывают околорудные и надрудные;
- 2 – они связаны только с рудными телами и месторождениями и потому множество проявлений незначительной рудной минерализации первичными ореолами не являются. На практике к первичным ореолам относятся оруденелые породы за контуром бортового содержания, включая забалансовые руды (Соловов, 1985, с. 157-158). Как отмечалось выше (см. ЗРРМ), по содержаниям ПК первичный ореол является аналогом ЗРРМ;

3 – они образуют с рудными телами единое целое, слагая совместно рудные зоны. Границы между рудными телами и «их ореолами» подвержены экономическим (зависят от кондиций) колебаниям и потому условны (Справочник-90, с. 73-74, 157);

4 – они отличаются осевой (продольной) и латеральной геохимической зональностью, которая несколько отличается от зональности рудных тел;

5 – размеры первичных ореолов обычно превышают размеры рудных тел, но содержания ПК в них ниже;

6 – внутренние их части, как и у аномалий, обычно заполняются изолиниями содержаний ХЭ в % или г/т.

Как видно, первичный ореол является первичной значимой аномалией.

*Вторичные ореолы рассеяния* – литохимический, наложенный, или сорбционно-солевой, гидрохимический, атмохимический и биогеохимический – формируются в зоне гипергенеза вокруг рудных тел и месторождений. Размеры ореолов превышают размеры указанных рудных объектов. Они, как и первичные ореолы, являются частным случаем аномалий. Обращается внимание, что ориентировочные оценки показателей оруденения и прогнозных ресурсов производятся лишь по параметрам вторичных литохимических (остаточных) ореолов.

*Геохимические поиски по ореолам* рассеяния осуществляются путем проведения геохимических съемок по сети прямолинейных, реже криволинейных профилей, на которых через равные расстояния отмеряются и обозначаются точки-пикеты. В итоге создается равномерная сеть для отбора проб коренных пород, СРПО, воздуха и растений. Соответственно выделяются поисковые съемки (геохимические методы поисков): литохимические по первичным ореолам, литохимические по вторичным остаточным ореолам рассеяния, литохимические по вторичным наложенным ореолам рассеяния, атмохимические по газовым ореолам рассеяния и биогеохимические по биогеохимическим ореолам рассеяния. Ниже в этот перечень внесены некоторые изменения (пункт о терминологии).

Для детальных съемок, именно которым и посвящено данное пособие, приняты размеры сетей для масштабов: 1:10 000 – 100×20-25 м, 1:5 000 – 50×10-20 м, 1:2 000 – 25×10 м, где первые цифры – расстояния между профилями, вторые – между пикетами.

*Цель геохимических поисков.* Имеется несколько вариантов формулировок такой цели. В Инструкции-83: 1) это поиски месторождений и 2) выделение участков, перспективных на обнаружение оруденения (с. 3-5); в Справочнике-90 (пункты 3-6): 3) это поиски полезных ископаемых и 4) прогноз, поиски и оценка месторождений ПИ (с. 3-4), 5) оценка аномалий, которая подтверждается лишь после проведения горных и буровых работ (с. 72) и 6) объектами геохимических поисков на стадиях литохимических съемок по остаточным ореолам рассеяния являются месторождения, выходящие на уровень среза в интервалах промышленных руд (с. 187); в Методических указаниях по проведению ГРП по стадиям (1999, с. 9): 7) это геохимические исследования, как вид работ, направлены на установление прямых и косвенных признаков прогнозируемого оруденения.

Как видно, цели определяются неоднозначно. По 1-й группе вариантов 1, 3, 4 и 6 – ставится прямая задача выявления месторождений, по 2-й группе – 2, 5 и 7 – цель менее категорична и сводится в целом лишь к прогнозу оруденения с последующей его (прогноза) проверкой горно-буровыми работами.

По первой группе вариантов конечная цель может быть достигнута с помощью поисков-съепок по вторичным литохимическим ореолам рассеяния только в открытых и слабо изученных районах, когда при полевом осмотре выявленных аномалий можно наблюдать коренное оруденение и оценить его масштаб. Этот I-й период ГРР в республике, как будет показано ниже в разделах 1.3 и 1.4, уже прошел в 1980-1990 гг. Сейчас на II-м периоде ГРР поэтому ставится задача выявления замаскированных объектов, не обнажающихся на поверхности: слабо эродированных и слепых неглубоко залегающих на открытых горно-возвышенных площадях, перекрытых и погребенных – на закрытых. Первые на поверхности визуально проявляются лишь в виде ЗРРМ, вторые – не обнаруживаются вообще. Поэтому наиболее приемлемы формулировки 2-й группы, где упор делается на оценки аномалий с последующим по ним глубинным прогнозом. Можно предложить такую сжатую формулировку: целью геохимических уже поисково-оценочных детальных работ в РУЗ является способствование выявлению месторождений металлических рудных ПИ.

**Некоторые изменения в традиционной терминологии, применяемые далее.** Термин *эндолитохимический* вводится как обозначающий отношение к коренным породам, а *металлометрический*, прежде широко используемый, вместо употребляемого «вторичный литохимический».

Отсюда: эндолитохимический и металлометрический методы; эндолитохимические, металлометрические поиски, съёмки вместо поиски, съёмки по первичным и вторичным ореолам; эндолитохимические, металлометрические аномалии и ореолы вместо первичные аномалии и ореолы и вторичные литохимические аномалии и ореолы рассеяния; карты эндолитохимические и металлометрические и т. д. Вводится понятие об эндолитохимических полях, аномалиях, зонах.

Принятые термины: короче прежних; они созвучно вписываются в единый ряд слов с окончанием «-кий»: литохимический, эндолитохимический, металлометрический, гидрохимический, атмосферический и биогеохимический; устраняют неопределенности, зачастую возникающие при употреблении термина литохимический без длинных уточнений.

Целесообразность введения термина-понятия об единой эндолитохимической аномалии – зоне – структуре мотивируется также рядом следующих основных соображений.

Инструкцией-83 предписывается проведение литохимических поисков по первичным ореолам с привлечением зональных особенностей этих ореолов на эталонных месторождениях для интерпретации выявляемых эндолитохимических и металлометрических аномалий. Основное внимание акцентируется при этом на оценке уровня эрозионного среза ожидаемого оруденения по показателям именно первичных ореолов. В соответствии с такой установкой, на I-м этапе ГРР в республике особое внимание уделялось



изучению на эталонных месторождениях именно первичных ореолов и выработке оценочных критериев на их основе. В Справочнике-90 уже говорится о привлечении к выработке и применению оценочных критериев показателей всего коренного оруденения, о зональности всей зоны оруденения, рудных тел и месторождений в целом. Это вполне очевидно, так как: 1 – рудное тело и «его» первичный ореол составляют единое целое, что никем не оспаривается; 2 – границы между ними условны, поскольку определяются постоянно меняющимися кондициями и, следовательно, все время меняются их количественные показатели – ширина, среднее содержание ХЭ, продуктивности, в то время как показатели всей эндолитохимической аномалии (рудное тело+первичный ореол) остаются неизменными; 3 – в связи с изменением кондиций рудные тела, их первичные ореолы и их зональность могут внезапно появляться и исчезать в ЗРМ, а ЗРМ с ее показателями и зональностью всегда остается как объективное природное проявление.

Таким образом, предпочтительно употребление термина-понятия геологического рода о зоне коренной рудной минерализации вообще и ее геохимического аналога – эндолитохимическая аномалия – структура – зона. При этом термины-понятия о рудном теле и первичном ореоле, как составных частях эндолитохимических структур, сохраняются.

*В отношении проявлений РМ и ее разнородных определений.* Можно предложить такие ее однородные определения с трехградационным количественным разделением:

1 – минералого-геологического рода: 1) ЗРРМ, 2) зона убогой РМ (ЗУРМ), 3) зона концентрированной РМ (ЗКРМ);

2 – геолого-экономического плана, соответственно п. 1: 1) пока без термина, 2) руды некондиционные (близкондиционные) убогие, 3) руды кондиционные бедные, средние и богатые; сумма п.п. 1) и 2) соответствует первичному ореолу;

3 – геохимического рода, соответственно: 1) эндолитохимическая аномалия контрастная (ЭАК<sub>к</sub>), 2) эндолитохимическая аномалия убогоконцентрирования (ЭАУК<sub>ц</sub>), 3) эндолитохимическая аномалия сильной концентрации (ЭАСК<sub>ц</sub>).

*О литохимических ореолах и методах.* В Инструкции-83 к числу литохимических ореолов и поисков по ним отнесены: 1 – первичные и по первичным ореолам, 2 – вторичные остаточные и по вторичным остаточным ореолам рассеяния, 3 – наложенные (сорбционно-солевые) и по наложенным ореолам рассеяния. К первым применен термин эндолитохимические, по вторым – металлометрические. Третий вид нами исключается из числа литохимических, поскольку анализируется не сама горная рыхлая порода, а ее солевая часть, переходящая во всякие жидкости (воду, кислоты и т. д.). Он выделяется в самостоятельный тип вторичных наложенных ореолов рассеяния.

Терминологические нововведения следует рассматривать «в порядке постановки вопроса». Они нигде не обсуждались и не закреплены никакими решениями и поэтому их не следует воспринимать в качестве категоричных рекомендаций к применению.

Ниже в сжатой форме приводятся сведения о геохимических методах выявления металлических ПИ уже с употреблением новой терминологии.

*Эндопитохимические исследования.* Различаются три варианта: 1) по сети в виде съемок, 2) по профилям, 3) по отдельным пунктам — точкам.

Площадные наземные поисковые эндопитохимические (по первичным ореолам) съемки в среднем и крупном масштабах выполнялись на открытых площадях республики в 50-60 гг. прошлого столетия. Успехом они не увенчались, были прекращены и не возобновляются до сих пор, поскольку более оперативными и рациональными, т. е. более эффективными и менее затратными являются поисковые металлометрические съемки (см. раздел 2.2). Поэтому далее они вообще не рассматриваются.

В то же время, на закрытых площадях и участках проводятся детальные глубинные литохимические съемки путем проходки короткометражных скважин в основном шарошечного бурения с продувкой материала воздухом. Опробуются коренные породы фундамента, залегающий на них элювий (кора выветривания) и приплитиковая часть вышерасположенного крошащего покрова. Таким образом, эти работы являются как бы смешанными эндопито-металлометрическими.

Точечные и профильные эндопитохимические работы ведутся в трех направлениях: 1 — как постоянное геохимическое сопровождение всех проходимых горно-буровых выработок с целью выявления в них интервалов с аномальным содержанием ХЭ для более правильного направления ГРР; 2 — поисково-оценочном, ориентированном на определение количественных геохимических характеристик видимой рудной минерализации в отдельных обнажениях и в горных выработках, а также на глубинную перспективную оценку отдельных зон и участков с помощью ряда геохимических показателей, рассчитываемых по данным опробования по профилям и затем сравниваемых с эталонными характеристиками (см. п. 3); 3 — опытно-методическом с целью получения численных эндопитохимических оценочных критериев на эталонных месторождениях с последующим их (критериев) использованием в практике работ (п. 2). Во всех этих случаях опробование производится способами штучным или линейно-точечным. В последнем варианте на пункте или в интервале отбирается несколько сколков породы, которые объединяются в одну пробу. Опробуются естественные и искусственные (канавы, расчистки) обнажения, подземные горные выработки и скважины. Вес проб 0,3-0,5 кг. Пробы дробятся и истираются до пудры (<0,07 мм); навески из такой пробы сдаются в лабораторию на производство анализов.

Наиболее широко применяется недорогостоящий эмиссионный спектральный анализ с двумя способами сжигания (испарения) материала навески: 1 — из канала угольного электрода, 2 — просыпкой в промежутке между электродами. Приблизительно-количественно определяется обычно 20-30 ХЭ (подробно о данном методе см. в подразделе 2.2.2.3). Используются и другие виды анализов: атомно-абсорбционный, рентгеноспектральный, рентгенорадиометрический, нейтронно-активационный, масс-спектрометрический и др. Последние два метода имеют высокую близзарковую чувствительность, но большую стоимость — до 50-80 тыс. сум за 1 пробу.

Наиболее массовым анализом на золото является химико-спектральный (химико-адсорбционный), обладающий кларковой чувствительностью на этот ХЭ и имеющий относительно небольшую стоимость. Сравнительная характеристика чувствительностей ряда анализов приведена в табл. 1. Более подробно вопрос освящен в подразделе 2.2.2.3.

Таблица 1

Нижние пределы обнаружения многоэлементных видов анализа: масс-спектрометрический, нейтронно-активационный, спектральный «испарение», спектральный «просыпка» (концентрация в  $10^{-3}\%$ )

Определяемый элемент	Методы анализа ( $n \cdot 10^{-3}\%$ )						Кларк верхней части континентальной коры ( $n \cdot 10^{-3}\%$ )
	масс-спектрометрический (ICP-MS)	нейтронно-активационный	спектральный				
			«испарение» (прибор ДФС-8)	«испарение» (прибор ИСП-28)	«просыпка» (прибор ДФС-8)	«просыпка» (прибор ИСП-28)	
1	2	3	4	5	6	7	8
•Li +	0,005	-	10	15	5-10	10	3
•Be -	0,005	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
Sc	0,01	0,0003	1	1	-	-	
Cr	0,1	0,003	1	1	1	1	
Co	0,01	0,001	0,3	0,5	1	0,5	
Ni	0,1	-	0,2	0,5	1	0,5	
Cu	0,1	-	0,1	0,1	1	0,1	
•Zn -	0,1	-	6	5	1	5	7,6
Ga	0,01	-	1	5	1	0,2	-
•As +	0,01	0,003	10	10	3-5	1	0,17
Se	0,05	0,003	-	-	-	-	-
Rb	0,01	0,01	-	-	-	-	-
Sr	0,01	-	10	10	-	-	-
Y	0,01	-	1	1	-	-	-
•Nb -	0,005	-	10	2	1-2	-	2
•Mo -	0,01	-	0,1	0,5	0,01-0,05	0,5	0,1
Rh	0,004	-	-	-	-	-	-
Pd	0,01	-	3	-	-	-	-
•Ag -	0,005	-	0,1	0,1	0,005-0,01	0,05	0,007
•Cd +	0,005	-	10	0,5	0,1	0,5	0,02
•Sn -	0,01	-	0,1	0,5	0,1	0,5	0,25
•Sb +	0,01	0,0005	10	7	0,7-1	2	0,02
•Te +	0,03	-	1	20	10	-	0,0001
Cs	0,002	0,0005	-	-	-	-	-
•Ba -	0,01	-	10	6	10-30	-	58
La	0,005	0,001	10	20	-	-	3,4
•Ce +	0,004	0,005	10	50	-	-	7
Pr	0,001	-	-	-	-	-	-
Nd	0,001	-	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8
Sm	0,001	0,005	-	-	-	-	-
Eu	0,001	0,03	-	-	-	-	-
Gd	0,001	-	10	-	-	-	-
Tb	0,001	0,05	-	-	-	-	-
Dy	0,001	-	-	-	-	-	-
Ho	0,001	-	-	-	-	-	-
Er	0,001	-	-	-	-	-	-
Tm	0,001	-	-	-	-	-	-
•Yb -	0,001	0,001	0,1	0,2	-	-	0,3
Lu	0,001	0,05	-	-	-	-	-
Hf	0,005	0,003	10	2	-	-	-
•Ta +	0,004	0,06	10	10	10-20	50	0,25
•W +	0,008	0,008	3	3-5	0,5-1	1	0,12
Re	0,001	-	1	-	-	-	-
Ir	0,002	-	1	-	-	-	-
Pt	0,005	-	1	-	-	-	-
•Au -	0,005	0,00005- PXA-XAA	1	0,0005- 0,001**	-	-	0,0004
•Hg -	0,003	-	1	-	0,001	-	0,008
Tl	0,001	-	10	3	0,1	0,5	0,07
•Pb -	0,01	-	1	0,5	0,1	0,5	1,6
•Bi -	0,001	-	1	1	0,01	-	0,03
Th	0,001	0,001	5	30	-	-	-
U	0,001	0,001	100	100	-	-	-
Si	-	-	1	1	-	-	-
Al	-	-	1	1	-	-	-
Ca	-	-	10	3	10000	-	-
Na	-	10	100	20	-	-	-
K	-	-	900	1000	-	-	-
Fe	-	100	1	1	3000	-	-
Mg	-	-	1	1	-	-	-
P	-	-	100	60	100	60	-
B	-	-	+	-	-	-	-
Mn	-	-	1	3	30	1	-
•V -	-	-	1	0,7	1	0,5	11
Ti	-	-	1	3	3	-	-
•In +	-	-	0,6	-	0,1	-	0,01
•Ge -	-	-	1	0,5	1	0,1	0,15
Os	-	-	1	-	-	-	-
Zr	-	-	-	1	-	-	-

Примечание. • – элементы первоочередного изучения, в т. ч.: «+» – требующие повышения чувствительности спектрального анализа, «-» – не требующие повышения чувствительности этого анализа для литохимических проб. Au: PXA – радиохимический способ; XAA – химико-активационный способ. \*\* Au – химико-спектральный (золотометрический) способ.

*Металлометрические съемки* проводятся с поисковой целью. Пробы отбираются из копуш глубиной 0,2-0,5 м, проходимых в верхней почвенной части СРПО, двумя способами: точечным из одной копуши на пикете и линейно-точечным из нескольких копуш между пикетами как и при эндолитохимическом опробовании. Вес проб 50-100 г. Они не дробятся, а сразу истираются. Проходят те же анализы, что и эндолитохимические пробы. Этот вид работ был и является основным наземным поисковым в Узбекистане. Крупномасштабными металлометрическими съемками покрыты все горно-возвышенные районы республики и поэтому в настоящее время выполняются только детальные съемки. С помощью этого метода обнаружено уникальное золоторудное месторождение Мурунтау.

*Сорбционно-солевые или по наложенным ореолам рассеяния поиски-съемки* выполняются на закрытых площадях путем опробования современных, четвертичных и мезо-кайнозойских рыхлых покровных отложений (РПО), в которых и формируются такие аномалии – ореолы. Их образование связано с подъемом влаги – воды, насыщенной металлами над зонами рудной минерализации в домезозойских рудовмещающих породах. Обогащение ПК у поверхности происходит за счет отложения солей в силу испарительной концентрации и сорбции. Такие съемки имеют ряд способов выделения и определения металлов, многие из которых являются новациями последних лет (раздел 3.2).

Отбор проб производится как у поверхности, так и на глубине по керну и шламу скважин. Отобранные пробы обычно без истирания проходят анализы, заключающиеся в выделении из грунта с помощью различных растворителей тех или иных солевых форм ХЭ с последующим их определением чувствительными методами анализа. Считается, что наложенные ореолы могут фиксировать погребенные месторождения под толщей осадков мощностью в десятки метров.

*Гидрохимические поиски* в виде опробования спорадических выходов подземных вод проводились в Узбекистане в 1960-1970-х гг. В итоге в его горно-возвышенных районах опробованы практически все водоисточники. Ощутимых результатов работы не дали и были прекращены. В пособии они поэтому не рассматриваются.

*Атмохимические поиски-съемки* проводятся путем опробования воздуха в почве или в приземной атмосфере на высоте 0,5-2 м с целью выявления газовых аномалий-ореолов. Такие аномалии формируются за счет газов 3-х групп: 1) глубинного происхождения в связи с рудогенезом; эти газы в виде включений находятся сейчас в рудных и нерудных минералах в зонах минерализации; 2) также глубинного, вплоть до мантии, происхождения, но вне связи с рудообразованием; они поднимаются по зонам трещиноватых пород; 3) возникающих в зонах окисления за счет химических и биологических реакций ( $H_2S$ ,  $CO_2$ , газообразная ртуть и др.). Часть всех указанных газов по пути движения снизу вверх сорбируется (окклюдируется) кристаллическими породами фундамента и породами рыхлого чехла, а часть остается в трещинах пород или уходит в атмосферу в свободном состоянии. Атмохимические поиски нацелены на выявление как свободных газов в породах вблизи поверхности

и в приповерхностной атмосфере, так и слабозакрепленных, выделяемых при дегазации из пород. Особенно перспективны способы, предлагаемые в последнее время, которые ориентированы на обнаружение газообразных форм металлов. В связи с их (металлов) ультрамалыми содержаниями в газах необходимы сверхчувствительные методы анализа. В России и за рубежом создан ряд таких чувствительных приборов, в т. ч. и в полевых вариантах.

*Биогеохимические поиски-съёмки* нацелены на обнаружение аномалий-ореолов, которые возникают в связи с накоплением растениями рудогенных ХЭ. Интенсивность этого процесса зависит от многих трудно учитываемых факторов внутреннего для растений и внешнего геолого-ландшафтного порядков. Поэтому биогеохимические поиски, проводящиеся путем опробования надземных частей растений (без корней), относятся к «капризному» методу. Отобранная растительная масса сжигается на костре в алюминиевых чашках. Полученные черные угли затем озоляются в муфельных печах до серой золы, которая и проходит те же анализы, что и эндолитохимические пробы. Метод применяется для выявления объектов, перекрытых СРПО мощностью до 20-40 м.

Основные преимущества геохимических поисков: во многих случаях они являются прямыми; результаты работ выражаются в цифрах; может быть создана практически любая плотность сетей съёмок металлометрических, по наложенным ореолам, атмохимических, за редким исключением — биогеохимических, не везде — эндолитохимических; съёмки выполняются, главным образом, в наземных вариантах и поэтому полевые работы отличаются оперативностью и относительно небольшой стоимостью.

Недостатки геохимических поисков: необходимость детального в масштабе геохимической съёмки учета часто меняющихся от места к месту ландшафтно-геохимических ситуаций (при проведении литохимических поисков этот учет должен вестись в качественно-количественном плане с использованием цифровых характеристик локальных ландшафтов); влияние на методику и результативность работ местных металлогенических особенностей: например, для золотых руд убогосульфидных и умеренносульфидных методика проведения полевых работ и результативность будут различаться (наиболее благоприятны для выявления руды полиметаллические и полиметаллосодержащие); необходимость применения для обнаружения слабых аномалий высокочувствительных дорогостоящих анализов (до 50-80 тыс. сумов за анализ 50-70 ХЭ в одной пробе).

## **1.2. Природные особенности Узбекистана в свете геохимических поисков**

### **1.2.1. Географо-геохимические ландшафты**

#### **1.2.1.1. Общие сведения**

Известно, что ландшафтам отводится решающая роль в формировании вторичных геохимических ореолов рассеяния и поэтому их учет на полуколичественном уровне в практике геохимических поисков необходим. Основы географии ландшафтов заложены в трудах Л.С.Берга, В.В.Докучаева и др. ученых, а их геохимии — в работах А.И.Перельмана (1966 и др.).

Территория республики отличается большим разнообразием физико-географических ландшафтов. Главные отличительные их особенности: 1 – широта местности; 2 – рельеф; 3 – климат, зависящий от указанных факторов 1 и 2; 4 – геология. Поэтому географический ландшафт можно определить как единую территорию, площадь, участок с однотипным рельефом, климатом, геологическим строением и с закономерным сочетанием растительности, почв, подземных вод. Эти географические признаки, кроме климата, видимые и могут быть подвергнуты картированию в поле, поскольку отражением климата является растительность, то, следовательно, и он (климат) опосредованно тоже картируется. Рельеф, климат и геологию принято относить к ландшафтно-формирующим факторам, а растительность, природные воды и составляющие геологию элементы – горные породы с их корами выветривания, руды с их зонами окисления, рыхлые покровные отложения (РПО) в т. ч. и современные (СРПО) с их почвами – к телам (средам) ландшафта. Следовательно, геология имеет двойственный характер – это и фактор, и тело. Рельеф и тела (среды) ландшафта, как его компоненты, проявляющиеся внешне и могущие быть зафиксированными на карте, являются составляющими единицами географического ландшафта.

Следует отличать ландшафты: систематические и несистематические; по степени генерализации, т. е. по масштабу – элементарные (микро-), локальные (мезо-) и региональные (макро-); по внутренней структуре – однородные, близоднородные и разнородные.

Систематический, поясный характер в горных районах несут климат, растительность и почвы, а также геохимические особенности последних. К несистематическим относятся рельеф (горы, возвышенности, долины), геология с металлогенией. Эти единицы в региональном плане определяют внешний облик макроландшафтов, визуально фиксируемый характером растительности. В равнинных условиях эти особенности, как известно, закономерно меняются с севера на юг и, в соответствии с ними, выделяется ряд широтных зон. В горных районах смена происходит примерно также, но от вершин гор к их подножию; в итоге проявляется вертикальная зональность, или поясность. Она имеет важнейшее значение для геохимических поисков, поскольку ГРП проводятся именно в горно-возвышенных районах, которые занимают площадь в 33 тыс. км<sup>2</sup> – около 7,5% от всей территории республики (447 тыс. км<sup>2</sup>). Довольно резко изменению подвержен климат. Узбекистан входит в широтную зону аридных полупустынь – пустынь, на которую и накладываются региональные климатические поясno-систематические различия. В отличие от равнин, здесь особенно резко меняется микроклимат, тесно зависящий от экспозиции даже небольших склонов – это и есть несистематичность микроклимата.

Обычно выделяют 5 ступеней генерализации ландшафтов, представленных в табл. 2.

Элементарный ландшафт является ультраоднородным. Он характеризуется одним микрорельефом, микроклиматом, микроСРПО и почвой, микрорастительностью и т. д. и занимает в горных районах обычно площадки в  $n \times 1$  м<sup>2</sup>. Из-за его мизерности создать карты элементарных ландшафтов

**Ступени генерализации географических ландшафтов**

Общепринятые иерархические подразделения ландшафтов (от крупных единиц к мелким)				
мега -	макро -	мезо -	микро -	элементарный
Принятая терминология				
региональные единицы		локальные единицы		
область (регион)	подобласть (район)	поле	однородный ландшафтный участок (ОЛУ)	-
Ранг природных условий в ландшафтных подразделениях				
режим	обстановка	состояние	ситуация	

практически невозможно. Существующие с таким названием карты по отдельным площадям республики являются, по сути, картами микро- и мезоландшафтов (1-я степень генерализации элементарных ландшафтов). Они охватывают площадь уже в  $n \times 10000 \text{ м}^2$ , а на слаборасчлененных пространствах —  $n \times 10^5 \text{ м}^2$ . Характеризуются довольно близкими (однородными) ландшафтными показателями и на детальныx картах довольно субъективно выделяются как однородные локальные ландшафтные участки (ОЛУ). В таком ОЛУ должны везде сохраняться примерно постоянные численные значения переходных (соответствия, приведения) коэффициентов  $t$  и  $k$  (см. подраздел 2.2.2.6) для данных металлотрии. Может случиться, что на карте такие ОЛУ окажутся довольно небольших размеров — меньше, допустим,  $2-10 \text{ см}^2$ , тогда в принципе их можно объединить в разнородные локальные ландшафтные участки (РЛЛУ) большей площади, снабдив их соответствующей маркой по степени участия в его контуре отдельных ОЛУ в %; например, РЛЛУ № 1 = (ОЛУ № 1 - 80% + ОЛУ № 3 - 20 %).

Региональные ландшафты — это следующая 2-я единица генерализации. Под ними понимаются районы и регионы, выделяемые в виде областей-подобластей (рис. 1) в  $n \times 100$  — первые  $1000 \text{ км}^2$  с многими сотнями, тысячами ОЛУ и РЛЛУ.

Исходя из изложенного, марку типичной ландшафтной обстановки (режима) определяют 4 показателя: 1) географическое положение площади; если это горы, то с указанием общей экспозиции их склона; 2) ландшафтная подобласть (район), или область-регион; 3) ландшафтная зона-пояс (см. рис. 1 и табл. 3); 4) геология с РГО разных типов — I-VIII (рис. 2).

### 1.2.1.2. Региональные ландшафты

#### 1.2.1.2.1. Географические отличия

Для республики имеются региональные (обзорные) мелко-среднемасштабные карты отдельных ландшафтообразующих факторов и тел ландшафта: климатические, геологические, гидрогеологические, металлогенические и полезных ископаемых, почвенные, растительности, рельефа (топографические). На их основе в Узбекистане составлены





## Общая характеристика систематических ландшафтных единиц – горно-высотных поясов Узбекистана\*

Горно-высотные ландшафтные единицы		Почвы	Ориентировочные высоты н.у.м. (для Чаткало-Кураминских гор), склоны		
пояс; зона	подпояс; растительность		северные	южные	
I	Высокогорный (альпийский; джайлау)	Каменистая тундра: изреженные травы	Примитивные щебенистые	до 4000 от 3300	до 4000 от 3300
		Высокогорные луга: альпийские травы на выровненных поверхностях типа Ангренского плато	Светло-бурые каменистые	до 3300 от 2800	до 3300 от 2800
		Альпийские кустарники (кустарниковая тундра): стелющаяся арча и кустарники	Коричневые каменистые, выщелоченные	до 2800 от 2500	до 2800 от 2500
II	Среднегорный (редкого леса; субальпийский; тау)	Хвойное редколесье: арча с примесью лиственных деревьев	Коричневые типичные и бурые лесные	до 2500 от 1900	до 2500 от 1900
		Смешанное редколесье: арча, лиственные деревья, кустарники	Коричневые	до 1900 от 1600	до 1900 от 1600
III	Низкогорный (степной; адыр)	Лесостепь: кустарники с примесью лиственных деревьев	Коричневые карбонатные	до 1600 от 1300	до 1600 от 1300
		Кустарниковая степь: кустарники, злаки	Сероземы темные	до 1300 от 800	до 1300 от 800
IV	Подгорный полупустынный	Сухая степь: полукустарники, злаки	Сероземы типичные	до 800 от 400	до 800 от 400
		Полупустынная степь: эфемеры, ксерофиты, злаки	Сероземы светлые и серо-бурые песчанистые	до 400 от 200	до 400 от 200
V	Равнинно-широтная аридная зона пустынь-полупустынь	Серо-бурые примитивные песчанистые	до 100 от 200		

Примечание. \*С учетом работы Б.В.Горбунова и Н.В.Кимберга (1961).

между ними; Б – возвышенности Центральных Кызылкумов с ближайшим их мезо-кайнозойским обрамлением мощностью до 150-200 м; В – полуравнинная слабо покатая на северо-запад территория с толщиной мезо-кайнозойских осадков мощностью более 200 м. Области А и Б включают ряд высотных поясов, протягивающихся примерно по одинаковым абсолютным высотным отметкам (см. табл. 3) и характеризующихся однотипными растительностью и почвами.

Региональные географические ландшафты имеют и геохимические отличия. Основные из них применительно к почвам и подземным водам приведены ниже.

Типы эродированных рудных объектов, находящихся под покровом РПО						
обнаженные		перекрытые		погребенные		
Типы площадей по характеру РПО, определяющие степень выявляемости КРМ в породах фундамента						
открытые		полу-открытые	полузакрытые		закрытые	
Типы РПО						
I-II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Q <sub>IV</sub>	Q <sub>IV</sub>	Q <sub>II-IV</sub> ?	Q <sub>II-IV</sub>	Q <sub>IV</sub>	MZ, KZ	MZ, KZ а б в

Рис. 2. Характер рыхлых покровных отложений, экранирующих рудные объекты в породах фундамента. 1 – породы фундамента; 2 – рудные объекты в фундаменте; 3 – типы РПО; их подробную характеристику см. в тексте; 4 – (картинка VIII) рудная минерализация в осадочных породах мезо-кайнозоя: а – осадочно-эпигенетическая типа медистых песчаников, б – гидрогенная типа ураноносных зон пластового окисления, в – испарительной концентрации вблизи выхода на поверхность пластовых вод.

#### 1.2.1.2.2. Некоторые геохимические отличия региональных физико-географических ландшафтов (для почв и подземных вод)

**Макрохимические отличия почв.** Имеются в виду целинные средне- и хорошо развитые почвы, залегающие или непосредственно на кристаллических домезозойских породах в горно-возвышенных районах, или там же, но на склоновом маломощном (1-4 м) элювио-делювии.

Изменение макрокомпонентов по вертикальному профилю почв сверху от подгоризонта A<sub>1</sub> вниз к подгоризонту C<sub>1</sub> таково:

а) возрастает: карбонатность (CO<sub>2</sub> карбонатов) – ощутимо (в 2 раза) в средних и низких горах, а в предгорьях она практически не меняется; SO<sub>4</sub> гипсов – почвы горные не загипсованы, в почвах Кызылкумов их от 0,2-0,5 до 10 и более %, т. е. разница в десятки раз; количество водорастворимых солей (только в Кызылкумах) от 0,1-0,2 до 2%, т. е. в 15-20 раз;

б) уменьшается: гумусность – в средних горах от 4 до 0,7%, т. е. в 6 раз; водно-растворимые соли – во всех горных поясах от 0,07 до 0,05%, т. е. в 1,5 раза; сумма поглощенных оснований – в 1,5-2 раза везде.

В связи с такими значительными изменениями по разрезу, взять какие-либо средние цифры по всему профилю, допустим, по подгоризонтам A<sub>1</sub> и C<sub>1</sub> вместе, будет не корректно. Поэтому в направлении от высоких гор к предгорьям данные приведены дифференцированно по горизонтам. В этом направлении происходит:

а) возрастание по подгоризонту C<sub>1</sub>: величины pH – от 6,6 до 7,8-8,0; карбонатности (CO<sub>2</sub> карбонатов) – от 0,5 до 15%, т. е. в 30 раз; загипсованности (SO<sub>4</sub> гипсов) – от 0,25 до 10% и более, т. е. в 40 раз и более;

б) уменьшение: гумусности (перегной) по подгоризонту A<sub>1</sub> – от 3,5 до 0,25%, т. е. в 15 раз; суммы поглощенных оснований по разрезу – от 15 до 6, т. е. в 2,5 раза; тонкой илисто-глинистой фракции размером <0,005 мм – по всему разрезу от 30 до 10%, т. е. в 3 раза, при возрастании доли песчаных частиц размером 0,1-1 мм от 15 до 25%, т. е. в 1,5 раза.

Таким образом, на всем протяжении от высоких гор к равнине с восток-юго-востока на запад-северо-запад происходят закономерные изменения общих физико-химических показателей почв – как небольшие (менее чем в 2 раза), так и существенные (более чем в 2 раза). А именно имеют место: небольшое возрастание величины pH и существенное – содержания карбонатов и особенно гипсов, тонкого золотого песка и водно-растворимых солей; существенное уменьшение гумуса, поглощенных оснований, относительно крупных фракций > 1 мм и глинистых частиц < 0,005 мм.

В связи с отмеченными явлениями можно прогнозировать вариации эффективности металлотрических и сорбционно-солевых съемок в региональном плане от ландшафтного пояса I к IV-му и далее к зоне V. Результативность металлотрического метода в этом направлении будет падать из-за увеличения в грунтах-почвах карбонатов, гипсов и золотого песка, разубоживающих пробы. Поэтому в Центральных Кызылкумах и г. Султанувайс рекомендуется производить отбор крупных (1-7 мм) фракций.

Эффективность сорбционно-солевых съемок также будет снижаться: способом МПФ из-за снижения содержания гумуса и поглощенных оснований, способом исследования солевых форм (ИСлФ) – из-за увеличения карбонатов и гипсов.

**Геохимические отличия подземных вод.** Подземные грунтовые и межпластовые воды оказывают решающее влияние на механизмы формирования наложенных ореолов и на их характеристики. Химизм трещинных вод (грунтово-трещинных в мелких трещинах и жильно-трещинных в крупных разрывах), залегающих в домезозойских кристаллических породах, закономерно меняется по их движению от высоких гор к равнинам, в чем и проявляется горно-высотная гидрохимическая поясность. В этом направлении постепенно и закономерно возрастает общая минерализация вод – от 0,05 до 0,4-0,5 г/л, меняется солевой состав – от гидрокарбонатно-кальциевого до гидрокарбонатно-сульфатно-Ca-Mg-Na, а в подгорьях Кызылкумов до сульфатно-хлоридно-Na; величина pH увеличивается от 6,5-6,7 до 8,0-8,2. Изменяется газовый состав: уменьшаются количества агрессивной CO<sub>2</sub>, способствующей переводу в раствор карбонатов и алюмосиликатов, и свободного кислорода – окислителя сульфидов, несколько повышается содержание H<sub>2</sub>S. Закономерно, но по-разному, меняется содержание микрокомпонентов: фтор, бор, стронций довольно быстро накапливаются в водах с ростом их минерализации, причем их относительная концентрация в % к сухому остатку остается примерно одинаковой; содержания же Cu, Pb, Zn, As, Mo увеличиваются менее значительно, отставая от роста минерализации,

а содержания  $Bi$ ,  $Mn$ ,  $Ag$ ,  $Al$  вообще возрастают слабо. Значительно накопление  $F$ ,  $B$  и  $Sr$  связано с устойчивостью этих химических элементов: нейтральных – слабощелочных водах и способностью их образовывать в таких условиях довольно растворимые соединения (например, растворимость  $CaF_2$  достигает 16-20 мг/л), а небольшое накопление тяжелых металлов объясняется их относительно слабой подвижностью в такой обстановке высокой способностью к сорбции.

Таким образом, по мере движения вод от гор к равнинам происходит их насыщение макро- и микрокомпонентами. Поэтому общее содержание солевой фазы в наложенных ореолах в Западном Узбекистане должно быть больше, чем в ореолах в Восточном.

### 1.2.1.3. Локальные ландшафты: тела, картирование, учет, рекомендации

В связи с имеющим место ослаблением эндолитохимических аномалий в коре выветривания – зоне окисления и металлотметрических в СРПО (большая мощность наносов, наличие золотого и другого аллохтонного материала) очевидна необходимость учета конкретной локальной ландшафтной ситуации. Подходы к ней примерно одинаковы для масштабов и крупного, и детального дело только в степени генерализации ландшафтной картины: для масштаба крупного – это мезоландшафты, для детального – микроландшафты, а в целом это ландшафты локальные.

До настоящего времени принципы и приемы выделения локальных ландшафтно-географических и ландшафтно-геохимических структур, в отличие от региональных, разработаны слабо, особенно для горно-возвышенных районов. Имеющиеся рекомендации (Инструкция-83, Методпособие-85, Справочник-90) слишком общего характера, касаются мелких масштабов и в основном условий северных широтных гумидных районов со сглаженным рельефом (криогенные, лесные, степные ландшафты). Целью ландшафтных исследований в таких случаях является составление карт «районирования территорий по условиям ведения геохимических поисков». Цель же поисково-оценочных работ в Узбекистане, с его очень детальной оплощанностью, заключается сейчас не столько в рациональном применении тех или иных методов в широком плане, поскольку они, в общем-то, известны, сколько в более эффективной обработке данных с полу- или приближенно-количественной оценкой выявляемых аномалий.

В республике карты локальных ландшафтов составлялись в основном порядке в основном по небольшим площадям и участкам в масштабах 1:25000 и 1:10000: в Алмалыкском районе (С.П.Албул, Ю.П.Баденков, Л.В.Фролов, УДН им. П.Лумумбы, Москва, 1963-1971 гг.), по Мурунтаускому рудному полю на площади 35 км<sup>2</sup> (В.Ф.Скрябин, В.Ф.Гурьянов и др., 1986 г.), в Тамдынских и Ауминза-Бельтауских горах (составитель В.Ф.Гурьянов и др., 1990-1993 г.), по Рохатской площади (90 км<sup>2</sup>) в горах Южный Тамдытау (составители Р.Ф.Якубов, Ю.Ф.Перепелицин и др., 1991 г.). Имеются карты масштабов: 1:50000 по горам Кульджуктау с показом не только СРПО, но и геологии с корой выветривания (составитель Ю.Ф.Дюков); 1:100000 по

Кураминским горам на площадь 4860 км<sup>2</sup> с нанесением рыхлого покрова и районирования по условиям ведения литохимических и биогеохимических поисков, составленная полевым путем Х.Б.Фаттаховым и В.Ф.Скрябиным (Х.Б.Фаттахов и др., 1972 г.). Все эти карты отражают главным образом лишь развитие СРПО, являются довольно схематичными и не содержат критериев количественного перехода аномальных показателей от СРПО к коренной рудной минерализации (КРМ). В связи с отмеченными обстоятельствами, приводящиеся ниже рекомендации по данному виду работ предварительные.

При локальном полевом картировании необходимо выделять конкретные узкоместные ситуации, которые непосредственно влияют на формирование как вторичных геохимических ореолов, так и на изменение КРМ в зоне гипергенеза и, следовательно, на методику ведения как полевых, так и камерально-интерпретационных работ. Наиболее подходит к этим требованиям принцип выделения и геохимического исследования вещественных внешне хорошо различимых в поле объектов – тел ландшафта. Такой подход не является принципиально новым. К телам следует относить объекты, которые могут быть подвергнуты опробованию. Рельеф и геология осязаемы и подлежат картированию и учету (Скрябин, Джураев, 2014).

*Локальный рельеф.* Его элементы: 1) ручьи, саи и промоины, водоразделы, 2) склоны. Важной характеристикой является высота над уровнем моря. Все элементы существенно влияют на показатели вторичных ореолов рассеяния (ВОР). Ручьи и саи определяют степень расчлененности рельефа, от которой зависят площадные размеры и продуктивности металлотметрических и наложенных ореолов, поскольку гидросеть «перехватывает» на склонах ореолы и переводит их в потоки рассеяния. Предлагается степень расчлененности оценивать количественно через удельную расчлененность, определяемую как отношение суммарной протяженности всех саев-промоин на конкретном участке (по топокарте) к его площади. Например, на каком-то участке площадью 60000 м<sup>2</sup> протяженность гидросети = 400 пог. м; тогда удельная расчлененность = 400 пог. м : 60000 м<sup>2</sup> = 0,007 пог. м/м<sup>2</sup>.

Большое влияние на размеры металлотметрических ореолов рассеяния (МОР) оказывает угол склона – чем он круче, тем шире ореолы и протяженнее потоки рассеяния, тем больше их максимумы смещаются от КРМ. На субгоризонтальных поверхностях формируются «остаточные» ореолы, на склонах – перемещенные «склоновые» (см. раздел 2.2.1.1). По величине угла крутизны можно выделить склоны: слабопокатые – 5-15°, покатые – 15-25°, крутые – >25°. При интерпретации данных необходим учет направления сноса материала.

*Локальный климат,* как фактор формирования микроландшафта, непосредственно визуально не фиксируется, а картируется опосредованно через экспозиционную ориентировку склонов, которая значительно влияет на характер растительности и почв, отражающих изменения мезо- и микрогидротермического режима. Хорошо известен факт: теневые склоны в горах всегда отличаются более пышной растительностью и дерниной, нежели солнечные. Этим проявляется системно-несистематический характер локального климата.

Локальная геология — это горные породы с их корой выветривания КРМ с их зоной окисления, покровные отложения с их почвами, природные воды (гидрогеология). В качестве горных пород в обобщенно упрощенном виде выступают кристаллические породы фундамента — интрузивные вулканогенные, метаморфические, а также покрывающие их осадочные мезо-кайнозойские, четвертичные — мощные суглинки и лессовидные суглинки неясного генезиса, пролювиальные грубообломочные и, наконец, закрывающие их современные ( $Q_{IV}$ ) рыхлые покровные образования е-д генезиса с их верхней почвенной частью. В геохимическом плане наиболее важна химическая активность пород фундамента, влияющая на миграцию ХС в эндо- и гипергенных процессах.

Кора выветривания (КВ) на породах требует как качественного (минеральный состав), так и количественного (степень проработки, глубина) учета. Важна ее морфология — площадная, линейная. КВ может нести и рудную нагрузку. Например, в Кызылкумах известны рудопроявления силикатного никеля в сильнопроработанных КВ по ультрабазитам и золота в КВ по сланцам. КВ на безрудных участках формирует свой геохимический фон, что следует учитывать при проведении геохимических съемок.

Частным случаем КВ являются зоны окисления (ЗО), развивающиеся по сульфидной минерализации. Их глубина на объектах Западного Узбекистана достигает 100-150 м. Окисленные руды — это предмет отдельной добычи и переработки. На рудных участках над КВ и ЗО формируются своеобразные остаточные и остаточно-склоновые ореолы. Учет их особенностей важен как при их обнаружении металлометрическими съемками, так и при расчетах по их характеристикам показателей коренной рудной минерализации, включая оценку прогнозных ресурсов (см. разделы 2.2.1.1 и 2.2.2.4.3). Имеются средне-масштабные карты КВ по Западному Узбекистану (А.В.Курбатов, О.Л.Гентшке, К.К.Пятков, Ш.К.Расулев и др.). Геохимию ЗО изучали К.П.Атабекьянц, Е.А.Зверева, Э.Б.Бертман, В.Х.Клявин, В.Ф.Проценко, В.Ю.Деды и др.

Рыхлые покровные отложения (РПО), в т. ч. современные (СПРО), являются на участках развития КРМ главным вместилищем металлометрических и наложенных ВОР. Поэтому РПО необходимо тщательно и дифференцированно картировать в поле и представлять на отдельной карте. В качестве основных характеристик РПО принимаются: возраст, генезис, механический состав, мощность и характер почв, легко распознаваемые в поле. По генезису различаются СПРО: коллювиальные (kl), элювиальные (e), элювиально-делювиальные (el-dl), пролювиальные (pl), аллювиальные (al), золотые (eol), гидроморфные (gm; такыры, солончаки) и неясного генезиса четвертичные лессовидные суглинки ( $Q_{Is}$ ). Элювиальными являются коры выветривания *in situ* (КВ), которые к собственно отложениям отнесены быть не могут. Развиты они главным образом в Кызылкумах, причем меньше на возвышенностях, больше — под мезо-кайнозойским чехлом.

Мехсостав РПО тесно связан с их генезисом, что хорошо известно. При этом, по сравнению с северными теневыми ориентировками, почвы южных солнечных склонов хребтов всегда более грубоскелетны и сорбционная составляющая в них ослаблена.

Мощность РПО, при прочих равных условиях, наиболее сильно влияет на интенсивность ВОР. Этот показатель следует рассматривать в качестве основного. Оценка мощности производится визуально по старым горным выработкам, оползням, врезам дорог, промоинам в 7-ми градациях: 0-0,2 и 0,2-0,5 м (мощность очень небольшая), 0,5-1 м (небольшая), 1-2 м (умеренная), 2-5 м (большая), 5-10 м (очень большая), >10 м (весьма большая). Она существенно различается на склонах солнечной и теневой ориентировок, что сказывается на результатах металлометрической съемки, которая совершенно не эффективна на полузакрытых и закрытых площадях. Почвы, как поверхностная часть РПО, являются объектом опробования при производстве поверхностных металлометрических и сорбционно-солевых съемок. Принято различать почвы примитивные (плохо развитые), средне- и хорошо развитые. Последние распространены главным образом на теневых склонах и на суглинках. По отмеченным характеристикам РПО республики можно условно разделить на 8 типов, придав им цифровую марку (см. рис. 2), которая употребляется везде ниже в тексте: I и II — современные элювиально-делювиальные склоновые отложения супесно-щебенистого состава (примитивные почвы), развитые на солнечных склонах в открытых площадях; их мощность, соответственно, до 0,5 и 0,5-3 м; III — того же возраста и генезиса склоновые отложения, представленные тяжелыми супесями и легкими суглинками с примесью щебня (средне- и хорошо развитые почвы) мощностью 1-3 м; распространены на теневых склонах; IV — неясного возраста ( $Q_{II-IV}$ ) и генезиса суглинки и лессовидные суглинки мощностью от единицы до  $n \times 10$  м; V — четвертичные ( $Q_{II-IV}$ ) аллохтонные аллювиально-пролювиальные грубообломочные отложения мощностью более нескольких метров; VI — современные ( $Q_{IV}$ ) аллохтонные золотые тонкие пески мощностью более 1 м; сюда же следует отнести любые склоновые образования со значительной примесью золотого материала; VII, VIII — мезо-кайнозойские аллохтонные слоистые осадки (пески, глины, мергели и т. д.) мощностью, соответственно, до 30 м и 30-150 м.

Именно характер этих РПО и определяет в первую очередь степень выявляемости перекрываемой ими коренной КРМ, а также эффективность поисков вообще и выбор методов и способов геохимических поисков в частности.

Важной характеристикой ландшафта является степень обнаженности коренных материнских пород как домезозойских кристаллических, так и осадочных мезо-кайнозойских из-за возможного наличия в последних «своей коренной» рудной минерализации — сингенетичной и наложенной гидрогенной. Обнаженность не является ни фактором ландшафтоформирования, ни телом ландшафта — это просто внешнее проявление ландшафта. Она определяется степенью покрытия (в %) наносами как домезозойских, так и мезо-кайнозойских пород. Предлагаются такие градации степени обнаженности: очень слабая — 0-10% (участки нацело закрытые), слабая — 10-20% (закрытые), умеренная — 20-50% (слабо открытые), сильная — 50-80% (умеренно открытые), очень сильная — >80% (весьма открытые).

Гидрогеология. Подземные воды играют большую, а зачастую и определяющую роль в формировании наложенных аномалий, как рудных,

так и нерудных. К последним можно отнести такыры и солончаки в пустыне. Поэтому важны сведения о наличии трещинных, грунтовых и жильных вод, глубине их залегания и местах их разгрузки; то же относится к водам пластовым. Фиксация мест разгрузки подземных вод (родники, мочажинь) необходима на соответствующих картах.

**Растительность** – самое яркое, после рельефа, внешнее проявление географического ландшафта и ее тело. Видовой состав растительности определяется скорее макроклиматом, а ее плотность (проективное покрытие) мезо- и микроклиматом. Общеизвестно, что в горных условиях на теневых и пологих склонах степень плотности растительности выше, чем на солнечных и крутых. Фиксация видовой состава растительности и ее плотности необходимы с трех позиций: 1) оценки возможности проведения биогеохимической съемки (на закрытых участках); 2) оценки возможности проведения съемки МПФ и ее вероятной результативности, поскольку гумусность почв прямо связана с плотностью растительности и ее дернины; 3) возможности в ряде случаев осуществить примерную оценку мощности СРПО, поскольку растительность, особо пышная кустарниково-древесная, сдерживает явления эрозионных процессов. По видам можно в первом приближении разделять растительность на травянистую, полукустарниковую, кустарниковую, древесную как лиственную, так и хвойную (арчевые), а ее плотность или проективное покрытие (в %) на: очень небольшую – 0-10%, небольшую – 10-20, умеренную – 20-50, значительную – 50-80, очень значительную – >80, причем эта плотность обеспечивается в основном за счет трав.

**Методические работы в поле** необходимо вести путем исскаживания местности маршрутами со схематическим картированием теп ландшафта: КРМ, РПО с почвами, водопроявлений (родники, мочажинь), растительности, а также обнаженности и участков техногенного заражения. Элементы рельефа (саи, водоразделы, направления сноса) могут быть сняты с топопланшетов и также нанесены на карты. Степень детализации – расчленения каждого тела – соответствует масштабу исследований. На карте по совокупности характеристик выделяются локальные *однородные ландшафтные площади (ОЛП)* для крупного масштаба или *участки (ОЛУ)* – для детального, отличающиеся примерно одинаковыми характеристиками: в первую очередь рельефа и обнаженности, во вторую – теп. Практически это может быть выполнено так. Сначала (операция 1) на топопланшете с учетом нанесенного на нем рельефа и геологической информации предварительно выделяются однорядные площади, обычно более крупных размеров, чем ОЛП или ОЛУ. Затем (операция 2) на местности визуально с какой-либо высоты близрасположенные площади дифференцируются на отдельные ОЛП - ОЛУ путем учета рельефа (экспозиция склонов, долины, покатые поверхности и т.п.), растительности (плотность) и обнаженности. Контуров этих ОЛП - ОЛУ окончательно наносятся на карту. Фиксируются водопроявления. Потом (операция 3) путем захода маршрутом на все эти близрасположенные ОЛП - ОЛУ производится «снятие» его основных показателей на месте: геологических (породы, КРМ, КБ и ЗО), рыхлого покрова (мехсостав, мощность), почв (степень развитости и их генетический тип), растительности (видовой состав). Все эти характеристики

фиксируются в полевой книжке, затем выносятся на полотно карты, в легенду и в таблицу на карте. В последней фиксируются главным образом количественные оценки рельефа, обнаженности и теп ландшафта.

### 1.2.2. Геологическое строение

Этот и следующий подразделы компилятивные. Они целиком заимствованы из работы «Атлас геологических карт Республики Узбекистан» (редакторы И.Б.Турамуратов и Р.Х.Миркамалов, 2016 г.).

Территория Узбекистана находится на стыке Туранской платформы с горной системой Тянь-Шаня. Домезозойские образования, слагающие горные цепи, погружаются в западном направлении под мезозой-кайнозойский чехол, формируя фундамент эпипалеозойской платформы, и выходят на поверхность в отдельных возвышенностях Нуратинского и Кызылкумского регионов. В тектоническом отношении образования фундамента рассматриваются как продолжение пояса Уралид, располагаясь между Казахстанидами и Каракумским континентальным террейном, представляют про-межучточное звено Урало-Монголо-Охотского складчатого пояса. Последний сформировался в результате последовательного закрытия серии бассейнов системы Палеоазиатского океана, существовавшего в интервале 850-320 млн. лет. На территории Узбекистана выделяются три структурных этажа: складчатое основание (байкалиды, каледониды, герциниды), переходный (ранние киммериды) и осадочный. В составе последнего, занимающего 88% площади, различают киммерийский платформенный чехол и альпийский молассовый комплекс эпохи постплатформенной активизации.

**Мезозой-кайнозойский платформенный чехол (киммерийский структурный этаж)** представлен отложениями, образованными в результате трансгрессии и регрессии окраинных морей океана Тетис. Разрез начинается с нижнеюрских озерно-болотных и аллювиальных осадков. Накопившиеся в это время торфяники были впоследствии превращены в угли. Средняя и верхняя юра представлена преимущественно карбонатной формацией внутреннего и внешнего шельфа, разделенная комплексом барьерного рифа. Разрез юрской системы завершается глинистыми и эвапоритовыми отложениями лагунного типа.

Для меловых отложений характерна фациальная изменчивость, связанная с колебаниями уровня моря. Они представлены мелководно-морскими и озерными красноцветными песчаниками и алевролитами, среди которых встречаются остатки растений.

Разрезы чехла заканчиваются морскими и лагунными осадками палеоцена-эоцена. На Устюрте этот комплекс включает и неогеновые отложения – поверхность плато бронирована известняково-мергелистым «плащом» сарматского яруса миоцена.

**Олигоцен-четвертичный (альпийский) комплекс.** В олигоцене начинается принципиально новый этап в развитии молодых структур Тянь-Шаня – этап эпиплатформенного орогенеза (на Устюрте этот процесс не развивался). Высокой интенсивности он достигает в неоген-четвертичное время, когда были сформированы мощные молассовые толщи, заполнившие

депресссионные впадины. Наибольшей мощности (до 10 км) они достигают в Ферганской долине и в обрамлении юго-западных отрогов Гиссарского хребта. Основным результатом этого времени является возникновение мощно выраженных в рельефе тектонических структур – хребтов и впадин.

**Переходный (раннекембрийский)** структурный этаж характеризуется преимущественно красноцветной вулканогенно-терригенной молассой задугового бассейна Палеотетиса Р-Т<sub>1</sub>, развитой в пределах Восточно-Устюртского, Бухаро-Амударьинского и Байсун-Кугитангского районов, и тыловодужным магматическим поясом, представленным внутриплитными комплексами.

**Складчатое основание (байкало-каледоно-герцинский комплекс)** территории Республики Узбекистан – это ансамбль сиалических блоков аккреционных комплексов, фрагментов островных дуг, океанической коры вулканоплутонических поясов, находящихся в надвиговых соотношениях молассовых толщ краевых прогибов, а также орогенных и внутриплитных гранитоидных комплексов, консолидирующих гетерогенную структуру. В этом структурном коллаже на территории Узбекистана четко выделяются четыре домена – три складчатых пояса Тянь-Шаня (Срединный, Южный и Юго-Западный), а также плато Устюрт.

**Срединно-Тянь-Шаньский** герцинский вулканоплутонический пояс (ВПП), наложенный на байкало-каледонский аккреционный комплекс. Последний включает докембрийский фундамент, обнаженный в Чаткальском хребте, и представлен позднерифейским (К-Аг метод – 824-915 млн. лет) адамеллит-гранитовым бешторским комплексом, по своим характеристикам соответствующим I типу гранитоидов.

Каледониды и герциниды представлены вулканогенно-глинисто-карбонатными образованиями кембрия-ордовика, девонскими песчаниками карбонатной толщей верхнего девона (фаменский ярус) – нижнего карбона.

В строении ВПП выделяют три этажа. Нижний этаж (S<sub>2</sub>-D<sub>1,2</sub>) сложен I-гранитоидами, а также нижнедевонской терригенно-вулканогенной (андезиты, дациты, липариты, щелочные базальты) формацией. Средний этаж (C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub>), представлен преимущественно I-гранитоидами (монзонит-гранитовый, монцодиорит-гранодиоритовый, гранит-адамеллитовый, габбро-сиенитовый комплексы), лавами и туфами риолитов, дацитов, трахибазальтов трахиандезитов. Вулканогенные образования этого этажа выполняют депрессионные структуры (прогибы и грабены линейной и концентрической формы). Комплексы верхнего этажа включают трахибазальт-трахириолитовые серии вулканитов, а также щелочно-гранитно-граносиенитовые комплексы.

**Складчатая система Южного Тянь-Шаня** располагается южнее сооружений Срединного Тянь-Шаня. Это дивергентный складчато-надвиговой пояс, сложенный формациями Туркестанского палеоокеана (герциниды), шарьированными на выступающий в Кызылкумах каледонский аккреционный комплекс, трансгрессивно перекрытый герцинским карбонатным чехлом. Главная роль в строении Южно-Тяньшаньской складчатой системы принадлежит осадочным и вулканогенным толщам от ордовика до верхнего карбона. Кембрийские породы, составляющие основание герцинского

складчатых комплексов, распространены меньше, представлены карбонатно-терригенным флишем, обнажены в виде вытянутых узких полос.

В составе аккреционного комплекса присутствуют протерозойские метаморфизованные в зеленосланцевой фации (в т. ч. и в высокобарической) вулканогенно-кремнистые породы. Складчато-надвиговой пояс образовался в результате каледонского (поздний ордовик-ранний силур) и средне-герцинского (конец московского века) коллизионных этапов, сопровождавшихся формированием осадочных и тектонических микститов во фронте формирующихся шарьяжей.

Поздний герцинский этап (поздний карбон-пермь) проявился формированием Южно-Тяньшаньского гранитоидного пояса и вулканогенно-терригенной молассы остаточного междугового бассейна.

Граница между Срединным и Южным Тянь-Шанем в основном погребена под чехлом молассовых отложений промежуточного этажа и платформенного чехла. Эта граница, представляющая сутуру, маркируется высокобарическими метаморфическими сланцами (докембрийского облика) маджерумской, кумбулакской, учдукдуктауской свит и каннской серией, занимающих самое верхнее положение в аллохтонной структуре северной части этого пояса.

**Складчатая система Юго-Западного Тянь-Шаня** отделена от Южного Зарафшанским разломом, протягивается от гор Кульджуктау (на западе) через Зирабулак-Зиаздинские возвышенности к Зарафшанскому и Гиссарскому хребтам, охватывая Байсун-Кугитангскую зону.

Наиболее древние породы (байкалиды) – метаморфические и интрузивные образования условно рифейского возраста представлены метавулканогенно (базальт-андезитовая, базальт-риолитовая)-терригенной, гипербазитовой, габбро-диабазовой формациями, сформированными в условиях континентального рифтогенеза. Этот комплекс пород относится к основанию Таджикского микроконтинента.

Каледоно-герцинский структурный этаж характеризуется терригенными, вулканогенно-терригенными и метатерригенными формациями ордовикского возраста, накопившимися в условиях островной дуги и подводного рифтогенеза, а также карбонатным чехлом силур-карбонного возраста, накопившимся в условиях шельфа пассивной окраины континента.

Принципиальной особенностью этого пояса является присутствие в разрезе мощного базальт-андезитового комплекса C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> в ассоциации с габбро-перидотитовыми массивами, связанными с параллельными дайками, пересекающими докембрийский метаморфический фундамент и возникший в результате субокеанического рифтинга. Величина раскрытия Гиссарского палеобассейна оценивается по разному – от 60-70 км до нескольких сотен.

Позднегерцинский ярус (верхний карбон, с верхов московского яруса) представляют флишево-молассовые толщи межгорных прогибов.

**Восточный Устюрт.** По современным представлениям, доюрское основание Устюрта имеет общие черты с Южно-Тяньшаньским поясом, представляя складчато-надвиговой комплекс, сформированный в результате каледоно-герцинских субдукционно-коллизионных процессов, происходящих

на окраине Палеотетиса. Складчатое основание – это пакет террейнов, формировавшихся в разных геодинамических обстановках океанического рифтогенеза, континентального шельфа и подножия, а также островных дуг.

### 1.2.3. Минерагеническое районирование

В основу минерагенического районирования складчатого основания территории Узбекистана заложена геодинамическая модель ее развития. В пределах республики выделяются три металлогенических пояса (МП) – Срединно-Тянь-Шаньский (Бельтау-Кураминский), Южно-Тянь-Шаньский и Юго-Западно-Тянь-Шаньский (Южно-Гиссарская и Байсун-Кугитангская зоны) и Устюрт-Султанувайсская провинция. Эти области сложены минерагеническими комплексами, сформированными в разные периоды геодинамической эволюции фундамента (субдукционно-коллизийный и постколлизийный) в протерозой-палеозойское время.

#### *Срединно-Тянь-Шаньский (Бельтау-Кураминский) МП*

Срединно-Тянь-Шаньский МП протягивается от гор Северный Букантау к востоку, через возвышенности Писталитау (Ханбандытау), к Кураминскому хребту и Юго-Западным отрогам Чаткальского и Пскемского хребтов. Он приурочен к Бельтау-Кураминскому вулканоплутоническому поясу на активной окраине Киргизско-Казахстанского микроконтинента. К этому МП относятся шесть минерагенических комплексов (МК – структурно-вещественный или геодинамический с характерным набором рудных формаций и комплексом полезных ископаемых): Бешторский, Сандалашский, два типа Нуратау-Кураминского (карбонатный и вулканогенный), Кураминский и Чаткало-Кураминский.

Результатом эволюции этих комплексов стало формирование серии месторождений, сгруппированных в четырех рудных районах (РР – площадь развития признаков рудоносности, характеризующаяся развитием благоприятно сочетающихся рудоконтролирующих предпосылок – рудоформирующих и рудовмещающих формаций и более высокой рудонасыщенностью по сравнению с окружающими территориями, включает, как правило, ряд пространственно сближенных однотипных рудных узлов и полей, РУ – аномально рудоносная площадь земной поверхности, образованная локальным сочетанием благоприятных рудоформирующих и рудовмещающих формаций и структур): Алмалыкском (Cu, Au, Pb, Zn), Ангренском (Au, Ag, U), Чаткальском (Fe, Pb, Zn, V) и Учкулачском (Pb, Zn, Fe).

Крупнейшие комплексные золото-медно-порфиновые месторождения, а также золотые и свинцово-цинковые расположены на территории Алмалыкского рудного района (Кальмакыр, Дальнее, Сарычеку, Кызата и др.). Восточную часть Бельтау-Кураминского МП занимает Ангренский рудный район, сложенный исключительно вулканогенными породами, в основном, среднего и кислого, реже, основного состава, со щелочным уклоном Кураминского МК. В этом рудном районе размещены золото-сульфидно-квар-



цевые месторождения трубчато-жильного (Кочбулак) и жильного (Кызылалмасай) типа, локализованные в структурах вулканотектонических кальдер и грабенов и сопровождаемые пропилитовыми, вторично-кварцитовыми и аргиллизитовыми изменениями. На контакте андезитовой формации надакской свиты с гранодиорит-порфировым куюндинским комплексом локализованы месторождения золото-серебро-кварц-адулярового типа (Пирмираб, Гузаксай и др.).

*Чаткало-Кураминский (постколлизионный) МК* вмещает литиевое пластовое месторождение Шавазсай, рудные тела которого с литием, цезием и рубидием сопровождаются полилититовыми метасоматитами. Вулканоструктуры типа кальдер в этих же породах вмещают серебро-полиметаллическое месторождение Лашкерек, флюоритовые объекты Агата-Чибаргата и мелкое – Наугискен.

В трахибазальтах и трахиандезитах шурабсайской свиты ( $P_1s$ ) в связи с многофазной монзонитоидной формацией (бабайобский комплекс  $P_1$ ) проявились сереброносные кварц-карбонат-арсенидные жилы пятиэлементного типа (Актепе). Здесь, кроме серебра, руды содержат также уран, кобальт, никель, сурьму и мышьяк.

В самой верхней части МК, в трахириолитовой кызылнуринской свите размещены урановые месторождения вулканогенного аргиллизит-калишпатового типа Алатаньга, Чаули, Чаркасар.

В Чаткальском рудном районе с Кураминским и Нуратау-Кураминским МК связано непромышленное свинцово-цинковое оруденение стратиформного типа. В Нуратинском сегменте этого пояса в приконтактной части вулканогенных и карбонатных пород девона располагаются месторождения железа и полиметаллов Учкулачского рудного района.

### *Южно-Тянь-Шаньский металлогенический пояс (Туркестано-Алайская зона)*

Южно-Тянь-Шаньский МП выделен в пределах одноименного складчатого надвигового пояса, имеющего покровное строение. В его составе восемь минерагенических комплексов: Букантау-Карачатырский, два типа Кызылкумо-Нуратинского (вулканогенный и метатерригенный), Кызылкумо-Туркестанский, Туркестано-Алайский, Южно-Тяньшаньский коллизионных гранитоидов, а также Западно-Узбекистанский постколлизионных гранитоидов.

*Букантау-Карачатырский МК.* Почти вся область развития этого комплекса перекрыта мезозой-кайнозойским осадочным чехлом. Исключение составляет лишь ее западная часть (Северный Букантау), где выявлено медно-молибденовое прожилково-вкрапленное рудопроявления Оразалы.

*Туркестано-Алайский МК* выделен в объеме аккреционных офиолитовых и островадных образований, маркирующих границу Срединного и Южного Тянь-Шаня. Комплекс развит на северных склонах гор Мальгузар, Нуратау, Букантау, а также в Северном Тамдытау. Наиболее интересным и перспективным типом оруденения этого комплекса является цинково-медно-колчеданное с золотом, сформировавшееся в тесной связи с базальтами

толеитового типа, превращенными в глаукофановые сланцы. Альпинотипные гипербазиты (букантауский плагиогранит-габбро-перидотитовый комплекс) сопровождаются небольшими проявлениями хромитов. В связи с бокалинским тоналит-трондъемитовым комплексом  $C_3$  сформировались проявления меди, золота, молибдена, полиметаллов и др.

К этому же МК отнесены вулканогенные образования в составе карашахской меланжированной толщи, к которой приурочено Кокпатасское рудное поле.

Султанувайсская часть Туркестано-Алайского минерагенического комплекса является в металлогеническом отношении связующим звеном между Уралом и Тянь-Шанем, что отразилось в повышенной сидерофильности. Здесь расположено титаномагнетитовое месторождение Тебинбулак, являющееся представителем развитого на Южном Урале качканарского типа железорудных месторождений.

*Зарафшано-Туркестанский МК* выделен в объеме карбонатной и флиш-олистостромовой формаций девона-среднего карбона. Этот комплекс беден рудными полезными ископаемыми. Здесь можно упомянуть о незначительных залежах бокситов на границе нижнего и среднего карбона.

*Кызылкумо-Туркестанский МК* выделен в объеме ордовик-силурийского аккреционного вулканогенно-терригенного комплекса. Именно в этом минерагеническом комплексе расположены всемирно известные золоторудные объекты Центральных Кызылкумов. Больше всего здесь объектов золото-кварцевого штокверкового типа: Мурунтау – уникальное, Мютенбай, Бесапантау и Триада, а также десяток мелких месторождений. Кроме того, здесь имеется золото-сульфидно-вкрапленное месторождение Даугызтау и золото-серебряные – Высоковольтное и Косманачи, кроме того месторождения золото-сульфидно-вкрапленного (золото-колчеданного) типа (примером является месторождение Амантайтау).

Далее к востоку в Южном Нуратау расположена линейно вытянутая группа золоторудных месторождений Карамечеть-Алтынказганской рудной зоны (Джиэлан, Какакудук, Биран, Сармич, Араб, Алтынказган).

В Северном Нуратау, в ассоциации вулканогенных пород комплекса с Кошрабадским многофазным плутоном, размещается Чармитанское рудное поле с золото-кварцевыми месторождениями.

Самое крайнее восточное положение Кызылкумо-Туркестанского МК занимает Марджанбулакское рудное поле с месторождением золото-сульфидно-кварцевого типа.

*Кызылкумо-Нуратинский МК* выделен в объеме кембрий-ордовикского аккреционного комплекса. Следует различать две его разновидности: метатерригенную (черносланцевую) и вулканогенно-карбонатно-кремнистую. Эти комплексы представляют фрагменты 3-го слоя (кремнисто-базальтового и осадочного) коры океанического типа бассейна, существовавшего в рифее-раннем кембрии ранней стадии Туркестанского палеокеана. Область распространения этого комплекса – Центральные Кызылкумы, Зиазтдинские горы, западная часть Северо-Нуратинского хребта. В этих формациях размещаются рудные скопления урана, золота, вольфрама и меди. При этом все месторождения золота и урана ограничиваются пределами Центральных

Кызылкумов (возвышенности Тамдытау, Джитымтау, Бельтау, Аристантау и Ауминзатау).

В Южно-Букантауской части этого комплекса выделяется Турбайский золото-вольфрамово-рудный район, в котором есть и месторождения вольфрама (Саутбай, Сарытау).

На западе Нуратинских гор в области развития терригенного комплекса расположены рудные объекты Пистали и Сулук.

В Катармайской части рассматриваемого комплекса, в ее центре и на юго-востоке найдены лишь мелкие месторождения золото-сульфидно-кварцевого типа (Капкалы, Каракутан, Бешкудук и др.).

Таким образом, с Южно-Тянь-Шаньским металлогеническим поясом связаны золоторудные и серебро-золоторудные месторождения, месторождения урана и железа. При этом Букантауская часть имеет отчетливую золото-вольфрамовую специализацию. Тамдытау-Нуратинский сектор широко известен во всем мире своими золотыми, а также урановыми месторождениями, с небольшой долей минерализации золото-серебряного и вольфрамового профиля.

### *Юго-Западно-Тянь-Шаньский минерагенический пояс (Южно-Гиссарская зона)*

Этот минерагенический пояс включает металлогенические комплексы, сформированные в активные и пассивные этапы эволюции северной окраины Афгано-Таджикского континента. Пояс представлен тремя МК: Байсунтауским, Зарафшано-Алайским, Южно-Гиссарским, частично, Устюрт-Бухаро-Хивинским. Восточный фланг известен как Байсун-Кугитангская зона. К Устюрт-Султанувайсской провинции относится погруженный фундамент Устюрта, Шейхджейлинский комплекс и, частично, Устюрт-Бухаро-Хивинский. Бухаро-Хивинский комплекс сформировался после образования коллизионной геодинамической зональности и в связи с этим распространен в двух металлогенических провинциях.

Зарафшано-Алайский МК прежде всего характеризуют вольфрамовые и молибден-вольфрамовые месторождения, в числе которых крупный объект — Ингичке. Есть определенные перспективы тантал-ниобиевой минерализации. Кроме того, известны также мелкие непромышленные месторождения олова (Семизкудук, Лапас, Карнаб), почти повсеместно встречаются рудопроявления ртути и сурьмы. В последнее десятилетие привлекла внимание золоторудная специализация восточной части зоны (Зирабулак-Зиаэтдин, Чакыл-Калян, Каратюбе). Редкометалльный в гранитных пегматитах геолого-промышленный тип с танталом, ниобием, литием, оловом, бериллием (Баянкара, Мангит, Сулатсай) проявляется в виде пегматитов. Минеральный состав их сложный, выделяется два основных типа по вещественному составу: альбит-микроклин-сподумент-амблигонит-берилл-касситеритовый и альбит-микроклин-хризоберилловый.

*Южно-Гиссарский МК* насыщен вулканогенными и интрузивными образованиями осевой зоны вулканоплутонического пояса средне-каменноугольного-пермского возраста. В этой зоне промышленных месторожде-

ний на территории Узбекистана не выявлено, хотя в соседнем Таджикистане сосредоточены флюоритовые месторождения.

Байсун-Кугитангская минерагеническая зона находится на обнаженной части рассматриваемой провинции, сложена Байсунским и Южно-Гиссарским МК. Она состоит из двух подзон: северной – Байсунской и южной – Кугитангской. Байсунская характеризуется активным вулканизмом ранне-среднекаменноугольного времени, который сопровождался формированием колчеданно-полиметаллического оруденения (Хандиза, Чакчар, Южный Карасан и др.). Кугитангская подзона имеет существенно плутонический (гранитоидный) профиль развития в позднем палеозое. Ее металлогенический облик определяют непромышленные проявления флюорита, олова, свинца, цинка, ртути. Показательно, что часть свинцово-цинковой, ртутной, флюоритовой минерализации имеет мезозойский возраст.

#### *Устюрт-Султанувайсская минерагеническая провинция*

Устюрт-Султанувайсская минерагеническая провинция объединяет малоизученные образования докембрийского (?) фундамента и палеозойского чехла Устюртского микроконтинента, а также Шейхджелинский (островодужный) минерагенический комплекс. Граница с Южно-Тяньшаньской провинцией проходит по восточной части зоны Урусайского разлома, представляющей чередование тектонических чешуй, сложенных породами разного генезиса и возраста. Основной вид сырья здесь – золото. На площади региона имеется свыше двух десятков рудопроявлений и мелких его месторождений.

#### *Постколлизионные минерагенические комплексы*

К наложенным на герцинское коллизионное сооружение минерагеническим комплексам относятся южно-тяньшаньский комплекс щелочных базальтоидов, перспективный на алмазы, а также платформенный чехол, содержащий месторождения урана инфильтрационного типа.

#### **1.2.4. Общие сведения о рудных месторождениях металлов, как объектах геохимических поисков**

Данный подраздел приводится с точки зрения оценки степени выявляемости рудных объектов металлов (далее слово металлов опускается) в условиях Узбекистана, где основная их масса размещается главным образом в кристаллических породах фундамента и менее в осадочных мезокайнозойских. Собственными основными характеристиками объектов первой группы с указанной позиции являются: 1) вид полезного ископаемого (ПИ) и его геолого-промышленный тип (ГПТ); 2) степень эродированности на уровне плотика фундамента (категория объектов); 3) крупность, часто сопоставимая с их размерами (ранг объектов). Помимо указанных характеристик, объект определяют еще содержания основных и попутных полезных компонентов (ПК) и условия залегания, включая форму, падение и склонение, количество рудных тел. Однако, на выявляемость решающее значение имеет закрытость объектов более поздними мезозой-кайнозойскими и четвертичными отло-

жениями, которая (закрытость) к собственным их показателям не относится. Ниже приводятся некоторые разъяснения по этим характеристикам.

Вид ПИ. В республике имеются промышленные месторождения золота, серебра, вольфрама, меди-молибдена, свинца-цинка, урана (этот вид ПИ в данной работе не затрагивается). В данный момент основное внимание уделяется золоту и вольфраму, как традиционным видам ПИ, а также элементам редким (РЭ: Та, Nb, Li, Be, включая и редкоземельные (РЗЭ) – La, Ce, Yb и др.), как новым перспективным видам сырья.

Геолого-промышленные типы. Они перечислены и охарактеризованы в монографии «Рудные месторождения Узбекистана» (2001). В основу их классификации положен вид ПИ и вещественный состав руд, включая сульфидность и нерудный основной минерал. Например, среди золоторудных ГПТ выделены: золото-кварцевый, золото-сульфидный и золото-сульфидно-кварцевый. Понятие «сульфидный» полного представления о минеральном составе ГПТ не дает: для целей геохимических поисков более предпочтительно их деление на железосодержащие (пирит, арсенопирит), характерные для золотых объектов Западного и Центрального Узбекистана, и полисульфидсодержащие (Pb, Zn, Cu), преобладающие в ряде золотых руд Восточного региона. Наличие полиметаллической составляющей в КРМ облегчает ее выявление по первичным и вторичным ореолам. Среди вольфрамовых месторождений РУз выделены ГПТ: вольфрамово-скарновый (отработанные месторождения Ингичке, Койташ, Яхтон и др.), полевошпат-кварцево-штокверковый (Сарытау), апоскарново-скарноидный (Саутбай).

По крупности рудную минерализацию (РМ) принято делить на концентрированную (КРМ) и рассеянную (РРМ). Границы между ними определяются условиями, которые меняются со временем, в связи с чем изменяются и границы между рудными телами и «их первичными ореолами» (подробнее см. в разделе 2.1). КРМ делится на промышленную – богатую, среднюю и бедную (запасы по ним относятся к балансовым) и непромышленную – убогую, запасы по которой подсчитываются по своим условиям и относятся к забалансовым. РРМ никаких определенных разделений не имеет; верхней ее границей служит минимум содержания в убогих рудах (он непостоянен), а нижняя фиксирована – это нижеаномальная величина  $C_{на}$  (см. раздел 4.2). Условно РРМ можно разделить на слабоаномальную (слабоконтрастную) в границах от  $C_{на}$  до 10-25 единиц фона или кларков концентрации (КК; за величину кларка рекомендуется брать цифры содержаний для верхней части континентальной коры по Справочнику-90, с. 12), среднеконтрастную – от 10-25 до 25-75 и сильноконтрастную – от 25-75 до 100-250 КК. Двойные цифры 25-75 связаны с различиями в содержаниях, которые колеблются в зависимости от масштабов объектов. Для практической ориентировки при эндогеохимических и металлотметрических поисках по золоту можно предложить такие градации: для очень крупных штокверковых месторождений типа Мурунтау слабоконтрастную РМ выделить в границах 0,01-0,05 г/т; среднеконтрастную – 0,05-0,1, сильноконтрастную – 0,1-0,3 г/т; для крупных - средних жильных, соответственно, 0,01-0,1, 0,1-0,3, 0,3-1 г/т. Для остальных металлов можно принять:  $W$  – минимально-промышленное содержание =

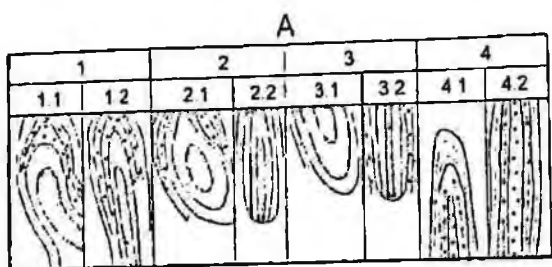


Рис. 3. Идеализированные модели – разрезы концентрированной (1-3) и рассеянной (4) рудных минерализаций (РМ) по уровню их эрозионного среза (А) и условные градации содержания основного ПК в них (Б). Обозначения для А. Концентрированная рудная минерализация, в т. ч. по категориям: 1 – слепая неглубокозалегающая; 2 – слабоэродированная; 3 – эродированная, где 1.1, 2.1 и 3.1 – объекты очаговые, 1.2, 2.2 и 3.2 – объекты линейно вытянутые; 4 – зоны рассеянной рудной минерализации: 4.1 – слепая, 4.2 – эродированная. Обозначения для Б. Разделение РМ по интенсивности (классам): а, б, в – рассеянная, в т. ч.: а – слабоконтрастная, б – среднеконтрастная, в – сильноконтрастная; г-ж – концентрированная, в т. ч.: г – убогая, д, е – бедная, средняя, ж – богатая; соответствующие знаки интенсивностей РМ показаны и на А.

переходит в месторождение, тем более промышленное. Эродированная КРМ представлена на поверхности рудовмещающих пород рудами промышленными (кондиционными) и не-промышленными, а РРМ – средне- и сильноконтрастными зонами основного ПК.

По рангу крупности, или масштабу запасов, рудные месторождения делятся на крупные, средние и мелкие. Для месторождений золота ориентировочные цифры таковы (соответственно указанным рангам, в тоннах металла):  $\times 100$ ,  $\times 10$  и  $\times 1$ ; по РЭ и РЗЭ:  $\times 1000 \times 100$  и  $\times 10$ ; по вольфраму:  $\times 10^5$ ,  $\times 10^4$  и  $\times 10^3$  (Справочник-90, с. 34).

С крупностью объектов по запасам определенное прямое соотношение имеют их площадные (и объемные) размеры. По площади объекты КРМ могут иметь размеры гигантские – более  $1 \text{ км}^2$  (штокверки Кальмакыра, Дальнего, Мурунтау), большие –  $\times 0,1 \text{ км}^2$ , умеренные –  $\times 0,01$  и малые –  $0,01$  и менее  $\text{км}^2$  (месторождения благородных металлов и некоторые другие).

Условия залегания месторождений весьма разнообразны. Форма их бывает изометричная (очаговая), неправильная, линейно-вытянутая (жилопластообразная), трубообразная. По падению они делятся на крутопадающие ( $70-90^\circ$ ) и пологопадающие. Линейно-вытянутые рудные тела нередко имеют в рудоконтролирующей плоскости определенное склонение. По сплошности

$0,1-1\%$ , или  $10^3-10^4$  КК, при кларке =  $1,2 \times 10^{-4}\%$ ; Nb, соответственно,  $0,15-1,5\%$ ,  $150-1500$  КК и  $16 \times 100^{-4}\%$ ; Ta –  $0,02-0,2\%$ ,  $100-1000$  КК и  $2,5 \times 10^{-4}\%$ ; Вe –  $0,1\%$ ,  $300$  КК и  $4 \times 10^{-4}\%$ ; Li –  $0,1\%$ ,  $35$  КК и  $30 \times 10^{-4}\%$ .

По уровню эрозионного среза рудные тела и месторождения делятся на скрытые (слепые неглубокозалегающие и слабоэродированные) и эродированные (рис. 3). То же может относиться и к рудопроявлениям и ЗУРМ.

Слепая неглубоко-залегающая КРМ проявляется на поверхности зонами убогой и рассеянной РМ, слабоэродированная – верхними частями рудных тел и залежей, имея на поверхности вид обычных рудопроявлений. Однако далеко не всякое рудопроявление на глубине

внутреннего строения это может быть единое рудное тело или залежь, или их может быть несколько сближенных (рис. 4.).

И, наконец, о закрытости (замаскированности) объектов, как основном факторе их выявляемости. Здесь эродированные объекты можно разделить на три разряда: 1 – открытые (обнаженные) на участках развития маломощных

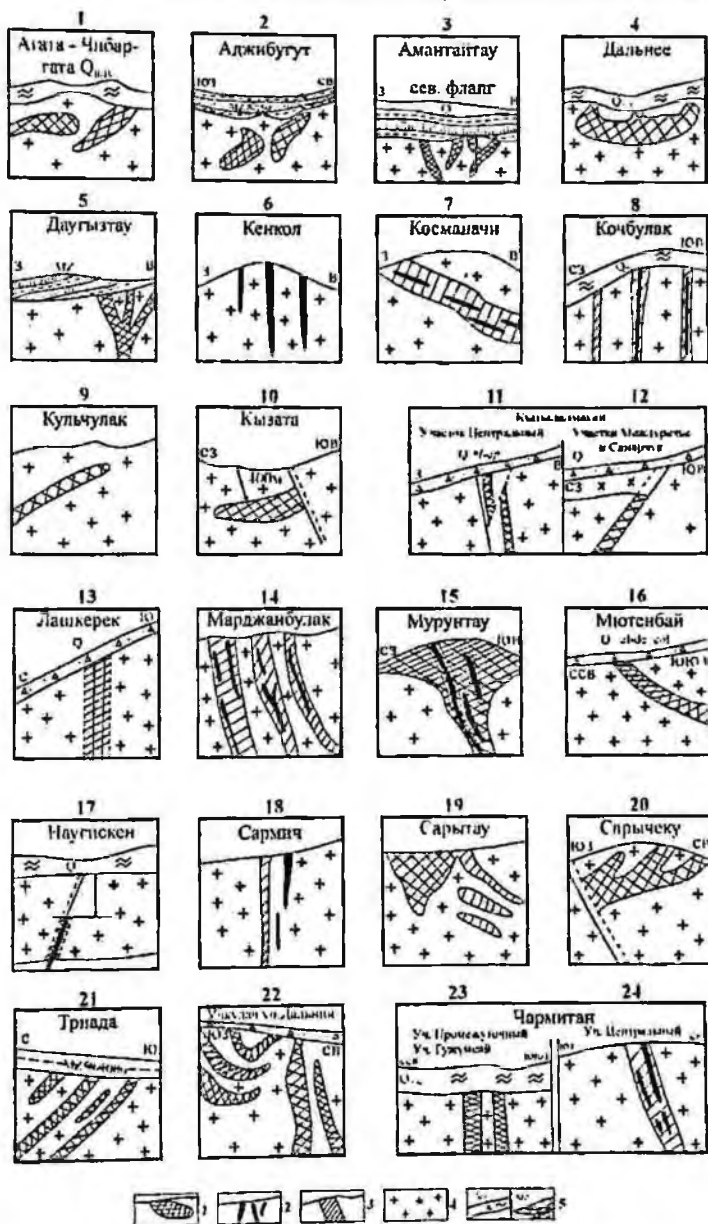


Рис. 4. Примеры – разрезы по рудным месторождениям Узбекистана. 1 – рудные залежи; 2 – рудные жилы; 3 – рудно-минерализованные зоны слабоконцентрированной РМ; 4 – рудомещающие породы фундамента; 5 – рыхлые покровные отложения разного генезиса и возраста («Рудные месторождения Узбекистана», 2001).

СРПО типов I-II-III, легко обнаруживаемые (см. рис. 2); 2 – полуоткрытые и полужакрытые под СРПО типов IV-V-VI, сложнообнаруживаемые и сложно выявляемые; 3 – закрытые, погребенные под мезо-кайнозойскими осадками типов VII-VIII, весьма трудно выявляемые.

В мезозойском чехле имеется «своя коренная» рудная минерализация двух основных типов: 1 – осадочно-сингенетичная, пока непромышленная («медистые песчаники» и т. п.), 2 – наложенная инфильтрационно-гидрогенная (урановые промышленные объекты с рядом попутных ценных ПК). Этот момент имеет две стороны: первая позитивная – выявление таких объектов попутно необходимо, так как в связи с постоянно снижающимися требованиями промышленности к минимальным содержаниям они скоро могут оказаться промышленными; вторая негативная – наложенные и атмосферические ореолы рассеяния, которые, несомненно, создадут вокруг себя указанные РМ, будут затушевывать геохимический сигнал, поступающий снизу от объектов в фундаменте.

На рис. 4 приведены примеры в виде схематических разрезов по промышленным и резервным рудным металлическим месторождениям РУз, размещающихся в породах фундамента. По ним можно судить о возможности их выявления поверхностными методами. Характеристики некоторых объектов приводятся ниже.

Северный фланг месторождения Амантайтау (пример 3): золото-сульфидного ГПТ, где сульфиды в основном железосодержащие (арсенопирит, пирит); расположено в Центральных Кызылкумах в ландшафтной подобласти Б 1 со сглаженным рельефом; эродировано и погребено под толщиной мезо-кайнозойских осадков типа VIII мощностью до 50-100 м.

Месторождение Дальнее (пример 4): медно-порфировое, с преобладанием в рудах полиметаллсодержащих сульфидов; образует единую залежь; расположено у подножья северного склона Кураминского хребта в ландшафтном поясе III подобласти А1; слабо эродировано (модель – разрез 2.1 по рис. 3) и перекрыто лессовидными суглинками мощностью до первых десятков метров (тип покрова IV).

Месторождение Даугызтау (пример 5): золото-сульфидного ГПТ (сульфиды железосодержащие); находится в Центральных Кызылкумах в подобласти Б1 со сглаженным рельефом; эродировано и погребено под осадками типов VII, VIII.

Месторождение Кочбулак (пример 8): золото-сульфидно-кварцевого ГПТ, сульфиды в основном Pb, Zn, Cu, As, Sb, Bi; со множеством кварцевых жил; расположено на северных склонах Кураминского хребта в поясах II и III с рассеченным рельефом; эродировано и перекрыто суглинками мощностью до десятков метров (покров IV).

Месторождение Мурунтау (пример 15): золото-кварцевого ГПТ, сульфиды железосодержащие; представляет единую воронкообразную залежь типа «штокверк»; находится в Центральных Кызылкумах в подобласти Б1; эродировано; прикрыто маломощным (до 1 м) СРПО типа VI; открыто по данным металлотметрической съемки.



Месторождение Мютенбай (пример 16): золоторудное, золото-кварцевого ГПТ, убогосульфидное; представляет единую пологую залежь из сближенных кварцевых жил; находится в 1,5 км к юго-востоку от месторождения Мурунтау.

Месторождение Триада (пример 21): золото-кварцевого ГПТ, убогосульфидное; состоит из нескольких пологопадающих залежей – зон окварцевания; находится в 4 км к восток-юго-востоку от месторождения Мурунтау.

### **1.3. История и результативность геохимических поисков в Узбекистане. Геохимическая опосредованность его территории**

Геохимические методы поисков рудных месторождений в Узбекистане начались в 1951 г., когда силами Узбекской геофизической экспедиции (И.А.Карпеев, М.А.Сорокина) впервые в опытном порядке на площади Учкулачского рудного поля и на ряде вольфрамовых объектов в Зиаэтдинских горах были поставлены металлотрические съемки в м-бе 1:25000. Одновременно в Джизаке на базе призмных спектрографов марки ИСП-2 создана (В.С.Вороненко) первая спектральная лаборатория, переведенная в 1967 г. в г. Самарканд. Анализ сначала проводился всего на три элемента способом испарения из канала угольного электрода по методу появления и усиления линий. Результаты работ оказались настолько эффективными, что уже с 1953 г. силами геофизических экспедиций (Узбекская, Орджоникидзевская, Турланская) было начато широкое применение в горно-возвышенных районах республики, сложенных докембрийскими породами, металлотрических съемок в масштабах 1:100000 и 1:50000 по стандартной методике – отбор в пробу фракции элювио-делювия менее 1 мм (= -1 мм) с глубин 10-20 см по прямолинейной топографически разбитой сети профилей.

Впоследствии к металлотрике присоединяются методы: биогеохимический – с 1953 г., гидрохимический – с 1957 г., по наложенным ореолам – с 1962 г. и атмосферический – с начала 1970-х годов. Некоторые детали этих проводившихся апробационных геохимических работ с их результативностью приведены в разделах 3.1, 3.2 и 3.3.

В применении и развитии всех этих методов можно выделить четыре этапа (Жураев, Скрыбин, 2002).

Этап I (начальный) охватывает время с 1951 по примерно 1962 г. и является периодом внедрения и массового применения металлотрических съемок и становлением лабораторной службы. В это время геофизическими службами выполнены планомерные крупномасштабные металлотрические съемки примерно на 75% горных площадей Узбекистана. В ряде районов эти исследования совпали с проведением средне- и крупномасштабных полистных геологических съемок. Количество анализируемых элементов постепенно увеличивается: с 1951 г. – 3; с 1956 г. – до 10; с 1958 г. – до 20. Однако, чувствительность определений остается невысокой, значительно превышающей кларки: As, Sb – 0,01, Zn – 0,02-0,04, Bi – 0,001% и т. д.; по точности эти анализы могут классифицироваться только как качественные – полуколичественные.

В связи с несовершенством аналитических определений, а в Центральных Кызылкумах и полевого пробоотбора (отбиралась фракция = -1 мм, которая в значительной мере здесь состояла из тонкого золотого песка аллохтонного происхождения), и низкого уровня обработки данных и интерпретации материалов, которые велись без учета геолого-ландшафтной ситуации, эти ранние металлотметрические съемки по своему методическому уровню в свете современных требований не могут быть признаны хорошими и даже удовлетворительными. Не были зафиксированы сколько-нибудь крупные металлотметрические аномалии на площадях некоторых вольфрамовых объектов в Чакылкалянских горах; по существу в Кызылкумах были пропущены промышленные месторождения золота и серебра – Даугызтау, Амантайтау, Высоковольтное, Косманачи и некоторые другие (Н.А.Ахмедов, В.К.Дервоедов, 1997), отметившиеся слабыми аномалиями, на которые не было обращено в свое время должного внимания интерпретаторов металлотметрических съемок.

Вместе с тем, на этом 1-ом этапе металлотметрический метод оказался причастен к выявлению двух промышленных штокверковых месторождений – медно-порфиrowого с золотом Дальнее в Алмалыкском районе (метод способствовал открытию) и гигантского золоторудного Мурунтау (открыто непосредственно с помощью метода). Месторождение Мурунтау обнаружено в 1958 г. в итоге проведения металлотметрической съемки м-ба 1:50000 с отбором в пробу фракции = -1 мм с золотым песком. На площади нынешнего месторождения выявлены широкие в несколько квадратных километров и относительно контрастные аномалии As. Наиболее яркая часть из них, где содержание элемента достигало 0,3% и в ряде проб присутствовал вольфрам в количестве до 0,04% (связанный с наличием шеелита в золотых рудах), привлекло особо пристальное внимание ответственных исполнителей съемки – П.В.Храмышкина и Ю.Н.Мордвинцева. Сведений о наличии золота не имелось, поскольку оно в ту пору спектрально еще не анализировалось. На основании данных по As и теоретических разработок И.Х.Хамрабаева о генетической связи в Западном Узбекистане Au и As, было сделано предположение о возможной золотонности выделенных аномалий. Нынешнее сравнение данных этой первой съемки с результатами последующих разведочных работ показывает, что эти аномалии As закрывали около 50% площади рудного штокверка, распространяясь и в его восточную заштокверковую часть (рис. 5, а). Месторождение, в отличие от вышеупомянутых пропущенных, было четко зафиксировано с помощью даже несовершенной методики (фракция = -1 мм) по двум основным причинам: 1 – оно имеет колоссальные поверхностные размеры – более 2,5 км в поперечнике, 2 – оно было приурочено к небольшой практически обнаженной возвышенности (ныне выработанной карьером). Последующие детализационные металлотметрические съемки уже с анализом проб на Au подтвердили предположение о золотонности участка. Работы проводились по двойной методике – с отбором в пробу как и прежде фракции менее 1 мм с глубины 0,1-0,2 м и щебенистых обломков крупнее 10 мм прямо с поверхности. Оказалось, что содержание Au в мелкоземе при 1-ом способе отбора не превышало первых десятых долей г/т, в крупных же фракциях оно достигало первых г/т, а As до 1% (по П.В.Храмышкину и Б.А.Горшкову,

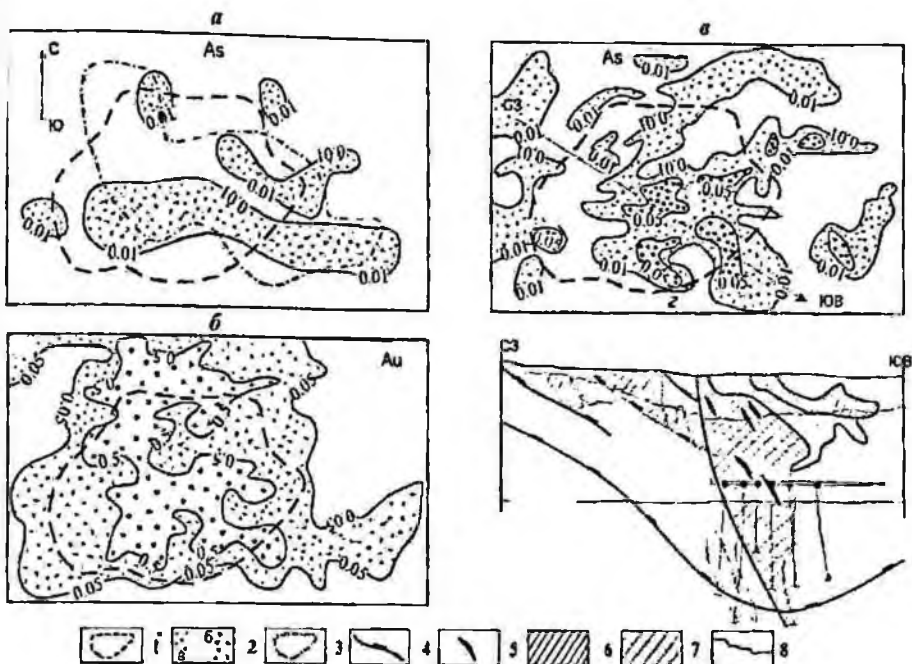


Рис. 5. Металлометрические ореолы рассеяния As и Au на кварцево-штокверковом месторождении Мурунтау (до начала его эксплуатации) — «а, б, в» и схематический геологический разрез по центральной его части — «гг» (по А.И.Образцову). Для схем а, б, в: а — ореолы As, по данным металлометрической съемки м-ба 1:50 000 при отборе фракции = 1 мм с глубины 0,1-0,2 м (по П.В.Храмышкину и Ю.Н.Мордвинову, 1959 г.); б — ореолы Au и в — As по данным съемки м-ба 1:10 000 с отбором щебенистых обломков с поверхности (по П.В.Храмышкину и Б.А.Горшкову, 1967 г. 1 — контур рудного штокверка; 2 — ореолы As с изолиниями (%) и Au (г/т); 2, а — слабой и 2, б — высокой интенсивности; 3 — контур, где в отдельных пробах установлен W (для схемы «а»); 4 — внутриформационные надвиги и срывы; 5 — золотоносные стержневые кварцевые жилы; 6 — рудные столбы; 7 — бедные рудные тела; 8 — контур дна карьера на 1985 г.

рис. 5, б, в). Поставленными на этом основании разведочными работами золото установлено в коренных породах на изометричной по форме площади развития кварцевого штокверка и кварц-калишпат-биотитовых метасоматитов, распространяющихся на глубину более 1 км (рис. 5, г). Отметим, что объект не был зафиксирован в процессе геологической съемки масштаба 1:100000 (1955 г.), хотя при более детальном масштабе исследований мог быть обнаружен с большой вероятностью.

Месторождение Дальнее не было выявлено в итоге проведения крупномасштабной геологической съемки в 1950-1953 гг. и крупномасштабной металлометрической съемки в 1953-1955 гг. в связи со слабой обнаженностью участка из-за значительного распространения здесь лессовидных суглинков и слабой эродированности объекта. При проходке скважин ударным способом по сети 500×200 м в 1953 г. на участке месторождения зафиксированы забалансовые руды и поэтому он был отведен под отвалы убогих руд подготавливаемого к эксплуатации Кальмакырского месторождения, от

которого он расположен в нескольких километрах. В конце 50-х годов здесь ставятся детальные съемки – металлометрические, наземные магнитометрические и по методу вызванной поляризации. Интерпретация материалов производилась комплексно на основе данных предварительных опытных исследований, показавших, что вокруг оруденелых штоков гранодиорит-порфиров на фоне высоких и спокойных магнитных полей имеют место локальные его минимумы, связанные с замещением содержащегося во вмещающих сиенодиоритах магнетита немагнитными минералами под влиянием рудоносных гидротерм. Над самими штоками отмечаются резкие максимумы полей вызванной поляризации (за счет повышенной сульфидизации) и развитие металлометрических аномалий Cu в центре этих экстремумов, а Pb по их периферии (рис. 6 и 7). Каждый из перечисленных признаков не давал однозначного результата, но на данном участке имело место пространственное их совмещение. Металлометрические аномалии Cu в связи со значительным развитием суглинков имели небольшую контрастность и проявлялись лишь в «эрозионных окнах» с хорошей обнаженностью (см. рис. 7). Это не позволило сделать положительные выводы только по данным металлометрии, как это имело место на Мурунтау. Обращает внимание тяготение аномалий Pb к периферии рудного штокверка. Позднее И.М. Голованов (1976) на основе детального изучения выявил у алмалыкских медно-порфировых месторождений общую геохимическую зональность, проявляющуюся на протяжении около 1,5 км по вертикали и 2-3 км по латерали (от центра к краям): W-Mo-Cu-Au-Ag-Pb-As. Как видно, история выявления трудно обнаруживаемого (слабозродированного и перекрытого суглинками) месторождения Дальнее является классическим примером успешного применения рационального комплекса геофизических и геохимических методов в данной природно-ландшафтной обстановке.

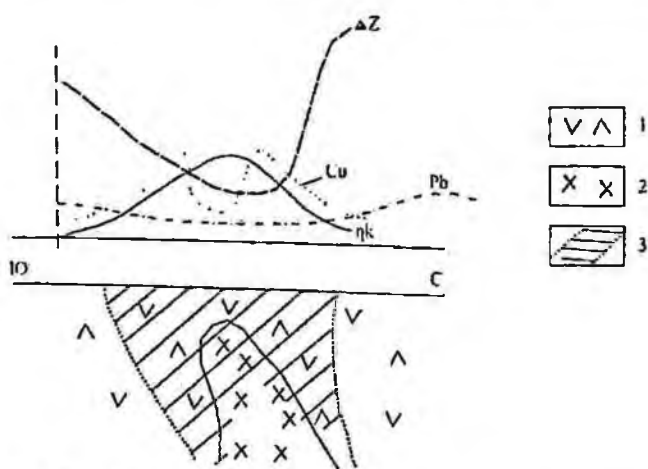


Рис. 6. Характер кривых кажущейся поляризуемости ( $\eta_k$ ), магнитного поля ( $\Delta Z$ ) и распределения Cu и Pb в металлометрических ореолах рассеяния над медно-порфировыми месторождениями Алмалыкского района (принципиальная схема), по А.Г. Хваловскому, 1970. 1 – сиенодиориты; 2 – гранодиорит-порфиры (штоки); 3 – зона развития сульфидной (пирит, халькопирит) минерализации.



Рис. 7. Металлометрические ореолы рассеяния Cu и Pb на сильнозакрытой суглинками площади медно-порфирового месторождения Дальнее в Алмалыкском районе, по обобщенным данным М.А.Абатуровой и др. 1 – контур кварцево-рудного штокерка; металлометрические ореолы: 2 – Cu, 3 – Pb; изолинии в %; отбиралась фракция злювио-делювия = -1 мм с глубины 0,1-0,2 м. Ореолы приурочены к «эрозийным окнам» среди поля суглинков.

Кроме этих двух месторождений с помощью металлометрии выявлены непромышленные объекты: цинковое Чернова в Байсунских горах, медное Фариш в Нуратинских, ртутное Карасу, ряд рудопроявлений и промышленный участок Дальний на фланге Pb-Zn месторождения Учкулач в Нуратинских горах.

К концу этапа I средне- и крупномасштабными металлометрическими съемками покрыты почти все площади в горно-возвышенных районах, а количество отобранных проб за 1953-1962 гг. составило 4,5 млн. Детальными съемками было охвачено около 1,5 тыс. км<sup>2</sup>.

На конец этапа I приходится начало отработок новых геохимических методов преимущественно в Алмалыкском районе как эталонном: био-геохимического – с 1953 г. (Р.М.Талипов, ИГИГ АН РУз) и гидрохимического – с 1957 г. (ВСЕГИНГЕО). В поисковых же целях площадные съемки этими методами начали выполняться в Чаткало-Кураминских горах силами ГСПЭ треста «Ташкентгеология» несколько позднее: гидрохимические полистные – с 1961 г., биогеохимические – с 1963 г. на закрытых флангах Кочбулакского месторождения (В.А.Панкратьев).

Этап II – с 1963 по начало 1980 гг. – связан с расширением лабораторной базы и улучшением качества анализов, сосредоточением литохимических съемок в геологических организациях, большими работами в части апробации различных способов поисков по первичным и вторичным ореолам, созданием к концу этапа централизованной геохимической службы в системе Министерства геологии РУз, обобщениями материалов прежних металлометрических съемок, началом ландшафтно-геохимических исследований.

В этот этап спектральные лаборатории организовали почти во всех полевых экспедициях, а головные имелись при центральных лабораториях в г. Ташкенте и Самарканде. С 1962-1963 гг. внедряется более современный способ сжигания проб методом «просыпка», а с 1965-1967 гг. на смену

призменным спектрографам приходят дифракционные марки ДФС, что в совокупности позволило поднять чувствительность анализов на 1-2 порядка и увеличить точность определений до приближенно-количественных. С 1960 г. осваивается золотоспектрометрический анализ. Применительно к поискам модернизируются колориметрические методы определения микроэлементов в водах. С середины 70-х годов в процесс обработки геохимических данных внедряются ЭВМ (статобработка, построение карт в изолиниях).

Создаются специализированные геохимические партии: в ГСПЭ треста «Ташкентгеология», в Кашкадарьинской, Зарафшанской и Кызылкумской ГРЭ и специализированные группы в других экспедициях; специализированные лаборатории организуются в САИГИМСе (газортутная) и ГИДРОИНГЕО (гидрохимическая). В 1978 г. по инициативе В.Г.Гарьковца при ОМЭ САИГИМС создается Центральная геохимическая партия. Этими организационными мероприятиями оформляется единая геохимическая служба в системе Министерства геологии республики.

Максимального разворота достигают поисковые геохимические съемки разными методами. Наряду с металлотрическими, местами ставятся, правда, без должного обоснования, съемки эндолидохимические в м-бах 1:25000 и мельче. Эндолидохимическому опробованию подвергаются практически все горно-буровые выработки, сопровождающие поисково-оценочные работы. В итоге общий объем отбираемых литохимических проб достигает 300-400 тысяч в год.

В Восточном Узбекистане продолжают проводиться специализированные полистные гидрохимические поиски (ГИДРОИНГЕО, КГСПЭ) и детальные биогеохимические на участках, закрытых пролювиальными отложениями и мощными суглинками (КГСПЭ). Крупномасштабные биогеохимические съемки в больших объемах (сотни кв. км в год) проводятся в Кызылкумах и западном окончании Нуратинских гор силами Зарафшанской ГРЭ.

Особенно широко продолжают применяться металлотрические съемки, но уже в масштабах 1:25000 и крупнее. Ведутся они теперь местными геологическими организациями и, главным образом, в комплексе с геофизическими работами, как сопровождающими проводящиеся геологические съемки м-ба 1:50000. В Западном и Центральном Узбекистане металлотрией в м-бе 1:25000 заново переснимаются целые массивы. Причем, в отличие от ранних работ, выполненных геофизическими организациями в м-бе 1:50000, в пробу теперь в Кызылкумах отбираются крупные фракции (> 1 мм), лишенные золотого материала, а интерпретация ведется в тесной увязке с геологической обстановкой и результатами геофизических работ (магнитометрия, метод ВП, аэрогаммаспектрометрия, иногда гравиметрия). Продолжают предприниматься попытки повышения качества материалов прежних работ путем переинтерпретации старых спектрограмм с выборочным пережогом и анализом дубликатов проб на золото. Все это способствовало ряду новых открытий, особенно в Центральном и Западном регионах.

Таким путем спрогнозировано Марджанбулакское месторождение золота на площади одноименной возвышенности, где в 1961 г. проведена металлотрическая съемка в м-бе 1:50000 без анализа проб на Au и с низким

качеством определения широкого круга элементов. Участок не выделился сколько-нибудь заметным аномальным полем. В 1963 г. спектрограммы этих ранних работ переинтерпретированы по As и другим элементам, а ряд проб проанализирован на Au. В итоге на участке зафиксированы аномалии As интенсивностью до 0,1%, уже обратившие на себя внимание (Н.Г.Дегтярев и др., 1963 г.). В 1964-1967 гг. с учетом этих данных и появившихся к тому времени геологических предпосылок здесь поставлены ревизионно-детализационные работы, которые привели к открытию промышленного золотого объекта. Выяснилось, что максимальное содержание As в элювио-делювии на обнаженных участках достигает 0,5-1%. Однако, приоритет геохимических методов в открытии этого объекта стал спорным.

Подобным методом на площади Субаши-Сармич в Южно-Нуратинских горах выделено широкое ореольное поле As (Н.Г.Дегтярев, А.В.Квасова). Последующими ревизионными работами установлена золотоносность этой площади, в пределах которой выявлено протяженное Сармич-Алтынказганское рудное поле. Детальные работы привели к открытию в нем ряда золоторудных объектов, в т. ч. и промышленных (Сармич, Алтынказган). С помощью металлометрического метода в 1967 г. обнаружено Южно-Даугызтауское золоторудное месторождение, находящееся на южном полузакрытом продолжении уже известного в то время Даугызтауского объекта. Месторождение отметилось ореолами только при отборе в пробу обломочных фракций с их анализом на Au. Более ранней (1959 г.) металлометрической съемкой м-ба 1:50000 при отборе в пробу мелкозема оно заметными аномалиями не зафиксировалось.

Поучительна долгая оценка кварцево-жильного золоторудного месторождения Чармитан у южного подножья Северо-Нуратинского хребта, в которой (оценке) определенная заслуга принадлежит металлометрии. В настоящее время к западу от него известны еще два участка – Промежуточный и Гужумсай, которые также имеют промышленную значимость. Большая часть площади месторождения Чармитан и участка Промежуточный закрыта суглинками и лессовидными суглинками мощностью от нескольких до десятков метров; в итоге рудная зона здесь обнажается только местами; площадь участка Гужумсай закрыта ими полностью. Наличие золоторудной минерализации на обнаженных участках собственно нынешнего месторождения Чармитан было известно еще в начале 1940 г. (И.Х.Хамрабаев). Поисковыми и ревизионными работами, проведенными здесь в 1950 - начале 1960 гг., было установлено присутствие золоторудных кварцевых жил, но объект в качестве промышленного оценен не был. В 1963-1964 гг. на площади всего рудного поля силами Джизакской геофизической экспедиции проведена металлометрическая съемка м-ба 1:25000. В итоге на обнаженных и полуобнаженных участках месторождений Чармитан и Промежуточное выявлены интенсивные ореолы Au, As и др. элементов, что и послужило основанием для постановки здесь в 1966 г. повторных ревизионно-оценочных работ. В результате установлено промышленное оруденение и обоснована промышленная значимость месторождения Чармитан.

Не удалось по геологическим данным сразу определить наличие, а затем и промышленную значимость разрабатывавшегося еще в древности кварцевожильного полисульфидного золоторудного месторождения Кочбулак на северных склонах Кураминского хребта из-за закрытости значительной его площади теми же лессовидными суглинками мощностью до десятков метров. Площадь месторождения сначала была оценена отрицательно в итоге ревизионных работ с применением шлихового опробования в середине 50-х годов. Не привлекла она затем внимания и по итогам проведенной в это время крупномасштабной металлометрической съемки (без анализа проб на Au). Лишь в процессе выполненной позднее (1956-1960 гг.) крупномасштабной геологической съемки зафиксированы отвалы древних выработок с наличием в них золота. Были выделены четыре рудоносные зоны, трассируемые цепочками этих древних выработок. В итоге объект получил положительную оценку на золото (1959 г.; И.Л.Яицкий, В.Н.Ткачев). Выполненной в начале 60-х гг. детальной металлометрической съемкой на обнаженных и полузакрытых суглинками мощностью до 2-5 м участках выявлены аномалии Au и других рудообразующих элементов, что способствовало более целеустремленному направлению уже проводившихся здесь поисково-оценочных работ.

На северо-восточном фланге месторождения, где развиты лессовидные суглинки значительной мощности, ни детальной металлометрической съемкой, ни методами ВЭЗ и ВП не зафиксированы богатые узкопротяженные крутопадающие зоны 5-б и 5-в. Здесь в 1963-1967 гг. выполнены биогеохимические съемки по сети 100×20 м (В.А.Панкратьев) с опробованием травянисто-полукустарниковой растительности. В итоге удалось выделить ряд узколинейно вытянутых в север-северо-восточном направлении расплывчатых слабоконтрастных (несколько ед. фона = п.Сф) аномалий Pb, Zn, Cu, Ag, Bi и Mo, т. е. химических элементов, входящих в состав руд на данном объекте (Au в то время в золах растений не анализировалось). Мультипликативное суммирование 4-х элементов —  $Pb \times Cu \times Ag \times Bi$  — позволило вычленилть более четкие и контрастные (до 15-20 ед. Сф) аномальные зоны и предположить наличие под ними рудно-минерализованных зон с возможно промышленными рудными телами в них. Исходя из этих данных, были сделаны выводы (В.А.Панкратьев, Х.Б.Фаттахов, В.Ф.Скрябин) о наличии рудной зоны с рудными телами выше по склону максимума под одной из биогеохимических аномалий и даны соответствующие рекомендации Кочбулакской ГРП. Последующим (1968-1971 гг.) поисковым бурением, действительно, здесь была вскрыта крутопадающая зона 5в с рудным телом № 228, а севернее в 250 м в той же зоне — богатое трубчатое рудное тело № 226.

На объекте установлены и другие случаи пространственной связи линейных биогеохимических аномалий с зонами РМ. Во всех случаях на склонах фиксируются смещения аномалий в зависимости от углов скатов и мощности суглинков на величину от 10 до 50 м. Выполненное в середине 70-х годов сопоставление данных биогеохимических съемок с результатами всех проведенных разведочных работ показало, что биогеохимическими аномалиями на закрытых участках фиксируется около 65% выявленных РМ зон с рудными телами. Причем, достаточно уверенные результаты получаются



и при опробовании растений даже с неглубокой корневой системой, что связано с наличием приповерхностных наложенных ореолов, представленных формами химических элементов (Pb, Zn, Cu, Mo, Ag), вполне доступных для усвоения растениями. Максимальная глубинность метода в данных условиях достигает 30-40 м. Отметим, что на этой площади имеют место случаи и неподтверждения прогнозов по данным биогеохимического метода.

Анализ приведенных и других подобных работ в части наложенных и биогеохимических ореолов (В.А.Талалов, Л.М.Кубракова, С.П.Албул, Л.В.Фролов, В.Ф.Скрябин, В.И.Климов, В.Ф.Гурьянов, Б.А.Досанова и др.) показывает, что эти ореолы выявляются рельефно лишь на объектах умеренно-полисульфидных с наличием минералов Pb, Zn, Cu, Bi, Ag, Mo. Даже на открытых участках убогосульфидных месторождений Мюнтебай, Бесапантау, Гузаксай и малополисульфидного Кызылпалмасай сколько-нибудь четкие биогеохимические ореолы обычными методами подготовки и анализа проб выявить не удалось. Это относится и к наложенным и к МПФ ореолам на убогосульфидных объектах Центральных Кызылкумов (В.И.Климов, А.Р.Романовская и др., 1986 г.). В то же время там же, на золото-умеренно-сульфидном месторождении Амантайтау в покровном обломочном элювио-делювии мощностью 0,3-0,5 м над рудным телом были зафиксированы достаточно контрастные наложенные ореолы As и Au.

Этап III (1980-1991 гг.) характеризуется некоторым уменьшением объемов геохимических поисков, включая металлометрические, при некотором относительном росте (в Западном Узбекистане) глубинно-эндопегматитовых исследований, входящих в виде составной части в общий комплекс поисковых работ.

В этот этап по итогам глубинно-эндопегматитовых поисков в Центральных Кызылкумах выявлен ряд объектов. К их числу относится промышленное золотое месторождение Аджибугут (1994 г.) в юго-восточном окончании гор Ауминзатау, обнаруженное в итоге бурения шнековых скважин по сети 200×40-20 м на перспективной площади, закрытой мезо-кайнозойскими осадками мощностью до 25 м. Отбор проб по выработкам производился из пород фундамента и развитой здесь коры выветривания мощностью до первых десятков метров. В итоге удалось выявить (А.В.Муровцев и др.) широкую – до 1,2 км<sup>2</sup> – аномалию Au, вытянутую в запад-северо-западном направлении на 2 км. Содержания Au составляли от 0,1 до первых г/т, редко более. При последующих детализационных буровых работах (скважины шарошечные и колонковые) установлена промышленная значимость объекта. Подобным образом выявлен промышленный участок Северный Амантайтау на одноименном месторождении и ряд перспективных участков в тех же Центральных Кызылкумах.

К этому этапу относится попытка внедрения атмохимического метода. Метод начал применяться в газортутном варианте с 1986 г. Опытные-методические разработки велись местными производственными подразделениями совместно с КазВИРГом в основном на золото и серебро на рудных месторождениях в Западном и Восточном регионах. Газортутные аномалии в почвенном воздухе интенсивностью до 70 ед. фона установлены над известными эродированными

рудными телами, как впоследствии перекрытыми мезо-кайнозойскими песчаниками и глинами мощностью до 100 м (фланги месторождения Даугызтау), так и лессовидными суглинками мощностью в десятки метров (Кочбулак). Выяснено, что над мало- и умеренносульфидными телами аномалии более контрастны, нежели над убогосульфидными. Детальными газортутными съемками покрыты локальные площади на ряде золоторудных полей в Восточном Узбекистане, где выявлено большое количество аномалий. Те из них, которые размещались на разведанных участках, фиксировали как известные рудные тела и минерализованные зоны, так и «сухие» дизъюнктивные нарушения. Интенсивность аномалий над рудными телами не зависела от масштабов оруденения. Эти обстоятельства затрудняли однозначную оценку газортутных аномалий на флангах рудных полей.

Для поисков золотого оруденения, погребенного под мезо-кайнозойским осадочным чехлом мощностью до 100-200 м, в Центральных Кызылкумах использована методика выявления по керну скважин различных газов, сорбированных коренными и перекрывающими их рыхлыми породами. Установлено (В.И.Климовым), что десорбированные газовые аномалии метана, водорода и углекислоты фиксируют погребенные рудоконтролирующие структуры.

Как и при биогеохимическом методе, неопределенности в расшифровке газовых аномалий, включая и газортутные, ограничили применение геохимических поисков в Западном регионе, а в Восточном он использовался в небольших объемах и в основном с целью трассирования известных структур на закрытых участках.

С 1990-х годов – начало IV-го этапа – общая результативность ГРР заметно падает. Видится три основные причины такого положения дел. Первая (объективная): в итоге работ I, II-го этапов практически все легкообнаруживаемые, в т. ч. и металлотометрией, месторождения оказались выявленными. Причина 2-я (объективная): связана с ликвидацией Союза. Причина 3-я (субъективная): неотработанность эффективной методики прогноза и поисков труднообнаруживаемого оруденения, в т. ч. и геохимическими методами.

В республике, помимо отмеченных, с помощью ряда методов – геологических, технических (бурение) – в течение I-III этапов было открыто много других золоторудных и золотосодержащих месторождений (Даугызтау, Амантайтау, Кокпатас, Кальмакыр, Кызылалмасай, Пирмираб и др.). Многочисленными крупномасштабными геолого-съёмочными и поисковыми работами с применением геохимических, геофизических, аэрофотокосмических и др. исследований все обнаженные площади в горно-возвышенных районах со склоновыми автохтонными наносами мощностью до 2-3 м (около 28 тыс. км<sup>2</sup> из 447-ми общей территории РУз) на сегодня довольно детально – до масштаба 1:50000 и крупнее – оказываются общегеологически изученными с поверхности (табл. 4). Можно с уверенностью констатировать, что в этих открытых районах в итоге всех ГРР условно I-го периода, которые были направлены на выявление эродированного оруденения, все сколько-нибудь масштабные золоторудные и другие объекты, выходящие рудными уровнями на поверхность, здесь уже выявлены. Пропущенными

Геолого-геохимическая изученность территории Республики Узбекистан в процентах к площади открытых территорий горно-рудных районов, без учета оценочных работ (Турамуратов и др., 2010)

Основные горно-рудные районы Узбекистана	Геологическая съемка (доизучение)		Аэрокосмическое фотогеологическое картирование		Геодинамические основы	Литохимическая съемка по ореолам			Геофизическая изученность			Поисковая изученность	
	1:50000	1:25000	1:200000	1:50000 - 1:100000		вторичным	первичным	гравиметрия	магнитометрия	АГСМ	1:50000		1:25000
Масштаб работ	50	30	80	-	100	25	50	45	-	-	-	-	90
Султан-увайский	30	20*	100	-	100	60	15	10	100	100	30	75	75
Букантауский	80	-	100	-	100	25	-	10	15	-	50	95	95
Тамдытауский	-	-	100	-	100	30	-	-	100	-	30	100	100
Кульджуктауский	40	30	100	-	100	40	-	5	100	-	5	80	80
Северо-Нуратинский	40	-	100	-	100	50	20	-	100	5	-	80	80
Южно-Нуратинский	60	50	-	-	5	35	-	-	100	-	40	50	50
Зирабулак-Зиаэтинский	-	-	-	-	5	15	15	-	5	50	-	25	25
Туркестано-Мальгузарский	30	3	100	-	5	15	12	10	40	-	1	35	35
Южно-Узбекистанский	-	15	-	-	-	30	-	5	-	-	-	90	90
Чаткальский	50	60	-	-	-	20	-	5	-	5	-	75	75
Кураминский													

Примечание. \* Групповая геологическая съемка.

среди эродированных золоторудных объектов здесь могут оказаться только мелкие, малоплощадные, обнаружение которых существенного вклада в общие ресурсы Au не внесет. Таким образом, весь комплекс ГРР на рудные полезные ископаемые подходит к принципиально новому периоду – II-му периоду выявления труднообнаруживаемых месторождений. Это объекты: 1 – скрытые в домезозойских породах на обнаженных площадях (слабозеродированные и слепые неглубокозалегающие), 2 – эродированные, но затем перекрытые чехлом четвертичных отложений (лессовидные суглинки, грубообломочный пролювий, золотой тонкий песок) и погребенные под толщей мезо-кайнозойских осадков.

#### **1.4. Цель и задачи геохимических поисков на современном этапе ГРР на рудные ПИ в Узбекистане**

Цель и задачи геохимических поисков определяются целью и задачами ГРР в целом. Общая ситуация с возможностями дальнейшего пополнения ресурсов металлических рудных ПИ рассмотрена в конце предыдущего раздела. Цель и задачи дальнейших ГРР в РУз определяются постановлениями Президента РУз № 568 от 17.01.2007 г. и № 1396 от 27.08.2010 г., конкретизированных руководством Госкомгеологии и ГП «НИИМР» (Ахмедов, 2001; Ахмедов, Голованов, 2001; Исаходжаев, 2007; Турамуратов, Пирназаров, 2010; Турамуратов, 2014; Исоков, 2014).

В первую очередь необходимо выявление крупных и средних по масштабу месторождений золоторудных как традиционных, так и нетрадиционных типов, а также редких (РЭ) и редкоземельных (РЗЭ) элементов неизвестных ГПТ, поскольку таких промышленных месторождений в Узбекистане пока не выявлено; во вторую очередь – выявление крупных месторождений Ag, W, Cu-Mo, Pb-Zn традиционных ГП типов.

По золоту это будут объекты: 1 – традиционных ГПТ – золото-кварцевые большеобъемные штокверковые типа Мурунтау и жильные типа Мютенбая, Гузакская и др., золото-сульфидные типа Даугызтау и золото-сульфидно-кварцевые типа Кызылалмасая, а также россыпные в четвертичных и мезо-кайнозойских породах; 2 – нетрадиционных ГПТ – крупнообъемные с бедными рудами типа Карлин в карбонатных породах и связанные с площадными линейными корами выветривания тоже с бедными рудами.

По РЗ и РЗЭ самостоятельных месторождений в РУз пока не имеется, но известны рудопроявления. Основная же масса РЭ и РЗЭ в стране связана с рудами цветных и благородных металлов: это промышленные месторождения медно-порфировые, свинцово-цинковые и серебро-золоторудные. По ним подсчитаны запасы Re, Te, Se, In, Rb, Ge, Cd, Cs, Tl как попутных ПК. Кроме того, ряд РЭ и РЗЭ содержится в углях и углеродистых сланцах, а также в гидротермальных месторождениях урана (Se, Re, Sc, лантаноиды), находящихся в меловых и палеогеновых отложениях Западного Узбекистана. При соответствующей конъюнктуре можно ожидать перевода известных рудопроявлений РЭ и РЗЭ в разряд мелких-средних месторождений. Это будут неправильной формы зоны метасоматитов (грейзены, альбититы, карбонатиты) по эндо- и экзоконтактам

щелочных гранитоидов и корам в ветривания по ним, а также узколинейные зоны гранитных пегматитов. Необходимы дополнительные оценки всех известных проявлений РЭ и РЗЭ, а также выявление новых на перспективных площадях.

Выявление и отработка месторождений зависят от их открытости с поверхности, т. е. от характера перекрывающих их РПО. По этому показателю, как отмечалось в разделе 1.2.4 выделяется 3 разряда площадей: открытые, полуоткрытые, полузакрытые и закрытые. На всех из них можно ожидать наличие промышленных месторождений. Площади открытые и полуоткрытые наиболее геологически изучены, причем в крупном масштабе 1:50 000. До сих пор работы здесь были направлены на обнаружение эродированных объектов (модели 3.1 и 3.20 на рис. 4). С начала 1940-х гг. до примерно 1990 г. здесь с поверхности выявлено значительное количество крупных и средних промышленных месторождений золота, урана, меди, молибдена, вольфрама, серебра, свинца, цинка, флюорита, до сих пор составляющих основу минерально-сырьевой базы РУз. Наряду с эродированными, обнаружены отдельные объекты слабоэродированные и слепые.

В силу детальной изученности этих площадей рассчитывать сейчас и в дальнейшем на выявление здесь с поверхности сколько-нибудь крупных и средних по масштабу месторождений традиционных ГПТ с кондиционными на сегодня рудами (раздел 1.2.4) явно не приходится. Пропущенными могут оказаться лишь объекты мелкие, среди которых промышленный интерес могут представлять только золоторудные.

Площади полуоткрытые и полузакрытые с чехлом четвертичных РПО типов IV, V, VI имеют место в горах и возвышенностях в виде относительных небольших полей. С точки зрения выявления месторождений особенно перспективны поля, закрытые суглинками и лессовидными суглинками мощностью местами до 100 м. В их пределах уже обнаружен ряд промышленных объектов: участки Промежуточный и Гужумсай на Чармитанском месторождении (пример 23 на рис. 4), флюоритовое месторождение Наугискен и ряд залежей на месторождении Агата-Чибагата (примеры 17 и 1), медно-порфировое месторождение Дальнее, участок Токберды на Кочбулаке (пример 8). В аллювиально-пролювиальных четвертичных отложениях типа V могут быть встречены объекты россыпного золота, наподобие мелких месторождений Каттаич, Пистали-Кансай, Акчоб.

Площади, закрытые мезо-кайнозойскими осадками, потенциально перспективны для выявления погребенных месторождений всех видов и ГП типов, но в основном традиционных, поскольку нетрадиционные просто пока не изучались в смысле их выявляемости здесь геохимическими методами. Здесь в породах фундамента известны промышленные месторождения золота Аджибугут и Триада; частично перекрыты чехлом месторождения Амантайтау, Даугызтау, Высоковольтное. Проявиться на поверхности здесь могут, скорее всего, объекты лишь эродированные.

По степени эродированности объекты делятся на 3 категории: эродированные на рудных уровнях, слабоэродированные и слепые неглубокозалегающие (см. рис. 3). Исходя из совместного рассмотрения всех 4-х вышеуказанных показателей, по экономической значимости и

открываемости рудные объекты республики можно разделить на 7 групп (табл. 5). Именно на их открытие (обнаружение и выявление) и должны быть направлены геохимические поиски в республике сегодня.

Таблица 5

Группы рудных объектов, открытие которых является целью нынешних ГТР, в т. ч. и наземных геохимических поисковых

Номер группы объектов по степени их открываемости		Характеристика групп объектов с указанием их позиции
1	Сложнообнаруживаемые	I. На открытых площадях, в породах фундамента
		I.1. Месторождения эродированные: мелкие по размеру, традиционных видов ПИ (в основном золото) и ГП типов, пропущенные ранее из-за мелких размеров
2	Легкообнаруживаемые	Крупные и средние по размеру, с низкими содержаниями ПК, традиционных видов ПИ, новых ГПТ (например: золоторудные типа Карлин; золотоносные КВ и др.)
3	Легкообнаруживаемые	Новых видов ПИ: редкометалльные и редкоземельные, ранее не востребованные
4	Сложновыявляемые	I.2. Месторождения скрытые:
		Слабозеродированные (представленные на поверхности в виде рудопроявлений), крупные и средние, традиционных видов ПИ и традиционных их ГПТ
5	Трудновыявляемые	Слепые, неглубокозалегающие, крупные (рентабельные при отработке), традиционных видов ПИ и их ГПТ
6	Трудновыявляемые и весьма трудновыявляемые	II. На полузакрытых и закрытых площадях (с мощностью покрова до 30-50 м)
		II.1. Месторождения в породах фундамента, эродированные, погребенные под чехлом, крупные и средние, традиционных видов ПИ и их ГПТ
7	Легкообнаруживаемые	II.2. Месторождения осадочного и гидрогенного типов в породах мезо-кайнозойского чехла любых размеров

Наличие в группе 7 промышленных объектов, кроме урановых, проблематично и потому эта группа в работе не рассматривается. Объекты групп 1-3 могут быть отнесены к незамаскированным, обнаруживаемым прямо с поверхности, групп 4-6 – к замаскированным, выявляемым при поиске аномалий на поверхности с их последующей глубинной оценкой.

Таким образом, геохимические работы, направленные ранее в I-ом периоде ГРР на открытие эродированных объектов в обнаженных горно-

возвышенных районах Узбекистана, сегодня во II-ом периоде ГРР здесь переходят в разряд поисково-оценочных – в геохимические методы поисков и оценок (не путать со стадиями ГРР!) металлических рудных ПИ.

Руководящими указаниями предписываются работы по всем 6-ти группам объектов сосредоточить в первую очередь на флангах изучающихся или разрабатывающихся месторождений, на наиболее перспективных площадях и участках, выделенных в итоге крупномасштабных прогнозов, особенно там, где имеются не оцененные на глубину рудопроявления, и в районах действующих добычно-перерабатывающих предприятий. Следует учитывать необходимость проверки геохимических ореолов на глубину, а это возможно только при близком расположении буровых баз.

Геохимические поиски должны быть направлены на решение конкретных поисково-оценочных (прогнозных) задач. В итоге должны быть определены на приближенно количественном (полуколичественном) уровне:

1 – местоположение КРМ (прогнозируемого рудного объекта) в плане;

2 – вид ПИ и его ГП тип;

3 – основные геолого-экономические показатели потенциально-промышленной КРМ, находящейся в фундаменте, в т. ч. ее: 3а) форма и размеры в плане, 3б) условия залегания (падение-склонение), 3в) уровень эрозионного среза КРМ, 3г) содержания и площадные продуктивности основных ПК на поверхности и на глубине на уровне промышленных руд (при условии обоснования тенденции увеличения этих показателей с глубиной для скрытых объектов), 3д) качество промруд (минеральный состав, особенно сульфидность, и прочее), 3е) глубина до верхней кромки промруд и полная их протяженность по падению;

4 – величина прогнозных ресурсов основного ПК в потенциально промышленной КРМ;

5 – промышленная значимость объекта с учетом всех геолого-экономических, природных, инфраструктурных и других факторов.

Этот перечень следует воспринимать как максимум, к которому надо стремиться и в научно-методических разработках, и в практической работе. Исходя из него, работы должны быть детальными и, как отмечалось, не просто поисковыми, а поисково-оценочными с глубинными прогнозными построениями по геохимическим данным, включая составление объемной модели предполагаемого объекта.

## Глава 2. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ НА ОТКРЫТЫХ И ПОЛУОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДЯХ УЗБЕКИСТАНА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В горно-возвышенных районах настала необходимость выявления не только месторождений эродированных, оставшихся еще не обнаруженными, но и скрытых на глубине в породах докембрия. Здесь с поисковой целью наиболее эффективен метод металлометрический; в качестве глубинного большие надежды возлагаются на газовые способы, которые во избежание повторов рассматриваются в главе 3. Инструкцией-83 (с. 7, 57-60) к числу поисковых здесь методов отнесен и литохимический по первичным ореолам (в нашей транскрипции – эндолитохимический), но не в качестве поискового, а скорее как оценочный после проведения собственно поисковых металлометрических съемок.

### 2.1. Эндолитохимические исследования

*Виды эндолитохимических работ, применяемых в республике.* Наземное эндолитохимическое опробование используется на открытых горно-возвышенных площадях, глубинное – по подземным горным и буровым выработкам как на открытых, так и на закрытых.

*Эндолитохимическими наземными съемками* в республике покрыта площадь около 5 тыс. км<sup>2</sup> в пределах выходов докембрийских пород. Большинство из них исполнено на начальных этапах геохимических работ (1960-1970 гг.) в крупных масштабах во всех регионах страны и в основном в пределах известных рудных полей. Выполнялись они сначала силами геофизических экспедиций, затем геологических при проведении геолого-съемочных и поисковых работ. Во многих случаях на пикетах с шагом 25-50 м отбирались штуфные пробы, а не линейно точечные по всему интервалу. Естественно, что в итоге применения такого упрощенного способа пробоотбора никакой дополнительной к металлометрии информации получить не удавалось (о сравнении методов см. ниже). Поэтому переобработка и переинтерпретация этих материалов не всегда целесообразны. К исключениям могут быть отнесены съемки 1980-х годов, выполненные специализированными геохимическими партиями Кызылкумской, Зарафшанской и Комплексной треста «Ташкентгеология» экспедициями.

*Эндолитохимическое профилирование* на протяжении всего времени с 1950-х годов до наших дней всеми экспедициями проводится по проходимым горно-буровым выработкам в основном с целью контроля возможного наличия в пробах повышенных содержаний широкого круга химических элементов (ХЭ), в первую очередь золота. Пробы, в которых спектрально устанавливаются повышенные содержания, сдаются на количественные (пробирные, химические, рентгеновские и др.) определения. По данным этих работ предпринимались попытки глубинного прогнозирования, но сколько-нибудь значительных результатов, как в соседнем Таджикистане (судя по публикациям С.В. Григоряна), получить не удалось. В то же время.



данный вид исследований, несомненно, способствовал и способствует более целенаправленному проведению основных – поисковых, оценочных и разведочных работ.

Такое же *подземное профилирование* в совокупности с наземным велось до середины-конца 1990 г. в опытно-методическом и исследовательском планах с целью изучения эндолитохимических особенностей практически всех промышленных рудных месторождений РУз: золоторудных – Мурунтау, Мютенбай, Кокпатас, Даугызтау, Чармитан, Сармич, Марджанбулак, Сентяб, Кызылалмасай, Кочбулак, Каульды, Пирмираб и Гузаксай; медно-порфириновых – Кальмакыр, Дальнее, Сарычеку, Актурпак, Северо-Западный Балыкты; вольфрамовых – Койташ, Ингичке, Каратюбе, Яхтон, Лапас; золото-серебряных и серебряных – Косманачи, Высоковольтное, Лашкерек, Реваште; висмутовых – Устарасай; флюоритовых – Наугарзан, Кызыл-Баур, Агата-Чибаргата, Суппаташ, Наугискен; полиметаллических – Хандиза, Карахана, Уччулач, Кульчулак.

В этих исследованиях участвовали сотрудники экспедиций и института САИГИМС (М.А.Абатурова, Э.Б.Бертман, Л.И.Гельман, Ю.Л.Гертман, С.А.Доморяд, С.М.Колоскова, А.Д.Джураев, М.Д.Увадыев, М.М.Пирназаров, Г.Н.Коробейников и мн. др.), а также сторонних организаций – ИМГРЭ, менее ЦНИГРИ, ЛГУ (Г.Э.Федотова, Ю.И.Петров, К.П.Атабекьянц, Л.Н.Лисогор и др.).

Основное внимание в этих многочисленных методических работах уделено исследованиям состава эндолитохимических структур, их формы и размеров, интенсивности, осевой (вертикальной) и латеральной зональности с конечной целью решения двух поисково-оценочных задач – определения рудной формации (РФ), или геолого-промышленного типа (ГПТ) оруденения и уровня его среза  $Z$ . К сожалению, отработке способа оценки прогнозных ресурсов по эндолитохимическим данным внимания почти не уделялось и этот вопрос до сих пор остался слабо проработанным. Другие негативные моменты этих исследований: 1 – недостаточная чувствительность и точность определений ряда ХЭ; 2 – методическая несогласованность действий отдельных коллективов, представляющих разные подразделения Мингео РУз; 3 – отсутствие общей «сбивки» результатов этих разрозненных работ до сих пор; 4 (момент объективный) – надрудные ореолы на объектах, за редким исключением, остались не изученными в связи с отсутствием обнаруженных скрытых объектов на то время. Позитивные моменты: 1 – освоение и внедрение в производство новых количественных геохимических технологий на основе зональности первичных ореолов, которая была своевременно понята и принята рядом геофизиков еще в конце 1960-х годов (А.Г.Хваловский, М.А.Абатурова и др.). Первый отчет по тематике «Поисковая геохимия в прогнозе скрытого оруденения» был завершен в 1970 г. в составе Приташкентской геофизической экспедиции (М.А.Абатурова, Н.П.Потапов, П.Н.Шкарупа и др.); 2 – в 1980-1990-е гг. эндолитохимические работы на эталонных объектах сопровождались минералогическими и петрометасоматическими исследованиями. Все эти методические работы требуют тщательного обобщения и анализа.

**Место эндолитохимических исследований в изучении открытых площадей в республике.** Практика геохимических работ показала,

что на открытых площадях и участках наиболее оптимален вариант их двухступенчатого проведения: ступень 1-я – собственно поисковая, направленная на обнаружение аномалий, 2-я – оценочная, нацеленная на установление показателей прогнозируемого оруденения на глубине по показателям аномалий-ореолов.

На поисковой 1-й ступени выполняются площадные металлометрические съемки и решаются 1-я и 2-я конечные прогнозные задачи (см. раздел 1.4). В итоге отбираются наиболее значимые аномалии (ореолы), на которых необходимо продолжение работ. Вместе с тем, Инструкцией-83 (с. 58) при детальном поиске рекомендуется постановка и площадного опробования коренных пород по сети  $100 \times 10$ ,  $50 \times 10$  и  $20 \times 5$  м. Выше отмечалось, что такие и в более мелком м-бе съемки оказались весьма слабоэффективными. Более рациональным выглядит использование на этом этапе съемок металлометрических по следующим соображениям:

1) невозможность отбора эндолитохимических проб на закрытых интервалах профилей без применения горных выработок, в силу чего они неизбежно остаются неисследованными; металлометрические же пробы могут быть отобраны практически в любом месте;

2) отбор проб из коренных пород трудоемок; большие затраты связаны и с их дроблением – истиранием; подобные операции по металлометрии менее трудоемки;

3) пожалуй, самый главный момент – отбираемая даже линейно точечным способом эндолитохимическая проба характеризует ничтожную площадь – порядка  $0,01 \text{ м}^2$  – при отборе 15-ти сколков размером 2,5 см (для получения веса 0,4 кг). Для сети  $250 \times 25$  м с площадью ячейки  $6250 \text{ м}^2$  это составит лишь  $2 \times 10^{-4}$  %-ную ее часть. Металлометрическая же проба весом 60 г с фракцией = -1 мм может содержать до  $1-3 \times 10^6$  частиц (средний их размер принят = 0,2 мм), которые покроют площадь около  $0,1 \text{ м}^2$ , или  $1-2 \times 10^{-3}$  %-ную часть от ячейки =  $6250 \text{ м}^2$ , что в 10 раз выше, чем при эндолитохимии. Фактически же площадь, характеризующая 1-ой металлометрической пробой, может достигать до  $100-200 \text{ м}^2$  в горной местности, т. е. около 2%-ной части от ячейки.

Таким образом, проведение площадного эндолитохимического опробования на открытых площадях с поисковой целью явно не целесообразно, кроме закрытых территорий, для изучения которых необходимо применять глубинно-литохимические съемки (см. раздел 3.4).

На оценочной ступени 2 по наиболее перспективным металлометрическим аномалиям-ореолам инструктивно предписывается постановка детальным эндолитохимических исследований как съёмочных, разобранных выше, так и по отдельным профилям-разрезам на открытых участках. Нами рекомендуется постановка только последних со вскрытием закрытых интервалов канавами-расчистками. Количество профилей должно быть не менее 5-ти по объекту и они должны вскрывать по простиранию как периферийные, так и центральные части зон РМ на полную ширину развития эндолитохимической зоны (метасоматитов). По профилям производятся: детальное поинтервальное (от 1-2 до 5 м) опробование пород и руд линейно точечным способом, отбор

образцов на рудно-минералогические и петрографические (по метасоматитам) исследования, геологические наблюдения.

Согласно Инструкции-83, в период камеральных работ, по данным деталь-ных эндолитохимических исследований:

ведется обработка анализов; как и для металлометрических съемок, аномальные поля изображаются в виде изолиний в градациях, приведенных на рис. 3, включая все ореольно-рудное пространство;

рассчитываются на приближенно-количественном уровне характери-стики эндолитохимических аномалий; относительные к фону или кларку содержания ХЭ, в т. ч. и при необходимости в каждой пробе (кларки по Справочнику-90, с. 12 – для верхней части континентальной коры), средние содержания ПК и индикаторных ХЭ (в %, г/т и в относительных единицах), линейные М и площадные Р продуктивности, мультипликативные вида Мо·Со·W и частно-мультипликативные вида Zn·Pb/Mo·W показатели, различные парные, множественные и ранговые (порядковые) коэффициенты корреляции между содержаниями ХЭ, рядами интенсивности и прочими характеристиками (см. главу 4).

На основе этих численных характеристик, анализа картины эндо-литохимических полей и данных минералогических, петрометасоматичес-ких, а также геологических и геофизических (тоже численных) по возможности в определенной последовательности решаются прогнозные задачи 1-4 (см. раздел 1.4).

#### **Решение прогнозных задач 1-4**

**Прогнозная задача 1** – определение местоположения в плане прогнозиру-емого оруденения. Осуществляется по данным металлометрических съемок, а по эндолитохимическим исследованиям вносятся лишь уточнения.

**Прогнозная задача 2** – связана с определением вида ПИ и его ГПТ (РФ). Предварительно эта задача решается на 1-ой ступени работ по металлометрическим данным, а по эндолитохимическим она лишь уточняется. В Инструкции-83 (с. 66, приложение 8) он освещен схематично: рекомендуется использовать ряды «поперечной зональности» первичных ореолов (в нашей транскрипции – эндолитохимических полей), в которых основные ПК располагаются первыми. Этот способ, как следует из § 93, применим для определения РФ как эродированного, так и слепого оруденения. О методе получения рядов «поперечной зональности» ничего не сказано. Это выясняется из других литературных источников. Так, по С.В.Григоряну (1985, с. 82, 292), табулированные эталонные «ряды поперечной зональности» на уровне верхних частей рудных тел и выше могут быть построены по убыванию линейных продуктивностей их ореолов, нормированных в единицах геохимического фона (м-геофон). Приводятся такие ряды по типам месторождений: свинцово-цинковые: в скарнах – Zn>Pb>As>Ag, жильные – Pb>Ba>Zn>Ag, стратиформные – Ag>Pb>Cu>As; вольфрамовые шеелитовые скарновые – W>Mo>Cu>Bi; кварц-золоторудные – Au>As>Bi>Ag; медные: медно-порфиоровые – Au>Cu>Mo>Ag, медно-молибденовые – Cu>Mo>Zn>Pb, медно-висмутовые – Cu>Bi>Pb>Ag; ртутные – Hg>As>Ba>Cu.

Имеются уточнения:

1) поскольку ряды отражают фактически не зональность, а только интенсивность проявления ПК по содержаниям С или ПО продуктивностям М-Р, то ряды лучше так и называть – рядами относительных интенсивностей (относительных – за счет отношения содержания к фону – кларку);

2) если учесть явление продольной эндолитохимической зональности, как это утверждается во всех директивно-справочных документах 1980-1990-х гг., то поперечные линейные ряды интенсивности ХЭ будут различаться между центральными и периферийными частями эндолитохимических структур и поэтому, видимо, следует пользоваться площадными продуктивностями;

3) приведенные эталонные ряды относительных интенсивностей скорее всего характеризуют рудные уровни объектов и поэтому оценки надрудных уровней (рис. 8) по ним сомнительны из-за наличия вертикальной зональности;

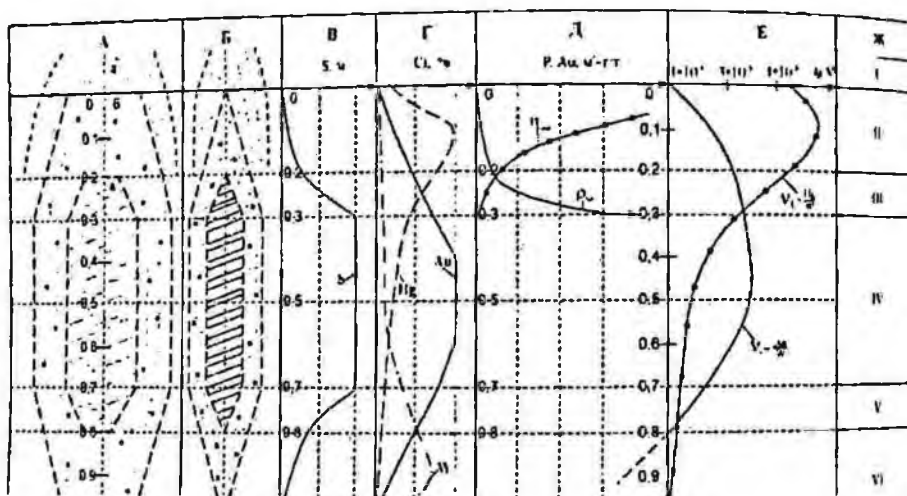


Рис. 8. Распределение эндолитохимических показателей зональности по глубине рудных тел. А, Б – идеализированная модель линзообразного рудного тела в вертикальном разрезе (по А.П.Соловову с небольшими изменениями): А – продольный и Б – поперечный разрезы; В-Е – графики изменений с глубиной: В – площади поперечного сечения тела S, Г – содержания ХЭ (по Е.М.Квятковскому), Д – продуктивности основного ПК Р и повышающего множителя  $\eta$ , Е – коэффициентов зональности  $v$ ; Ж – зоны первичного ореола: I – далекая надрудная без основного ПК (а), II – надрудная с основным ПК (б), зоны рудного тела с кондиционными содержаниями ПК (в); III – верхнерудная, IV – среднерудная, V – нижнерудная, VI – подрудный ореол.

4) для определения рудно-формационной принадлежности эродированных объектов предпочтителен прямой способ по геолого-минералогическим критериям, включая наноминералогические (Конеев, 2006).

**Прогнозная задача 3** – самая ответственная и труднорешаемая. Одной из основных конечных геологических целей подзадачи в прогнозной задаче 3 является оценка вертикально-осевой протяженности  $H$  прогнозируемой КРМ, которая зависит от уровня среза  $Z$ . Идея такой оценки на основе геохимической зональности оруденения принадлежит С.В.Григоряну. Впервые же на наличие

вертикальной зональности рудных месторождений указывали американские геологи в начале XX в. – В.Эммонс (1933) и др. Развивая это положение в геохимическом плане, силами московского института ИМГРЭ исследована эндолидохимическая зональность многих рудных месторождений бывшего Союза, обобщенная в работах В.Л.Барсукова, С.В.Григоряна и Л.Н.Овчинникова (1987). Были разработаны соответствующие эндолидохимические критерии поисков и оценок по первичным ореолам месторождений и рудных тел, что нашло отражение в Инструкции-83 и Справочнике-90, правда, уже в менее категоричной форме.

Основные положения этой методической основы:

1) эндолидохимическая зональность четко проявляется на объектах 2-х рангов: месторождениях и рудных телах;

2) наиболее ярко эта зональность выражена у первичных ореолов рудных тел, нежели у самих рудных тел и поэтому все поисково-оценочные критерии разрабатывались именно по первичным ореолам («поиски по первичным ореолам», «оценки по первичным ореолам»);

3) эта зональность проявляется в 3-х направлениях: вертикально-осевом, продольном и поперечном к рудным телам;

4) существует единый обобщенный ряд вертикальной зональности отложения ХЭ (снизу вверх):  $W_1$ -Be-As<sub>1</sub>-Sn<sub>1</sub>-Au<sub>1</sub>-U-Mo-Co-Ni-Bi-W<sub>2</sub>-Au<sub>2</sub>-Cu<sub>1</sub>-Zn-Pb-Sn<sub>2</sub>-Ag-Au<sub>3</sub>-Cu<sub>2</sub>-Hg, As<sub>2</sub>, Sb-Ba (Справочник-90, с. 214). Индексы 1-3 при символах ХЭ обозначают, что ХЭ входят в состав различных минералов: As<sub>1</sub> – в высокотемпературный арсенопирит; As<sub>2</sub> – в реальгар, аурипигмент; Sn<sub>1</sub> – в касситерит; Sn<sub>2</sub> – в станнин и т. д. Двойные места, видимо, могут занимать и другие ХЭ: Pb<sub>1</sub> – галенит и Pb<sub>2</sub> – сульфосоли (бурнонит и др.), Bi<sub>1</sub> – висмутин и Bi<sub>2</sub> – сульфосоли, Hg<sub>1</sub> – изоморфная и Hg<sub>2</sub> – киноварная ртуть и т. д.;

5) вертикально-осевая зональность может быть оценена по С.В.Григоряну, количественно через показатель зональности  $v$  (ПЗ), который представляет отношение средних содержаний ( $C_{\text{ср}}$ ) или продуктивностей, обычно линейных ( $M$ ), одного или нескольких ХЭ и имеет вид частно-мультипликативных математических выражений типа:

$$v^1 = \frac{Pb}{W}, v^2 = \frac{Pb \cdot Sb}{W \cdot Sn} \text{ и т. д.}, \quad (1)$$

где 1, 2 в числителе  $v$  обозначают его порядок, а символам ХЭ соответствуют их показатели  $C_{\text{ср}}$ ,  $M$  или  $P$ . При расчетах величины  $C_{\text{ср}}$ ,  $M$  и  $P$  обязательно нормируются (ранжируются) через  $C_{\text{ф}}$  или кларк  $C_{\text{к}}$ . ХЭ в формулах  $v$  подбираются опытным путем отдельно для каждого типа месторождений так, чтобы они монотонно и контрастно изменялись по восстанию оруденения. Затем эти эталонные величины используются на практике в зависимости от РФ (ГПТ) исследуемых объектов. В общем случае в числителе  $v$  имеют место «надрудные» ХЭ, в знаменателе – «подрудные» («свои» для каждого типа месторождений;  $v^1$  на рис. 8, Е).

Вид эталонных формул  $v$  с набором ХЭ и его значениями для оценки  $Z$  для некоторых типов месторождений приводится в монографии С.В.Григоряна

(1987). Так, для оценок скарново-шеелитовых, медно-молибденовых, полиметаллических и золоторудных проявлений в Средней Азии им рекомендуется (с. 72) использовать формулу

$$V^3 = \frac{\text{Ag-Pb-Zn}}{\text{Cu-Bi-Mo}}$$

для которой приводятся эталонные графики зависимости  $Z$  от  $v$ . В Узбекистане формулы  $v-Z$  с их численными значениями получены практически для месторождений всех РФ (ГПТ). Эти данные находятся в основном в фондовых отчетах, частично, в публикациях (Джураев, Пирназаров, 1991; Бертман, 1990; Пирназаров, Колоскова, 2007).

Наиболее слабым местом индуктивного способа является необходимость знаний о ГПТ (РФ) исследуемой РМ, в зависимости от чего выбираются формула и численные значения  $v$ , что не всегда возможно на практике, особенно на начальной опережающей подстадии поисков. Оценки усложняются при выявлении слабозродированного и слепого оруденений, когда разница в ассоциациях ХЭ на поверхности для разнотипных месторождений имеет тенденцию к сглаживанию. Получается как бы круг: не зная РФ, нельзя оценить  $Z$  и не зная  $Z$ , нельзя оценить РФ.

Апробация данной методики в республике с попытками ее применения на практике сначала была воспринята геологами с большим энтузиазмом, который затем, в связи с рядом неопределенностей и ошибочных решений, сменился довольно устойчивым скепсисом к механической математизации зональности, о чем предупреждает Инструкция-83.

Для повышения достоверности оценок  $v-Z$  можно предложить ряд дополнительных методов.

Метод 1. Сводится к использованию в формулах  $v$  показателей не собственно первичных ореолов, а показателей всей рудной зоны (эндопитохимического поля) вне зависимости от наличия рудных тел (при их наличии это суммарные показатели рудных тел и «их» первичных ореолов). Положение очевидно и аргументировано в разделе 1.1.

Метод 2. Касается использования приближенно-количественных показателей минералого-петрографической (петрометасоматической) зональности на месторождениях. В Узбекистане такими разработками применительно к оценкам  $Z$  занимались Г.Е.Завьялов, Ю.Л.Гертман, Р.И.Конеев и др. Очевидно, что первоисточником зональности ХЭ являются рудные минералы с их зональностью. Именно их неравномерные количественные распределения по вертикали и создают сложную геохимическую зональность, выражающуюся, как отмечалось выше в едином ряду, наличием ряда максимумов почти для всех ХЭ на всем вертикальном протяжении зон РМ. Более устойчивыми и точными могут оказаться оценки  $Z$  с использованием уже частно-мультипликативных рудно-минералогических коэффициентов  $V_{\text{мн}}$ , но для этого необходимы количественные определения минералов. Все это касается и петрометасоматических показателей.

Метод 3. Заключается в использовании минералого-геохимической зональности высшего порядка, характерной для вертикального размещения месторождений разных видов рудных ПИ («зональность В.Эммонса»).

Очевидно, в природе существуют крупные региональные, но нечетко выраженные, рудно-минеральные структуры. По мнению В.Эммонса (1933), в таких региональных структурах-колоннах общей вертикальной протяженностью в несколько километров снизу вверх происходит следующая смена жильных месторождений разных металлов: Sn-W-As-Bi-Au<sub>1</sub>-Cu<sub>1</sub>-Cu<sub>2</sub>-Zn-Pb-Ag<sub>1</sub>-безрудная зона-Ag<sub>2</sub>-Au<sub>2</sub>-Sb-Hg-безрудная зона. Отмечается, что: 1 – такая зональность является сводной идеализированной реконструкцией по широким территориям и ни в одном месте полностью не проявляется; 2 – общая вертикальная протяженность всей рудной системы достигает 4-6 км и более; 3 – вся система в целом связана с внутрикоровыми магматическими очагами – плутонами; 4 – зональность проявляется в закономерном размещении по вертикали разнотипных месторождений Sn – оловянных, W – вольфрамовых и т. д. В приложении к Узбекистану такая зональность находит подтверждение. Так, по И.К.Брагину, Э.Х.Гольдшмидту и др. (1968, с. 156-195), общий вертикальный диапазон формирования рудопроявлений и месторождений только в Чаткало-Кураминской подзоне от кварцево-молибденово-вольфрамовых внизу до кварц-барит-полиметаллических с флюоритом вверху достигает 5-6 км. По Э.Б.Бертману (1990, с. 155-160), жильные золоторудные месторождения Нуратинских гор образовались в интервале температур 80-410°C при размахе размещения в 3 км. По мнению Р.Х.Рахматуллаева (1992), рудные формации герцинит Южного Тянь-Шаня имеют ярсное вертикальное размещение на протяжении 10 км. Б.А.Исаходжаев и И.М.Голованов (2003, с. 62) отмечают, что вертикальная металлогеническая зональность территории Узбекистана находит отражение в разном стратиграфическом положении трех главных рудных районов (с запада на восток): Центрально-Кызылкумского  $\epsilon_1$ -S<sub>1</sub>, Алмалыкского D<sub>1</sub>-C<sub>1</sub> и Ангренского C<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>.

Действительно, если двигаться с северо-запада от гор Букантау с абс. высотами 500 м по горной дуге на юго-восток, а затем на северо-восток к восточной оконечности Чаткало-Кураминских гор с абс. высотами 3500 м, то будет отмечаться смена типов месторождений почти в полном соответствии с универсальной зональностью: вольфрамовые (шеелитовые) штокверки Сарытау → Au-W-As (золото-шеелит-арсенопиритовые) штокверки Мурунтау и Бесапантау → Au-As-Ag (золото-серебро-арсенопиритовые) жильно-штокверковые зоны Марджанбулака – Cu-Mo с Au (халькопирит-модибденитовые) штокверки Алмалыкских месторождений → Au-As-Sb-Cu (золото-блеклорудные) жильные тела Кызылалмасая и Кочбулака → Pb-Zn-Ba-F (галенит-сфалерит-барит-флюоритовые) жилы Агата-Чибаргата, Наугарзана, Кенкола, а еще далее в Киргизии → Sb-Hg (антимонит-киноварные) проявления. В этом направлении происходит увеличение высот на 3-3,5 км, смена стратиграфических уровней от  $\epsilon$ -S до C<sub>3</sub>-P-T<sub>1</sub>, снижение температурности рудных образований, увеличение роли жильных тел, в некоторой степени уменьшение масштаба объектов. Имеющие место отклонения от этой схемы могут быть частично объяснены химическими, структурными, плотностными и др. неоднородностями среды, наличием локальных барьеров, экранов и прочими моментами.

Таким образом, с достаточной уверенностью можно говорить о трехранговом зональном по вертикали проявлении рудно-минеральных образований

вообще и в Узбекистане в частности: ранг I – крупные протяженные на глубину до 5-6 км и более структуры, вмещающие разнотипные месторождения от высоко- до низкотемпературных; II – отдельные месторождения как звенья в этой общей цепи; III – отдельные рудные тела, или зоны максимумов общего эндолитохимического поля. Для них характерна, соответственно, зональность I, II и III. Зональность I, скорее всего, и является наиболее полной, универсально-абсолютной, больше минеральной, нежели геохимической; зональности II и III носят относительный частный характер, «укороченные» по отношению к полной, проявляются относительно менее контрастно и больше в геохимическом плане. Учитывая, что объекты всех 3-х рангов сопровождаются зональными метасоматитами, имеет смысл выделять и изучать единую петро-минерально-геохимическую зональность.

Возможно, что частично вопросы об оценке ГПТ-РФ и об уровне среза всей рудной колонны (объект I) можно решить с помощью коэффициента  $v$  с ХЭ, расположенными в самых крайних частях универсального ряда (в числителе – Ag, Sb, Hg, Ba, в знаменателе – W, Sn, As), уточняя эти оценки полуколичественными минералогическими данными (As<sub>1</sub> – арсенопирит – внизу, As<sub>2</sub> – блеклые руды – выше, As<sub>3</sub> – реальгар – вверху и т. д.), включая наноминералогические (Конеев, 2006). Полный размах значений  $v$  в объекте I можно оценить, исходя из следующих соображений. Для нижней части объекта I характерны вольфрамо-шеелитовые месторождения (объекты II) со средним содержанием W около 0,3% (WO<sub>3</sub>=0,4%; Справочник-90, с. 40), для верхних – ртутно-киноварные со средним содержанием Hg 0,2%. Концентрации Hg внизу и W вверху условно можно принять в 2,5 кларка. Тогда относительная интенсивность в геокларках W внизу составит

$$\frac{0,3\%}{1 \cdot 10^{-4} \% (\text{кларк})} = 3 \cdot 10^2$$

Hg вверху  $\frac{0,2\%}{8 \cdot 10^{-6} \%} = 2,5 \cdot 10^4$ , а величина  $v' = \frac{\text{Hg}}{\text{W}}$  в геокларках внизу  $\frac{2,5}{3 \cdot 10^2} = 1 \cdot 10^{-3}$ ,

вверху  $\frac{2,5 \cdot 10^4}{2,5} \approx 1 \cdot 10^4$ . Общий размах  $v'$  окажется  $1 \cdot 10^7$ -кратным. На одно звено-месторождение в объекте ранга I, в котором общее их число по вертикали равно 14-ти, размах  $v'$  окажется равным  $\sqrt[14]{1 \cdot 10^7} \approx 3,2$

при условии монотонного изменения  $v'$  по всей многокилометровой колонне. Для сравнения: на вышерассмотренном месторождении Кызылалмасай величина того же коэффициента  $v'$  от нижних до верхних границ контура промруд (350 м по восставию) увеличивается примерно в 50 раз (Пирназаров, Колоскова, 2007, рис. 12; при расчетах по  $M/C_{\Phi}$ ) – разница существенная. Это может косвенно указывать на сложный характер изменения  $v$  по всей вертикальной многокилометровой протяженности объекта I, когда его график снизу вверх представляет не просто прямую возрастающую линию, а линию, возрастающую волнообразно, в которой каждая волна соответствует отдельному из 14-ти объекту ранга II той или иной РФ. В каждой волне значения  $v$  сначала скачкообразно возрастают, а затем в «надрудной» части объекта II уменьшаются до значений, соответствующих генеральной прямой, затем следует очередная волна и т. д. Определенная величина  $v$  любого порядка может указать на примерную принадлежность исследуемого





участки (вероятно, в позиции I). Как видно, однозначные оценки Z по величине v способом по M получить не удастся.

На Центральном участке месторождения Кызылалмасай в линейной рудно-минерализованной зоне локализована протяженная по простиранию и падению крутопадающая залежь, распределение в которой величины  $v^3$  крайне неравномерно (рис. 10), как и Au. Значения  $v^3$  в контуре промруда колеблются от  $<100$  до  $>100000$  ед. Если принять первые значения за нижне-подрудные, по аналогии с Кочбулаком, а вторые за верхне-надрудные, то окажется, что в контуре имеются участки как надрудные (позиция 3), так и подрудные (позиции 1 и 2) через какие-то 100-200 м. По вертикали здесь график  $v_m$  (по линейным продуктивностям) представляет сильно ломаные линии (I и II в колонке Б, соответствующие разрезам I и II в колонке А; см. рис. 10). Подобная картина изменения

$$V_m^2 = \frac{As \cdot Sb}{W \cdot W}$$

с глубиной на данном объекте приводится и в работе А.Д.Джураева и М.М.Пирназарова (1991, с. 83). Естественно, что и оценки уровня Z соответственно будут неоднозначными.

Таким образом, рекомендуемая апробированная методика оценок Z по v с отношениями линейных продуктивностей ХЭ однозначного ответа не дает, во всяком случае, для линейно вытянутых золоторудных тел-залежей.

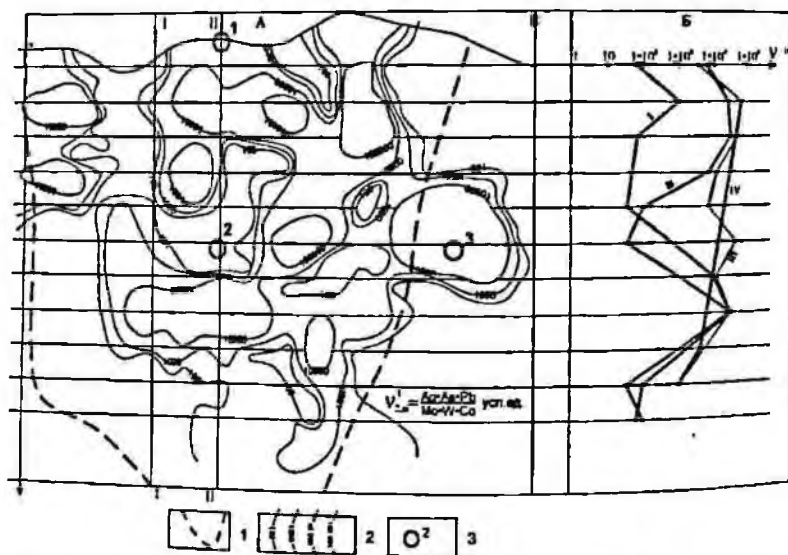


Рис. 10. А – распределение частно-мультипликативного показателя осевой геохимической зональности на вертикальной продольной проекции Главной рудной зоны в пределах участка Центральный месторождения Кызылалмасай, по Д.Г.Камагурову, А.Е.Панченко и др. («Атлас петрографических моделей основных золоторудных месторождений Узбекистана», 2004 г., рис. 1.37). Для А: 1 – грубообобщенный контур рудной «воронки»; 2 – изолинии величин  $v^3_{2M}$ ; 3 – позиции, разбираемые в тексте. Б – графики распределения величины  $v^3_{2M}$  по вертикали в контуре рудной «воронки»: I – по разрезу I на А; II – по разрезу II на А; III – по средневзвешенным величинам в отдельных горизонтах; IV – усредненная линия для III.

Примечания. В  $v^3_{2M}$  2 обозначает номер v, M – по линейным продуктивностям, 3 – порядок показателя.

Причины этого: наличие латеральной поперечно-продольной зональности и неравномерное распределение в объектах II и III содержаний ХЭ и, как следствие, величин  $v$ .

Выход видится в использовании в формулах  $v$  не линейных, а площадных продуктивностей  $P$  всего эндопитохимического поля-зоны или хотя бы его центральной максимальной части, когда структура поля изучена. Это положение подтверждается данными, приведенными на рис. 10, где величина  $v^3$ , рассчитанная по  $P$  (линия III в колонке Б), меняется довольно монотонно от  $1 \cdot 10^3$  внизу до  $5 \cdot 10^4$  вверх на 500 м вертикальном интервале, т. е. всего в 50 раз по усредненной линии IV. Это существенно расходится с цифрами, приведенными в работе С.В.Григоряна (1987) и Инструкции-83 (с. 66) о  $10^6$ -кратных изменениях  $v^3$  практически по всем типам месторождений в интервалах развития промруд.

Негативным моментом расчетов  $v$  по  $P$  является необходимость детального площадного опробования, что не всегда возможно.

Таким образом, геохимические оценки  $Z$  по  $v$  не так эффективны, как это представляется в многочисленных публикациях. Конечно, величину  $Z$  можно получить любым способом, но ведь оценки должны быть в любом случае достаточно достоверными, как и прогнозные ресурсы с учетом  $Z$ .

И, наконец, даже если срез установлен точно, допустим, как «над-верхнерудный» это еще не означает, что ниже будут кондиционные балансовые и забалансовые руды (рудное тело), поскольку, как это было отмечено выше, вертикальная зональность видимо характерна и для зон непромышленной РМ, в т. ч. и слабоконцентрированной, что требует проверки. На этот момент обращается особое внимание.

**Прогнозная задача 4** — конечная и основная, связана с оценкой потенциальных ресурсов  $Q$  по эндопитохимическим данным. Имеющиеся разработки касаются оруденений эродированных, а в меньшей мере — слабоэродированных, а для слепых даже неглубокозалегающих методика оценок не разработана вообще. Кроме того, следует учитывать наличие зон окисления (ЗО) и кор выветривания (КВ; см. раздел 1.2.1). Таким образом, на практике приходится сталкиваться с 4-мя основными случаями, описываемыми ниже. Во всех этих случаях площадную продуктивность основного ПК следует подсчитывать для всей эндопитохимической зоны.

Общая для них исходная формула оценки прогнозных ресурсов кондиционных руд  $Q_{\text{кон}}$  по эндопитохимическим данным имеет вид:

$$Q_{\text{кон}} = \left[ \frac{1}{40} \left[ \left( \frac{P_{30}}{K_{30}} \cdot \eta \right) \cdot (H_{\text{пол}} \cdot \frac{0,8-Z}{0,5}) \right] \right] \cdot \alpha, \quad (2)$$

где:  $\frac{1}{40}$  — цифра, связанная с расчетами ПК по их %-ному содержанию с учетом объемного веса пород  $= 2,5 \text{ т/м}^3 \left( \frac{2,5}{100\%} = \frac{1}{40} \frac{\text{т}}{\text{м}^3\%} \right)$ ;

$P_{30}$  — площадная продуктивность всей эндопитохимической зоны основного ПК на поверхности цоколя коренных пород в  $\text{м}^2\%$ , в т. ч. и для Au;  $K_{30}$  — безразмерный множитель-коэффициент (точнее  $\frac{1}{K_{30}}$ ), характеризующий меру соответствия между линейными  $M$ , а лучше между площадными  $P$ , продуктивностями всей эндопитохимической зоны ПК на поверхности (в

общем случае в КВ или в ЗО) и на глубине ( $M_{\text{пр}}$  и  $P_{\text{пр}}$ ) в зоне невыветрелой (неокисленной) первичной РМ по формуле:

$$k_{\text{зо}} = \frac{M_{\text{зо}}}{M_{\text{пр}}}; \text{ или } \frac{P_{\text{зо}}}{P_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

$\eta$  – безразмерный поправочный множитель для пересчета  $P_{\text{зо}}$  на уровень промышленного оруденения на глубине, когда на плотике вскрыты лишь над- или верхнерудные уровни объекта ( $Z \leq 0,2$ );  $H_{\text{пол}}$  – полная протяженность рудного тела – залежи по падению от  $Z=0,2$  до  $Z=0,8$ , м;  $Z$  – безразмерный показатель уровня среза в условной идеализированной метрике рудного тела (рудной зоны, в общем случае, зоны РМ); его значение колеблется от 0,0 до 1,0 (см. рис. 8);  $\alpha$  – безразмерный поправочный множитель, учитывающий, по Справочнику-90 (с. 4, 192), лишь долю «забалансовых руд», а на самом деле всего первичного ореола; во избежание путаницы нами он определяется в качестве коэффициента, оценивающего долю кондиционных (балансовых) руд  $Q_{\text{кн}}$  в общих ресурсах  $Q_{\text{об}}$  всей зоны:

$$\alpha = \frac{Q_{\text{кн}}}{Q_{\text{об}}}, \text{ а } Q_{\text{кн}} = Q_{\text{об}} \cdot \alpha \quad (4)$$

Поправка  $\alpha$  вводится после всех расчетов, заключенных внутри фигурных скобок.

Формула (2) в таком полном виде рекомендуемая Инструкцией-83 и Справочником-90, выведена исходя из представлений о форме вертикальных сечений рудного тела (контура кондиционных КРМ) в виде прямоугольников в интервале  $Z = 0,2-0,8$ . Реально же эти сечения, видимо, имеют вид прямоугольников только при  $Z = 0,3-0,7$ , а в интервалах  $Z = 0,2-0,3$  и  $0,7-0,8$  – треугольников. В таком случае величины  $C$ ,  $S$  и  $P$  для ПК будут плавно по линии, близкой к показательной функции (экспоненте), возрастать в интервале  $Z = 0,0-0,3$ , а  $\eta$  уменьшаться (см. рис. 8). Далее рассмотрим только упрощенный «прямоугольный» вариант. Рекомендации по величинам  $\eta$ ,  $H_{\text{пол}}$ ,  $H_{\text{под}}$  и  $\alpha$  при работах в республике приводятся ниже в рубрике «Выбор...».

Охарактеризуем 4 случая оценки ресурсов для объектов, находящихся в разных природных позициях. Оценки производятся методом аналогии с эталонными месторождениями того или иного ГПТ (РФ) при выборе величин  $\eta$ ,  $H_{\text{пол}}$ ,  $Z$ ,  $\alpha$ , входящих в формулы. Поэтому ГПТ (РФ) оцениваемого объекта должен быть предварительно определен еще ранее при решении поисково-оценочной задачи № 2.

Случай 1 – когда оруденение эродировано ( $Z \geq 0,3$ ; см. рис. 8) и на поверхность выходят кондиционные или близкондиционные руды, РПО (СРПО) и КВ (ЗО) практически не проявлены и эндолитохимическому опробованию подвергаются непосредственно гипергенно не преобразованные КРМ.

Формула расчета (2) приобретает вид ( $k_{\text{зо}} = 1$ ,  $\eta = 1$ ):

$$Q_{\text{кн}} = \left\{ \frac{1}{k_{\text{зо}}} (P \cdot H_{\text{под}}) \right\} \cdot \alpha \text{ тонн}, \quad (5)$$

где  $P$  – площадная продуктивность всей эндолитохимической зоны на поверхности, м<sup>2</sup> %, в т. ч. и для Аи;  $H_{\text{под}}$  – подсчетная протяженность КРМ (руд) по падению в м, равная

$$H_{\text{под}} = H_{\text{пол}} \cdot \frac{(0,8-Z)}{0,6} \quad (6)$$

По существу (5) – формула подсчета запасов и применяется для оценок ресурсов объектов 1, 2 и 3 по табл. 5, когда есть уверенность в наличии руд на поверхности.

**Случай 2** – когда эродированные ( $Z \geq 0,3$ ) руды у поверхности гипергенно преобразованы – выветрены (окислены) и, следовательно, первичные руды находятся под этими рыхлыми элювиальными образованиями (КВ – ЗО), в которых имеет место перераспределение ПК по вертикали. Поскольку этот случай в Инструкции-83 и Справочнике-90 не рассматривается, поэтому необходимо подчеркнуть ряд моментов:

на поверхности опробуются непосредственно рыхлые продукты элювиального генезиса, а не РПО (СРПО) и не первичные РМ;

размещающиеся в них ореолы ХЭ в Инструкции и Справочнике-90 (с. 147) по генетическому типу отнесены к вторичным литохимическим – остаточным элювиально-делювиальным, опробуемым при металлометрических съёмках. Получается некоторое несоответствие: с одной стороны, это элювий – образования *in situ* (не перемещенные), с другой – это делювий, материал, перемещенный и отложенный на склоне. Генезис их и размещающихся в них ореолов различен (подробнее в разделе 2.2.1). В разбираемом случае эти образования рассматриваются по генезису как преобразованные коренные плотиковые КРМ, ореолы – как промежуточные между эндолитохимическими и металлометрическими, но выявляемыми с помощью эндолитохимического опробования;

верхняя граница ЗО-КВ четкая, поскольку находится на поверхности, нижняя – нечеткая с постепенным, на протяжении нескольких, а иногда до 10-15 м, переходом к первичной КРМ;

необходима оценка содержаний ПК на уровне первичной КРМ, которая производится с помощью коэффициента соответствия  $k_{30}$ ;

ЗО-КВ имеют различные мощности, зависящие как от степени первоначального гипергенного преобразования (КРМ), так и от степени последующего размыва зон-кор.

При наличии ЗО мощностью от нескольких десятков до сотни метров запасы (и ресурсы) подсчитываются двухступенчато: отдельно как по ЗО, так и по первичной КРМ, но только в случае применения бурения (подслучай 2а). Оценки по данным поверхностного эндолитохимического опробования тут не возможны. Они становятся осуществимы при наличии слабопроработанных зон выветривания (дезинтеграции) небольшой (до 10 м) мощности, обычно образовавшихся в четвертичное – современное время (подслучай 2б); содержания в них ПК обычно ниже, чем в первичных КРМ, но находятся от них примерно в прямой зависимости, определяемой коэффициентом соответствия  $k_{30}$ .

Расчет ресурсов первичной КРМ (руд) для подслучая 2б производится по формуле, исходными для которой являются (2) и (5)]:

$$Q_{\text{ру}} = \left\{ \frac{1}{k_{30}} \left( \frac{P_{30}}{k_{30}} \cdot H_{\text{под}} \right) \right\} \cdot \alpha \text{ тонн}, \quad (7)$$

где  $P_{30}$  и  $k_{30}$  – см. под формулой (2),  $H_{\text{под}}$  – см. (6) и раздел «Выбор...».

О величине  $k_{30}$  для условий республики данных не имеется. Об их значениях можно косвенно судить по величине коэффициента соответствия  $t_{30}$  максимальных и средних содержаний  $C_i$ :

$$t_{30} = \frac{C_{30}}{C_{пр}} \text{ или } C_{пр} = \frac{C_{30}}{t_{30}} \quad (8)$$

Судя по единичным данным, полученным для Кураминского рудного района, величина  $t_{30}$  для маломощных четвертичных и современных слабопроработанных зон выветривания – окисления (подзона дезинтеграции) может ориентировочно составлять: по Au около 0,6-0,7, по Mo, As, Pb – около 0,3-0,4.

Случай 3 – оруденение эродировано слабо ( $Z=0,2-0,3$ ) и выходит непосредственно на дневную поверхность в виде небольших по размеру зон КРМ (руд) с близкондиционными содержаниями ПК, относимыми обычно к рудопроявлениям. Покров РПО и ЗО-КВ отсутствуют.

Расчет ресурсов аналогичен расчету для случая 1, но с введением поправки  $\eta$  и ведется по формуле:

$$Q_{\text{кв}} = \left\{ \frac{1}{40} [(P \cdot \eta) \cdot H_{\text{под}}] \right\} \alpha \text{ тонн,} \quad (9)$$

где  $H_{\text{под}} = H_{\text{пол}}$  в связи с малым  $Z$ . Об их величинах, а также  $\eta$  и  $\alpha$  см. в рубрике «Выбор...».

Для случая 4 с теми же оруденениями слабоэродированными, но подверженными поверхностным гипергенным преобразованиям, а также для более сложных случаев со слепыми оруденениями, схемы расчетов ресурсов здесь не рассматриваются, как не имеющие разработанных критериев вообще.

### Выбор (оценка) $\eta$ , $H_{\text{пол}}$ , $H_{\text{под}}$ и $\alpha$ .

Выбор (оценка)  $\eta = \frac{P=\text{max при } Z=0,3}{P=f(Z \text{ от } 0,0 \text{ до } 0,3)}$ . Идея введения этой поправки принадлежит А.П.Соловову. Представляется, что в верхних частях слабоэродированных зон КРМ с глубиной происходит увеличение их площадных продуктивностей  $P$  за счет повышения как содержаний  $C_i$  основного ПК, так и площади распространения  $S$  (см. рис. 8). Интервалы этого увеличения представляются по разному: 1 – от  $Z=0,0$  до 0,4 (Соловов, 1985, с. 200), 2 – от  $Z=0,0$  до  $Z=0,2$ , т. е. в зоне только надрудного первичного ореола основного ПК (Справочник-90, с. 243). Размер  $S$  рудных тел на месторождениях Узбекистана (Рудные месторождения Узбекистана, 2001 и др.) на их верхнерудных уровнях увеличивается с глубиной, в итоге происходит увеличение и  $P$ . Поэтому интервал повышения  $P$  и одновременного уменьшения величины  $\eta$  можно принять в пределах  $Z=0,0-0,3$  (см. рис. 8).

Оценок реальной величины  $\eta$  практически не имеется как вообще (Справочник-90, с. 243), так и для Узбекистана в частности – это задача будущих работ. Для оловорудных месторождений Кавалеровского района в Приморском крае (Соловов, 1985, с. 203) фактическая величина  $\eta$  увеличивается от 1 на  $Z=0,2$  до 5 на  $Z=0,05$ , т. е. меняется в 5 раз (абсолютных величин глубин в метрах там не приводится).

Необходимо отметить, что введение поправки  $\eta$  правомерно лишь тогда, когда есть уверенность, что величина  $P$  увеличивается с глубиной. Если

оруденение слабо эродировано, т. е. на поверхности имеются кондиционные руды, но его размеры  $S$  не велики, то увеличение с глубиной  $P$  может происходить в основном за счет возрастания  $S$  и это надо обосновать. Соответствующие критерии в Инструкции-83 не обнаруживаются – довод один: раз срез верхнерудный, то вниз все должно увеличиваться. Но это совершенно не так: в республике известна масса непромышленных рудопроявлений самого разного размера и все они имеют свой «над- и верхнерудный» уровень. Вероятность того, что слабоэродированный объект окажется рудопроявлением, а не мелким–средним–крупным месторождением, выше примерно в 3 раза (180:60), поскольку соотношение между рудопроявлениями и месторождениями (мелкими–средними–крупными)  $\approx 180: (50:7:1)$  (Справочник-90, с. 34; по А.П.Соловову). А если еще учесть наличие зон РРМ, то это соотношение может оказаться еще больше:  $180:180: (50:7:1) \approx 360:60 \approx$  в 6 раз. Выход видится в разработке комплексных (геохимических-геофизических-геологических) приближенно-количественных критериев такого обоснования на глубину. Пока же никаких конкретных рекомендаций на этот счет предложить невозможно.

Оценка  $H_{\text{пол}}$  в интервале  $Z$  0,2-0,8 и  $H_{\text{под}}$  в метрах. В Инструкции-83 (с. 102) на этот счет имеются лишь весьма неопределенные рекомендации:  $H_{\text{пол}}$  выбирается для конкретного района и генетического типа месторождений, согласно геологическим данным и соотношению полных протяженностей

$$H_{\text{круп.}} : H_{\text{средн.}} : H_{\text{мелк.}} = 4:2:1,$$

где круп., сред., мелк. – объекты крупные, средние и мелкие по масштабу. Имеется специальный график (там же) оценки  $H_{\text{пол}}$  в относительных ед. в зависимости от отношений площадных продуктивностей  $P$  (данного основного ПК) исследуемого объекта и эталонного мелкого месторождения

$$P_{\text{мелк.}} = P_{\text{круп.}} : P_{\text{сред.}} : P_{\text{мелк.}} = 14:4:1.$$

Таким образом, в методическом плане все вроде бы ясно и просто: зная величину  $P$  исследуемого объекта («входные» данные), можно определить условный ранг исследуемого объекта, а затем и его  $H_{\text{полк.}}$  в метрах, если, конечно, известны  $P_{\text{мелк.}}$  в м<sup>2</sup>% и  $H_{\text{полк. мелк.}}$  в м. Однако: 1)  $P_{\text{мелк.}}$  естественно, зависит от уровня среза  $Z$  и, следовательно, в банке эталонных данных должно быть несколько значений  $P_{\text{мелк.}}$  хотя бы для  $Z = 0,05; 0,1; 0,2$  и  $0,3$  для месторождений всех «нужных» РФ (ГПТ) – а их нет (никто не исследовал такие зависимости); 2) нужны сведения о  $H_{\text{полк. мелк.}}$  также для разных РФ – а их тоже нет; 3) необходима достоверная оценка  $Z$  исследуемого скрытого объекта, а это, как было показано выше, не всегда достижимо.

В связи с отмеченным, предлагается прямой способ оценок  $H_{\text{под}}$  по фактическим величинам распространения оруденения на глубину для золоторудных слабо-среднеэродированных месторождений РУз (Рудные месторождения Узбекистана, 2001), м: Мурунтау – >1200, Мютенбай – >1000, Даугызтау – 800, Коклатас – 700, Чармитан – 900; среднее из 6-ти = 900 м; Марджанбулак – 500, Каульды – >350, Сармич – 300, Кочбулак – 350; среднее из 4-х = 400 м; Пирмираб – 350, Гузаксай – 400; среднее из 2-х = 400 м.

Отсюда  $H_{\text{пол}}$  с учетом среза перечисленных объектов, может быть увеличена в 1,2 раза («волевым» способом) и тогда составит, соответственно, в среднем примерно:  $900 \cdot 1,2 = 1100$  м,  $400 \cdot 1,2 = 500$  м,  $400 \cdot 1,2 = 500$  м. Соотношение между ними =  $1100:500:500 \approx 4:2:2$  практически совпадает с инструктивным. Этими цифрами пока, до получения более точных данных, и рекомендуется пользоваться. Инструктивный же способ может быть применен в качестве контрольного.

Справочником-90 предлагается несколько других способов оценки  $H_{\text{под}}$ :

1 – при значении  $Z = 0,5$  величину  $H_{\text{под}}$  для крутопадающих тел можно принимать = 100 м для драгоценных и редких металлов и = 200 м для цветных металлов – Pb, Zn, Cu и др. (с. 123);

2 – для тех же крутопадающих линейно вытянутых объектов  $H_{\text{под}}$  принимается  $1/4 L$  (способ «полотно»), где  $L$  – длина рудной залежи (тела); при недостатке геологических данных  $L$  определяется в контуре изолинии =  $0,5 C_{\text{max}}$ . Заметим, что величина  $C_{\text{max}}$  в смысле ее кондиционности не оговаривается (с. 188) и оценка  $H_{\text{под}}$  в этом случае становится неопределенной;

3 – основан на «принципе подобия», согласно которому в генетически однотипных месторождениях в инт.  $Z = 0,2-0,8$  сохраняется прямая пропорциональная зависимость между  $P$  и величиной  $H$ , нормированных соответственно через  $P$  и  $H$  в мелких объектах; приводится оценочный график (с. 190-191).

Изъяны всех этих способов очевидны. Первые два уменьшают ресурсы из-за  $H_{\text{под}}$  как минимум вдвое, поскольку, например, золоторудные месторождения Узбекистана, обнажающиеся на рудных уровнях, имеют среднюю протяженность по падению = 550 м (расчеты наши), а не 100 и 200 м. Протяженность рудной зоны участка Центральный месторождения Кызылалмасай по простиранию = 700 м и по падению также около 700 м; то же относится к месторождению Мютенбай, где  $H$  более 1200 м. Поэтому для золоторудных объектов рекомендуется величину  $H_{\text{под}}$  принимать равной  $1/2 L$ , но никак не меньше 400 м для объектов средних-крупных.

В качестве контрольного может быть использован вариант оценки

$$H_{\text{под}} = H_{\text{пол}} \cdot \frac{(0,8-Z)}{0,6}$$

когда известны  $H_{\text{пол}}$  и  $Z$ .

*Поправка  $\alpha$ .* Как отмечалось выше в (2),  $\alpha$  определяет долю кондиционных руд в общих подсчитанных (геохимических) ресурсах и вводится в их цифру в последнюю очередь. Таким образом, после введения  $\alpha$  выявляется цифра ресурсов уже кондиционных (балансовых) руд.

Расчет эталонной величины  $\alpha$  предписывается вести по линейным продуктивностям ( $\alpha_m$ ) по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_{\text{кн}}}{M_{\text{эл}}}, \text{ а } M_{\text{кн}} = M_{\text{эл}} \cdot \alpha_m, \quad (10)$$

где  $M_{\text{кн}}$  – линейная продуктивность кондиционных («КН») руд, а  $M_{\text{эл}}$  – всего эндолитохимического поля, в м%. Очевидно, что оценки  $\alpha_m$  по отдельным линейным пересечениям не достоверны. Более надежны они по площадным



продуктивностям  $P_m(\alpha_p)$ , что рекомендуется уже Справочником-90 (с. 192):

$$\alpha_p = \frac{P_{\text{от}}}{P_{\text{ос}}}, \text{ т. е. } P_m = P_{\text{ос}} \cdot \alpha_p. \quad (11)$$

Однако и в этом случае  $\alpha$  не является точным, поскольку речь идет о запасах (ресурсах)  $Q$ , т. е. величине объемной, когда значения  $\alpha_m$  меняются по глубине. Таким образом, наиболее достоверной окажется величина  $\alpha_{\text{от}}$ , определяющая весовую долю балансовых руд в тоннах ( $a$  не в м% и в м<sup>2</sup>%) по формуле (4).

Таким образом, поправка  $\alpha$  вводится на общие прогнозные ресурсы (см. (1), где  $\alpha$  вынесен за фигурные скобки). Величина  $\alpha$  зависит от: генетического типа месторождений (РФ), их масштаба, химического элемента, кондиций и ряда других побочных факторов.

Для различных генетических типов месторождений Инструкцией-83 (с. 68) и Справочником-90 (с. 190), без уточнений на способ оценок, рекомендуются такие величины  $\alpha$  с указанием ХЭ: для скарново-шеелитовых (W) — 0,5, скарново-полиметаллических (Pb) — 0,3, колчеданно-полиметаллических (Zn) — 0,3, медно-молибденовых (Cu, Mo) — соответственно 0,8 и 0,6, жильных полиметаллических (Pb) — 0,2, жильных золото-кварцевых и золото-серебряных (Au) — 0,3.

Для месторождений разной крупности Инструкцией-83 (с. 102) и Справочником-90 (с. 190) рекомендуются следующие величины  $\alpha$  (способ оценок и ХЭ не указаны): мелких — 0,5, средних — 0,6-0,7, крупных — 0,8-0,9, уникальных — 0,9-1,0. Крупность объекта определяется по предварительной оценке общих ресурсов по формуле (1) без  $\alpha$ .

По золоторудным эталонным месторождениям республики имеются лишь отдельные слабодостоверные оценки  $\alpha_m$ , вычисленные по линейным продуктивностям (Скрябин и др., 1966 г.; 1986 г.): 1 — Мютенбайскому, с мощной зоной жильно-прожилкового окварцевания и метасоматитов, по восьми скважинным пересечениям — для золота = около 0,5, для As = 0,14; 2 — Кызылалмасайскому, также с мощной зоной жильно-прожилкового окварцевания и метасоматитов, два пересечения — Au = 0,65, Cu = 0,25, Mo = 0,15, As = 0,1; Кочбулакскому, жильно-трубообразному с четкими границами жил, пять пересечений по рассечкам — Au = 0,76 при колебаниях от 0,7 до 0,82; Гузаксайскому, жильному с узкими зонами окolorудных изменений — Au = 0,85.

Как видно, для жильных золоторудных объектов  $\alpha$  зависит в первую очередь от масштаба окolorудных прожилково-метасоматических проявлений, которые хорошо наблюдаются в поле. Чем шире и интенсивнее эти проявления (Мютенбай, Кызылалмасай), тем меньше  $\alpha$ . Установленные значения (от 0,48-0,68 до 0,85) существенно отличаются от вышеприведенных, рекомендуемых инструкцией для жильных золоторудных = 0,3, и почти не отличаются от оценок, основанных на учете масштаба объектов = 0,6-0,9.

*Категорийность прогнозных ресурсов по данным детального эндопетохимического опробования.* Учитывая все вышеприведенные неопределенности с оценками ресурсов, а также требование о заверке аномалий-ореолов на глубину данными бурения, категорию ресурсов по этому виду работ следует скорее всего определять на уровне  $P_3$ .

эродированных объектов, когда  $Q$  оценивается прямым расчетом по вполне определенной величине площадной продуктивности ПК  $P$ , достоверность оценок существенно повышается и ресурсы могут вполне соответствовать требованиям категории  $P_2$ .

### **Выводы и рекомендации по разделу 2.1.**

1. Основной целью современных ГРР на рудные ПИ является обнаружение трудновывяемых объектов – скрытых в обнаженных районах и погребенных в закрытых – с их прогнозной оценкой. Поэтому особое значение сейчас приобретает не столько обработка данных с их визуализацией, сколько интерпретация получаемых материалов с цифровыми оценками прогнозируемого оруденения, включая его ресурсы.

Из геохимических методов в достижение этой цели определенный вклад может внести только эндолитохимический: на открытых площадях по наземному опробованию, на закрытых по опробованию керна картировочно-геохимических скважин. Поэтому на поисковой и оценочной стадиях ГРР рекомендуется более широкое использование данного метода с постоянным совершенствованием технологии его работ.

2. Конкретными прогнозными задачами данных исследований является (по разделу 1.4): задача 1 – определение местоположения зоны максимума изучаемого оруденения, 2 – распознавание его РФ-ГПТ, 3 – оценка на основе метода аналогии с эталонным объектом его основных параметров –  $C_{\text{пр}}$ ,  $P_{\text{пр}}$ ,  $Z$  и  $H_{\text{под}}$ , 4 – расчет прогнозных ресурсов.

3. Основные моменты, влияющие на достоверность (надежность) результатов, – объективные: 1) характер оруденения, определяемый в целом его принадлежностью к определенной РФ (ГПТ); 2) уровень среза  $Z$ ; 3) степень гипергенных преобразований РМ на поверхности; субъективные: 4) четкие представления об объекте прогноза; 5) наличие научно обоснованной и практически работоспособной технологии оценок; 6) обеспеченность надежными численными эталонными значениями величины  $\sigma$ ; 7) достаточно высокая квалификация исполнителей.

4. При нынешней разработанности оценочной методики сколько-нибудь достоверные решения прогнозных задач возможны лишь для оруденений сульфидных типов, эродированных-слабозеродированных и не затронутых существенными гипергенными изменениями. При этом результативность и достоверность этих оценок возможно повысить за счет оптимизации субъективных моментов 4-7.

5. В настоящее время в практике геохимических работ многие исходные понятия, касающиеся объекта прогноза, такие как ореол-аномалия, рудные тела, рудная минерализация, кондиции и др., точно не определены и не стандартизированы, в итоге не совсем ясно, в каких геолого-экономических границах и с какими параметрами надо определять прогнозные ресурсы по формулам показателя зональности  $v$  и в размерностях ХЭ, участвующих в них, а также в параметрах  $C$ ,  $M$ ,  $P$  (% , г/т, геофон-геокларк, м%, метро-геофон и т. д), в объектах подсчета оценочных показателей (рудное тело, руд-

ное тело+собственно первичный ореол с неясными внешними его границами) и др. Поэтому необходимо конкретизировать и стандартизировать путем взаимодоговоренностей со всеми заинтересованными организациями все эти понятия и показатели. В обязательном порядке отражать эти нюансы в итоговых расчетных материалах.

6. Предлагаемая Инструкцией-83 научно-методическая основа эндо-литохимических исследований привлекательна в идейно-теоретическом отношении, а рекомендуемые математические решения оценок параметров оруденения не сложны. Однако, отдельные положения представляются далеко не очевидными. В первую очередь это касается универсальной геохимической зональности, на которой основаны определения коэффициента  $v$  и показателя  $Z$ , а также способов оценок и выбора величин параметра  $H_{пол}$  и поправок  $t_{зо-кв}$ ,  $k_{зо-кв}$ ,  $\eta$ ,  $\alpha$ , зависящих от массы причин и определяемых в процессе опытно-методических работ на объектах РФ-ГПТ. В принципе эта зональность, во-первых, является больше минералогической, а во-вторых, в полном виде, очевидно, проявляется не на месторождениях, а на структурах более высокого I-го порядка вертикальной протяженностью до 10 км, что отмечается и в Узбекистане.

Некоторые критерии определения РФ-ГПТ и численные значения  $v$ - $Z$  разработаны для условий республики в итоге опытных исследований, которые, к сожалению, велись в разные годы (1965-1990 гг.), разными организациями и исполнителями, с разным лабораторным обеспечением, без единого методического подхода. Их материалы до сих пор критически в едином ключе не проанализированы и не обобщены.

Таким образом, реально действенной методики, способной обеспечить достаточную достоверность решения прогнозных задач 2-4, пока не имеется. Поэтому назрела необходимость начать тематическую работу по обобщению фондовых и архивных материалов прежних опытно-методических эндолитохимических (и других геохимических) исследований на эталонных объектах Узбекистана и постоянно углубленно совершенствовать (путем постановки полевых исследований) научно-методическую основу эндолитохимических оценок, включая геохимические, минералогические и петрометасоматические ее составляющие.

7. В соответствии с инструктивными положениями, указаниями геологического руководства республики и опытом работ, объектами эндолитохимических поисково-оценочных исследований следует считать:

на открытых площадях известные рудопроявления, эродированные широкие зоны РМ с близкондиционными содержаниями ПК (так как с кондиционными все уже выявлены), перспективные (на скрытое оруденение) металлотметрические, атмосферические и геофизические аномалии. Целью работ на них является оценка промышленной значимости прогнозируемых объектов. Способы решения: детальное наземное эндолитохимическое опробование по серии 5-6 профилей-разрезов;

на закрытых площадях с чехлом РПО типов IV, V, VII, частично VIII – наиболее значимые геологические, атмосферические, наложенные сорбционно-солевые и геофизические аномалии. Цель работ – выявление погребенных

эродированных объектов в фундаменте, а попутно и в осадочном чехле. Метод решения – детальная скважинно-глубинная съемка по сети.

8. Категорийность прогнозных ресурсов, по данным детального эндолитохимического опробования, определяется на уровне  $P_3$ , реже,  $P_2$  (?).

Исходя из сложной ситуации с методической основой и численными значениями всевозможных оценочных показателей и поправок, решение прогнозных задач 2-4 по эндолитохимическим данным возможно со следующими достоверностями и по следующим *рекомендуемым* категориям прогнозных ресурсов (обобщенно для разных сульфидных РМ-ГПТ): 1) для эродированных КРМ гипергенно практически не преобразованных – с относительно достаточной достоверностью по категориям  $P_2$ - $P_3$ ; 2) для эродированных КРМ гипергенно преобразованных слабо на уровне дезинтеграции – с недостаточной достоверностью по категории  $P_3$ ; 3) для эродированных КРМ гипергенно преобразованных умеренно – с недостаточной и совершенно недостаточной надежностью по категории не выше  $P_3$ ; 4) для слабоэродированных КРМ гипергенно не измененных и для более сложных случаев (оруденения слепые и любых уровней среза с мощными ЗО-КВ) – конкретные решения пока не найдены вообще.

Уровень достоверности прогнозных оценок по эндолитохимическим данным при хорошей надежности полевых и лабораторных работ условно принимается в 5-ти балльной системе: I балл (достоверность 0-20%) – совершенно недостаточный, II (21-40%) – недостаточный, III (41-60%) – достаточный (удовлетворительный), IV (61-80%) – высокий (хороший), V (81-100%) – весьма высокий (отличный). Категорийность ресурсов рекомендуется с учетом положений Инструкции-83, Временного методического руководства по оценке прогнозных ресурсов... (Ташкент, 1993) и Методических указаний о проведении ГРП по стадиям (Ташкент, 1999). Принято, опять же условно, что V-й уровень достоверности ресурсов примерно соответствует категории  $P_1$ ; категории  $P_3$  пока в пределах РУз не имеется, но ставится вопрос о ее введении.

## 2.2. Металлометрические ореолы рассеяния и металлометрический метод поисков

Поскольку метод был и остается одним из основных поисковых в республике, постольку сведения о нем и рекомендации ниже даются в более расширенном виде.

### 2.2.1. Особенности металлометрических (вторичных литохимических) ореолов рассеяния (МОР)

2.2.1.1. Генетические особенности МОР. В Инструкции-83 и Справочнике-90 (с.146) рассмотрены вопросы формирования только остаточных МОР, которые «обязаны рассеянию в современных и более древних элювиальных продуктах выветривания коренного оруденения, существовавшего в контуре ореола до его преобразования гипергенными процессами». Т. е. это образования, формирующиеся на субгоризонтальных поверхностях в итоге процессов физико-химического выветривания с

равнобоковым перемещением тонкого рудного вещества главным образом и упрощенно путем диффузии. В таких ореолах: точка максимума содержаний находится над или рядом с точкой (интервалом) максимальных содержаний в РМ; кривые распределения металлов над пластовыми и жильными рудными телами имеют симметричный вид; размеры таких ореолов лишь незначительно превышают размеры рудных тел (зон); содержания и продуктивности ХЭ монотонно увеличиваются с глубиной вплоть до рудного цоколя (Справочник-90, с. 159, 160, 193). Признается, что остаточные ореолы могут несколько «наклониться» вниз по пологим склонам. Такие ореолы в современное время практически в Узбекистане не формируются, но имеются остатки древних (предмеловых, меловых) кор выветривания (см. раздел 1.2.1) с такими ореолами. Это надо иметь ввиду при обработке данных и интерпретации результатов. В горных районах они распространены ограничено – не более 3-5% от общей площади выходов пород докембрия, что объясняется их смытостью; значительно шире – в ландшафтной области В, где под чехлом осадков на нижележащих цокольных докембрийских породах и сейчас происходит образование элювия. Зоны окисления, как частный случай кор выветривания, широко развиты на сульфидсодержащих месторождениях Кокпатас, Даугызтау, Амантайтау, Дальнее в Алмалыке и др., где подсчитаны запасы окисленных руд.

Обнаружение собственно остаточных аномалий – МОР происходит в случае опробования непосредственно продуктов кор выветривания и зон окисления на плотике, т. е. по существу коренных пород фундамента, но сильно гипергенно преобразованных. Поэтому такое опробование нами определяется как эндолитохимическое (раздел 2.1).

В открытых сильнорасчлененных горно-возвышенных районах вообще и Узбекистана в частности механизмы формирования вторичных литохимических аномалий-ореолов рассеяния иные. Поскольку здесь элювиальные коры выветривания отсутствуют (смыты), то физическому разрушению и размыву сейчас подвергаются слабовыветрелые породы с рудной рассеянной или концентрированной РМ. Это могут быть породы фундамента, или осадочного мезо-кайнозойского чехла. Так, на склонах формируется покров современных отложений в основном делювиального характера с перемещением рыхлого материала под действием механических сил гравитации (плоскостной смыв, обрушение-осыпание, сползание, солифлюкция = мерзлотно-оттаивающее течение). На участках РМ материал перемещается вниз по склонам и в итоге образуются другие – делювиальные (склоновые) – МОР. Они характеризуются: шлейфообразной формой; относительно значительным (от первых до десятков метров в зависимости от величины угла склона, мощности и механического состава покрова) смещением центральных точек от рудных зон (тел); асимметричным распределением содержаний ХЭ на поверхности покрова над жильно-пластообразными телами. К ним не применимы расчеты покрова над жильно-пластообразными телами. К ним не применимы расчеты диффузионных полей (Дубов, 1974), предлагаемые А.П.Солововым в Инструкции-83. Такие ореолы распространены практически на 80% площадей, сложенных докембрийскими породами в горно-возвышенных районах республики (около 28 тыс. км<sup>2</sup> из 32-х), и потому соответствие их показателей показателям коренной РМ имеет первостепенное значение.

Существуют и промежуточные типы МОР: *склоново-остаточные* и *остаточно-склоновые*. Приводящиеся далее сведения относятся в основном именно к этому типу МОР. К первому из них можно отнести ореолы, формирующиеся на слабопокатых с углами до 5-6° участках за счет разрушения и небольшого перемещения – до 10-20 м – материала остаточных ореолов (делювио-элювий). Они развиты в основном на Кызылкумских возвышенностях с остатками кор выветривания (зон окисления). Ко второму типу можно относить ореолы, связанные с РМ, расположенными на участках гор и возвышенностей с пологим рельефом, без древних кор выветривания, но с проявлениями четвертичного, в т. ч. современного, выветривания, сопровождающегося дезинтеграцией пород, а при наличии сульфидов – их осветлением и лимонитизацией (бурые цвета). Рыхлый материал СРПО переносится здесь также на небольшие расстояния – от нескольких до 10-20 м (элювий-делювий). Соответствие таких ореолов коренной РМ довольно высокое (табл. 6). Участки, на которых могут формироваться склоново-остаточные и остаточно-склоновые МОР, занимают примерно 15% (4 тыс. км<sup>2</sup>) от вышеприведенных 32-х.

Таблица 6

Ориентировочные численные значения коэффициентов соответствия  $t_{мор}$  и  $k_{мор}$  для склоново-остаточных МОР по отношению к гипергенно слабопреобразованной КРМ, находящейся под покровом СРПО типов I-II-III (случай 3)

Высота ( $h_{выс.}$ ) опробования в РПО над породами фундамента, см	Величина переходных коэффициентов		Условия применения коэффициентов
	$t_{мор}$	$k_{мор}$	
150	0,1	0,15	1. Для горных районов Узбекистана (без Центральных Кызылкумов) на участках с пологими (5-7°) поверхностями, где: латеральное перемещение рыхлого материала незначительно; преобладают делювиально-элювиальные РПО типов I-III); отсутствуют древние ЗО (КВ), но имеют место слабые проявления современной дезинтеграции зон РМ, когда $t_{зо(кв)}$ и $k_{зо(кв)} = 1$ . 2. Для фракции опробования $\varnothing = -1$ мм с разных глубин отбора. 3. Расчеты выполнены по $M$ на ограниченном фактическом материале. 4. Для ХЭ полиметаллической КРМ – Рb, Zn, Cu. Условно можно принимать и для других ХЭ. 5. Оценки остаются примерно одинаковыми: для $t_{мор}$ по $C^{max}$ и $C^{cp}$ , для $t_{мор}$ и $k_{мор}$ при одинаковой $h_{выс.}$ вне зависимости от мощности $h$ СРПО, но в пределах $n \cdot 10-150$ см. 6. Оценки могут быть условно применены и для остаточных МОР, а для склоновых даже принципиальные решения пока не найдены
100	0,2	0,3	
60	0,4	0,5	
40	0,5	0,6	
20	0,6	0,75	
0-5 прямо на плотике	0,7	0,8	
Плотик	1,0	1,0	

Кроме МОР, существуют и металлометрические потоки рассеяния по саям. В республике они практически не изучались и не опробовались, и поэтому в данной работе не освещаются. Подробно они рассмотрены в Инструкции-83 и Справочнике-90.

**2.2.1.2. Основные количественные показатели (характеристики) МОР, используемые в практической работе.** К ним относятся: 1) содержания ХЭ, как абсолютные  $C_i$ , %, г/т, так и относительные, ед.  $C_\phi$  или кларка  $C_{\alpha}$ ; 2) площадные размеры  $S$ , м<sup>2</sup>; 3) продуктивности линейные  $M$ , м%, или м·г/т, площадные  $P$  в м<sup>2</sup> - % или м<sup>2</sup>·г/т и объемные  $q$ , кг, т; 4) корреляционные соотношения между ХЭ.

Для наглядности по величинам  $C$ ,  $M$  и  $P$ , нормированным по  $C_\phi$  ( $C_{\phi}$ ), строятся ряды относительной интенсивности ХЭ, иллюстрирующие количественные соотношения между ХЭ в МОР и зонах РМ.

**2.2.1.3. Соответствие (адекватность) МОР по отношению к РМ.** Мера соответствия проверяется по всем показателям, приведенным в разделе 2.2.1.2. Кроме того, оценивается величина смещения  $\delta$  центральной точки МОР от точки максимума РМ.

Соответствие содержаний  $C$ . Оценка содержания на плотике необходима во всех отношениях. Инструкцией-83 и Справочником-90 прямое соответствие между рядовыми содержаниями ПК в РМ и МОР отрицается, кроме объектов с относительно равномерным распределением ПК в РМ на широких участках (например, штокверковые месторождения) и при сглаженном рельефе. Не подвергая сомнению первое утверждение, можно предполагать, что даже в более сложных случаях все же какое-то соответствие имеет место для содержаний максимальных  $C_{\text{max}}$  и средних  $C^{\text{cp}}$ . Это соответствие предлагается выразить через переходные коэффициенты:

$$t_{\text{мор}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{мор}}^{\text{max}}}{C_{\text{рм}}^{\text{max}}} \text{ и } t_{\text{мор}}^{\text{cp}} = \frac{C_{\text{мор}}^{\text{cp}}}{C_{\text{рм}}^{\text{cp}}}, C_{\text{рм}}^{\text{max}} = \frac{C_{\text{мор}}^{\text{max}}}{t_{\text{мор}}^{\text{max}}}, C_{\text{рм}}^{\text{cp}} = \frac{C_{\text{мор}}^{\text{cp}}}{t_{\text{мор}}^{\text{cp}}} \quad (12)$$

Здесь и в (13) коэффициентами-множителями при оценках РМ, строго говоря, являются  $\frac{1}{t_{\text{мор}}}$  и  $\frac{1}{k_{\text{мор}}}$ .

**Соответствие площадных продуктивностей  $P$ .** Инструктивно такая операция предусматривается лишь для остаточных МОР путем введения коэффициента «остаточной продуктивности», или соответствия (приведения):

$$k_{\text{мор}} = \frac{P_{\text{мор}}}{P_{\text{рм}}}, \text{ т. е. } P_{\text{рм}} = \frac{P_{\text{мор}}}{k_{\text{мор}}} \quad (13)$$

Справочником-90 (с. 161) величина  $k$  для открытых районов определена так: «...в активно-денудированных горных районах... для всех рудных ХЭ допустимо принимать  $k = 1,0$ ». Сложно согласиться с таким указанием, так как в таких районах, например, Узбекистане, величины  $t$  и  $k$  зависят от многочисленных факторов, учесть все из которых практически невозможно (табл. 7).

**2.2.1.4. Факторы, влияющие на характеристики (показатели) МОР и на степень их соответствия характеристикам коренной РМ (табл. 7).**

Ниже приводится некоторая детализация по отдельным факторам, не рассмотренным или недостаточно отображенным в директивно-справочных материалах, но существенно влияющих на упомянутые адекватности

Таблица 7

Номер фактора	Содержание фактора
	<b>1. Миграционные особенности ХЭ в зоне гипергенеза вокруг зон РМ</b>
1	Формы миграции
2	Условия выпадания этих форм в виде минералов
	<b>2. Особенности коренной РМ на поверхности</b>
3	Вещественно-минералогический состав, особенно степень сульфидности
4	Содержания ХЭ
5	Продуктивности <i>M</i> и <i>P</i>
6	Физико-механические свойства (твердость, нарушенность сплошности)
7	Форма и размеры
8	Изменения в зоне гипергенеза (коры выветривания – зоны окисления)
	<b>3. Особенности рудовмещающих пород</b>
9	Минералогический состав (карбонаты, алюмосиликаты и др.)
10	Разрушаемость
11	Гипергенные изменения (коры выветривания)
	<b>4. Особенности опробуемых РПО-СРПО</b>
12	Генезис
13	Механический состав
14	Мощность
15	Развитость почв
16	Общехимические изменения (засоленность грунтов и проч.), которые могут быть выражены количественно
	<b>5. Особенности рельефа</b>
17	Степень расчлененности
18	Угол склона
19	Положение зон (тел) КРМ по отношению к направлению сноса рыхлого материала
20	Расстояние КРМ от водораздела
21	<b>6. Особенности климата, зависящие от широтно-зонального и горно-высотного положения</b>
22	<b>7. Условия пробоотбора: размер и глубина отбора рыхлой фракции</b>

в условиях Узбекистана. Подробно эти вопросы рассмотрены в статье И.Б.Турамуратова и др. (2008).

**Факторы 1-2.** В общем случае в составе МОР присутствуют все формы ХЭ, характерные для зоны гипергенеза: механическая, солевая, сорбированная и металлоорганических соединений (см. раздел 3.2.1). Солевая и сорбированная формы образуют сорбционно-солевой или наложенный ореол, относимый (Инструкция-83) к наложенным литохимическим. Исходя из этого, некоторого уточнения требует термин «механический ореол». Согласно Справочнику-90 (с. 145), он представлен устойчивыми к переносу в зоне гипергенеза первичными и вторичными рудными минералами. Такие вторичные минералы как церуссит, вульфенит, малахит и другие им подобные, характерные для зон окисления, выпадают из рудничных вод в местах их выклинивания на поверхность и, следовательно, присутствуют в МОР на



склонах. При разрушении часть этих образований попадает в гидросеть и переносится в виде механических потоков рассеяния. Таким образом, несомненна двойственность этих вторичных солей, растворяющихся даже в слабых растворах соляной кислоты. Поэтому собственно делювиально-как комплексные наложенно-механические, а русловые металлометрические потоки как собственно механические.

**Фактор 3. Вещественно-минералогический состав РМ** существенно влияет на характеристики (состав, размеры, формы нахождения элементов) МОР. Устойчивые в зоне гипергенеза минералы (шеелит, касситерит и др.) дают четкие и контрастные механические ореолы, а неустойчивые (сфалерит, молибденит и др.) с хорошо мигрирующими составляющими (Zn, Mo, As) – широкие низкоконтрастные. Наиболее яркими металлометрическими, а также наложенными ореолами проявляются эродированные золоторудные проявления с полиметаллами (Zn, Pb, Cu) и сопутствующими ХЭ (Ag, As, Bi и др.), что позволяет получить контрастные аномалии способом суммирования. К ним относятся объекты золото-сульфидно-кварцевого ГПТ.

Масштабные, но малозлементные металлометрические ореолы сопровождают убогосульфидное оруденение золото-кварцевого ГПТ (Мурунтау, Мютенбай, Гузаксай и др.). Не совсем ясно влияние минералогического состава на оптимальную методику полевого пробоотбора в случае КРМ золото-сульфидного ГПТ в пределах Кызылкумского региона (Кокпатас, Даугызтау и др.). Колчеданная минерализация подвергается здесь интенсивному окислению и разрушению. Образуются хорошо развитые зоны окисления с сыпучими тонкими образованиями, представленными окислами-гидроокислами, карбонатами, водными арсенидами и другими солями Fe, Mn, As, Sb, Pb (гётит, гидрогётит, ярозит, псиломеланы, скородит, петтицит, церуссит, валентинит) и тонким самородным золотом. В связи с практическим отсутствием прокварцевания и кварцево-прожилковых образований все полезные компоненты концентрируются в сыпучей зоне окисления, откуда и попадают в МОР в виде тонких  $<0,5$  мм частиц, что давно было установлено на объектах Кокпатаасского рудного поля (К.П.Атабекьянц, 1970 г.). Таким образом, при отборе в пробу крупных фракций, как это сейчас принято в Кызылкумах, основная мелкая рудная часть на таких объектах в пробу не попадает. Если же отбирать фракцию  $-1$  мм, прошедшую через сито в  $1$  мм, то пробы будут разубожены золотым песком.

Изучение минералогического состава рудной части СРПО, а при возможности лучше самой КРМ (на обнаженных частях при обследовании аномалий), может способствовать более уверенным оценкам уровня среза КРМ.

Не совсем ясен, из-за недостаточной изученности, вещественно-минералогический состав РМ, в т. ч. и золоторудной, над скрытыми объектами Республики, поэтому привести сейчас какие-то конкретные рекомендации на этот счет не представляется возможным.

**Фактор 6. Физико-механические свойства РМ.** Они значительно влияют на ее разрушаемость с поверхности и, следовательно, на величины

продуктивностей  $M$  и  $P$  и, соответственно, на значения  $t$  и  $k$ . В директивных документах этот вопрос не затрагивается. В Справочнике-90 (с. 161) утверждается: «Имеет место пропорциональность надфоновой площадной продуктивности вторичных остаточных ореолов рассеяния  $P_{\text{мор}}$  ( $\text{м}^2\%$ ) продуктивности своего коренного оруденения  $P_{\text{рм}}$  ( $\text{м}^2\%$ ) согласно зависимости (13)». Однако, это положение не распространяется на ореолы делювиально-склоновые. Применительно к ним утверждение о «пропорциональности» ставится под сомнение. Действительно, допустим, имеется две зоны РМ с одинаковыми площадными продуктивностями  $P_{\text{рм}}$ , но зона 1 представлена твердым монолитным кварцем, а зона 2 мягкими легко разрушаемыми сланцами. Естественно, что за один и тот же промежуток времени с зоны 2 будет снесено больше рудного материала, чем с зоны 1, т. е.  $P_{\text{мор}1} < P_{\text{мор}2}$ . Поскольку  $P_{\text{рм}1} = P_{\text{рм}2} = \text{const}$ , то

$$k_1 = \frac{P_{\text{мор}1}}{P_{\text{рм}}} < k_2 = \frac{P_{\text{мор}2}}{P_{\text{рм}}}$$

и  $k \neq \text{const}$ . Следовательно, физико-механические свойства РМ прямо влияют на величину переходного коэффициента продуктивностей  $k_{\text{мор}}$ , что должно учитываться в практике работ.

В принципе же, исходя из вышеизложенных логических построений, ставится под сомнение само утверждение о пропорциональности продуктивностей линейных или площадных для склоновых МОР, поскольку исходной является иная более общая посылка (там же в Справочнике-90 на с. 161) о простой пропорциональности между «количествами химических элементов в генетически связанных между собой геохимических аномалиях, что прямо вытекает из закона сохранения материи» и с чем трудно не согласиться. Но количество вещества ведь измеряется не в  $\text{м}^2\%$  или  $\text{м}^2 \cdot \text{г}/\text{т}$ , а в граммах, килограммах, тоннах, что и соответствует «закону сохранения материи». Исходя из этой аксиомы, для склоновых МОР нет зависимости  $P_{\text{мор}}$  от  $P_{\text{рм}}$ , а есть зависимость количества металла в МОР в тоннах ( $q_{\text{мор}}$ ), представленного в металлотрическом ореоле во всем объеме СРПО, от его количества  $q_{\text{рм}}$  в тоннах, денудированного с поверхности рудной зоны (рудное тело + его первичный ореол) за какой-то неясный промежуток времени, в течение которого сформировался склоновый МОР в данном объеме СРПО. Т. е. речь идет не о площадных, а об «объемных продуктивностях»  $q$ , когда

$$k_{\text{мор}} = \frac{q_{\text{мор}}}{q_{\text{рм}}}, \quad (14)$$

что предлагалось в свое время Е.П.Захаровым и С.И.Кирилица (1970). Но даже зная примерную среднегодовую величину слоя денудации в горных районах, равную 2-4 мм, оценить  $q_{\text{рм}}$  не представляется возможным. Поэтому на практике реально пока пользоваться прежним способом — отношением площадных продуктивностей, делая по возможности примерную поправку на физико-механические свойства РМ. Численные величины этой поправки пока не определены.

**Фактор 17. Влияние расчлененности рельефа.** В условиях резко расчлененного рельефа происходит «перехват» МОР (аномалий) сухими и водными саями и ореолы-аномалии переходят в механические потоки рассеяния. Это ведет иногда к значительному уменьшению величины

подсчитываемых  $P_{\text{мор}}$  на склонах и, соответственно, к уменьшению оцениваемых по данным металлометрии ресурсов  $Q$ . В инструктивных документах этот момент упущен и никаких поправок не предусматривается. Видится два варианта его решения: 1) учитывать степень расчлененности количественно (см. раздел 1.2.1) и в зависимости от этого показателя вводить соответствующие поправки к цифре  $P_{\text{мор}}$ , хотя величин таких поправок пока не имеется; 2) после проведения металлометрической площадной съемки по ореолам рассеяния на выявленных аномалиях или аномальных полях дополнительно провести металлометрическую съемку по потокам рассеяния и ее показатели каким-то образом (каким — неясно) причислить к съемке по ореолам.

**Фактор 20. Положение КРМ, определяемое расстоянием от водораздела.** На субгоризонтальных поверхностях водоразделов, занимающих некоторые площади в горах в виде высокогорных плато (например Ангренское плато), а в Кызылкумах в виде пологих холмообразных повышений, СРПО представлены делювио-элювием (преобладает элювий). При разрушении КРМ рудный материал концентрируется тут же, формируются остаточные и склоново-остаточные МОР, характеризующиеся достаточно высокой контрастностью. Ниже водоразделов обычно находятся выпуклые энергично денудлируемые склоны. Характер элювиально-делювиального покрова, а, следовательно, и показатели МОР, здесь отличаются между склонами солнечной и теневой экспозиций. На первых, в связи с относительно небольшой мощностью покрова и преобладанием в его составе супесно-песчаных частиц, вокруг КРМ формируются протяженные и достаточно контрастные склоновые МОР. И, наконец, вблизи подножий склоны имеют вогнутый профиль, где происходит накопление сносимого сверху материала. Поэтому в случае размещения здесь зон КРМ связанные с ними МОР могут быть как сильно ослаблены за счет разубоживания сносимым сверху «нерудным» делювием, так даже закрыты, не проявляясь на поверхности. В целом, чем ниже по склону расположены КРМ, тем менее контрастны связанные с ними склоновые МОР.

**Фактор 22. Влияние размера фракции и глубины (или высоты над плотиком) отбора проб.** Методика пробоотбора имеет одно из решающих значений на получаемые показатели МОР, особенно в условиях Кызылкумского региона, где в составе опробуемых СРПО значительная доля золотого материала. В Инструкции-83 этот фактор не учтен. Установлено, что здесь фракция тоньше 0,05-1 мм резко обеднена основными ПК, что может привести, и приводило, к пропуску промышленных месторождений Au и Ag. Опытными работами на кварцево-убогосульфидных месторождениях Au Мютенбай, Мурунтау, Бесапантау, Амантайтау в Кызылкумах и рудопоявлении Алвасай в Чаткальских горах выяснено, что содержания Au и Ag постепенно увеличиваются на порядок от фракции  $\varnothing = -0,05$  мм к  $\varnothing = 5-10$  мм.

Совершенно обратная картина — уменьшение на порядок содержаний от мелких фракций к крупным для Pb, Zn, Cu — устанавливается в ряде полиметаллических объектов Чаткало-Кураминских гор (месторождения Лашкерек, Кенкол, Кочбулак), причем при отборе проб с разных глубин — от 0,1 до 0,7 м.

Представляется, что металлометрическое опробование при поиске кварцево-золоторудных объектов в ландшафтах Кызылкумов и горных лучше проводить по крупным фракциям (по Au).

Что касается глубины отбора проб, то, судя по единичным исследованиям, в остаточных и склоново-остаточных МОР содержания  $C$  и продуктивности  $P$  рудогенных ХЭ уменьшаются снизу вверх от плотика РМ примерно по показательному закону убывающего «органического роста»:

$$C_{\text{выс}} = C_{\text{max}} \cdot e^{-\omega h_{\text{выс}}}, \quad (15)$$

где  $C_{\text{выс}}$  – содержание ХЭ на высоте  $h_{\text{выс}}$ ,  $C_{\text{max}}$  – максимальное содержание ХЭ на плотике РМ,  $e$  – основание натуральных логарифмов ( $\ln$ ),  $\omega$  – постоянный множитель, зависящий от характера РПО,  $h_{\text{выс}}$  – высота над плотиком в толще РПО.

В склоновых МОР такой закономерности для  $C$  и  $P$  не устанавливается, в связи с чем пропорциональная связь  $C_{\text{МОР}}, P_{\text{МОР}} = f(C_{\text{РМ}}, P_{\text{РМ}})$  нарушается и величины  $t_{\text{МОР}}$  и  $k_{\text{МОР}}$  теряют смысл.

Таким образом, в аномалиях – МОР разных типов величины  $C$  и  $P$  зависят и от размера фракции и от глубины ее отбора, подчиняясь определенной закономерности только в аномалиях МОР остаточных и склоново-остаточных; то же относится здесь к  $t_{\text{МОР}}$  и  $k_{\text{МОР}}$  (см. табл. 6). Однако, и в этих случаях необходим учет факторов 1-11 и 22, факторы 12-21 практически можно во внимание не принимать.

Для склоновых МОР в связи с мощным влиянием на их характеристики вышестепенных факторов 17-20 прямая зависимость между  $C_{\text{МОР}}^{\text{сп}}, P_{\text{МОР}}^{\text{сп}}$  и  $P_{\text{РМ}}, P_{\text{РМ}}$  теряется и величины  $t_{\text{МОР}}$  и  $k_{\text{РМ}}$  становятся случайными. В связи с этим оценки по показателям склоновых МОР значений  $C_{\text{РМ}}^{\text{сп}}, P_{\text{РМ}}$  и  $Q_{\text{пр}}$  смысла не имеют. В то же время на открытых участках с СРПО типов I-II по значениям  $C_{\text{МОР}}^{\text{сп}}$  вполне можно сориентироваться в величинах  $C_{\text{РМ}}^{\text{max сп}}$  с учетом  $t_{\text{МОР}}$ .

## 2.2.2. Металлометрический метод поисков

### 2.2.2.1. Общие положения

1. Металлометрические съемки являются основным методом геохимических поисков рудных месторождений в пределах открытых горно-возвышенных районов. Съемки основаны на выявлении аномально-повышенных содержаний рудогенных и сопутствующих ХЭ в СПРО, включая их верхнюю почвенную часть.

2. Общая методика полевых, лабораторно-аналитических и камеральных работ изложена в Инструкции-83 §§ 110-231. Поэтому здесь приводятся лишь некоторые уточнения, разъяснения и показатели МОР применительно к природным условиям Узбекистана.

3. Поскольку все открытые площади в пределах горно-возвышенных районов РУз покрыты металлометрическими съемками масштабов 1:25000-1:50000 и мельче, целесообразна постановка лишь более детальных работ – главным образом в масштабах 1:10000 и 1:5000 по сети, соответственно, 100×25-20 и 50×20-10 м. В исключительных случаях возможно проведение съемок в масштабе 1:2000 по сети 25-20×10-5 м на ограниченных участках. Направление профилей должно выбираться вкрест простирающихся основных рудоконтролирующих структур.

4. Перед постановкой металлометрических съемок, в крайнем случае при их производстве, необходимо проведение полевого ландшафтного схематического картирования (не районирования) в масштабе съемки (раздел 1.2.1). В зависимости от выявленных конкретных ландшафтных ситуаций может меняться методика полевых работ (размер фракции, глубина пробоотбора  $h_m$ ).

### 2.2.2.2. Полевые работы

1. Взятие проб производится по ландшафтной карте-основе с возможными изменениями по глубине  $h_m$  и фракциям отбора в зависимости от обстановки, главной составляющей которой следует считать характер РПО. По этим показателям выделяется 8 типов покровных образований (см. рис. 2).

2. Металлометрическому опробованию могут подвергаться все типы современных покровных отложений – склоновые элювиально-делювиальные, пролювиальные и аллювиальные (например, для выявления россыпей), а также суглинки и лессовидные суглинки неясного генезиса. Опробование эоловых песков не целесообразно.

3. Глубина отбора металлометрических проб  $h_m$  и размеры фракций  $\varnothing$  могут меняться: в горных районах Восточного, Южного и Центрального регионов. Оптимальный вариант отбора фракций = -1 мм (материал проходит через сито в 1 мм), а в пустынных-полупустынных районах Кызылкумов, где в составе мелкозема присутствует эоловый песок, следует отбирать фракцию = (1-2)-(5-10) мм, т. е. практически любые в пределах 1-10 мм. Последний вариант многократно подтвержден и давно применяется при производстве поисковых и детальных съемок в Западном Узбекистане. При этом необходима операция по удалению из отбираемой пробы налипших частиц и корочек новообразований (гипс, карбонаты) и тонкого эолового песка путем растирки материала на стальном сите с помощью, допустим, резины, рукавицы и т. п.

4. В необходимых случаях может быть применено опробование вблизи плотика коренных пород на одной и той же высоте от него  $h_{\text{плотика}} = 5-20$  см, т. е. при переменной глубине от нескольких дециметров до 1-3 м для типов покрова III-IV. Такие случаи могут быть вызваны, например, необходимостью срочной приближенно-количественной оценки слабой аномалии (содержания, площадные продуктивности и т. д.). Естественно, что это работы дорогостоящие и они должны вестись только на перспективных аномалиях, при относительно небольшой (до 2 м) мощности рыхлого покрова, в детальных (1:5000-1:2000) масштабах, с помощью ручных или механических буров. Однако, в таких случаях лучше переходить на эндолитохимическое опробование.

### 2.2.2.3. Лабораторные исследования

Геологическая проба, измельченная до 0,074 мм (200 меш) и сокращенная, должна иметь вес: для спектрального анализа не менее 10 г, для спектрального анализа на золото – 30-50 г.

*Приближенно-количественный спектральный анализ* является одним из основных аналитических методов, используемых при геохимических и геологических исследованиях. Простота и универсальность спектрального

анализа, достаточно высокая чувствительность на ряд ХЭ, экспрессность, одновременное определение широкого круга элементов (до 50) и относительно невысокая стоимость делают его незаменимым в геологии и геохимии. К недостаткам анализа относится малая чувствительность определения целого ряда редких элементов, спрос на которые резко возрос за последние годы. Для обнаружения этих элементов в республике в последнее время широко применяются масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) и инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА). Оба имеют высокую стоимость.

В лабораториях используются спектрографы: призмные кварцевые (ИСП-28, ИСП-30), СТЭ и дифракционные (ДФС-8, ДФС-13). При анализе несложных проб, содержащих элементы с малолинейчатыми спектрами (As, Sb, Pb, Zn, Sn и др.), применяются кварцевые призмные спектрографы со средней дисперсией и небольшой разрешающей силой. Для анализа проб, содержащих значительные количества элементов с многолинейчатыми спектрами (Mo, W, Nb, Zr и др.), используются дифракционные спектрографы с большой разрешающей силой и дисперсией.

При выполнении спектральных анализов используются два способа введения проб в зону дугового разряда: 1) испарение порошковой пробы из кратера графитового электрода (метод испарения); 2) введение пробы просыпкой при воздушном дутье (метод просыпки). Метод испарения рекомендуется применять при определении тугоплавких элементов – Zr, Ti, Sc, Ba, Sr и др. Методом «просыпка» осуществляется сжигание для анализа элементов высокой и средней летучести – Sb, As, Ag, Pb, Cd, Cu, Bi, V, Ni, Co, Cr, Mo, Sn, Li, Tl, Ge, Ga, Mn, P. Нижние пределы обнаружения ХЭ различными способами приведены в табл. 1.

Для повышения чувствительности определения золота химико-спектральным анализом применяют: предварительное химическое обогащение пробы путем перевода золота из пробы в раствор царской водки (три части азотной и одна часть соляной кислоты), сорбцию золота активированным углем, десорбцию мешающих элементов с угля, сжигания его золы в дуге переменного тока, визуальную интерпретацию спектров. Способ введения золы в дугу – просыпка. Интервал определяемых концентраций золота 0,005-1,0 г/т.

#### 2.2.2.4. Камеральные работы

Различают понятия «обработка данных» и «интерпретация аномалий», получаемых в итоге обработки. Обработка производится с применением или без применения ПЭВМ, а интерпретация – только человеком. В качестве исходной используется информация или цифровая, или картографическая. Первая может быть введена в локальную базу данных (ЛБД) и затем обработана с помощью ПЭВМ (глава 4). Цифровая информация содержится в журналах анализов проб как по проводимым, так и по прежним работам. Однако, зачастую по прежним съемкам журналы анализов в архивах не обнаруживаются. В этом случае при наличии поэлементных карт в изолиниях (те же архивы, фондовые отчеты) с них можно осуществить «съем» точечных,

по пикетам сети съемки, цифровых данных, используя приемы интерполяции – экстраполяции между оцифрованными изолиниями. Выполнить это можно вручную, или с помощью ПЭВМ по особой программе. Целесообразность создания ЛБД, несмотря на наличие готовых поэлементных карт, имеется, поскольку приходится прибегать к построению карт мультипликативных или аддитивных (зачастую отсутствующих в отчетах), выяснению коррелятивных связей, построению рядов интенсивностей и подсчетам продуктивностей.

#### 2.2.2.4.1. Составление карт металлотрических аномалий.

Составление моноэлементных карт может выполняться с применением ПЭВМ и без их применения.

Набор карт по ХЭ индивидуален в зависимости от геолого-металлогенических особенностей площади – участка. Учитывая поиск-оценку скрытого оруденения и сегодняшние возможности спектрального анализа, в качестве «универсального» можно принять такой перечень геохимических ассоциаций: далекого рассеяния – Ba, Li, Hg, As<sub>3</sub>; близкого рассеяния – As<sub>2</sub>, Ag, Sb, Pb, Zn, Cu; рудных – Au, Ag, W<sub>2</sub>, As<sub>1</sub>, Co, Bi, Cu<sub>1</sub>; нижних уровней КРМ – Mo, W<sub>1</sub>, Sn, Ni?, где: As<sub>3</sub> – в реальгаре, аурипигменте, As<sub>2</sub> – в блеклых рудах, As<sub>1</sub> – в арсенопирите; W<sub>2</sub> – в вольфрамите, W<sub>1</sub> – в шеелите; Cu<sub>2</sub> – в блеклых рудах, Cu<sub>1</sub> – в халькопирите.

Выделение аномалий выполняется согласно Инструкции-83. Оно должно производиться по правилу 3-х, иногда 2-х сигм и в зависимости от числа коррелирующихся аномальных точек (см. раздел 4.2).

В настоящий момент при наличии цифровой информации составление монокарт выполняется с помощью ПЭВМ по программам ГЕОСКАН, Surfer по программному модулю ArcGis (глава 4).

Выделение моноэлементных аномальных геохимических полей (АГП) на открытых площадях производится путем объединения отдельных близрасположенных аномалий. Методика такова. В первую очередь выделяется ядро АГП – его центральная часть, наиболее насыщенная контрастными аномалиями и обладающая максимальной площадной удельной продуктивностью  $P_{уд} = \Sigma P/S$  (размерность = м<sup>20</sup>% на 1 м<sup>2</sup>, 100 м<sup>2</sup>...1 км<sup>2</sup>), где: S – площадь всего ядра,  $\Sigma P$  – сумма площадных продуктивностей всех аномалий, включаемых в ядро.

После выделения явного ядра к нему присоединяются периферийные аномалии, но такое присоединение с прибавлением их площадной продуктивности к ядру не должно резко уменьшать величину удельной продуктивности нового общего поля.

Выделение моно АГП на полукрытых площадях, где полностью открытые участки с СРПО I-го типа чередуются с закрытыми ХЭ в аномалиях производится с учетом того, что на первых содержания ХЭ в аномалиях приближаются к содержаниям в КРМ на цоколе, на вторых – они понижены (ослабление аномалий) или аномалии вовсе отсутствуют (явление полного «погашения»), что хорошо иллюстрируется картиной развития МОР Си на медно-порфириновом месторождении Дальнее в Алмадыке (см. рис. 7). Здесь мелкие металлотрические аномалии Си разобщены по всей площади круп-

ного изометричного в плане (до 1,5 км в поперечнике) штокверка, будучи приурочены к отдельным промоинам или открытым водораздельным участкам среди сплошного поля суглинков мощностью от первых до 20 м.

Таким образом, очевидна необходимость корректировки картины металлотрических полей по ландшафтными картам, особо картам РПО, когда в единое, местами предполагаемое, поле могут быть объединены разрозненные аномалии. Естественно, что такие интерпретации должен выполнять специалист высокого класса.

Участки предполагаемых ослабленных и закрытых аномалий должны быть выделены на карте отдельными знаками. На этот момент – на качественно-визуальную корректировку карт – обращается особое внимание.

*Составление полиэлементных карт*, как основ для определения местоположения в плане искомым объектов. Может выполняться с применением ПЭВМ и без их применения. В качестве полиэлементных могут выступать карты: А – цифровые суммарные, представленные суммами мультипликативными (перемножение нормированных содержаний ХЭ) или аддитивными (сложение относительных содержаний, нормированных по фону или кларку) в виде изолиний; Б – бесцифровые сводные, изображаемые в виде каких-то контуров с пояснениями к ним (обычно в виде «флажков»).

*А. Карты цифровые суммарные.* Обычно создаются электронно-машинным способом через ЛБД (см. подраздел 4.5), хотя в принципе возможен и «человеческий», но более трудоемкий, вариант. При выборе числа и индивидуумов ХЭ следует исходить, скорее всего, из 2-х основных принципов: 1) принадлежности искомого оруденения к тому или иному ГПТ (РФ); 2) степени его (оруденения) эродированности.

Объекты эродированные различных ГПТ четко отличаются рядами относительной интенсивности ХЭ, приведенных в справочной литературе (Инструкция-83, с. 163; Справочник-90, с. 216; Григорян, 1987, с. 46). Первые 3-5 ХЭ в рядах и должны учитываться при построении суммарных карт. Можно рекомендовать такие сочетания ХЭ для эродированных золоторудных объектов республики: 1) золото-кварцевый ГПТ (Мурунтау-Мютенбай, Пирмираб-Гузаксай, Гужумсай) – Au-As-W-Bi; 2) золото-сульфидно (часто с полиметаллами)-кварцевый ГПТ (Кызылалмасай, Кочбулак, Марджанбулак и др.) – Au-Ag-As-Pb-Cu; 3) золото-сульфидный ГПТ (Даугызтау, Кокпатас) – Au-As-Sb.

Объекты слепые будут отличаться от предыдущих набором более подвижных ХЭ и поэтому их ряды интенсивности не всегда включают в качестве основных элементы рудогенные. Исходя из этого, для таких оруденений золота всех ГПТ можно было бы для суммирования предложить такой набор ХЭ: Sb-Pb-Zn; As не включен в связи с его трехместным положением в ряду осевой зональности ( $As_1$ ,  $As_2$  и  $As_3$ ).

Мультипликативные и аддитивные карты имеют много плюсов – они наглядны, строятся в изолиниях и поддаются количественным расчетам. Они являются надежным индикатором сильно ослабленных аномалий. Этот эффект довольно четко проявился на участках Кочбулакского золото-полисульфидного месторождения, где перекрытые лессовидными суглинками рудные зоны, в т. ч. 5б и 5в, в ряде мест отметились мультипликативными



металлометрическими ореолами (Pb·Zn·Cu·Mo·Ag·As).

Однако, такие суммарные карты имеют и определенные недостатки. Так, они трудно воспринимаются в связи с абстрактностью содержащихся в них цифр — допустим, 10-12%<sup>5</sup> для мультипликаций. Кроме того, такие величины затрудняют сопоставления между картами с разным набором ХЭ в суммах — допустим, %<sup>6</sup> и %<sup>3</sup>. Такие карты отличаются и потерей геохимической индивидуальности. Например, в мультипликативной сумме участвуют Ag и Pb; в одном случае больше Ag, в другом — Pb, а сумма одинакова и трактовка типа оруденения становится неоднозначной — это или благороднометалльное, или полиметаллическое оруденение. Очевидно, что суммарные карты, помимо интенсивности проявления рудной минерализации, должны еще служить указателем оценки как возможного типа оруденения (ГПТ, РФ), так и возможного уровня среза через ассоциации ХЭ. Реализация возможна двумя путями: 1) созданием целой серии карт, где ХЭ в сумме сгруппированы по двум признакам — геохимическому типу оруденения (золото-сульфидное, золото-кварцевое и т.д.) и или уровню среза, но как указывалось, решение здесь зачастую неоднозначно — не зная уровня среза, нельзя оценить и ГПТ, и наоборот; 2) в сумму включать большое количество (до 10-ти) ХЭ с написанием ряда относительной интенсивности ХЭ в ед  $C_{\phi}$  или  $C_{\mu}$ .

*Б. Карты бесцифровые сводные.* В настоящее время, как было отмечено, полиэлементные карты с цифровой нагрузкой в виде изолиний изготавливаются машинным способом в основном в мультипликативном варианте. Они удобны при детальном прогнозах в пределах известных рудных полей и месторождений, когда ГПТ руд в их пределах ясен. В случае же крупномасштабных съемок или обобщений на широких площадях с разными видами ПИ такие карты несут больше формальную информацию. В этом случае более информативны карты сводные, где приводится главным образом геохимический состав (ассоциация) аномалий и АГП как основной признак вида ПИ и ГПТ, а также, в определенной мере, и уровня среза КРМ. В необходимых случаях целесообразно создание обоих видов карт.

Создание таких карт и интерпретация содержащейся в ней информации, при условии творческого подхода к делу, является процессом единым и довольно сложным. Поэтому осуществлять его должен специалист высокой квалификации, хорошо знакомый с поисково-оценочным делом. Он должен руководствоваться отработанными принципами и методикой, изложенными в Инструкции-83 и Справочнике-90, и учитывать ряд моментов чисто «местного» характера, приведенных здесь в главе 1.

Поскольку настоящий этап ГРР на рудные ПИ в республике связан с выявлением труднообнаруживаемого оруденения, в т. ч. и в горно-возвышенных районах, именно о которых и идет речь, как о районах с максимальной эффективностью металлометрии, на карте выявлять и оценивать в первую очередь следует аномалии, которые фиксировали бы оруденения:

эродированные мелкие (крупные и средние все уже выявлены) и слабоэродированные, представленные на цоколе. Оба типа проявляются на поверхности относительно небольшими слабоконтрастными эндопито-хими-

ческими и металлометрическими структурами как рудных ХЭ – в центральных частях структур, так и сопутствующих подвижных – в периферических;

слепые неглубокозалегающие, которые отличаются набором, главным образом, ХЭ подвижных с их развитием на относительно широких участках (Pb, Zn, Ag, Sb, Hg, Ba).

Выделяются все аномалии – рудные и нерудные (накопительные, породные, техногенные). Их разбраковка осуществляется в процессе обследования и затем интерпретации аномалий.

При составлении итоговых полиэлементных карт необходима постоянная корректировка с геологической и ландшафтной ситуациями.

Техника составления сводных карт сводится к следующему. На экране дисплея или на восковке последовательно совмещаются картины всех моноэлементных аномалий или полей. При этом визуально-субъективно постепенно наращивается внешний контур какой-либо аномалии с фиксацией всего набора в ней ХЭ. Выделению подлежат контуры АМС, имеющие размер как минимум 3-4 см<sup>2</sup> на картах любого масштаба. В случае неоднородной внутренней структуры аномалии или АГП (разный набор ХЭ, различная интенсивность ХЭ, различное ореолопокрытие) производится ее расчленение на отдельные участки-секторы, имеющие более-менее однородные характеристики. Указанные показатели фиксируются в выноске-флажке. Набор ХЭ дается в виде ряда относительной интенсивности (в единицах  $C_{\phi}$  или  $C_{\mu}$ ) из 4-5-ти ведущих ХЭ. Особым знаком выделяется центральный сектор, характеризующийся максимальной масштабностью всех признаков и, следовательно, максимально приближенный к местоположению зоны максимума КРМ. Предполагается, что форма аномалии будет отражать форму проявления КРМ.

*Некоторые моменты, связанные с обработкой картографических материалов прежних съемок.* Речь идет о случае, когда для прогнозных построений в наличии имеются лишь поэлементные карты, с которых нельзя, или нет необходимости «снять» цифровые данные. В этом случае задача сводится к построению полиэлементных сводных карт «ручным» способом, как это было рассмотрено в предыдущем пункте.

Обязательной процедурой при использовании материалов прежних съемок вообще является оценка количественно-качественного уровня, или достоверности, исполнения этих съемок. При этом в баллах оцениваются отдельно работы полевые, лабораторные и камеральные, а затем уже все в совокупности. В качестве главных критериев итоговой оценки необходимо учитывать наличие в используемых материалах моно- и полиэлементных карт, присутствие изолиний и их дифференцированность, наличие профильных аномалий, четкость фиксации ореолами известных рудных проявлений, учет ландшафтной ситуации и т. п.

В случае пересъемок площадей, когда зачастую одна и та же площадь покрывалась металлометрией дважды, а то и трижды, необходимо оценить уровень исполнения каждой съемки и в ее итоге выбрать приоритетную – базовую. Тогда данные других исследований будут лишь привлекаться как дополнительные к ней.

Необходима отработка критериев оценки уровня этих съемок применительно к выявлению скрытого оруденения, поскольку такие критерии пока не разработаны.

*Необходимость корректировки карт машинного изготовления.* В машинной картографии имеются некоторые минусы, когда ПЭВМ:

1. «Склонна» (согласно заложенной на этот счет программы осреднений) «крутить» вокруг аномальных точек (например, Au) целый ряд изолиний, невзирая на соседние низкие или фоновые значения, создавая этим совершенно ложное зрительское восприятие действительной картины.

2. Не согласуясь с направлением рудоносных структур, «протягивает» аномалии по наикратчайшему расстоянию – перпендикулярно ориентации профилей.

3. Не может учесть ландшафтную ситуацию.

4. Не способна распознать и оценить так называемые профильные аномалии, как правило, связанные с браком лабораторно-аналитических работ.

В связи с отмеченным, необходима тщательная «человеческая» корректировка таких карт по геологической и ландшафтной основам.

**2.2.2.4.2. Интерпретация металлотрических аномалий и их качественная оценка (разбраковка).** Основные моменты методики:

1. Интерпретация (толкование или расшифровка природы) заключается в их разделении на рудные и безрудные. К числу нерудных металлотрических в горно-возвышенных районах Узбекистана, где и применяется метод, могут быть отнесены, пожалуй, лишь породные и техногенные, а остальные – к рудным.

2. Разбраковка является качественной оценкой аномалий и аномальных металлотрических полей. Задача сводится к разделению их на две подгруппы: а – перспективные, наиболее вероятно связанные с потенциально промышленной КРМ; б – неперспективные или с неясными перспективами, с большой вероятностью обусловленные влиянием ЗРРМ и рудопроявлений. Для подгруппы «а» при возможности полуколичественно оценивается ряд конечных прогнозных задач (см. раздел 1.4).

К разбраковке необходимо привлекать: карты геологические, ландшафтные, особо РПО, полезных ископаемых, геофизические, прежних прогнозов, топографические; данные (графические, табличные) об эндолитохимических и металлотрических характеристиках эталонных рудных месторождений республики в качестве оценочных критериев; оценки связей между содержаниями ХЭ (корреляция; см. раздел 4.3). Однако, следует помнить, что в склоновых аномалиях в смешанном состоянии находятся все латеральные зоны КРМ – внутренние, состоящие из основных ПК, и периферийные, состоящие из подвижных ХЭ.

3. При разбраковке металлотрических аномалий следует учитывать ряд общих моментов: их ослабление, часто значительное, на закрытых участках; искажение их форм и размеров на расчлененных участках; смещение зон максимумов от КРМ на склонах, которое может достигать первых п·10 м; большинство аномалий связано с ЗРРМ, зонами слабоконцентрированной РМ,

отдельными рудопроявлениями, реже, месторождениями с забалансовыми рудами и только в исключительных случаях — с промышленными месторождениями. Если последние находятся в скрытом залегании, их оценка становится проблемной. При охвате широких площадей крупномасштабными съемками задача по отличию, например, золотого оруденения от других видов руд (Pb-Zn, медного, серебряного с Au, вольфрамового, Co-Ni и др.) также представляется весьма сложной; моно- и полиэлементные из них, по сравнению с эндолитохимическими, являются трансформированными и по размерам (обычно шире), и по форме (более расплывчатые), и по составу (более искажен), и по интенсивности (менее интенсивны); аномалии небольших размеров и слабой интенсивности могут быть связаны как со скрытыми объектами, так и с мелкими эродированными, а также с ЗРРМ.

В итоге разбраковки составляется карта с указанием на ней: 1) положения ожидаемой КРМ как непромышленной, так и потенциально промышленной; 2) участков (площадей) недостаточно изученных металлотрическим методом в связи с экранирующим действием некоторых видов РПО, браком полевых или лабораторных работ и др. причинами.

**2.2.2.4.3. Оценка прогнозных ресурсов по показателям металлотрических аномалий-ореолов.** Такая предварительная оценка предписывается Инструкцией-83 и Справочником-90 для эродированных оруденений.

Во всех случаях сначала следует оценить возможность наличия под оцениваемой металлотрической аномалией близкондиционного оруденения, поскольку ресурсы подсчитываются именно для него. В полном случае такая проверка осуществляется путем последовательного «приведения» содержания основного ПК с горизонта металлотрического опробования  $C_{\text{мор}}$  к уровню сначала верхней части КВ-30 через коэффициент-поправку  $t_{\text{мор}}$  по формуле

$$C_{\text{КВ-30}} = \frac{C_{\text{мор}}}{t_{\text{мор}}}, \quad t_{\text{мор}} = \frac{C_{\text{мор}}}{C_{\text{КВ-30}}} \quad (16)$$

а затем к уровню первичного гипергенно неизмененного оруденения  $C_{\text{пр}}$  через  $t_{\text{КВ-30}}$  по формуле (8). Только при подтверждении наличия высоких содержаний переходят к операции по оценке ресурсов в первичных рудах  $Q_{\text{пр}}$ . В наиболее общем виде такая оценка, согласно Инструкции-83 и Справочника-90, производится только для остаточных ореолов по общей формуле:

$$Q_{\text{пр}} = \left\{ \frac{1}{10} \left[ \left( P_{\text{мор}} \cdot \frac{1}{K_{\text{мор}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{КВ-30}}} \cdot \eta \right) \cdot N_{\text{под}} \right] \right\} \cdot \text{а тонн} \quad (17)$$

Поскольку положение об остаточных МОР при этом инструктивно распространяется на все горно-возвышенные районы (см. начало раздела 2.2.1.1), то необходимо рассмотреть наиболее часто встречающиеся ландшафтные ситуации.

**Случай 1.** КВ-30 отсутствует и СРПО покрывают непосредственно гипергенно слабо измененное первичное оруденение; СРПО относятся к склоновым делювиальным, в которых формируются склоновые МОР. Этот случай наиболее широко представлен в горно-возвышенных районах республики. Решения, как отмечалось, он не имеет в связи с отсутствием

в таких МОР пропорциональной зависимости между  $P_{\text{мор}}$  и  $P_{\text{пр}}$  Оценки  $Q_{\text{пр}}$  могут быть выполнены только с помощью эндолитохимического опробования (см. раздел 2.1).

*Случай 2.* Покровные отложения отсутствуют и геохимическому опробованию непосредственно подвергаются элювиально-остаточные ореолы, иногда прикрытые почвенным слоем. В Узбекистане в пределах горно-возвышенных районов такие ситуации (ландшафты) развиты очень ограниченно и главным образом в Кызылкумских возвышенностях на участках со сглаженным рельефом. Расчет ресурсов ведется как при эндолитохимическом опробовании по формуле (7). Однако, при этом возникают затруднения с выбором величины  $k_{\text{кв-зо}}$ , поскольку КВ-ЗО имеют неоднородное вертикальное строение в виде ряда подзон с резкими колебаниями величин  $t$  и  $k_{\text{кв-зо}}$  (см. раздел 2.1, задача 4). Значения  $k_{\text{кв-зо}}$  в республике пока достоверно не оценены и поэтому расчеты  $Q_{\text{пр}}$  для случая 2 сегодня недостаточно надежны.

*Случай 3.* ЗО-КВ слабо проработаны, маломощны, не имеют значительного перераспределения ПК по вертикали на рудных участках. Это обычно зоны дезинтеграции четвертичного – современного возраста, когда древние КВ смыты. На поверхности такой примитивной КВ-ЗО развиты СРПО типов I-II-III мощностью до 1,5-2 м с промежуточными склоново-остаточными МОР. Условия для формирования таких МОР существуют в горно-возвышенных областях со сглаженным рельефом главным образом в приводораздельных ограниченных участках. Точка максимума МОР смещена от точки максимума КРМ лишь на несколько метров. Расчеты ресурсов для такого варианта ведутся по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = \left\{ \frac{1}{40} \left[ \left( P_{\text{мор}} \cdot \frac{1}{k_{\text{мор}}} \cdot \eta \right) \cdot H_{\text{под}} \right] \right\} \alpha \text{ тонн} \quad (18)$$

Рекомендуемые значения  $k_{\text{мор}}$  для этого случая приведены в табл. 6.

Таким образом, оценки ресурсов по металлометрическим данным в принципе возможны для рассмотренных случаев 2 и 3, однако для варианта 2 значения  $k_{\text{кв-зо}}$  пока не выяснены. Категория ресурсов для случая 3 не выше 3-ей, хотя Инструкцией-83 (с. 99-100) предусматриваются категории  $P_2$  и даже  $P_1$ .

Общий вывод: на большинстве площадей в горно-возвышенных районах Узбекистана с помощью металлометрического метода с достаточной достоверностью можно решить лишь прогнозные задачи 1 и 2, а выполнение оценочных задач 3 и 4, за исключением редкого случая 3, остается за эндолитохимическими работами. Поэтому буровая проверка металлометрических аномалий не имеет смысла.

### Глава 3. ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ НА ПОЛУЗАКРЫТЫХ И ЗАКРЫТЫХ ПЛОЩАДЯХ УЗБЕКИСТАНА: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Целью ГРР на этих площадях является выявление месторождений эродированных крупных и средних, размещающихся под покровом в породах фундамента (группа объектов № 6 на рис. 4). Определенный вклад здесь могут внести геохимические методы (Врем. метод. указ., Соколов, 2005). Наиболее результативный в горно-возвышенных районах металлотрический метод на этих площадях оказывается не эффективным. Поэтому все «геохимические надежды» здесь сводятся к применению методов атмосферических, по наложенным ореолам рассеяния и, возможно, местами биогеохимического, несмотря на очевидные существенные затруднения с расшифровкой и разбраковкой выявляемых аномалий. Эти аномалии могут быть связаны с влиянием движения подземных вод, а для площадей с мезо-кайнозойским покровом еще и наличием в нем пластовых зон с рассеянной и концентрированной рудными минерализациями, которые, очевидно, могут исказить поверхностный сигнал от искомой КРМ в фундаменте. Конечно, максимальной эффективностью здесь обладает метод глубинно-геохимический, связанный с неглубоким бурением картировочного типа.

Ниже приводятся сведения о вторичных атмосферических, наложенных и биогеохимических ореолах рассеяния, методах-способах их выявления, включая полевые и лабораторные работы, а также об опыте применения методов в различных геолого-ландшафтных ситуациях республики.

#### 3.1. Атмосферические ореолы и атмосферический метод поисков

Этот метод заключается в определении химического состава приземного (высоты 1-2 м от поверхности) и почвенного воздуха с целью выявления повышенных, иногда пониженных, концентраций как газов ( $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $He_2$ ,  $CH_4$  и др.), так и паров отдельных рудных ХЭ ( $Au$ ,  $Pb$ ,  $As$ ,  $Sb$ ,  $Hg$  и др.), находящихся в воздухе в ионно-атомарном состоянии. Поскольку газы имеют высокую проникающую способность, то метод в принципе может использоваться для выявления труднообнаруживаемых объектов, находящихся на глубине в породах фундамента под толщей рыхлых кроющихся образований как современных, так и мезо-кайнозойских.

Метод включает три основные модификации или способа: 1 – по широкому комплексу вышеперечисленных газов (газометрия), 2 – по парам ртути (газртутотометрия), 3 – по широкому кругу ХЭ, в т. ч. и рудных, находящихся в воздухе в виде ионно-парообразных форм (способ ИПФ).

##### 3.1.1. Газометрический способ

Применен в Узбекистане в середине 60-х годов прошлого века (И.А.Хайретдинов и др., 1965 г.). Аппаратура и оборудование того времени обладали низкой чувствительностью, да и круг определяемых газов был довольно узок (в основном  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$  и некоторые другие). Технология

отбора и анализа газовых проб была весьма сложной и трудоемкой (воздух закачивался в волейбольные камеры и затем транспортировался к месту анализа). Поэтому, несмотря на положительный опыт, этот метод не получил в то время широкого распространения.

Особо прогнозно-обнадеживающим выглядит выявление аномальных концентраций  $H_2S$ , поскольку этот газ является продуктом окисления сульфидов при проникновении кислородных вод с поверхности на глубину (до 100 м и ниже). Аномальным количеством сероводорода характеризуется вся рудная зона Кызылалмасайского золоторудного месторождения. Сероводородом здесь обогащены жильно-трещинные воды, выклинивающиеся в штольнях 2 и 8, где в месте выхода этих вод (расход до 10 л/с) отлагается элементарная сера в виде белых рыхлых волокон. К сожалению, серьезных опытных работ по данному газу в Восточном Узбекистане не проводилось.

В относительно небольшом объеме и относительно поверхностно газометрия выполнялась в Западном Узбекистане в начале 1980-х годов силами Геохимической партии Кызылкумской ГРЭ применительно к выявлению погребенных золоторудных объектов на глубинах до 100-200 м. Выявляли газы, сорбированные коренными и перекрывающими их рыхлыми мезо-кайнозойскими осадками. Исследовался газ, выделяемый путем дегазации из проб керна скважин, который затем в стационарных условиях анализировался на метан ( $CH_4$ ), водород и углекислоту. Выяснено (В.И.Климов, А.Р.Романовская, А.П.Климова, 1986 г.), что этими газами отмечаются основные погребенные рудоконтролирующие разрывы. Однако, оценить по характеру и интенсивности аномалий местоположение рудных тел оказалось невозможным. Таким образом, трудности и неопределенности в интерпретации аномалий ограничили тогда дальнейшее применение данного способа.

В.И.Климов и Г.В.Перевозчиков (1988), изучавшие по керну скважин сорбированные газы ( $CH_4$ , He,  $H_2$ ,  $CO_2$  и некоторые др.) в рудовмещающих палеозойских породах и покрывающих их мезо-кайнозойских отложениях на участках золоторудных месторождений Западного региона, установили увеличение содержаний метана и предельных углеводородов над рудоконтролирующими структурами при мощности покрова до 150-200 м в 5-20 раз по сравнению с фоном.

Наличие слабоконтрастных (2-3 ед. фона) аномалий углеводородных газов ( $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ) и  $CO_2$  – отмечено на месторождении Триада с чехлом мезо-кайнозойских осадков мощностью в  $p \times 10$  м (Б.А.Досанова, Л.А.Ярцева, 1997 г., Казахстан).

В настоящее время немецкой фирмой налажен выпуск многоканальных газоизмерительных приборов «DragerX - am 5000» и «Drager X - am 7000», которые предназначены для обнаружения и измерения миллионов частей различных газов – от 5-ти до 25-ти ( $CO$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $Cl_2$ ,  $NCN$ ,  $NH_3$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ). Приборы имеют размер с сотовый телефон, весят 300-600 г. В их комплект входят: блоки питания и зарядные устройства, обеспечивающие до 20 часов бесперебойной работы, внешний насос, удлинительный шланг и комплекты из 25-ти газовых индикаторов. Стоимость приборов: первого – около 2,5 тыс. евро, второго – 40 тыс. евро.

### 3.1.2. Газортутный способ

В его основе – изучение паров ртути в почвенном воздухе. Пары образуются за счет перехода ртути из любых ее форм нахождения в коренных зонах КРМ в газ, который, обладая большой упругостью, по трещинам и порам в породах поднимается к дневной поверхности, смешивается при этом с воздухом, потом частично остается в порах покрова, а частично уходит в атмосферу. Почвенная часть воздуха подвергается анализу на Hg. Отбор воздуха производится путем его откачки насосом из бурок глубиной 40-60 см, пройденных в грунтах (почве). Отобранный воздух поступает затем в анализатор, в котором и определяется концентрация Hg методом атомной адсорбции с чувствительностью  $n \cdot 10^{-9}$  мг/л.

Изучение газортутных ореолов на месторождениях золота и серебра в Узбекистане (Кызылалмасай, Кочбулак, Каульды, Амантайтау, Косманачи, Высоковольтное) выполнено в 1979-1983 гг. сотрудниками КазВИРГа (Г.А.Долгих, М.И.Политиков, Ю.Д.Жеребцов и др.) с использованием газоанализаторов сначала опытной марки АФГП-001, а затем серийных – АГП-01. В итоге установлено:

ртуть в рудной минерализации представлена несколькими формами: низкотемпературной (175-250°C), адсорбированной на породообразующих минералах, среднетемпературной (375°C) киноварной, высокотемпературной (450 и более °C), связанной с сульфидами в изоморфной форме; при этом валовое содержание Hg в рудах увеличивается с увеличением их сульфидности, достигая максимума (0,001%) в полисульфидных разностях (Кочбулак, Высоковольтное);

все изученные объекты уверенно фиксируются газортутными ореолами в почвенном воздухе: на открытых участках – интенсивностью от 5 до  $160 \cdot 10^{-9}$  мг/л, на закрытых суглинками мощностью до 60 м (Кочбулак) и мезо-кайнозойскими осадками мощностью до 100 м – интенсивностью до  $10 \cdot 10^{-8}$  мг/л;

над пологими (согласными) убогосульфидными рудными зонами аномалии широкие и менее контрастные, нежели над крутыми, включая умеренносульфидные КРМ;

особенно высокая интенсивность аномалий оказалась на Косманачинском золото-серебряном месторождении в Тамдынских горах – до 1500-1800 ед. фона, где аномалии ртути откартировали практически все рудные зоны.

После таких довольно успешных апробационных работ на эродированных объектах в пределах обнаженных участков принято решение о переходе к поисковым работам. Осуществление их было возложено на Геохимическую партию КГГПЭ ПГО «Ташкентгеология», которой КазВИРГ передал аппаратуру (анализаторы АФГП-2 и серийный прибор АГП-01) и методические указания по ее использованию. Партией (основной исполнитель Л.И.Гельман) на основе отработок КазВИРГа в течение 1983-1995 гг. проведены детальные газортутные съемки на ряде локальных площадей в Восточном Узбекистане и получены следующие результаты:



на Сегенекской прогнозной площади в Кураминских горах съемкой по сети  $80 \times 10$  см ( $22 \text{ км}^2$ ) установлена величина фона –  $25 \cdot 10^{-9}$  мг/л и наличие аномалий ртути интенсивностью до  $1000 \cdot 10^{-9}$  мг/л, фиксирующих известные минерализованные зоны. При этом выяснено, что широкие аномалии располагаются со стороны висячих боков пологопадающих зон;

на Кочбулакском месторождении съемкой по сети  $100 \times 20$  м ( $23 \text{ км}^2$ ) зафиксированы почти все рудоносные зоны при интенсивности аномалий до  $300-600 \cdot 10^{-9}$  мг/л. Под мощными суглинками протрассированы возможные продолжения рудных зон V, XI, XII к северу;

подобные результаты получены и по Кайрагачскому, Чадакскому, Лашкерекскому и Актелинскому рудным полям. Практически везде над рудными зонами интенсивность аномалий составляет  $50-300 \cdot 10^{-9}$  мг/л (при фоне  $10-30 \cdot 10^{-9}$  мг/л).

На основании проведенных в Узбекистане газортутных исследований можно сделать общие выводы:

газортутными аномалиями на участках месторождений фиксируются как известные рудные зоны и рудные тела, так и «сухие» (без рудной минерализации) дизъюнктивные нарушения, размещающиеся как на открытых участках, так и под покровом четвертичных суглинков и мезокайнозойских осадков с твердо установленной мощностью до 40-50 м;

интенсивность аномалий не зависит от масштабов рудной минерализации; максимальная их контрастность обычно составляет 30-40 ед. фона;

аномалиями фиксируются и зоны слабоминерализованных метасоматитов, удаленных от зон максимумов рудной минерализации;

не получено достаточно убедительных объективных доводов в отношении фиксирования газортутными аномалиями слепых рудных тел (слепая КРМ), поскольку разница между их параметрами и параметрами безрудных аномалий («сухие» разломы, метасоматиты) практически не выявляется;

основное достоинство способа – оперативность получения результатов (прямо в поле) с использованием достаточно мобильной и чувствительной аппаратуры.

Общее заключение: способ безусловно является одним из наиболее перспективных для выявления труднообнаруживаемого сульфидного и сульфидсодержащего оруденения как в открытых районах (скрытые объекты), так и закрытых (перекрытые и погребенные объекты). Это несмотря на имеющиеся недоработки и неопределенности в интерпретации данных. То, что его применение в республике оказалось свернутым, является «не его виной, а его бедой» – причина в другом и она общеизвестна.

Достойного конкурента газортутному способу на закрытых территориях, из числа всех других рассмотренных далее (МПФ, МДИ, ЧИМ и др.), пока не видится.

*Рекомендации:* 1) частные (тактического порядка) не даются, так как способ сейчас не применяется и не известна его аппаратурная вооруженность в других странах; 2) общие (стратегические) сводятся к необходимости скорейшего возвращения «в строй» газортутного способа с привлечением

новой переносной аппаратуры, которая имеется в России (РА-915+) и некоторых странах дальнего зарубежья. При таком варианте предлагается следующая последовательность работ: I – проведение опытно-методических исследований на известных трудновыявляемых объектах (Кульчулак, Кызата, Наугискен, Дальнее в Алмалыке, Триада, северный фланг Амантайтау и др.); II – по получении положительных результатов – переход к газортутным съемкам м-бов 1:25000-1:10000 с целью выявления аномалий. Начинать рекомендуется с флангов известных сульфидных объектов как открытых, так и закрытых, но в начале с небольшой (не более 20-50 м) мощностью чехла. Судя по имеющимся вышеприведенным данным, в итоге съемки на любом участке, особенно с сульфидной минерализацией, аномалиями Hg будут зафиксированы все зоны КРМ, включая промышленные рудные тела, а также все (или почти все) структуры рудоподводящие, рудораспределяющие и рудокализующие. Таким образом, резко сократится общая потенциально рудоносная площадь и дело тогда сведется к оценке конкретных объектов – локальных площадных или линейных структур.

### 3.1.3. Способ ИПФ (ионно-парообразных форм ХЭ)

Предложен в конце 1980-х гг. сотрудниками ВИРГа В.Н.Виноградовым, И.В.Виноградской и др. Он является прямым атмосферическим и основан на улавливании ионно-парообразных форм ХЭ, мигрирующих от скрытых месторождений сквозь чехол перекрывающих пород. Пары улавливаются с помощью ловушек, представляющих цилиндрическую мембранную оболочку, заполненную электролитом ( $2N HNO_3$ ). Ловушки устанавливаются в шпурах глубиной до 1 м и выдерживаются в них 12 часов и более. Парообразные формы летучих соединений различных элементов попадают на мембранную оболочку и проникают сквозь нее в раствор электролита, который затем анализируется высокочувствительными методами: масс-спектрометрическим с ионизацией атомов исследуемых ХЭ в индуктивно-связанной плазме с определением сразу 75 ХЭ (анализ ICP MS при стоимости 1 пробы в 80 тыс. сум), или нейтронно-активационным (тоже довольно дорогостоящим).

Результаты показали высокую эффективность применения способа для поисков урановых месторождений в условиях семиаридной климатической зоны. На изученных месторождениях Казахстана во всех случаях с поверхности уверенно выделяются слабоконтрастные (около 6-8 ед. фона.) ионно-парообразные аномалии над урановыми рудными телами, залегающими на глубине до 150 м. Аналогичные результаты получены и для месторождений, расположенных в гумидной климатической зоне. На месторождениях Карелии способом ИПФ все разведанные к настоящему времени урановые рудные тела фиксируются контрастными аномалиями ионно-парообразных форм урана, а рудное поле в целом характеризуется повышенными значениями этих форм (Виноградова, Виноградов, 2002).

Инициатором апробации способа ИПФ в Узбекистане стал Г.С.Никаноров из ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз. Отправной

точкой в его рассуждениях (Никаноров, Сабиров, 1995) стало допущение, что в залежах рудной минерализации, находящихся на глубине, и в газообразных форм ХЭ, входящих в состав РМ. Допущение вполне правдоподобное. Предполагалось, что восходящие с больших глубин Земли другие газы (углеводороды, водород, гелий и др.) на своем пути к поверхности, проходя через упомянутые рудные залежи, увлекают за собой находящиеся в них газы рудогенных ХЭ, что также вполне допустимо. В итоге, у поверхности Земли в почвах и приземной атмосфере должен формироваться газовый ореол ХЭ, аналогичный составу находящейся на глубине РМ.

Опытные работы с определением в почвенном воздухе газообразной формы Au впервые в республике проведены в 1995 г. на золоторудном месторождении Триада в Мурунтауском рудном поле. Отбор проб воздуха объемом 5 л производился с глубины 0,3-0,5 м с помощью насоса. Золото анализировалось в г. Ташкенте методом нейтронной активации. Рудная зона, перекрытая мезо-кайнозойскими осадками мощностью до 200 м, отмечалась газовыми аномалиями Au слабой контрастности в 2-3 ед. фона (фон =  $2,5 \times 10^{-9}\%$ ), в отдельных точках – до 6 ед. фона.

В 1996 г. в Центральных Кызылкумах по инициативе ИМГРЭ (А.А.Кременецкий) совместно с китайскими геологами апробирована технология многоэлементных атмосферических поисков золотого оруденения путем прокачки 50 л почвенного воздуха через специальный сорбент с последующим его разложением и анализом в стационарных условиях высокочувствительным методом ICP MS на 70 ХЭ с определениями 0,5-1 миллиардной ( $1 \cdot 10^{-9}$ ) части вещества. В итоге установлено, что рудные поля (Мурунтауское, Даугызтауское и Амантайтауское) отметились «аномалиями» Au, Ag, As, Sb, W и Hg интенсивностью до 1 миллиардной их доли, т. е. практически на уровне чувствительности анализа. Во всяком случае, интенсивность аномалий не превышала 2-3-х фонов (Жураев, Скрыбин, 2002).

В 1999 г. метод апробировался на месторождении Аджибугут с мезо-кайнозойским покровом меньшей мощности – до 20 м. Здесь над рудной зоной методом нейтронной активации установлены газообразные аномалии Au, As и некоторых др. ХЭ. Интенсивность аномалий Au не превышала 2-3 ед. фона =  $1 \cdot 2 \cdot 10^{-9}\%$  (Г.С.Никаноров и др., 2004 г.). В итоге делается заключение о неустойчивости результатов при низкой контрастности аномалий, что не позволило исследователям рекомендовать этот атмосферический способ по Au к широкому применению в практике геохимических поисков.

Апробация способа ИПФ с помощью установки ионных ловушек на золоторудных месторождениях Междуречье в Восточном Узбекистане и Рабинджан в Западном Узбекистане (исполнители: полевого пробоотбора – Г.С.Никаноров и Ф.К.Диваев, лабораторной части – ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз) ощутимых положительных результатов также не дала, так как содержания Au практически во всех пробах почвенного воздуха, даже в тех, которые были отобраны в стволах колонковых скважин, пройденных по рудным телам, оказались фоновыми (Ф.К.Диваев, В.Ф.Скрыбин и др., 2011 г.).

В связи с отмеченными случаями, не подтверждающими наличие ощутимых количеств газообразных форм металлов, делается следующее допущение: газообразные металлы, достигая поверхностного почвенного слоя, частично сорбируются в нем глинистыми частицами и гумусом, а частично переходят в солевые формы (Г.С.Никаноров и др., 2000 г., 2004 г.) и, следовательно, надо изучать эти формы способом МДИ-Л (см. соответствующий раздел ниже). Данная посылка не может быть принята на веру без серьезных на то обоснований. По существу же вопроса: наличие в принципе газообразных (парообразных) форм металлов, включая и Hg (см. раздел 3.1.2), сомнений не вызывает – вопрос в количестве этих форм и способах их улавливания. При таком идейном подходе перспектива применения метода ИПФ с фиксированием широкого круга газообразных форм ХЭ, включая Hg и Au, выглядит вполне оптимистично. Дело в наличии портативной высокочувствительной переносной аппаратуры, наподобие ртутных полевых анализаторов.

Безусловно, углубленные исследования по изучению парообразных форм металлов с применением новой недорогой аппаратурной технологии следует продолжить.

### **3.2. Наложенные (сорбционно-солевые) ореолы, методы и способы их выявления**

#### **3.2.1. Общие сведения о наложенных ореолах**

Наложенные аномалии-ореолы рассеяния, или сорбционно-солевые по терминологии С.П.Албула (УДН, Москва), возникают в верхней, выше уровня грунтовых вод, части зоны гипергенеза в осадочном четвертичном, кайнозойском или мезозойском чехле, покрывающим выходы КРМ в цоколе (фундаменте). Нами они из числа литохимических исключены, хотя в Инструкции-83 и Справочнике-90 (с. 147) они к ним причислены, и рассматриваются как самостоятельный тип вторичных (не литохимических) аномалий-ореолов.

Формирование их представляется следующим образом. На участках с развитием достаточно мощного покрова типов IV (суглинки), V (аллювио-пролювий) и VII-VIII (осадки мезо-кайнозоя), находящиеся в них грунтовые, а в VII-VII и пластовые, воды сезонно меняют свой верхний уровень стояния. В суглинках, развитых в низких-средних горах, уровень грунтовых вод обычно колеблется от 20-30 до 30-40 м. На площадях развития мезо-кайнозойских осадков этот уровень местами достигает поверхности и тогда образуются участки засоления – солончаки. На участках развития коренной РМ грунтовые, а возможно и пластовые, воды обогащены рудогенными ХЭ (гидрохимический ореол). Однако, подъем вод не ограничивается верхним уровнем их стояния: далее вверх вода поднимается не в виде сплошной массы, а в виде капиллярной и пленочной влаги. Капиллярный подъем по мелким пустотам, судя по литературным данным, может достигать 12-15 м. Далее действуют силы пленочного натяжения по стенкам зерен породы и влага поднимается еще выше.

Но пленочно-капиллярных сил может оказаться недостаточно и «пленочно-капиллярный ореол» (условный термин) тогда не достигнет поверхности. Однако, если поверхностные атмосферные воды смогут просочиться сверху вниз на достаточную глубину, тогда оба уровня влаги – пленочно-капиллярный и атмосферный – могут сомкнуться. В этом случае начнут действовать силы диффузии и рудогенные ХЭ будут переходить вверх с пленочно-капиллярного ореола в неминерализованную атмосферную влагу и поднимутся до поверхности, где произойдет высаживание этих ХЭ в силу, главным образом, двух основных причин: испарительной концентрации и сорбции. В итоге первого процесса образуется солевая часть наложенной аномалии. К солям, в классической трактовке, относятся соединения с ионной кристаллической решеткой, хорошо растворимые в полярных растворах (например, воде) с образованием катионов и анионов. Понятие «хорошо растворимые» чрезвычайно условно, так как полностью нерастворимых в воде соединений нет – в ничтожной степени растворяются даже сульфиды. Поэтому и термин «солевая фаза» тоже условен, поскольку в водную и более сильные вытяжки переходят как собственно соли, так и «нетипичные соли» - более труднорастворимые соединения.

В различных литературных источниках указывается, что в зонах окисления рудных с сульфидами месторождений Узбекистана и в осадках, выпадающих из рудных вод, присутствует множество вторичных нерудных и рудных минералов (в квадратных скобках их растворимость в воде, г/л): 1 – самородные (сера); 2 – сульфиды (халькозин, ковеллин, мельниковит и др.); 3 – нормальные соли (хлориды-галит [350], кераргирит [0,001]; сульфаты-тенардит [330], англезит [0,04] и др.; карбонаты-кальцит [0,01], магнезит [0,1], церуссит [ $<0,001$ ], смитсонит [0,02] и др.; водные сульфаты (гипс [2], галотрихит [ $>50$ ], брошантит, халькантит [180], эпсомит [ $>50$ ] и др.); водные карбонаты (азурит, малахит и др.); 4 – окислы и гидроокислы (пирролюзит, псиломелан, гётит, гидрогётит, куприт, валентинит [ $<0,01$ ] и др.); 5 – алюмосиликаты (аллофан, галлуазит, хризоколла и др.). Как видно: 1) набор минералов довольно обширен; 2) они имеют самую различную растворимость в воде (и, естественно, в растворах кислот) и поэтому, какие из них являются «солями», назвать трудно. Поэтому под солевой фазой ореола нужно понимать всю совокупность минералов, растворяющихся (диссоциирующих) в той или иной мере в воде и растворах кислот (условно предлагается за уровень растворимости принять 0,1 г/л); 3) в грунтах (почвах) полуаридных-аридных областей Б и В имеется большое количество сульфатов (особенно гипса) и карбонатов, что будет способствовать насыщению растворов при производстве вытяжек и препятствовать растворению вторичных рудных минералов, входящих в состав наложенных ореолов.

К водорастворимым солям относится значительная часть природных хлоридов и сульфатов (с вышеотмеченными замечаниями). Перевод этих солей в водный раствор осуществляется или при комнатной температуре («на холоду»), или при 10-30-минутном кипячении, при соотношении твердая фаза («Т»): жидкость («Ж») = 1:10-1:20.

К растворимым в разведенной уксусной кислоте обычно относят природные карбонаты, а в растворах более сильных кислот, например, 1N (1 моль/дм<sup>3</sup>) соляной — сульфаты. Такая выборочная растворимость определенных минеральных форм опять же весьма условна: например, в вытяжку HCl, естественно, перейдут и формы водно-растворимые, и уксуснорастворимые. Дело только в количестве переходящих форм от их общего содержания в породе.

Сорбированные формы связаны в природе с тонкодисперсной (размером менее 1 микрона) коллоидной фракцией, гелевидными новообразованиями, гидроокислами Mn, органическим веществом (гумусом), имеющими отрицательный заряд и способными поэтому поглощать (сорбировать) катионы металлов из водной среды. Сорбция бывает обменной и необменной. Обменная может быть вытеснена из почвы в раствор нейтральных солей с сильными катионами (KCl, NH<sub>4</sub>Cl и др.). Надо иметь в виду, что в природе часть рудогенных ХЭ мигрирует в форме простых катионов (Zn, Pb, Cu, Ni, Co, Ag и др.), а часть в виде комплексных анионов типа [AsO<sub>4</sub>]<sup>-2</sup> (As, Mo, V, W, Sb и др.).

Металлоорганические (в общем случае элементоорганические) соединения связаны с почвенным гумусом, заряженным отрицательно и обладающим сильными сорбирующими свойствами. Десорбция рудогенных ХЭ из них производится с помощью раствора пиррофосфата натрия (см. ниже метод МПФ).

На показатели поверхностных наложенных ореолов (их форма, размер, интенсивность) влияет ряд природных факторов: 1 — характеристики вмещающих ореолы покровных отложений, а именно: наличие в них «своей» рудной минерализации, их мощность, механический состав, пористость, присутствие водоупорных пластов, емкость поглощения, гумусность почв и др.; 2 — вышеотмечавшиеся гидрогеологические и гидрохимические особенности, которые, кроме всего, могут обусловить смещение максимумов ВОР от рудоисточника в цоколе; 3 — условия внешней среды, включая водно-атмосферный и температурный режимы; 4 — особенности самой выявляемой РМ в цоколе: наличие полиметаллической минерализации, содержания ХЭ, размеры, форма и др.

Существенное влияние на характер «наложенного сигнала» от выявляемой КРМ, как представляется, могут оказать металлогенические особенности мезо-кайнозойского покрова. В нем имеется «своя» рудная минерализация двух основных типов: 1) осадочно-сингенетичная рассеянная типа медистых песчаников; 2) наложенная гидрогенно-сингенетическая типа пластовой урановой с рядом редких ХЭ. Этот момент имеет две стороны: первая негативная — указанные минерализации создают «свои» вторичные литохимические, в т. ч. и наложенные ореолы, которые будут осложнять оценки «нужного» сигнала снизу; вторая позитивная — изучение поверхностных наложенных ореолов может способствовать выявлению осадочных и гидрогенных проявлений в чехле.

### 3.2.2. Способы выявления наложенных ореолов и опыт их применения в Узбекистане

Метод поисков по наложенным ореолам, или, по принятой в Узбекистане терминологии, метод сорбционно-солевой, включает несколько способов-модификаций: ИСлФ (исследование солевых форм), МПФ, МДИ-Л и др., которые в литературе принято называть методами. Однако, все они имеют одну и ту же исходную основу: выявление наложенной составляющей вторичного рассеяния посредством перевода в различные растворители рудогенных ХЭ, заключенных в грунтах как во вторичных рудных минералах (солевая часть, извлекаемая путем электрохимического растворения), так и в нерудных (сорбционная часть, извлекаемая путем десорбции), с последующим измерением количества этих ХЭ в получаемых растворах. На этом основании они могут рассматриваться лишь как способы одного метода. Ниже излагается суть этих различных способов, апробированных в Узбекистане, основные методические моменты полевых и лабораторных работ, опыт их применения в республике и некоторые рекомендации. Обращается внимание на два основных момента, подчеркиваемых во всех инструктивно-справочных документах: 1 – метод со всеми своими способами предназначен для выявления объектов, выходящих на уровень цоколя (фундамента) только рудными уровнями и перекрытых аллохтонными отложениями четвертичного и мезо-кайнозойского возрастов; 2 – с помощью метода решается только одна (первая) конечная геолого-прогнозная задача – где может находиться искомая КРМ в плане.

#### 3.2.2.1. Способ ИСлФ (исследование солевых форм ХЭ)

Аббревиатура способа дана нами. Способ относительно широко апробировался в Узбекистане под названием «сорбционно-солевой метод». Впервые здесь он был применен сотрудниками Университета Дружбы Народов (УДН, Москва, руководитель С.П.Албул) в 1965-1970 гг. на закрытых суглинками участках в Алмалыкском районе. В Алмалыке создали специальную лабораторию, включавшую химический и спектральный отделы. Проводившиеся вначале опытные работы заключались в производстве различных вытяжек, их выпаривании и спектральном анализе полученных сухих остатков. В части проб определялись Zn, Cu и Pb колориметрическим способом. По отработанной методике (Албул, Гарьковец и др., 1966) на ряде площадей выполнялись поисковые съемки, оставшиеся до нынешнего дня наиболее масштабными в республике по этому виду работ.

В итоге площадных исследований на медно-порфириновом месторождении Дальнее в Алмалыке, перекрытом суглинками, каких-либо ощутимых результатов получено не было, хотя выявлялись слабые аномалии Zn и Cu. Работы были затем продолжены восточнее на участке Абджаз, где провели съемку по водно-растворимому и уксусно-кислому вариантам (3 км<sup>2</sup>). Основная часть площади здесь закрыта суглинками мощностью до 10-30 м.

В результате выявлены аномалии водорастворимой и уксусно-растворимой меди небольшой интенсивности – лишь до 2-4 ед. фона, причем оказалось, что пространственно аномалии этих форм между собой не совпадают (исполнители Ю.П.Баденков, Г.Г.Спиров, Л.В.Фролов и др.; анализ данных наш). Установить связь аномалий ИСлФ с перекрытыми зонами КРМ исполнителям не удалось.

Изучение наложенных ореолов на площадях развития суглинков продолжилось группой УДН как в Кураминских, так и в Нуратинских горах. В первом случае площадная съемка ИСлФ в м-бе 1:25000 проведена в закрытой суглинками мощностью от п-1 до п-10 м северо-восточной части Кочбулакского рудного поля (участок Нишбаш; 20 км<sup>2</sup>) в середине 1970-х гг. Применялась вытяжка НС1; осаждение ХЭ производилось с помощью CdS; полученные концентраты подвергались спектральному анализу. Выявлено порядка десятка аномалий очаговой и неправильной формы. Большинство из них пространственно неплохо совпали с аномалиями биогеохимическими, но практически не совместились с аномалиями МПФ. Буровая проверка не проводилась.

В Южно-Нуратинских горах в итоге съемки на закрытом суглинками мощностью до 50-70 м золоторудном проявлении Алтынказган также получены ИСлФ аномалии. Заказчиком (Зарафшанская экспедиция) они были расценены как «сигнал об аномальном состоянии геохимического поля» и сделано заключение о невозможности их однозначной оценки (Э.Б.Бертман, В.Н.Жохов и др., 1990 г.).

Кроме площадей с развитием суглинков, той же группой была изучена площадь, закрытая грубообломочным аллювио-пролювием (тип покрова V) на участке Дальнем Учкулачского полиметаллического месторождения. Здесь щебенисто-гравийные отложения голодностепского комплекса мощностью п-10 м включают грунтовые воды с глубиной залегания от единиц до 50 м. Опробование производилось по сети 20-50×20-40 м как с поверхности, так и по скважинам шнекового бурения с целью выбора методики работ. Оптимальным оказался такой вариант (Л.В.Фролов и др., 1972 г.): 1 – вытяжка 5-ти % уксусно-кислая и 2-5-ти % соляно-кислая; 2 – отношение Т:Ж = 1:10; 3 – время вытяжки 10-30 мин.; 4 – получение сухих остатков путем выпаривания вытяжек и спектральный их анализ по общепринятой методике; 5 – отбор проб с глубины 0,1-0,5 м, т. е. вблизи поверхности по фракции пылевато-глинистой (<0,01 мм), что трудно достижимо на практике. В итоге применения этой методики в площадном варианте исполнители делают такие заключения: 1) известные рудные тела фиксируются здесь аномалиями ИСлФ по Ag, Pb, Zn и Cu в обоих видах вытяжек; 2) максимальная контрастность этих монометалльных ореолов у поверхности составляет 4-6 ед. фона; 3) глубинность способа достигает 40 м; 4) кроме «истинных рудных аномалий», выявлены и просто аномалии, установить рудную природу которых оказалось крайне затруднительным.

На этом работы группы УДН в республике были свернуты за неясностью практических результатов. С позиций сегодняшнего дня представляется, что они были поставлены с поисковой целью несколько поспешно, без должных



детальных исследований на открытых-полуоткрытых рудных участках, где можно было бы изучить все характеристики аномалий и выработать какие-то оценочные критерии.

Попытки изучения ореолов ИСлФ на открытых и закрытых рудных участках предприняты и другими коллективами. Так, обобщения многолетних исследований на выходах полиметаллических руд в Кураминских горах (подобласть А1) на типах покрова I и II показали:

1 – здесь имеют место слабоконтрастные (до 4-5 ед. фона) ореолы водорастворимых «с кипячением» форм Zn, Cu и Pb. Переход в раствор металлов имеет предел, т. е. наступает насыщение раствора, начиная с валового их содержания 0,02-0,03%. Доля этой формы от валового содержания составляет всего 0,1-0,3%;

2 – более интенсивны формы, переходящие в вытяжку 1N HCl – до 5-10 ед. фона. Насыщение раствора не наблюдается до валового содержания металлов 0,1%, а доля от него ХЭ, переходящих в вытяжку, достигает 20-30%;

3 – обменные формы этих ХЭ крайне незначительны (Геохимическая партия ПГО «Ташкентгеология»; В.Ф.Скрябин, Х.Б.Фаттахов, 1960-1969 гг.; В.Ф.Скрябин, 1986). На открытых рудных участках в Кызылкумах в примитивных пустынных почвах с примесью золотого материала (подобласть Б1, тип покрова VI; участок Амантайтау) фиксируется подобная картина по Au и As: над жильным рудным телом выявлены их водно-растворимые и соляно-кислотно-растворимые формы интенсивностью до 10 ед. фона. Ореолы обоих ХЭ имеют два максимума: N1 – у плотика на глубине 0,4 м, N2 – у поверхности. Здесь же выявляется и ореол МПФ по Au более высокой контрастности – до 30 ед. фона (ОМЭ САИГИМСа; В.Ф.Гурьянов и др., 1990 г.).

Тем самым реальность существования наложенных аномалий-ореолов различных фаз рудогенных ХЭ, включая Au, на открытых участках в разных ландшафтных ситуациях Узбекистана была установлена.

В процессе проверки 5-ю скважинами биогеохимической аномалии, выявленной на закрытом суглинками мощностью 30-40 м северо-восточном фланге Кочбулакского золоторудного с полиметаллами месторождения, на склоне с углом ската 30° выявлена V-я рудная зона с рядом промышленных рудных тел, сопровождающаяся вторичными ореолами двух типов (рис. 11). Ореол 1 – приплотиковый механический (закрытый металлометрический) – покрывает в виде плаща мощностью 3-7 м наклонный плотик ниже рудной зоны на расстоянии более 130 м. Содержания в нем ХЭ достигают: Au – 0,4 г/т, Ag – 0,08%, Pb – 0,6%, Cu и Mo – 0,03% (по керну). Этим фактом лишний раз подчеркивается необходимость, при всяких буровых проверках, отбора и анализа керна у плотика коренных пород с целью выявления подобных широких и контрастных приплотиковых ореолов. Ореол 2 – наложенный в толще суглинков и недостаточно детально изученный, так как керновые пробы суглинков исследовались выборочно, выявлен по вытяжкам 1N HCl, в которых металлы Zn, Cu и Pb определялись методами колориметрии. В мультипликативном варианте (Pb·Zn·Cu) этот ореол имеет сложную форму и как бы «подвешен» над плотиком, распространяясь у поверхности в виде

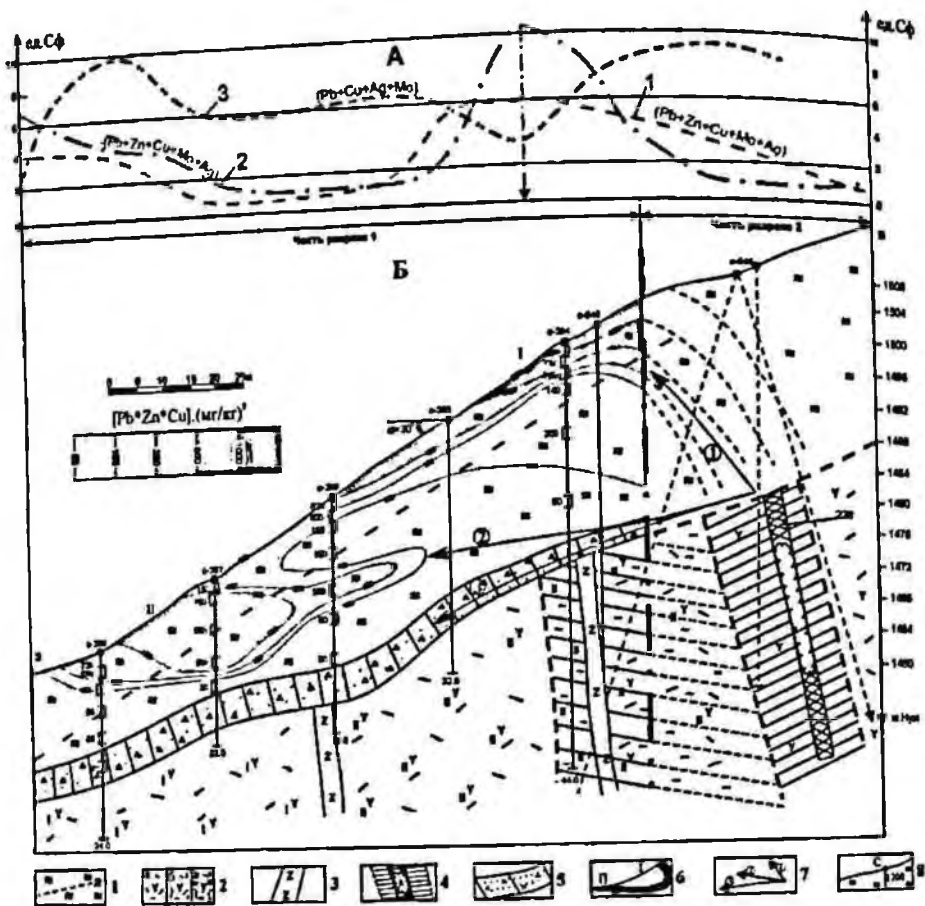


Рис. 11. Поперечный геолого-геохимический профиль-разрез по рудно-минерализованной зоне бв на Кочбулакском золоторудном месторождении. Часть разреза 1 изучена достаточно полно, часть 2 – недостаточно. А – графики ореолов: 1 – биогеохимического аддитивного, по данным опробования 1963 г., 2 – то же, по данным опробования 1973 г., 3 – металлотрического мультипликативного. Б: 1 – суглинки и нижняя граница корневой системы растений (а); 2 – андезидациты: а – слабо постмагматически измененные, б – умеренно измененные («осветленные»), в – сильно околорудно измененные (каолинизированные, пестроцветные); 3 – дайки диабазовых порфиров; 4 – рудно-минерализованная зона бв с кварцево-рудным телом 228 и древней выработкой (а); 5 – приплотиковый механический ореол рассеяния (Au, Ag, Pb, Zn, Cu...); 6 – вторичный наложенный мультипликативный (Pb\*Zn\*Cu) ореол рассеяния, выявленный по вытяжке 1N (1 моль/дм<sup>3</sup>) HCl методами колориметрии и полярографии (мг/кг грунта)<sup>3</sup>; I, II – зоны максимума этого ореола у поверхности; 7 – наиболее вероятные пути движения фазовых форм рудного вещества: 1, 2 – солевой, 3 – механической; 8 – скважины, пройденные с полным отбором керна, и места отбора проб с указанием значений в них мультипликативных значений содержаний Pb, Zn, Cu в наложенном ореоле.

плаща мощностью до 5 м. Протяженность его около 110 м; начало на 10-20 м смещено вниз по склону от рудной зоны, ширина которой составляет 20-25 м. Ореол имеет два максимума прямо у поверхности: N1 – на удалении от рудной зоны в 30 м, N2 – в 100 м. Обоим максимумам соответствуют центры биогеохимических аномалий. Контрастность мультипликативного

варианта ореола ИСлФ составляет в зонах максимумов от 10 до 20 ед., а обычно 3-8 ед. фона при величине фона = 55 [г/т]<sup>3</sup>. Доля соляно-кислой формы по отношению к валовым содержаниям этих ХЭ (Pb = 5-10 и Cu = 40-50 г/т) достигает 15-20%. Такие количества (15-20%) не могут существенно повлиять на общее валовое содержание и поэтому ореолы ИСлФ обычно не выявляются спектральным анализом грунтов.

Относительно детально ореолы ИСлФ изучались и на площадях развития мезо-кайнозойских осадков в Центральных Кызылкумах (подобласть Б2, типы покрова VII и VIII). Так, небольшие опытные работы казахскими геологами проведены в середине 1990-х гг. на участке золото-убогосульфидного месторождения Триада на юго-восточном фланге месторождения Мурунтау-Мютенбай. Здесь изучено 3 профиля (140 точек) с отбором проб по фракции = -1 мм с глубины 0,2-0,4 м, исследованные на 11 ХЭ, включая Au, в водных и ацетатно-аммиачных (ацетаты = соли слабой уксусной кислоты) вытяжках. В обоих случаях в верхней части толщи осадков мощностью 150-200 м выявлены аномалии ХЭ: по водорастворимым формам они оказались очень слабыми, по ацетатно-аммиачно-растворимым интенсивностью не более 10 ед. фона. В то же время установлены металлотрические (по валу) аномалии Cu, Zn, Pb, Ag, Sn, Y, Yb, интерпретировать которые здесь вообще крайне трудно. Возможно, что наличие отмеченных ореолов связано с заражением поверхности. Было рекомендовано на практике производство и исследование ацетатно-аммиачных форм рудогенных ХЭ (Б.А.Досанова, Л.А.Ярцева, 1997 г.; Казахстан).

Работы опытно-производственного характера в этих ландшафтах проведены ЦГХППГО «Кызылкумгеология» в горах Тамдытау на золоторудных месторождениях Мютенбай, Бесапантау и Триада, в горах Амантайтау на одноименном объекте и на участке Атантай. Носили они опытно-методический характер. Сначала с целью выбора методики работ на ключевых рудных участках пробы отбирались как с поверхности, так и по керну скважин. Апробировались различные варианты вытяжек – оптимальной оказалась соляно-кислая. Золото везде определялось нейтронно-активационным анализом, As и ряд др. ХЭ – колориметрически.

В итоге опытных работ наличие наложенных аномалий-ореолов по вытяжке HCl на закрытом участке Триада и на открытых участках Мютенбая установлено не было. Детальные исследования наложенных форм Au и As по всему 120-метровому разрезу мезо-кайнозойских осадков на участке Северный Амантайтау по двум скважинам позволили исполнителям сделать вывод о наличии аномальных содержаний этих ХЭ по всей толще покрова (В.И.Климов и др., 1986 г.). Однако, содержания в коренных породах здесь незначительны (Au – 0,01 г/т, As – 0,01%) и поэтому считать их аномальными сомнительно.

После опытных работ проведены поверхностные съемки по вытяжкам HCl на закрытых участках тех же объектов, в результате которых везде выявлены аномалии. На участке Северный Амантайтау они слабо-среднеконтрастные и фиксируют рудные залежи. Одна из аномалий Au располагается к северу от известной рудной залежи № 8. Исполнители отмечают, что проведенная здесь съемка МПФ однозначных результатов не дала. На участке Юго-Восточный

фланг Мютенбая ряд аномалий объединен в 3 поля, одно из которых фиксирует месторождение Триада. Несколько аномалий на участке Атантай проверены 4-мя шарошечными сважинами. В пробах коренных пород прямо под одной из аномалий зафиксированы повышенные содержания Au — до 0,5-2 г/т, As — до 0,05%, Zn — до 0,3%. Рекомендовано дальнейшее изучение этих аномалий.

Общий методический вывод исследователей (В.И.Климов и др., 1986 г.): 1 — способ ИСлФ на Au в условиях перекрытых мезо-кайнозоем площадей в Центральных Кызылкумах «работает»; 2 — оптимальными вариантами работ являются: отбор фракции грунтов = -1 мм с глубины 7-10 м из скважин шнекового бурения, производство из нее вытяжки HCl с анализом ХЭ дорогостоящими методами — атомно-абсорбционным и ядерно-активационным.

Несмотря на довольно оптимистические заключения исполнителей, производство съемок данным способом, в связи с неопределенностью результатов, в Центральных Кызылкумах было приостановлено.

При применении данного способа в республике остаются неясными некоторые основные моменты работ, поскольку они несколько противоречивы у разных исследователей: 1) глубина отбора проб; предлагаются варианты — 0,2-0,4 м, 7-8 м и др.; 2) тип вытяжек — уксусно-кислая, соляно-кислая, ацетатно-аммиачная; 3) способ получения концентратов — выпариванием, или соосаждением с сульфидом кадмия; 4) способ анализа — спектральный, атомно-абсорбционный, рентгеноспектральный, нейтронно-активационный и др. Неясны также: 5) интенсивность ореолов над рудами при разном характере покрова; 6) влияние на показатели аномалий гидрогеологических и гидрохимических ситуаций, а также собственной рассеянной и концентрированной рудных минерализаций в мезо-кайнозойском чехле; 7) имеют ли место смещения наложенных ореолов от КРМ. Основной негативный момент: выявляется много аномалий, в числе которых, почти несомненно, есть как рудные («истинные ореолы» КРМ), так и неясной природы, количество которых, вероятно, превышает количество первых. Критерии их расшифровки пока не отработаны. Отмеченные обстоятельства не позволяют рекомендовать способ ИСлФ к практическому применению в республике до тех пор, пока не будут получены объективные и убедительные доводы об его здесь эффективности. А они могут появиться только в итоге углубленных, комплексных и долговременных научно-методических исследований с объективным детальным обобщением и анализом выполненных ранее работ. Собственно сорбционная часть наложенных ореолов в республике не изучалась.

### 3.2.2.2. Способ МПФ (подвижных форм ХЭ)

МПФ является одним из способов поисков по наложенным ореолам. Разработан в ВИРе Л.В.Антроповой. Основан на оценке количества рудных ХЭ, входящих в состав металлоорганических соединений в верхней части почв.

Выделение этой фазы производится следующим образом (Антропова, 1975). Пробы весом 150-200 г отбираются из верхнего гумусового горизонта

почв с глубины 3-5 см, или прямо с поверхности из травянистого отпада (подгоризонт А<sub>0</sub>), затем просеиваются через сито 1 мм. Просеянная масса в 30 г заливается 100 мл 0,1 N раствора пиррофосфата натрия или 1% раствором едкого натрия в соотношении Т:Ж = 1:20. Затем вся масса выдерживается в кипящей водяной бане в течение 2-3-х часов. После отстаивания и фильтрования из раствора вытяжки берутся две аликвоты: одна для определения углерода (С), другая для анализа на металлы (Ме). Количественное определение углерода необходимо для учета влияния гумуса, а отношение Ме/С является мерой стандартизации при сравнении проб с разным содержанием гумуса. Техника определения углерода основана на окислении органического вещества серно-хромовой смесью, когда происходит восстановление шестивалентного хрома до трехвалентного. Раствор трехвалентного хрома имеет буро-зеленую окраску, что позволяет определять концентрацию углерода с применением фотоколориметра КФК-2. Во второй аликвоте сначала разрушаются органические комплексы, затем создается кислая среда, из которой с помощью сульфида кадмия (CdS) осаждают ряд ХЭ. Полученный осадок после высушивания подвергается обычному спектральному анализу, а золото анализируется методом нейтронной активации. Определение ХЭ возможно прямо из аликвоты методами химическими (колориметрия), атомно-абсорбционным и др. Полученные содержания ХЭ затем нормируются по углероду и конечные результаты представляются в виде отношений металла к углероду (Ме/С) в процентах.

С целью апробации и внедрения способа в Восточном Узбекистане при КГСПЭ-КГГПЭ треста «Ташкентгеология» (пос. Ишангузар под Ташкентом) создается специальная лаборатория. После небольших опытных работ Геохимической партией названной экспедиции (руководители М.А.Абатурова и Л.И.Гельман) способ стал применяться с поисковой целью путем постановки детальных съемок на небольших закрытых суглинками участках. В итоге везде было выявлено значительное количество аномалий, трудно поддающихся однозначной оценке и поэтому буровая их проверка не проводилась. В качестве примера можно привести итоги детальной съемки МПФ, выполненной Геохимической партией КГСПЭ в конце 1970-х гг. на восточном закрытом суглинками мощностью в 3-7 м фланге месторождения Кочбулак (участок Нишбаш), где тогда же были проведены детальные съемки ИСлФ (УДН, Москва) и биогеохимическая (КГГПЭ). Сопоставления между ними, выполненные в 2011 г. (А.Е.Панченко, В.Ф.Скрябин и др., 2012 г.), показали, что все выявленные мультипликативные (Pb, Ag, As) аномалии МПФ, имеющие изометрично-очаговую форму и интенсивность до 15-20 ед. фона (тоже по мультипликативной сумме), не имеют пространственной связи с установленными как линейно-вытянутыми аномалиями биогеохимическими, так и с аномалиями ИСлФ. Последние же более ранних опытных и поисковых работ на Кочбулакском рудном поле делается вывод, что аномалии МПФ приурочены не столько к рудным телам и зонам, сколько к минерализованным в разной степени структурам, причем в зависимости от мощности покрова (М.А.Абатурова и др., 1982 г.; Л.И.Гельман и др., 1986 г.). По мнению этих

исследователей, детальные съемки МПФ имеют преимущество перед металлометрическими только при мощности суглинков более 10 м.

В Западном и Центральном Узбекистане способ апробировался совместными силами ВИТРа и Зарафшанской ГППЭ на ряде золоторудных железисто-сульфидных месторождений (Кокпатас, Даугызтау, Марджанбулак) в середине-конце 1970-х гг. и позднее на ряде перспективных площадей. Было установлено наличие аномалий МПФ на участках этих объектов. В частности, над рудной зоной, перекрытой меловыми песчаниками и глинами мощностью 5-10 м, выявлены аномалии Pb и Ag интенсивностью до 6 ед. Сф, As – до 12 ед. Сф. В публикации, на основании этого примера, сделаны довольно оптимистические выводы об эффективности способа (Климов, Антропова, 1975). Позднее делается более осторожный вывод о «неоднозначности» результатов способа (В.И.Климов и др., 1986 г.).

Небольшие опытные работы по способу МПФ проведены в 1981-1985 гг. Центральной Геохимической партией ОМЭ САИГИМС на убого-сульфидных золото-кварцевых месторождениях Мютенбай и Бесапантау и на золото-железисто-сульфидном (в основном, пирит и арсенопирит) Амантайтау. На всех объектах детальные исследования МПФ (исп. В.Ф.Гурьянов) выполнены по серии профилей, пересекающих зоны КРМ; на месторождении Бесапантау проведены съемки по сети 50×10 и 25×10 м на площади в 0,2 км<sup>2</sup>. Анализ проб выполнялся в лаборатории МПФ на базе КГППЭ в пос. Ишангузар. Выяснено (В.Ф.Скрябин, В.Ф.Гурьянов и др., 1986 г.), что даже на открытых участках упомянутых убогосульфидных объектов сколько-нибудь контрастные аномалии Au, W, As и Sb не фиксируются. Эти ХЭ в низкоаномальных концентрациях встречаются лишь в отдельных пробах. На месторождении же Амантайтау на участке обнаженного жильного кварцево-сульфидного рудного тела с содержаниями Au до 1,5 г/т и As до 0,1% устанавливается довольно контрастная (до 20-30 ед. фона) МПФ аномалия As, но смещенная на 20 м от тела вниз по рельефу (В.Ф.Гурьянов и др., 1990 г.).

В связи с отсутствием четких положительных результатов, постановка способа в Узбекистане прекращена в середине 1980-х гг.

Общий вывод таков: способ МПФ дает недостаточно надежные результаты и поэтому пока рекомендоваться к применению в республике может лишь ограниченно. Для окончательных выводов о его пригодности на закрытых площадях нужны дополнительные обработки.

### 3.2.2.3. Способ МДИ-Л (диффузионного извлечения ХЭ, лабораторный)

Метод МДИ разработан и защищен авторским свидетельством № 894660 от 01.09.1981 г. в ВИРГ-«Рудгеофизика» (Г.В.Милков, Б.Ф.Чванов, В.Н.Виноградов и др.). Сущность метода заключается в постановке в почву на 20 часов пористого полупроницаемого сосуда, способного пропускать через мельчайшие поры молекулы, атомы, ионы только определенного вещества, с раствором электролита – водного раствора, проводящего электроток. Как считают авторы, в сосуд с электролитом за это время за счет диффузии и диализа из почвы перемещаются ионно-подвижные формы металлов, которые

затем и определяются в растворе. Позднее вместо сосуда стали применять целлюлозные (клетчатка-углевод) трубки, стенки которых также способны к диализу и диффузии вещества.

Данный способ по сути является разновидностью способа исследования фазовых форм ХЭ с использованием кислотных вытяжек. Разница в том, что в способе МДИ контакт грунта с кислотой происходит не непосредственно как в способе ИСлФ, а через полупроницаемые перегородки, способные пропускать в одну сторону ионы кислоты, в другую – ионы ХЭ, содержащиеся в грунте. Разработчики способа (ГПО «Рудгеофизика»; Алексеев и др., 2013) предложили эти перегородки-электроприемники помещать непосредственно в грунт (почву).

В Узбекистане способ усовершенствован в ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз. Г.С. Никаноров и Х.С. Сабиров в 1995 г. использовали более простой вариант: пробы отбирались в поле как металлометрические, а процесс физико-химической подготовки пробы и ее анализ производились в лабораторных условиях. Способ МДИ-Л проходил затем производственную апробацию в Узбекистане с конечным определением лишь одного золота (МДИ-Л Au). В поле отбирается проба почвы в 100 г с глубины 10-20 см по фракции = -1 мм. В лабораторных условиях пробы прокаливаются в муфельных печах при температуре 400° с целью удаления серы и гумуса, которые в связи с их высокой сорбирующей способностью могут «удержать» металлы от их перехода в раствор кислоты. Прокаленная масса весом в 30 г засыпается в отрезки целлюлозных трубок диаметром 15 мм и длиной 150 мм и смачивается 10 мл дистиллированной воды. Концы трубок-оболочек завязываются. Трубки помещаются в стеклянный стакан емкостью 150 мл и заливаются 80 мл 1N (1 моль/дм<sup>3</sup>) раствором стерильной азотной кислоты. Время контакта трубки с кислотой трое суток. Считалось, что указанная методика (применение целлюлозы и 1N кислоты, трое суток) способствует переходу в трубку с грунтом такого количества кислоты-электролита, которое способно разрушить в нем лишь самые слабозакрепленные (подвижные) формы золота (и др. ХЭ). А, по мнению разработчиков способа, такие формы создаются лишь газообразно – летучими соединениями, способными проникать к поверхности Земли с больших глубин от скрытых золоторудных залежей. Об агентах переноса металлов есть и другие мнения, а именно, что их перенос происходит в основном в водной среде в виде растворов, а газовый поток играет меньшую роль (Виноградова, Виноградов, 2002, с. 359).

Разрушенные в грунте подвижные формы Au под действием сил диффузии-диализа через пленку проникают из трубки в стакан с электролитом. Далее раствор из стакана пропускается через анионит АВ-17, сорбирующий ионы металлов (в данном случае Au). Полученный концентрат подвергается нейтронно-активационному анализу на Au путем измерения интенсивности гамма-излучения после его облучения потоком нейтронов в ядерном реакторе. Чувствительность определений на Au составляет 1-2·10<sup>-10</sup>% (после введения поправки на «холостой опыт» = 1-2·10<sup>-10</sup>%).

В принципе, нейтронно-активационные определения можно заменить тоже высокочувствительным масс-спектрометрическим анализом с индуктивно

связанной плазмой (ICP - MS) с определением 75-ти ХЭ. Оба анализа имеют весьма высокую стоимость. Именно по такой методике и проводились опытно-методические работы в Узбекистане с конца 1990-х годов. Их инициатором и исполнителем был Г.С.Никаноров.

В начале способ апробировался на золото-сульфидно-кварцевом месторождении Аджибугут, находящимся в пустынных ландшафтах юго-восточной части гор Ауминзатау в Центральных Кызылкумах, где развиты мезо-кайнозойские отложения мощностью до 30 м (тип покрова VII). Рудная зона здесь отметилась ореолом МДИ-Л (Au) интенсивностью в несколько ед. фона ( $C_f Au = 1,6 \cdot 10^{-9} \%$ ). В связи с этим положительным итогом, способ затем применен (2001-2004 гг.) в этом же регионе еще на четырех перспективных на золото участках общей площадью 65 км<sup>2</sup>. На всех из них развиты мезо-кайнозойские осадки. Было отобрано 22 тыс. проб. Везде выявлены аномалии МДИ-Л (Au) относительно небольшой интенсивности – до 7-8 ед. фона. Буровая проверка этих аномалий не осуществлялась и поэтому определенных выводов сделать не удалось.

Эти работы были продолжены силами ПП «ЦГТЭ» по базовому проекту с участием ПП «Центральная лаборатория» (Г.С.Никаноров) в 2007-2010 гг. Апробация проводилась на нескольких рудных объектах: Междуречье и Самарчук в пределах восточного фланга Кызылалмасайского золото-полисульфидно-кварцевого месторождения у южного подножья Чаткальского хребта, на убого-малосульфидных объектах золото-кварцевого типа Бижанкора в горах Ауминзатау, Триада в Южном Тамдытау, Гужумсай и Промежуточное на западном фланге Чармитанского рудного поля, Рабиджан.

Методика полевых исследований и результаты работ таковы (Ф.К.Диваев, В.Ф.Скрябин и др., 2011 г.).

На участках Междуречье и Самарчук проведена съемка по сети 100×20 м на площади 5 км<sup>2</sup>, а в 2010 г. на участке Междуречье ее детализация по сети 20×20 м. Главная их цель – выяснение возможности использования способа в открытых районах для выявления скрытых на глубине рудных объектов. А участки Междуречье и Самарчук, залежи которых имеют пологое северо-западное падение, как раз соответствуют такому требованию, тем более, что залежь Междуречье вообще «слепая» на глубинах 200-300 м (пример 12 на рис. 4).

В итоге съемки выяснилось (рис. 12), что аномалиями МДИ-Л Au на 70% отметилась вся изученная на протяжении 2,5 км часть Главной рудно-минерализованной зоны (ГРМЗ). Ширина полосы, вмещающей аномалии, составляет около 0,6-0,7 км. Наиболее масштабна аномальная картина на участке Самарчук, поверхность которого, особенно со стороны северо-западного всячего бока залежи, сильно техногенно заражена, поскольку в 1980-х гг. вдоль ГРМЗ (жила «Золотая») производились добычные работы карьерным способом. Здесь по существу единая аномалия с интенсивностью в несколько ед. фона, а в центрах максимумов до 20 ед. фона (при фоне  $4 \cdot 10^{-9} \%$ ), занимает площадь 0,7 км<sup>2</sup> и имеет три небольшие зоны максимумов вблизи ГРМЗ. Пространственно она совпадает почти полностью с металлотрихемическими аномалиями Au и Ag, а также ореолом



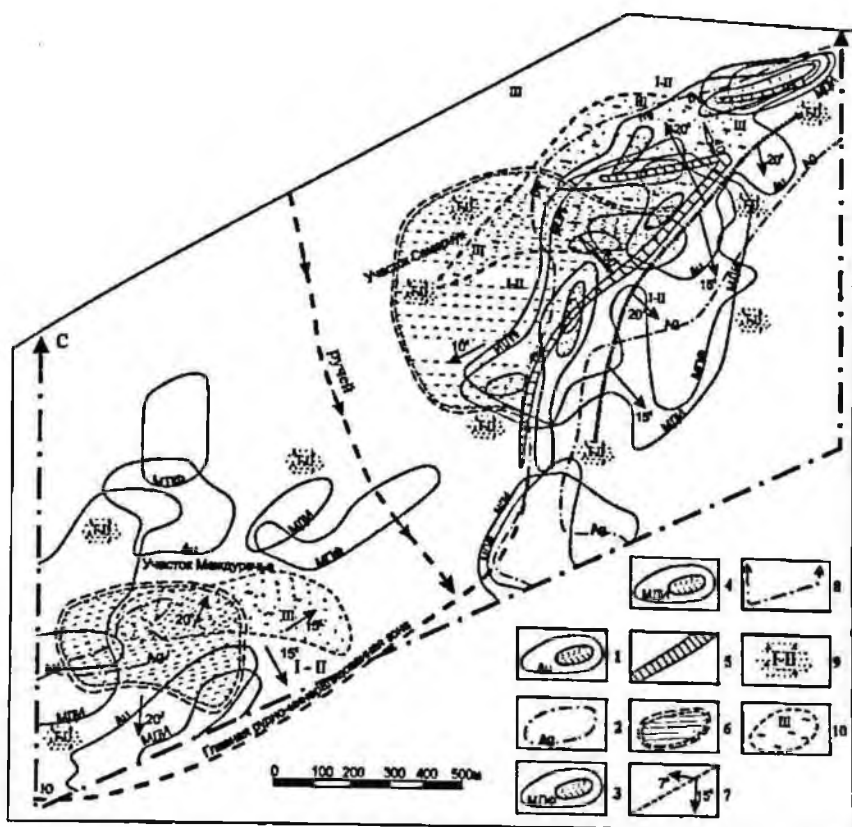


Рис. 12. Металлометрические, МПФ и МДИ-Л ореолы рассеяния на участках Междуречье и Самарчук золоторудного месторождения Кызылалмасай в условиях полуоткрытого низкогогорного ландшафта. Ореолы: 1 – металлометрические Au, 2 – металлометрические Ag, 3 – МПФ, 4 – МДИ-Л с указанием зон максимумов; 5 – кварцево-жильные рудные зоны; 6 – проекции пологих слепых рудных залежей на горизонтальную плоскость; 7 – водоразделы и направление скатов склонов с углом их наклона; 8 – контур съемки МДИ-Л; типы СРПО: 9 – I-II (щебенистый делювий), 10 – III (супеси и суглинки).

МПФ. Все аномалии пространственно располагаются по обе стороны ГРМЗ, но их масштабность со стороны висячего бока зоны выше, что довольно уверенно связывается с техногенной зараженностью этой части участка. Имея в виду этот факт, а также совпадение аномалий МДИ-Л с аномалиями металлометрическими и МПФ, можно довольно уверенно заключить, что эта северо-западная часть аномалии МДИ-Л никак не связана с находящейся здесь на небольшой глубине (от 0 до 150 м) верхней частью залежи Самарчук. Более глубокие (от 150 до 200 м) ее горизонты не отметились никакими способами из 3-х перечисленных.

Слепая пологозалегающая залежь Междуречье частично – на 40% – покрывается аномалиями металлометрическими Au и Ag и МДИ-Л (Au). К северу от залежи на расстоянии до 300-400 от нее фиксируется ряд аномалий МДИ-Л и металлометрических (Au). Та же картина и к югу от залежи.

Таким образом, в данной ландшафтной ситуации практически полное пространственное совпадение аномалий - ореолов по всем 3-м испытанным способам. Поэтому способ МДИ-Л (Au) никаких преимуществ перед методом металлометрическим и способом МПФ в данном случае не имеет и не имеется веских доводов в пользу его достаточной результативности при выявлении слепого оруденения (модели 1 и 2 на рис. 3).

В Центральных Кызылкумах из числа полуоткрытых ландшафтов с небольшой мощностью элювиально-делювиального покрова с примесью золотого материала (тип покрова VI) способом МДИ-Л (Au) изучен участок Бижанкора в горах Ауминзатау (2004-2007 гг.). Выявлена аномалия золота интенсивностью до 10 ед. фона (фон =  $1 \cdot 10^{-9}\%$ ). В 4-х км юго-восточнее от него позднее (2010 г.) установлена другая аномалия интенсивностью до 20 ед. фона, охватывающая площадь 0,8 км<sup>2</sup>. Сравнение результатов с металлометрическим методом (Au, As, Cu, Mo) показало полное пространственное совпадение обеих аномалий.

На месторождении Триада с мощностью мезо-кайнозойского чехла от 150 до 200 м (тип покрова VIII) наличие аномалий МДИ-Л (Au) установлено не было.

На участке Гужумсай, где мощность суглинков колеблется от 2 до 10 м, установлено наличие аномалий МДИ-Л (Au), металлометрических, МПФ и ВП, во многом совпадающих пространственно. На участке Промежуточный с мощностью суглинков до 70-80 м аномалий МДИ-Л не зафиксировано.

Общий вывод по способу МДИ-Л (Au) пока таков: на открытых и полуоткрытых площадях в Восточном и Западном Узбекистане способ МДИ-Л (Au): 1 – «работает» как обычный способ ИСлФ, т. е. достаточно четко выявляет формы наложенных ореолов, переходящие в кислотные вытяжки; 2 – никаких преимуществ здесь он перед металлометрическим не имеет, тем более что метод гораздо более трудоемок как при подготовке проб к анализу, так и при самом анализе и, соответственно, имеет гораздо большую стоимость; 3 – возможность использования способа МДИ для выявления слепого оруденения на открытых площадях остается пока открытой; 4 – интенсивность аномалий невелика – обычно около 5-10 ед. фона; 5 – на закрытых площадях при мощности покрова до 10 м аномалии еще выявляются, при большей – почти не фиксируются.

Рекомендации: необходимо совершенствовать способ (расширить круг определяемых ХЭ, уменьшить стоимость и проч.) и продолжить его апробацию как на открытых, так и на закрытых участках с целью выявления замаскированного оруденения.

#### **3.2.2.4. Прочие способы выявления наложенных ореолов**

К числу практически не использовавшихся в Узбекистане способов выявления наложенных ореолов относятся МАСФ, ТМГМ и ЧИМ; первый из них является новым.

**3.2.2.4.1. Способ поисков по сверхтонкой фракции (МАСФ).** Разработан группой сотрудников ВСЕГЕИ под руководством С.В.Соколова (патент

№ 2330259 от 27.07.2008 г.) для поисков месторождений, перекрытых рыхлыми отложениями повышенной мощности (Временные методические указания, Соколов и др., 2005). Он основан на положении, что при формировании вторичных ореолов и потоков рассеяния большинство рудных элементов преимущественно накапливается в тонких фракциях рыхлых отложений, что происходит в связи с переходом элементов в подвижные формы и вторичным их закреплением в твердой фазе за счет сорбции и образования гипергенных минералов.

Сорбция элементов из миграционных потоков наиболее активно протекает на частицах тонкоалевритового и глинистого материала, размер которых соответствует сверхтонкой фракции. Кроме того, в этой фракции наиболее активно протекают химические процессы с образованием новых, солевых форм нахождения металлов – новообразованных сульфатов, карбонатов, фосфатов и т. д. Это обосновывает, по мнению разработчиков, повышенную, по сравнению с другими литохимическими методами поисков по вторичным ореолам и потокам рассеяния, эффективность МАСФ при выявлении наложенных сорбционно-солевых ореолов и потоков рассеяния рудных месторождений.

Сущность способа заключается в выделении из проб рыхлых отложений сверхтонкой фракции (<10 мкм) с последующим переводом в раствор сорбционно-солевых форм элементов и их анализом дорогими чувствительными количественными методами (ICP AES, ICP MS, AAA и др.). Выделение фракции происходит в лабораторных условиях по специальной технологии. Для этого в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ разработана установка ПВС, позволяющая эффективно выделять из проб фракцию размером менее 10 мкм. Масса выделенной фракции должна составлять не менее 0,5-1 г. Эта фракция разлагается «царской водкой» и перекисью водорода, выпаривается до сухого остатка и затем полученный осадок растворяется в азотной кислоте. Золото, платина, палладий, а также другие рудные металлы практически полностью переходят в раствор, а основные матричные элементы пробы остаются в осадке. Применение ICP MS для анализа полученных растворов обеспечивает достижение высоких пределов обнаружения содержаний элементов. Могут применяться и другие методы частичного либо полного растворения и анализа содержаний ХЭ. Основной недостаток метода – высокая стоимость лабораторных операций по выделению фракции плюс определение ХЭ.

К настоящему времени накоплен положительный опыт применения МАСФ в Карело-Кольском, Дальневосточном, Сибирском и других регионах России. В Узбекистане способ не апробировался и поэтому его испытание на закрытых и полузакрытых здесь площадях вполне целесообразно.

**3.2.2.4.2. Термомагнитный геохимический способ поисков (ТМГМ).** Предложен в 1973 г. Н.А.Ворошиловым (ВИТР). Способ основан на анализе магнитной фракции почвенных проб, извлекаемой из них постоянным магнитом после восстановительного обжига. В гипергенных условиях соединения железа в литохимических пробах находятся преимущественно в форме слабوماгнитных гидроксидов – лимонита и гётита. При нагревании

без доступа воздуха (800°C) они, обезвоживаясь, переходят в магнитную форму – γ-гематит и магнетит. В зоне окисления месторождений, содержащих сульфиды, многие рудные элементы мигрируют совместно с железом в форме легкорастворимых сульфатов, в последующем концентрируясь в гидрооксидах Fe. Поэтому анализ магнитной фракции повышает контрастность ореолов по сравнению с литохимической съемкой. Способ перспективен, по мнению его разработчика, при поисках погребенных месторождений по их наложенным ореолам рассеяния на поверхности чехла. Извлечение термомагнитных фракций осуществляется с помощью магнитного сепаратора, например, марки СМД из навески 100 г фракции = -0,25 мм. Выделенные магнитные фракции анализируются высокоточными методами с предварительным разложением пробы смесью соляной и азотной кислот при Т:Ж = 1:3.

Способ ТМГМ в ограниченных масштабах применялся при детальном поиске месторождений цветных и благородных металлов в Карелии, Приморском крае и других регионах России и в ряде случаев зарекомендовал себя как эффективный метод поисков. Вместе с тем, существует ряд нерешенных в методическом плане вопросов и объективных ограничений по практическому использованию способа:

1) крайне низкое представительство в исходной пробе самостоятельных выделений гидроксидов железа, их нахождение в виде пленок, примазок и микровключений в других минералах. В этих случаях при обжиге термомагнитная фракция в количестве, достаточном для анализа, не образуется – выход термомагнитной фракции из навески 100 г составляет не более 0,5 г или соответственно 0,5%, что не позволяет использовать количественные методы определения содержания благородных металлов;

2) обжиг проб при высоких температурах, предусмотренный технологией пробоподготовки ТМГМ, приводит к полной или частичной потере легколетучих элементов (ртуть, сурьма, мышьяк и др.);

3) на площадях развития биотитизированных пород возможно выявление термомагнитным методом так называемых «породных» аномалий.

В Узбекистане способ апробировался в 2008-2010 гг. в ГП «ЦГГЭ» на ряде участков (Рабинджан, Междуречье и др.). Выделение магнитных фракций и определение в них Au методом нейтронной активации производилось в ГП «Центральная лаборатория» Госкомгеологии РУз. На всех участках сколько-нибудь значимых аномалий не получено (Ф.К. Диваев и др., 2011 г.). Внедрение метода поэтому пока не рекомендуется.

**3.2.2.4.3. Способ поисков по частичному извлечению металлов (ЧИМ) – аппаратный способ.** Для анализа ХЭ созданы специальные подвижные станции, в частности, марки ЧИМ-10, смонтированные на автомобиле ЗИЛ-131 с прицепом. Станция состоит из источника электропитания, системы управления током и химической лаборатории. В последней можно вести анализ на разные ХЭ способами колориметрии и полярографии. Суть способа такова. От источника тока на станции через исследуемые горные породы пропускается электроток с помощью специальных электродов. Ток способствует электрохимическому раство-

рению пород и руд и рудогенные ХЭ переходят в раствор в виде ионов и затем накапливаются на соответствующих электродах (электролиз). Накопленные на электродах ХЭ периодически анализируют. Скорость накопления определенной массы ХЭ и служит мерой их содержания в КРМ.

В конце 70-х - начале 80-х годов поиски методом ЧИМ проводились на жильных золоторудных объектах Западного Узбекистана, но каких-либо положительных результатов получено не было и работы прекратили. Необходимость доставки станции и большого количества хрупких керамических горшков и кислоты в поле к месту проведения работ также существенно осложняет внедрение данного метода. В связи со всеми указанными причинами использование метода в Узбекистане не рекомендуется.

### 3.3. Биогеохимические ореолы и биогеохимический метод поисков

Растениям для их нормальной жизнедеятельности, кроме обычных макроэлементов, идущих на построение клеток – К, Na, N, P, С и др., необходимы и «витамины» – микроэлементы в виде тяжелых металлов. И первые, и вторые растение потребляет, главным образом, вместе с водой из почв. Считается, что растениям нужны определенные и различные дозы разных металлов. Содержания выше фона в несколько раз не вызывают негативных последствий у растений, а при высоких «излишних» концентрациях у них проявляются защитные реакции (барьеры) и поглощение металлов из почвы ослабевает. К числу токсичных (вредных) для растений тяжелых металлов относятся Hg, As, Cd, Co. Жизненно важными являются Fe, Mn, Mo; в небольших количествах необходимы Ag, Pb, Zn, Cu и др. Эти ХЭ растения, в целом, накапливают «охотно», хотя степень накопления неодинакова у разных видов растений и их органов (корни, листья, стебли).

Растения извлекают корнями из почвы, на которой произрастают, как металлы, находящиеся в растворимой ионной форме в почвенной воде (влаге), так и металлы, присутствующие в форме первичных и вторичных (гипергенных) минералов. Например, для Pb это могут быть галенит, плюмбозит, церуссит, англезит. Водорастворимые формы металлов вместе с водой поступают в корни благодаря, главным образом, всасывающей деятельности их тонких волосковых окончаний, заканчивающихся клетками – мембранами, а также путем диффузии через эти же окончания. Минеральные формы, которые практически нерастворимы в воде, подвергаются разрушению самим растением через выделение теми же волосково-клеточными окончаниями в прилегающие к корням почвенные частицы различных минеральных и органических кислот, обладающих повышенной, по сравнению с водой, растворяющей способностью. Эта часть металлов также поступает в растение вместе с водой и растение усваивает и откладывает их в своих органах (корни, стебли, листья) избирательно: одни нужные полностью, вредные – частично. Таким образом, в почвенной воде (влаге) соотношение между металлами одно, а в растениях другое, трансформированное. В этом проявляется активная физиологическая роль

растений. Излишние количества металлов растение может «сбрасывать» через корни назад в почву, в противном случае наступают их болезни.

Активной ролью корней, способных разрушать рудные минералы и затем с водой усваивать ионы металлов, объясняются высокие содержания металлов в надземной части растений на открытых-полуоткрытых участках, где корни достигают коренной рудной минерализации. Раньше даже считалось, что биогеохимические аномалии возникают только в таких случаях. Затем было понято, что метод «работает» и при значительной мощности наносов, благодаря наличию по всей их толще наложенных (сорбционно-солевых) ореолов (см. раздел 3.2). Конечно, глубина корневой системы имеет важное значение. Она, к примеру, составляет: у злаков – 1-2 м, зонтичных (прангос, ферула) и пылыни – 3-5 м, у кустарников – 5-7 м, у солодки и янтака (кстати, обладающих небольшой поглотительной способностью металлов), а также саксаула – до 15 м.

В последнее время появились сообщения о том, что высокочувствительными методами в воздухе удалось обнаружить не только ртуть, но и ряд других металлов, в т. ч. и Au (см. раздел 3.1.3). В этом случае вполне возможно частичное их усвоение растениями через листья.

Первостепенное значение, от чего зависит накопление растениями металлов, имеют характеристики корнеобитаемых горных пород – почв. Это количество и минеральные формы нахождения в них ХЭ, а также физико-химические показатели: механический состав, пористость, мощность, величина

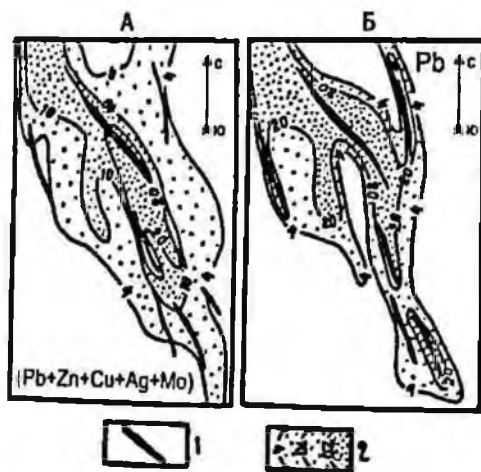


Рис. 13. Биогеохимические и металлогенетические ореолы рассеяния на Кенкольском флюорит-свинцово-цинковом месторождении в условиях сглаженного высокогорного ландшафта с развитием современных рыхлых покровных образований типов I и II, по А.Д.Джураеву, 1976 г. Ореолы: А – биогеохимические аддитивные (Pb+Zn+Cu+Ag+Mo; анализировались неозоленные угли растений); Б – металлогенетические свинца. 1 – кварцево-рудные жилы; 2 – вторичные ореолы рассеяния, изолинии – в ед. нижнеаномальных величин.

pH-Eh, емкость обмена. Считается, что полностью доступны поглощению растениями металлы, находящиеся в почве в виде водорастворимых солей (хлоридов, сульфатов). Эта часть металлов определяется в водной вытяжке. Поэтому в практической работе необходимо знать все эти особенности растений и внешней среды их обитания. Возможно, что именно с величиной pH почв в значительной степени связаны различия в степени накопления растениями металлов полиметаллической группы и видимо поэтому относительно высокие содержания имеют место в высокогорье Кураминского хребта (месторождение Кенколь; рис. 13), где почвы слабокислые (pH около 6,6-6,7). Меньшее накопление в среднегорье того же хребта на полиметаллическом рудопроявлении Скарновое

(рН около 6,8) и небольшое – на месторождении Уччулач в низкой части Нуратинских гор, где рН почв слабощелочное (7,2-7,3).

Многофакторность и неопределенность данных отрицательно сказываются на эффективности метода. В итоге с его помощью можно пока решить в принципе лишь одну – первую прогнозно-оценочную – задачу: где находится оруденение в плане.

В Узбекистане биогеохимические исследования поискового направления в небольших объемах начаты в 1960-1963 гг. Алмалыкской ГРЭ треста Алмалыкского рудного поля (исп. Е.М.Кадысов). Затем они в научно-методическом плане выполнялись с 1959 до середины 1980-х гг. лабораторией геохимии ИГиГ АН УзССР (исп. Р.М.Талипов). С 1963-1964 гг. развернуты площадные биогеохимические съемки в Узбекистане: Западном (исп. Геохимическая партия треста «Самаркандгеология») и Восточном (исп. Геохимическая партия треста «Ташкентгеология»). Прекращены они в середине 1980-х гг. в основном из-за неопределенности результатов.

Полевое и лабораторное исполнение этих работ было однотипным. Полевому опробованию подвергалась верхняя часть трав, полукустарников и кустарников, а в опытных работах и некоторых деревьев (арча, боярка). Отобранные пробы высушивались в поле на брезентах и сжигались в алюминиевых чашках способом «тление без огня» во избежание улетучивания ряда ХЭ, для чего чашки с растениями прикрывались сверху другими пустыми чашками. Время сжигания достигало при таком способе 2-3-х часов (до полного остывания углей). Полученные черные угли озолялись в лабораторных условиях в муфельных печах при температуре до 450° (не выше, во избежание улетучивания ХЭ) в течение 1-1,5 часов. Полученные таким способом серые золы весом не менее 10 г подвергались спектральному анализу на 20-25 ХЭ способом «просыпка» на спектрографах – сначала ИСП, а позднее ДФС (дифракционные). Золото определялось обычным химико-спектральным методом (золотометрия) из навески 5-10 г с чувствительностью 0,005 г/г, а при низких содержаниях выборочно (из-за высокой стоимости анализа) методом нейтронной активации.

Вышеуказанными тремя рабочими группами исследовались биогеохимические ореолы практически на всех промышленных рудных месторождениях Узбекистана: медных (Сары-Чеку, Дальнее и др.), полиметаллических (Уччулач и ряде рудопроявлений), вольфрамовых, серебряных (Косманачи, Высоковольное), золоторудных (Коклатас, Мютенбай, Мурунтау, Амантайтау, Даугызтау, Кочбулак, Гузаксай и др.) и флюоритовых (Суплаташ, Кызыл-Баур, Агата-Чибаргата). На основе этих работ в Западном Узбекистане выполнены крупномасштабные биогеохимические съемки на золото в нижней и подгорной частях Нуратинского хребта (более 2000 км<sup>2</sup>; Геохимическая партия Зарафшанской ГРЭ – отв. исп. В.А.Талалов, Л.М.Кубракова, Н.А.Снурницына, Н.И.Манзелинов., П.Н.Коробейников). В связи с низкой эффективностью этих съемок (Н.А.Ахмедов и Д.К.Дервоедов, 1997) они были прекращены в середине 1980-х гг. В Восточном Узбекистане на ряде участков проводились только детальные съемки на общей площади порядка 150 км<sup>2</sup>

(Геохимическая партия КГГПЭ – отв. исп. В.А.Панкратьев, В.Ф.Гурьянов, А.Д.Джураев, Ю.И.Шиманский).

В итоге этих работ получен лишь один достоверно подтвержденный положительный результат (см. раздел 3.2.2.1): на северо-восточном фланге Кочбулакского рудного поля, закрытом суглинками мощностью 30-50 м, где бурением под биогеохимической аномалией небольшой интенсивности (Pb, Zn, Cu, Mo, Ag) вскрыта рудно-минерализованная зона 5в с рядом промышленных рудных тел (226, 228, 229). Было установлено наличие в толще суглинков наложенного ореола (Pb, Zn, Cu), максимум которого значительно смещен (n·10 м) вниз по склону (угол 30°), как и максимум биогеохимического ореола (Скрябин, 1986).

Многочисленные аномалии на других участках в Восточном Узбекистане бурением не проверялись главным образом из-за удаленности от буровых баз. Единичные проверки в Западном Узбекистане ощутимых результатов не дали. Вывод очевиден: проведение подобных апробационных работ по всем внедряемым методам на закрытых участках надо сопровождать буровой проверкой и поэтому работы следует концентрировать на объектах изучающихся, вблизи буровых баз и с обязательным присутствием исполнителей методов.

Некоторые общие выводы с учетом сведений, приведенных в разделе 1.3:

1. На открытых и полукрытых участках при мощности склоновых СРПО в 3-4 м, т. е. когда корни основной массы растений достигают коренных пород с КРМ в них, большинство растений, по данным многих исследователей, содержат повышенные (в основном до 3-5 ед. фона, реже, более) количества ХЭ, входящих в состав руд, в т. ч. на объектах полиметаллических, золоторудных с полисульфидами, вольфрамовых (?) и флюоритовых (?).

Обнаженные убогосульфидные объекты (Гузақсай, Чакмакташ, Мютенбай, Бесапантау) сопровождаются более слабыми биогеохимическими ореолами ХЭ, сопутствующих золоту (Pb, Zn, Cu, As, Sb, Mo и др.), нежели мало- и умеренносурьфидные.

Таким образом, в открытых ландшафтах на участках развития полиметаллической минерализации, включая и золоторудную, эффективность биогеохимического метода достаточная, но метод по геологической эффективности однозначно не может конкурировать здесь с металлометрией.

2. Противоречивые данные получены по объектам медным и золоторудным в случае ориентировки на главный ПК – медь и золото. Так, в первом случае (месторождения Сары-Чеку, Джанибек, Дальнее, Балыкты на низких северных склонах Кураминского хребта). Е.М.Кадысевым (1963 г.) и Н.Д.Лежневой (1987 г.) получены отрицательные результаты (по меди), а Р.М.Талиповым (1966 г.) – положительные. По золоту (Талипов, Карабаев, 1978; Талипов, 1988) указывается, что в золах полыни, произрастающей на участках золоторудных месторождений Западного и Центрального Узбекистана, содержание Au может достигать очень высоких значений – от n·0,1 до n·1 г/т, что находится на уровне его концентраций в элювио-делювии над рудами. Подобные цифры приводятся и в итоге работ Геохимической партии ПГО «Самаркандгеология». Исследованиями же Геохимической партии ПГО



«Ташкентгеология» золото в золах растений на объектах как Восточного, так и Западного Узбекистана вообще не фиксируется в содержаниях  $> 0,005$  г/т анализами ни золотоспектрометрическим, ни пробирным, ни нейтронно-активационным за редким исключением ( $0,005-0,05$  г/т).

3. При мощности покрова более 3-4 м контрастность ореолов постепенно ослабленные биогеохимические аномалии еще фиксируются. На площадях развития четвертичных суглинков и мезо-кайнозойских осадков мощностью более 10-15 м выявляется масса слабых аномалий, оценить среди которых нужную «рудную» пока очень сложно.

4. Итог: интервал мощности покрова от поверхности до глубины 3-4 м остается уверенно за металлометрическим методом; а от 3-4 до 10-15 м — за биогеохимическим (и сорбционно-солевым). Именно для участков с последней мощностью и даются ниже некоторые рекомендации. При этом следует иметь в виду, что биогеохимический метод, включая анализ проб, имеет меньшую стоимость 1-ой пробы, нежели все другие способы изучения наложенных ореолов, рассмотренные выше (ИСлФ, МПФ, МДИ, ТМГМ, МАСФ).

5. Основная причина неудач в постановке биогеохимического метода в республике на закрытых площадях, где метод вообще-то и должен использоваться, видится сейчас в поспешности его практического применения без необходимой предварительной углубленной научной отработки вопроса о характере наложенных ореолов по всей толще покрова.

#### *Рекомендации общего порядка:*

1. Не рекомендуется постановка биогеохимических съемок любых масштабов и в любых объемах на площадях: 1 — находящихся вне пределов известных рудных полей; 2 — на открытых участках с мощностью покрова менее 3-4 м. Во всех случаях область применения метода рекомендуется ограничить мощностью четвертичного и мезо-кайнозойского покрова от 3-4 до 10-15 м.

2. Рекомендуется проведение детальных ( $1:10000-5000$ ) съемок в пределах полузакрытых известных рудных полей, но только после предварительной здесь отработки метода на эталонных объектах в части полевых, лабораторных и камеральных работ. При этом съемки вначале необходимо выполнять (апробировать) на ближайших полузакрытых флангах изученных (изучающихся) объектов, чтобы убедиться в работоспособности метода в таких условиях, попытаться решить практические вопросы по трассированию известных рудоносных зон на закрытых участках.

3. Оптимальный вариант при переходе на удаленные фланги известных объектов — постановка биогеохимических, возможно МПФ и других, съемок на аномалиях, предварительно выделенных в итоге электроразведочных и газортутных съемок на участках-площадях, указанных выше в п. 1. Возможно, что это позволит сократить круг структур, подлежащих буровой проверке.

4. Глубинную проверку таких, выделенных комплексом методов, аномалий следует проводить картировочно-геохимическими скважинами с обязательным отбором и исследованием покровных отложений у плотика коренных пород для выявления широких и контрастных приплотиковых

механических ореолов рассеяния. Согласование с исполнителями метода мест заложения скважин обязательно.

5. Необходима углубленная и объективная доработка — совершенствование метода в части установления: 1 — истинных содержаний Au и Ag в золах растений над открытыми рудными телами на золоторудных месторождениях, включая убогосульфидные; 2 — влияния мощности и механического состава покровных образований на концентрации рудогенных ХЭ в растениях и их зависимость от характеристик наложенных ореолов по всей толще покрова.

*Рекомендации по полевым работам:*

6. Отбор проб лучше производить способом «пунктирная борозда» — 5-10 пунктов отбора растений в интервале шага (между пикетами).

7. Выбор оптимальных (лучше одного) видов растений для опробования определяется в итоге опытно-методических работ (п. 2 выше). Для уверенного выбора рекомендуется построение концентрационных графиков для системы почва-растение. В графиках по оси X откладываются содержания для разных ХЭ в почвах на глубине 0,4 м, по оси Y — содержания тех же ХЭ в золе растений. Анализ таких графиков позволяет выбрать для опробования растения с минимальными барьерами поглощения или вообще без них. Исходные данные получают в итоге опытных работ на рудных участках с различной мощностью покрова, которую необходимо фиксировать на графиках.

8. Лучше опробовать растения с наиболее глубокой корневой системой, а в случае, если на данном участке доказано наличие наложенных ореолов, то и с неглубокими корнями. Имеющийся опыт работ показывает, что наиболее оптимальными видами растений для опробования являются зонтичные (прангос, ферула), полыни, жимолость?, вишня?

*Рекомендации по подготовке проб к лабораторным анализам:*

9. При сжигании и озолении проб нельзя поднимать температуру растительной массы выше 400-450°C.

10. Для определения исходной массы растительной пробы можно пользоваться следующими показателями. Конечный вес серой золы должен быть не менее 10 г с учетом анализа на Au; углистость составляет от начального веса пробы в сухом состоянии: у трав — 7%, ветвей — около 10%, у листьев — 20%; озоление углей дает потери в весе в 1,2-1,5 раза. Влажность свежей массы (дает потери в весе при высушивании проб) составляет 25-40%.

11. Не рекомендуется выполнять анализы биогеохимических проб дорогостоящими методами, хотя бы и высокочувствительными. Они могут иметь место лишь выборочно.

12. В опытном порядке можно анализировать и черные угли растений. В ряде случаев в таком варианте получены неплохие результаты (например, по Кенкольскому месторождению). Остальные приемы работ были изложены в начале данного раздела.

*Рекомендации по камеральной обработке данных и интерпретации результатов:*

13. В случае опробования различных растений при построении карт и всех других операциях содержания ХЭ должны быть приведены к одному показателю – к единицам фона по каждому виду растений и каждому ХЭ (операция по нормированию).

14. Следует попытаться составлять по биогеохимическим аномалиям ряды относительной интенсивности ХЭ, как это делается для литохимических.

15. Для усиления аномалий, особо слабых, следует привлекать мультимпликативное их суммирование (перемножение), но опять же только в единицах фона.

16. Определение местоположения рудоносных зон в плане производится с учетом смещения биогеохимических аномалий от них вниз по склонам. Для участков с развитием суглинков можно пользоваться следующими цифрами, полученными по Кочбулакскому рудному полю: 1) на суглинках мощностью в 20-40 м: при угле склона 5-10° – 10-15 м, 10-20° – в среднем 30 м, 20-30° – до 40-60 м; 2) на суглинках мощностью 4-10 м эти величины будут в 3-4 раза меньше.

### 3.4. Глубинно-литохимический метод

Глубинно-литохимические поисковые исследования осуществляются обычно путем шарошечного с продувкой воздухом бурения картировочно-геохимических скважин с применением самоходных буровых установок. В случае увлажненных пород переходят на колонковый способ бурения. Шлам и керн опробуются по интервалам. Целью работ является выявление перекрытых и погребенных (см. рис. 2) рудных минерализаций, в оптимальном варианте концентрированных, находящихся в породах фундамента. Кроме того, следует выявлять и возможные объекты в древних корах выветривания, развитых по зонам КРМ и даже РРМ, поскольку в корах обычно происходит концентрация ПК (Ас, РЭ и РЗЭ).

Поиски ведутся по ореолам: 1) наложенным в толще перекрывающих четвертичных, кайнозойских и мезозойских отложений, 2) вторичным остаточным в корах выветривания, указанным выше, 3) первичным, фиксирующим КРМ в фундаменте. Поскольку непосредственный визуальный контакт с выявляемой КРМ отсутствует, а наложенные и остаточные ореолы имеют небольшую контрастность, то в первую очередь надо рассчитывать на обнаружение эродированных крупно- и среднеразмерных объектов (раздел 1.4).

Метод является аналогом наземного эндолитохимического опробования, которое ведется обычно по съемочной сети. Он широко используется в Западном Узбекистане на площадях, закрытых мезо-кайнозойским чехлом мощностью до 30-50 м.

## Глава 4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОИСКОВО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Специфика геохимических исследований заключается в необходимости математической обработки и анализа больших объемов аналитических данных.

В настоящее время вся математическая обработка, включая статистику, выделение аномалий и прогнозные площади, осуществляются компьютерным способом с помощью специально разработанных программ, о которых будет сказано ниже. Но для математической обработки любого массива данных их необходимо привести к единой форме представления. Этот процесс заключается в создании кондиционной локальной базы данных (ЛБД) результатов ГРР.

Степень информативности и формат представления систематизируемых при создании ЛБД первичных материалов из-за их стратегической важности, как составных частей единой базы данных по республике, регулируются специальными отраслевыми инструкциями Госкомгеологии РУз (2008 г.) и унифицированными табличными формами. Последние при завершении ГРР в обязательном порядке в заполненном в Excel виде представляются в Отраслевой фонд алгоритмов и программ («ОФАП» ГП «Госгеолинформцентр»).

Грамотно созданная структурированная база данных открывает пользователям доступ к применению программных средств обработки и визуализации информации, в т. ч. и математической обработке в вариантах, состыкованных с ранее созданными ЛБД по изучаемой и прилегающим территориям.

Проведение геохимических работ с использованием современных компьютерных программ в сравнении с традиционным ручным способом позволяет на несколько порядков повысить детальность и объективность математической обработки данных. При этом без существенных затрат времени и финансовых средств обеспечивается поливариантность и наглядность выявленных статических параметров распределения химических элементов и прогнозно-поисковых построений. Поэтому геохимические работы в настоящее время трудно представить в отрыве от математического обеспечения, часто «встроенного» в современные лицензированные компьютерные программы (табл. 8).

Наблюдаемое повсеместное внедрение компьютерных программ в практику ГРР требует от геохимиков не только навыков работы с программными средствами, но и знания сути – смысла алгоритма, цели, задач, круга привлекаемых для расчетов геохимических параметров и очередности операций, производимых компьютером математических процедур обработки данных. Это необходимо для грамотной формулировки задач, формирования целевых выборок проб, интерпретации результатов и осуществления контроля над корректностью автоматизированных расчетов традиционными способами.

Возможности применения различных программных продуктов для обработки геохимической информации (В.А.Клипка, А.А.Фролов, 2004) Таблица 8

Задача	Электронные таблицы MS Excel	СУБД MS Access	Статистические программы Statistical	Специализированные геохимические программы		ГИС Arc-View	Векторные графические редакторы Corel-Draw
				Gold, GEOSCAN	Golden Surfer		
Создание БД первичной геохимической информации	+++++	++++	+++	++	++	+++	
Формирование выборок	+++++	+++++	++++	++++	+	+++	
Статистическая обработка	++++	+++	+++++	++++	++	+++	
Построение графиков, диаграмм	++++	+++	+++++	+++	++	+++	
Построение геохимических моделей на картографической основе				++++	++++	+++	
ГИС-анализ						+++++	
Распечатка					++++	++++	+++++

Примечание. + – практически неприменимо, ++ – малоприменимо, +++ – основные функции реализованы, ++++ – применимо на достаточном для большинства задач уровне, +++++ – максимальная применимость.

#### 4.1. Статистическая обработка геохимической информации

В данной главе ввиду ограниченности объема работы рассматриваются лишь общие вопросы статистической обработки, так как технические приемы расчетов статистических параметров приведены во многих справочных пособиях, указанных в списке литературы. К тому же они вложены во все компьютерные программы, при помощи которых проводится математическая обработка геохимических данных.

Результаты геохимических работ в предприятиях Госкомгеологии Республики Узбекистан в настоящее время часто обрабатываются в интерактивном режиме с применением стандартных программ компьютерной обработки геологической информации, среди которых ведущее место занимает графический пакет программ Surfer-8. С его помощью производится пространственный анализ геохимической информации и оконтуривание ореолов золота, серебра, мышьяка и др. металлов методом крайинга. Оциф-

ровка этих материалов и другой картографической геологической информации по площади проводимых работ производится в MapInfo или Arc-GIS.

Все эти работы предваряются математической обработкой материалов ЛБД. Для это ЛБД, составленная по требованиям инструкции, экспортируется в программную среду Visual FoxPro. В ней безразмерным величинам спектрального анализа (содержания элементов за пределами чувствительности анализов) присваиваются количественные значения и составляются выборки проб по литологическим разновидностям пород. Проверка целостности локальной базы данных первичных материалов по скважинам и канавам (опробования, координаты инклинометрии), а также вычисление координат для каждой пробы выработки (скважины, канавы) проводятся с помощью программного комплекса Geologw (рис. 14).

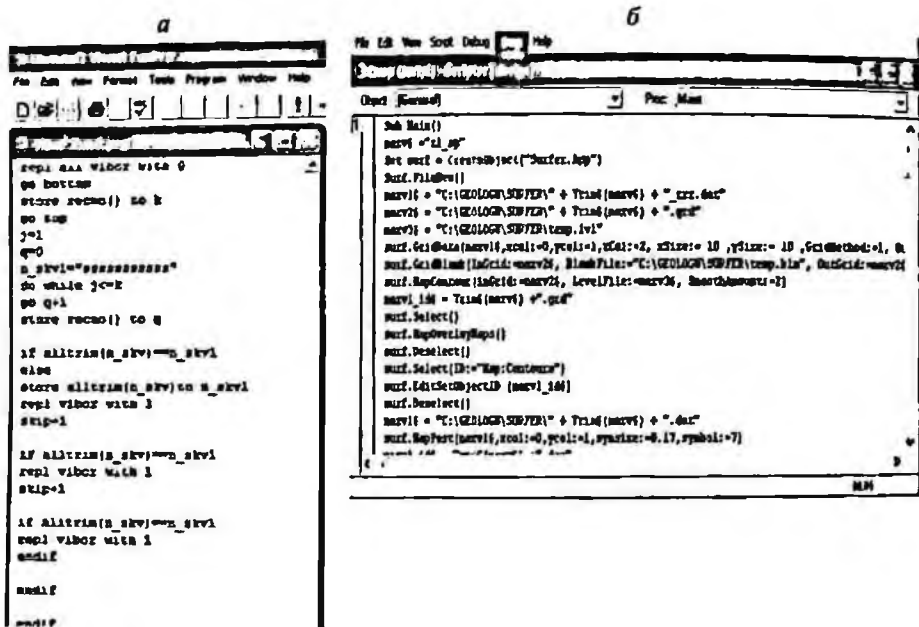


Рис. 14. Фрагмент экспорта макроса VisualFoxPro (а) в программную среду Surfer (б) с последующей проверкой целостности ЛБД с помощью программного комплекса Geologw.

Этими процессами готовится основа для осуществления статистического анализа геохимической информации по целевым выборкам, графическим построениям в программной среде Surfer, а также построения сводных таблиц, графиков, диаграмм, гистограмм и др., с использованием компьютерных программ Excel, Statistical, GEOSCAN и др. (см. табл. 8)

Сутью статистических исследований при этом часто является выяснение отражения становления тех или иных геологических образований, развития процессов или событий в особенностях изменения «первичного» распределения химических элементов. Для объективной количественной оценки их интенсивности по выборкам из заведомо безрудных и не затронутых изменениями частей изучаемой площади устанавливаются

«первоначальные» – местные фоновые содержания химических элементов (см. раздел 4.2). Значение фона при этом должно рассчитываться отдельно для каждой из развитых на изучаемой площади литологической разновидности пород. На практике это условие в отдельных работах не выполняется из-за невозможности без значительных затрат формирования выборок проб статистически представительного количества для всех разновидностей пород. Интересы геохимических исследований при этом часто, что нежелательно, удовлетворяются расчетами универсального для всех типов пород местного фона, или в лучшем случае, фоновых содержаний по нескольким группам пород, объединенных единством (близостью) генезиса, возраста или других признаков.

Как известно, элементный состав и, соответственно, зональность эндогенного ореола зависят от интенсивности проявления элементов-индикаторов, определяемой отклонением их средних содержаний в ореоле или в рудной зоне относительно фоновых содержаний в неизмененных породах. На раннем этапе математической обработки информации по интенсивности проявления среди элементов можно выделить две группы (в единицах геохимического фона – егф): 1) интенсивные элементы-индикаторы (равно или более 2 егф); 2) субфоновые элементы (менее 2 егф).

Большое значение при геохимических поисках имеет мера относительного рассеивания средних содержаний, называемая коэффициентом вариации:  $V = S / \bar{x}_{\text{ср}} \cdot 100\%$ , где  $V$  – коэффициент вариации,  $S$  – дисперсия,  $\bar{x}_{\text{ср}}$  – величина средних содержаний в выборке.

В практике геохимического картирования коэффициент вариации играет большую роль при выделении неоднородностей в распределении средних содержаний в геологических формациях. При поисках интерес представляют группы ХЭ, характеризующиеся из-за проявления локальных аномальных величин в геохимических пробах контрастным и высококонтрастным распределением ( $V = > 1,5$ ).

Основными параметрами, характеризующими случайное распределение содержаний элементов в различных геохимических системах, наряду с дисперсией, являются среднее, среднеквадратическое отклонение, асимметрия и эксцесс. Только по мере определения с их помощью закона распределения – нормальное (редко) или логнормальное – можно приступать к определению геохимического фона.

#### 4.2. Определение геохимического фона и минимально-аномальных содержаний

Сравнение фона и параметров исследованных участков является основой для оконтуривания геохимических ореолов. Для расчета параметров фона и определения на этой основе нижних аномальных концентраций ХЭ для каждой разности рудовмещающих и часто перекрывающих их гипергенных пород используются результаты геохимического опробования на специально выбранных «фоновых» участках. Последние, как правило, располагаются на значительном удалении от рудных тел и месторождений и не несут следов проявления рудной минерализации или техногенного воздействия.

Расчет фона в отдельной выборке или, при отсутствии целенаправленного опробования, в общей массе проб производится различными методами, зачастую предусмотренными алгоритмом специальных прикладных компьютерных программ. Наиболее надежными являются фоновые содержания, полученные в соответствии с Инструкцией-83 традиционным математическим методом.

Выделение слабых геохимических аномалий требует более точной оценки местного геохимического фона путем вариационно-статистической обработки данных. В этом случае величину местного геохимического фона ( $C_{\phi}$ ) для данного элемента определяют в зависимости от математического закона, которому подчинено распределение содержаний этого элемента. Для микроэлементов наиболее обычным является логарифмически-нормальный закон распределения фоновых содержаний элементов, а для макроэлементов – нормальный закон. Для характеристики местного геохимического фона необходимо установить закон, которым аппроксимируется распределение фоновых содержаний, и определить параметры этого распределения – среднее значение и стандартное отклонение от среднего.

Практикой геохимических поисков установлено, что за нижнее значение вероятных аномалий для одиночных (изолированных) точек с повышенным содержанием элементов целесообразно принимать величину  $C_{нв} = C_{\phi} + 3S$  или, соответственно, при логнормальном распределении фоновых содержаний величину  $C_{нв} = C_{\phi} E^3$ . В этих пределах с вероятностью 99,86% лежат значения фоновых содержаний элементов, поэтому вероятность ошибочного отнесения к числу аномалий точек, характеризующихся только случайными колебаниями фона, очень мала.

Особенностью рудных геохимических аномалий являются их приуроченность к благоприятным геологическим структурам и коррелируемость повышенных содержаний элементов по нескольким точкам на профиле или нескольким смежным поисковым профилям (Инструкция-83). Эти признаки не характерны для фиктивных аномалий, обязанных только случайным колебаниям фона. Поэтому, если повышенные содержания элемента прослеживаются по  $m$  смежным точкам, целесообразно последовательно в зависимости от числа  $m$  снижать нижний уровень  $C_{нв}$  для выделения слабых геохимических аномалий согласно выражениям:

$$C_{нв} = C_{\phi} + 3S / \sqrt{m} \text{ (нормальный закон), } C_{нв} = C_{\phi} E^{3/\sqrt{m}} \text{ (логнормальный закон).}$$

При недостаточной чувствительности анализа, когда местный геохимический фон характеризуется «нулевыми» содержаниями элемента, аномалии следует выделять по первым значимым цифрам анализа и принять меры к повышению его чувствительности.

С развитием компьютерных технологий наблюдается появление альтернативных способов автоматизированного определения местного геохимического фона и интерактивного выбора градаций ореолов. Несмотря на удобство и оперативность применения, ими не могут быть полностью заменены традиционные методы, обоснованные в Инструкции-83. Это в первую очередь касается специализированных площадных геохимических и тематических работ, существенно влияющих на состояние геохимической



изученности конкретных территорий. Основной причиной проявляемого консерватизма в этих вопросах является необходимость обеспечения систематичности возможных погрешностей геохимических работ, а также сопоставимости получаемых построений с аналогичным материалом по сопредельным территориям.

#### 4.3. Корреляционные взаимоотношения химических элементов

При решении генетических, прогнозно-поисковых и др. задач возникает необходимость определения степени связи между различными варьирующими величинами (содержаниями ХЭ). При этом для оценки степени взаимной связи между переменными используют коэффициент корреляции. Переменные, которые не имеют связи друг с другом, называются независимыми; это значит, что увеличение или уменьшение одной переменной не сопровождается заранее предсказуемыми изменениями другой. Для расчета степени связи между переменными пользуются величиной коэффициента линейной корреляции ( $r$ ) для нормального закона:

$$r = [(x \cdot y)_{\text{cp}} - x_{\text{cp}} \cdot y_{\text{cp}}] / S_x \cdot S_y; \text{ где: } S_x = \sqrt{(x^2)_{\text{cp}} - (x_{\text{cp}})^2}; S_y = \sqrt{(y^2)_{\text{cp}} - (y_{\text{cp}})^2}, \quad (19)$$

где  $x_{\text{cp}}$ ,  $(xy)_{\text{cp}}$ ,  $(x^2)_{\text{cp}}$ ,  $(y_{\text{cp}})^2$  – среднеарифметические величины.

Необходимо помнить, что эта операция применяется лишь для однородных (недерминированных) полей, когда величины  $x$  и  $y$  распределены случайно по нормальному (простому или логнормальному) закону, причем имеют закон одинаковый. Если же содержания ХЭ закономерно увеличиваются или уменьшаются в каком-то направлении, тогда распределения становятся не случайными и правила математической статистики к ним уже не применимы. К таким закономерно меняющимся относятся распределения ХЭ в первичных ореолах вокруг рудных тел. Расчеты в этих полях корреляционных связей требуют специального обоснования и осторожных выводов.

Коэффициент множественной корреляции  $R$  выражает степень линейной связи нескольких переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Например, в случае трех переменных коэффициент обозначается  $R_{1,2,3}$ , где первый индекс относится к независимой, а остальные – к зависимым переменным. Значения  $R$  всегда заключены между 0 и 1, т. е.  $1 \geq R \geq 0$ , а величина  $R^2$  характеризует дисперсию переменной  $x_1$  относительно переменных  $x_2$  и  $x_3$ . Аналогичный или сходный результат можно получить факторным анализом, включенным в состав ПО Statistica-6.

#### 4.4. Продуктивность литохимических аномалий (линейная и площадная)

Продуктивность используется для получения объективных параметров проявления химических элементов, их контрастных ореолов и более четкой зональности аномалий. Последнее наиболее наглядно проявляется по отношениям продуктивностей аномалий, поскольку в этом случае, помимо содержания элементов, учитывается ширина их первичных ореолов, которая синхронно с содержаниями элементов меняется для различных элементов на разных уровнях рудного тела и ореола (Инструкция-83).

Вычисление линейной продуктивности литохимической аномалии по определенному сечению (при равноинтервальном опробовании) производят по формуле, приведенной ниже:

$$M = \sum_{i=1}^n m_i (C_i - C_{\phi}), \quad (20)$$

где  $m_i$  — длина интервалов опробования;  $C_i$  — содержание элементов в пробах;  $n$  — количество проб, введенных в подсчет;  $C_{\phi}$  — среднефоновое содержание данного элемента.

Площадная продуктивность литохимических аномалий, выявляемых при наземных или глубинных поисках по правильной сети, с опробованием современных элювио-делювиальных образований или древних кор выветривания, одновременно учитывает геометрические размеры аномалии (длину, ширину) и среднее содержание в ней металла. Это обеспечивает предварительную сравнительную оценку аномалий, находящихся в сходных геологических и ландшафтно-геохимических условиях, в частности вторичных остаточных ореолов рассеяния, связанных с однотипным коренным оруденением. По данным литохимических поисков, при правильной (прямоугольной) сети пробоотбора подсчет продуктивности аномалий ведется по формуле:

$$p = \Delta x \cdot l / \left( \sum_{x=1}^n C_x - N C_{\phi} \right), \quad (21)$$

где  $\Delta x$  — шаг пробоотбора по профилю, м;  $l$  — расстояние между профилями, м;  $C_x$  — арифметическая сумма содержаний металла в контуре  $C_x \geq C_{\phi}$  для данной аномалии, % или г/т;  $C_{\phi}$  — местное фоновое содержание металла и  $N$  — количество точек, вошедших в подсчет.

Подсчет площадной продуктивности аномалий при неправильной сети отбора следует вести, используя поэлементные карты-разnosки с цифрами содержаний металла в пробах, после проведения линий изоконцентраций, в контуре замкнутой наружной изолинии  $C_x \geq C_{\phi}$ . При неправильной сети пробоотбора арифметический подсчет затруднителен и определение  $p$  следует вести путем обмера с помощью планиметра площадей между изолиниями, умножения найденных величин на среднее геометрическое содержание металла между изолиниями (за вычетом фона) и последующего суммирования этих произведений. В общем случае эти подсчеты ведутся по формуле:

$$p = \sum_{i=1}^n \Delta S_i \tilde{C}_i - S_1 C_{\phi},$$

где  $\Delta S_i = S_i - S_{i+1}$  — разность площадей между соседними изолиниями;  $\tilde{C}_i = \sqrt{C_i C_{i+1}}$  и  $C_i = C_{\max}$  (при  $S_{i+1} = 0$ ). При глубинных литохимических поисках подсчет продуктивности вторичных остаточных (погребенных) ореолов рассеяния целесообразен на нескольких постоянных уровнях  $z_i$ , ниже предстательного горизонта вплоть до уровня забоя скважин, с последующим рассмотрением графиков  $p_z = f(z)$  и оценкой устойчивых значений  $p$ .

#### 4.5. Усиление слабоконтрастных ореолов

Как показывает опыт работ, при геохимических поисках золоторудных месторождений в республике чаще всего приходится иметь дело с убогой сульфидностью руд и близфонными содержаниями, невыразительными и слабыми ореолами большинства элементов-индикаторов. Это затрудняет и порой делает невозможным без предварительной математической обработки данных оперативное прогнозирование скрытых рудных тел, оценки их возможной рудно-формационной принадлежности, масштабов и условий залегания рудоносных зон и др.

Для выявления более контрастных геохимических ореолов принято строить аддитивные (путем сложения количественных показателей элементов-индикаторов) и мультипликативные (путем перемножения) ореолы. Последние, в связи с более высокой контрастностью, применяются чаще. В мультипликативных ореолах благодаря направленному усилению коррелирующих полезных сигналов влияние флуктуаций сводится к минимуму. В этой связи ореолы проявляют более тесную связь с геолого-структурными особенностями рудных тел и месторождений, что существенно повышает надежность их интерпретации.

При построении мультипликативных аномалий используются содержания как всех элементов-индикаторов данного типа оруденения (общие мультипликативные аномалии), так и различных групп элементов-индикаторов: надрудных, подрудных и т. д. (частные мультипликативные аномалии). В отдельных случаях целесообразно оконтуривание мультипликативных аномалий по величине мультипликативного коэффициента геохимической зональности, рассчитанного по каждой пробе.

В случаях, когда из-за недостаточной чувствительности анализа в некоторых пробах значимые содержания тех или иных элементов не обнаружены (предел обнаружения ниже фона), при построении мультипликативных аномалий в порядке исключения допускается условное приравнение содержания элементов к половине предела обнаружения. Такое приравнение допустимо только для наиболее информативных элементов и только в случае минимального количества проб без значимых содержаний элемента-индикатора (не более 10%).

Опыт показывает, что в большинстве случаев построение мультипликативных аномалий, по данным приближенно-количественного спектрального анализа, оказывается достаточным для уверенной интерпретации результатов геохимического опробования. Другие методы усиления первичных ореолов, например, методы рационального анализа, анализа тяжелых или иных фракций, применение различных видов количественного анализа, а также специальные анализы на химические элементы, не определяемые приближенно-количественным спектральным анализом, следует применять только в случаях получения неудовлетворительных результатов.

#### 4.6. Определение формационной принадлежности и условий залегания слепого оруденения

Важнейшей задачей интерпретации геохимических аномалий в коренных породах является определение их формационной принадлежности. Для этой цели, наряду с геолого-минералогическими признаками, используют поперечную зональность первичных ореолов, в частности, ряды поперечной зональности (Инструкция-83). В отличие от осевой зональности, единообразной для различных по составу месторождений, поперечная, вследствие более тесной зависимости от состава руд, специфична для каждого месторождения. Первыми в рядах поперечной зональности, как правило, располагаются элементы – основные промышленно ценные компоненты руд. Зависимость ширины ореолов от концентрации элементов в рудах позволяет использовать поперечную зональность в качестве критерия определения вероятного состава (формационного типа) предполагаемого оруденения.

Для установления возможной полиформационной природы первичных ореолов, помимо прямых геолого-структурных наблюдений, может быть использован корреляционный анализ: между содержаниями элементов-индикаторов, типоморфных для разных рудных формаций, часто устанавливается отрицательная корреляционная связь, тогда как в ореолах, связанных с одной рудной формацией, корреляционная связь всегда является положительной. На полиформационный характер выявленных аномалий может указывать также появление элементов-индикаторов, не свойственных данной рудной формации, а также несоответствие размеров выявленных ореолов тех или иных элементов для месторождений данного минерального состава.

Для определения вероятного направления падения рудного тела может быть использована асимметрия поперечной зональности первичных ореолов, которая возникает благодаря более интенсивному развитию первичных ореолов элементов надрудной группы со стороны висячего бока рудной залежи. При этом следует учитывать, что асимметрия поперечной зональности может служить надежным индикатором элементов залегания рудного тела только в условиях однородной среды. В тех случаях, когда рудные тела локализованы на контакте различных по составу и физико-химическим свойствам пород, асимметрия поперечной зональности может быть обусловлена и этой причиной, что должно быть принято во внимание при интерпретации геохимических аномалий.

При интерпретации эндогенных геохимических аномалий для определения наличия и вероятного направления склонения оруденения по простиранию рудных зон, включающих как рудные тела, так и окаймляющие их первичные ореолы, могут быть использованы особенности продольной зональности (Инструкция-83). Продольная зональность первичных ореолов

отражает направление движения рудоносных зон и поэтому согласуется с осевой зональностью. Отметим, что эти обе констатируемые продольная и вертикальная зональности определяются путем расчета показателя в продольном направлении, в соответствии со склонением рудных тел, происходит дифференциация в распределении элементов-индикаторов, что позволяет использовать асимметрию этой зональности для определения проекции как на вертикальную, так и на горизонтальную плоскость. При использовании горизонтальной проекции удается определить склонение рудных тел по результатам площадного геохимического опробования.

Для оценки зон рассеянной минерализации могут быть использованы их специфические геохимические особенности, прежде всего отсутствие в строении подобных зон контрастной и выдержанной осевой геохимической зональности, а также низкие значения мультипликативного коэффициента зональности, надежно отличающие зоны рассеянной минерализации от перспективных на слепое и слабоэродированное оруденение первичных ореолов (надрудных и верхнерудных).

#### 4.7. Контроль качества первичной геохимической информации

По данным первичного и контрольного (3% от объема первичного) опробования подсчитывают погрешность работы, которую следует учитывать при определении величины геохимического фона и выделении геохимических аномалий.

В связи с логнормальным распределением погрешностей, при геохимическом опробовании по результатам контрольных проб вычисляют систематическую погрешность логарифмов концентраций (Инструкция-83):

$$\Delta_{\text{сист}} = 1/n \sum_{i=1}^n (\lg C_{i1} - \lg C_{i2}) = 1/n \sum_{i=1}^n \lg (C_{i1}/C_{i2}), \quad (22)$$

где  $l$  – количество пар контрольных проб (не менее 100);  $C_{i1}$ ,  $C_{i2}$  – результаты анализа соответствующих проб первого и второго отборов. Антилогарифм систематической погрешности дает систематическое относительное расхождение самих концентраций  $S_{\text{сист}} = 10^{\Delta_{\text{сист}}}$ .  $S_{\text{сист}}$  показывает, во сколько раз первые результаты систематически больше вторых. Если  $S_{\text{сист}}$  выходит за пределы 0,9-1,1, то систематическое расхождение подлежит исключению, для чего  $\Delta_{\text{сист}}$  алгебраически вычитают из всех  $\lg C_{i1}$ . По полученным данным без существенного систематического расхождения вычисляют среднюю случайную погрешность:

$$\Delta_{\text{случ}} = 1/\sqrt{2n} \sum_{i=1}^n |\lg C_{i1} - \lg C_{i2}| = 1/\sqrt{2n} \sum_{i=1}^n \lg (C_{\text{бол}}/C_{\text{мен}}). \quad (23)$$

Ее антилогарифм дает случайное среднее относительное отклонение самих концентраций  $S_{\text{случ}} = 10^{\Delta_{\text{случ}}}$ , которое показывает, во сколько раз в среднем полученные значения концентраций больше или меньше истинных,

т. е. соответствующие по надежности истинные значения лежат в пределах, вычисляемых умножением значений, полученных при анализе проб, на  $S_{случ}^2$ . Величина  $S_{случ}$  не должна превышать 1,6 при отборе проб рыхлых образований и растений и 2,0 в случае опробования коренных пород. При большей погрешности работы считают браком.

В количество пар контрольных проб, по которым производят подсчет погрешности, включают лишь те, где хотя бы в одной пробе из двух обнаружена измеряемая концентрация искомого элемента. Если при этом в другой (основной или контрольной) пробе элемент не обнаружен, ей приписывают концентрацию, равную половине порога чувствительности анализа.

Все указания, относящиеся к оценке случайных и систематических погрешностей, в равной мере обязательны для оценки качества всех видов анализа отобранных проб.

Аналогичным образом математически обрабатываются результаты контрольных работ, но число точек заранее не обуславливают и в оценку качества работ по участку в целом эти данные не входят. Признанные браком, работы подлежат переделке, а результаты повторных наблюдений подвергаются контролю на общих основаниях. Оценки погрешностей учитываются при анализе геохимической информации для повышения надежности и выводов.

## Глава 5. ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ (предложения)

1. Они основаны на: 1 – итогах апробационных работ (2008-2011 гг.) по базовому Проекту-08 (ГП «Центральная ГГЭ»), 2 – беглом обобщении и анализе опыта прошлых геохимических опытно-методических исследований и поисковых работ в Узбекистане с 1950 г., 3 – положениях Инструкции-83, Справочника-90 и ряда методических рекомендаций и указаний.

2. Основные направления геохимических поисков в Узбекистане сегодня определяются общей нацеленностью всех ГРР на выявление замаскированных рудных объектов в соответствии с известным тезисом об «иссыкании фонда легкообнаруживаемых рудных месторождений», поскольку все такие объекты сосредоточены здесь в уже хорошо опосредованных (м-б 1:50000, а местами крупнее) открытых горно-возвышенных районах и поэтому можно быть уверенным, что все сколько-нибудь значимые по масштабу эродированные месторождения традиционных видов руд (золота, серебра, вольфрама, меди-молибдена, полиметаллов) здесь уже в I-й период ГРР выявлены. Учитывая также, что по этим территориям неоднократно выполнялись крупномасштабные прогнозные построения, настало, видимо, время перехода ко II-му периоду ГРР – к более детальным исследованиям, нацеленным уже не столько на выделение перспективных площадей, сколько на открытие конкретных месторождений и отдельных крупных тел – залежей. Причем, эти объекты будут находиться в основном на глубине в замаскированных позициях, что резко повышает роль глубинно-прогнозных количественных оценок по наземным данным и потому геохимические методы в республике теперь следует рассматривать в качестве не просто поисковых, а уже в качестве поисково-оценочных (раздел 1.4). Настоящая работа и направлена на решение именно таких конкретных задач посредством проведения детальных (1:10000 и крупнее) поисково-оценочных геохимических исследований.

3. Выбор тех или иных геохимических, уже поисково-оценочных, методов с методическими приемами работ и эффективность их применения, или достоверность решения оценочных задач, на конкретных площадях зависят в основном от факторов: 1 – их ландшафтных, 2 – геологических и 3 – металлогенических особенностей, 4 – характера рудной минерализации (РМ).

3.1. Географо-геохимические ландшафты существенно влияют на выбор методов и технологию геохимических поисков как в части полевых работ, так лабораторных и камерально-интерпретационных. Узбекистан отличается разнообразием и региональных, и локальных ландшафтов (раздел 1.2.1). Региональные ландшафтные отличия проявляются в первую очередь в степени экранирования мезо-кайнозойскими и четвертичными рыхлыми покровными осадками коренных пород фундамента, в которых и размещается основная масса рудных месторождений республики. Поэтому и выбор геохимических методов, и методик работ, включая лабораторные и исследования, различен для закрытых полупустынных аридных областей и

открытых горных полугумидных. Решения детальных поисково-оценочных задач 1-4 (п. 6) могут быть максимально достоверными лишь с учетом локальных ландшафтов.

Рекомендуется геохимические съемки на всех стадиях работ проводить с использованием ландшафтных карт той же детальности, что и масштаб съемок. Ореольные моноэлементные и суммарные карты, особенно металлотрические, представлять на разреженной ландшафтной основе, содержащей главным образом разные типы покрова (раздел 1.2.1). Для некоторых из этих типов с помощью переходных коэффициентов  $t$  и  $k$  возможно «приведение» содержаний и продуктивностей металлотрических аномалий к уровню плотика коренной РМ (раздел 2.2.2.4).

3.2. Геологические особенности (раздел 1.2.2) – трещиноватость-плотность пород, их химическая характеристика, например, карбонатность и др. – существенно влияют на процессы гипо- и гипергенной миграции химических элементов (ХЭ).

3.3. Металлогения Узбекистана весьма разнообразна (раздел 1.2.2). Региональной ее особенностью является смена минеральных видов оруденения с повышением абс. высот с запада на восток (раздел 2.1): от штокерковых высокотемпературных шеелитовых и шеелит-арсенопирит-золотых, размещающихся в древних толщах R-V, до жильных средне-низкотемпературных полиметаллических с флюоритом в толщах C<sub>3</sub>-P<sub>1</sub>. Поэтому при поисках золоторудных объектов в Западном Узбекистане рекомендуется опираться в основном на выявление ореолов W, As и Sb, в Восточном – Pb, Zn, Cu, As, Sb, Mo, Ag, как ХЭ наиболее подвижных в эндогенных и гипергенных процессах (не забывая о Au).

3.4. К числу наиболее важных характеристик РМ, влияющих на ее выявляемость, относятся (см. 1.2.4): ее площадные размеры, уровень эрозионного среза, вид полезного ископаемого (ПИ) и его геолого-промышленный тип (ГПТ). По уровню эрозионного среза объекты делятся (рис. 8) на эродированные и скрытые, в т. ч. слабозеродированные и слепые неглубокозалегающие с выходом на поверхность ореолов основного полезного компонента, а по видам ПИ и их ГПТ – на традиционные и нетрадиционные. Из традиционных видов ПИ в настоящее время наиболее востребовано золото, из нетрадиционных – редкие металлы (Nb-Ta, Be, Li, редкие земли). По золоту и некоторым другим металлам необходимо вовлечение в оборот месторождений и нетрадиционных ГПТ (см. раздел 1.4).

4. Исходя из отмеченных характеристик, выделено 6 групп востребованных сегодня объектов по степени их выявляемости вообще и геохимическими методами в частности, а также группа 7, промышленные объекты в которой пока представлены только ураном, но которая потенциальна и на другие металлы (см. табл. 5; табл. 9).

5. Проанализированы (раздел 1.3, главы 2 и 3) итоги применения и апробации в республике 12-ти наземных и одного глубинного геохимических методов и способов: эндолихимического; металлотрического; атмосферического в 3-х способах (вариантах) – газометрическом, газортутном и ионно-параобразных форм (ИПФ); по наложенным ореолам в 6-ти спосо-



Методы геохимических поисков, рекомендуемые для выявления объектов разных групп открываемости с указанием возможно решаемых прогнозно-оценочных задач

Номер группы объектов по степени открываемости (см. табл. 4)	Основные характеристики объекта				Наземные геохимические методы	Масштаб съемок	Поисково-оценочные задачи и достоверность их решения							
	закрытость покровными отложениями	эродированность	масштаб (ранг)	вид ПМ (а) и его ПТТ (б)			1) местоположение объекта	2) вид ПМ и его ПТТ	3а) форма и размеры объекта в плане	3б-в) условия залегания объекта	3г-е) основные оценочные показатели на уровне промруд	4) прогнозные ресурсы	5) промышленная значимость объекта	
1	Открыт (обнажен)		Мелкий	а) традиц.	мм	1:10000	III	III	I	II	II?	II?		
				б) традиц.	злх	По профилям	IV	IV-V	II	III	II	II	II	
2		Эродирован	Крупный-средний	а) традиц.	мм	1:2500-1:10000	IV	III	I	II	II	II	II?	
				б) новый	злх	По профилям	IV-V	IV-V	III	III	III	III	III	II
3			Разный	а) новый	мм	1:10000	III	III	?	I	II	II	II?	
					злх	По профилям	IV	III	?	II	II	III	III	II
4	Открыт	Слабо-эродирован	Крупный и средний		атм, мм	Детальный	III	III	I	I	I	I?	I?	
					злх	По профилям	IV	III	III	III	III	II	II?	II?
					атм	Детальный	II	? I	I	? I	? I	? I	? I	? I
5		Слепой неглубокозалегающий	Крупный		мм	Детальный	III	II	? I	II	II	II?	II?	
					злх	По профилям	IV	III	III	? I	? I	? I	? I	? I
6	Полузакрыт и закрыт	Эродирован	Крупный и средний	а) традиц.	атм, ИСлф. При типах покровы IV и VI, также бгх. и МПФ	Детальный	II	-	I	-	-	-	-	
				б) традиц.										

Примечание. Методы: злх — эндолитохимический, мм — металлохимический, атм — атмосферический, бгх — биогеохимический; условная достоверность решения поисково-оценочных задач: I — весьма низкая, II — низкая, III — достаточная, IV — высокая, V — очень высокая; ? — решение неопределенно. Полную расшифровку задач 3а, 3б-в и 3г-е см. в разделе 1.4. Для объектов группы 6 после проведения наземных геохимических съемок на выявленных перспективных аномалиях ставятся глубинно-литохимические профильные или по сети исследования.

бах – солевых форм (ИСлФ), подвижных форм (МПФ), диффузионного извлечения (МДИ-Л), сверхтонкой фракции (МАСФ), термомагнитной фракции (ТМГМ) и частичного извлечения металлов (ЧИМ); биогеохимического; глубинно-литохимического. Способы ИПФ, МДИ-Л и ТМГМ, как новые, апробировались по базовому проекту (гл. 3), но без сколько-нибудь положительных результатов. В итоге произведен выбор геохимических методов применительно к выявлению выделенных объектов 6-ти групп. На открытых площадях это традиционные методы металлометрический и эндолитохимический, к которым добавляется атмосферический в новом газометалльном (в т. ч. газорутном) аппаратурном варианте с целью обнаружения скрытых объектов. Достоверность решения здесь конечных прогнозно-геологических задач относительно высокая (см. табл. 9). На закрытых площадях это метод атмосферический и один из способов по наложенным ореолам – ИСлФ, МПФ или биогеохимический. Достоверность решений здесь низкая и весьма низкая.

6. При постановке геохимических съемок необходимо стремиться к решению 5-ти конечных геолого-прогнозных задач (см. раздел 1.4): 1) определение местоположения искомого объекта в плане; 2) вида ПИ и его ГПТ; 3) установление расчетными путями параметров потенциального оруденения, в т.ч. и на глубине (содержания полезных компонентов, размеры, качество руд, глубины залегания и т. д.); 4) определение величины прогнозных ресурсов; 5) заключение о промышленной значимости объекта. Первые две задачи являются поисковыми, остальные три – оценочными.

7. Сегодня в республике основной проблемой геохимических прикладных работ является не столько поиск аномалий, сколько их достоверная глубинная оценка, особенно для объектов групп 4, 5 и 6. В принципе каждая из вышеперечисленных конечных задач и подзадач (в задаче 3) решается с определенной достоверностью. По сумме частных достоверностей можно судить об относительной надежности геохимического прогноза в целом. Конкретных количественных критериев таких оценок пока не разработано. Совершенно условная качественная 5-ти уровневая их достоверность (конец раздела 2.1) применительно к рассматриваемым ситуациям колеблется в зависимости от применяемых методов: на открытых площадях – от V до II уровней, на закрытых – от II до I (см. табл. 9).

Достижение достаточно высокой достоверности оценок сегодня ограничивает ряд объективных и субъективных причин.

Причина 1 – объективная. В природе имеются рудные проявления самых различных рангов: зоны рассеянной и убогой рудной минерализации (ранг I), непромышленные рудопоявления (ранг II), промышленные месторождения мелкие (III), средние (IV) и крупные (V). Согласно статистическим расчетам А.П.Соловова (Справочник-90, с. 34), соотношение между их численностью в природе составляет 200-200-50-7-1 соответственно. Тогда вероятность нахождения под аномалиями объектов рангов III-IV-V составит  $58:458 = 12\%$ , а рангов IV и V, которые следует выявлять в первую очередь,  $8:458 = 2\%$ . Таким образом, чтобы получить одно среднее или крупное месторождение, надо детально изучить 50 вторичных аномалий. Отсюда следуют два вывода: 1 – не все первичные

и вторичные аномалии связаны с месторождениями и рудными телами, как это иногда представляется, 2 – необходима предварительная разведка аномалий для выделения наиболее значимых из них по ряду критериев.

Причина 2 – объективная. На открытых площадях, где основным поисковым методом является металлометрический, пропорциональная зависимость между показателями коренной РМ и склоновыми металлометрическими аномалиями на большей части площадей выражена слабо. Это делает невозможным получение здесь по металлометрическим данным сколько-нибудь достоверных оценок показателей коренной РМ, включая расчет прогнозных ресурсов.

На полузакрытых и закрытых площадях металлометрические съемки становятся неэффективными. Все другие вторичные ореолы на поверхности здесь имеют небольшую интенсивность, зависящую от мощности, генезиса и мехсостава покровных отложений и многих других факторов, что затрудняет их обнаружение (глава 3). Наряду с рудными аномалиями, фиксирующими РМ в фундаменте, появляется еще и масса других аномалий: нерудных гидрогенно-накопительного происхождения и «побочной» рудной природы в связи с рассеянной РМ в самом мезо-кайнозойском покрове, что чрезвычайно осложняет их расшифровку. Кроме того, показатели наземных наложенных, атмосферических и биогеохимических аномалий (ореолов) не имеют здесь прямой зависимости от показателей коренной РМ в фундаменте. Таким образом, даже полуколичественные оценки коренной РМ здесь оказываются пока невыполнимыми.

Причина 3 – субъективная. Имеющаяся на сегодня Инструкция по геохимическим методам поисков 1983 г. издания, которой пока приходится пользоваться, составлена применительно к обнаружению главным образом объектов эродированных в открытых районах. Даже для этих наиболее простых случаев в ней имеются определенные недоработки и неточности, а для замаскированного оруденения конкретика отсутствует. На слабую работоспособность имеющихся подходов и методик вообще указывают и некоторые ведущие специалисты России (Соколов, Шевченко, 2008, с. 13 и 3).

Причина 4 – субъективная. В республике, несмотря на методические работы на эталонных объектах, оценочные критерии для решения конечных прогнозных задач 3 и 4 для скрытого оруденения оказались не отработанными. Так, отсутствуют конкретные критерии разделения вторичных геохимических аномалий на незначимые и значимые, связанные с потенциально промышленными объектами (действие 9 по разведке в табл. 10); недостаточно достоверны оценки уровня среза  $Z_i$ ; не выяснены численные величины переходных коэффициентов  $t_{30}$  и  $k_{30}$ , поправок  $\eta$  и  $\alpha$  в формуле подсчета ресурсов (2), которые зависят, кроме всего прочего, и от ГПТ объекта.

Предложения по повышению достоверности некоторых оценок приведены ниже в п. 8.

8. Геохимические работы, направленные на решение конечных геолого-прогнозных задач (п. 6), предлагается вести по стандартизированной схеме поисково-оценочных действий, которые объединены в 2 ступени: I – поисковая, II – оценочная (см. табл. 10). На I-ой ступени во всех ланд-

**Схема действий при производстве детальны́х геохимических  
поисково-оценочных работ**

Номер действия	Содержание действия
1	Проектирование. Выбор участков работ
2	Ступень I – поисковая (обнаружение вторичных геохимических аномалий и их интерпретация) Составление детальны́й ландшафтны́й карты
3	Выбор поисковых геохимических методов и методик работ
4	Проведение наземных детальны́х геохимических съемок на ландшафтны́й основе
5	Лабораторные исследования
6	Обнаружение (выделение) аномалий и аномальны́х полей
7	Обследование аномалий в поле
8	Расшифровка природы вторичных аномалий на качественном уровне
9	Разбраковка вторичных аномалий, отделенных в качестве рудных, на попуколичественном уровне
10	Ступень II – оценочная (выделение зон рудной минерализации и приближенно-количественная оценка их промышленной значимости на базе комплексных петро-минералого-эндолидохимических исследований) Вскрытие пород фундамента под выделенными наиболее перспективными вторичными аномалиями (аномалиями-ореолами): на открытых площадях – канавами и расчистками, на закрытых – мелкими скважинами. Комплексное петро-минералого-эндолидохимическое изучение этих пород
11	Приближенно-количественная оценка выявленных первичных комплексных аномалий (рудной минерализации) на предмет выяснения наличия кондиционного оруденения на поверхности фундамента или в нем на глубине
12	Итоговые комплексные геолого-геофизико-геохимические глубинные прогнозные построения по наиболее значимым эндолидохимическим аномалиям-ореолам с оценкой ресурсов и размерными объемными моделями предполагаемых рудных объектов. Определение мест заложения проверочных скважин
	Проверка прогнозных построений путем проходки поисковых скважин с целью подсечения на глубине предполагаемых руд. Заключение по дальнейшему проведению работ

шафтны́х обстановках и ситуациях проводятся съемки по вторичным ореолам рассеяния, на II-й – только эндолидохимические исследования: на открытых площадях наземные в основном профильные, на закрытых – глубинно-скважинные съемки и профилирования. Ниже уточняются некоторые моменты отдельных действий.

Действие 3. На открытых площадях целесообразно одновременное (параллельное) проведение детальны́х съемок атмосферных с применением современной переносной аппаратуры (для выявления скрытых объектов) и металлометрических, на закрытых – сначала тех же атмосферных, а затем на выявленных газовых аномальны́х полях постановка съемок ИСлФ или МПФ, или биогеохимических.

Действие 8 по расшифровке вторичных аномалий заключается в их разделении на рудные и нерудные, исходя из результатов полевого их обследования и анализа геохимических ассоциаций.

Действие 9 по разбраковке вторичных рудных аномалий сводится к выделению среди них наиболее перспективных, которые могут рассматриваться в качестве предполагаемых ореолов рассеяния рудных тел

и месторождений (аномалии-ореолы). Это наиболее ответственное и в то же время наименее определенное по результату действие с совершенно недостаточно разработанными критериями, особенно на закрытых площадях.

На выделенных геохимических аномалиях, как предполагаемых ореолах, выполняются предварительные решения прогнозных задач 1 и 2 (окончательные — при действии 11); на открытых площадях по данным металлометрических съемок с достаточной достоверностью, на закрытых — по данным атмосферических, МПФ и ИСлФ съемок с низкой достоверностью (табл. 9). Повышение надежности решений возможно за счет привлечения геофизических и космогеологических данных.

Действие 10 по вскрытию пород фундамента на выделенных перспективных аномалиях: на слабооткрытых площадях — канавами и расчистками, на полузакрытых и закрытых — мелкими глубинно-геохимическими скважинами. Проходку таких скважин следует сопровождать отбором и изучением пород чехла, особенно у цоколя фундамента для выявления наложенных и широких приплотиковых механических ореолов рассеяния.

Действие 11 нацелено на уточнение поисковых задач 1 и 2, предварительных решенных на I-ой ступени работ, и на оценку ряда подзадач в задаче 3. Наиболее важной из них является определение протяженности промышленного оруденения на глубину  $H_{\text{под}}$ , исходя из его уровня эрозионного среза  $Z$ , который в свою очередь оценивается через величину частномнопликативного коэффициента эндолидохимической зональности  $v$ . Имеющиеся варианты такой операции недостаточно надежны. Повысить достоверность оценок  $Z$  можно за счет (раздел 2.1): 1) применения в показателе  $v$  не линейных, а площадных продуктивностей ХЭ в ореолах; 2) использования явления генеральной — I-го порядка — эндолидохимической зональности, обусловленной размещением разных типов месторождений в единой вертикальной колонне; 3) привлечения, в дополнение к эндолидохимической, зональности петро-метасоматито-минералогической с приближенно-количественными оценками.

Действие 12 связано с построением модели объекта и расчетом прогнозных ресурсов. Размерно-объемная модель создается на основе данных петро-минералого-эндолидохимических, геологических и геофизических (электроразведка). Последние способствуют уточнению величин протяженности оруденения по падению  $H_{\text{под}}$  и площадных размеров  $S$  объекта на глубине. Модель является основой оценок ресурсов. Для оруденений, эродированных на открытых участках (объекты групп 1, 2 и 3 по табл. 9), условный уровень достоверности таких оценок по наземным данным при отсутствии кор выветривания — зон окисления достаточный, что может соответствовать категории  $P_2$  и ниже, а при наличии таких зон — низкий, на уровне предполагаемой к введению категории  $P_3$  (раздел 2.1). Для оруденений скрытых (объекты групп 4 и 5) надежные оценки выполнены пока быть не могут в связи с отсутствием численных значений коэффициентов  $\eta$  и  $\alpha$ , а также подсчетной глубины  $H_{\text{под}}$  входящих в расчетные формулы (5) и (7). В случае получения достаточно высоких цифр ресурсов, с учетом созданной модели объекта, намечаются места заложения проверочных скважин.

Таким образом, бурением проверяются не аномалии, а комплексные прогнозные построения. Только после такой проверки выясняется, являлись ли проверяемые геохимические аномалии собственно ореолами рассеяния рудных тел и месторождений.

9. Выполненный в работе предварительный анализ состояния научно-методического обеспечения геохимических работ (здесь пункт 7, раздел 1.3, главы 2 и 3) показывает, что это состояние во многом не соответствует нынешним требованиям к обнаружению и оценке замаскированного оруденения, слабо проявляющегося на поверхности.

Поэтому для повышения общей эффективности геохимических поисково-оценочных работ сегодня в первую очередь нужна работоспособная *научно-методическая Основа* применительно к новым условиям и требованиям. Один из основных вопросов должен касаться методики оценок значимости всех вторичных аномалий. Для этого целесообразно:

наиболее полно и углубленно обобщить опыт и результативность применения геохимических поисков в Узбекистане за 65 лет, особенно эндо-литохимических исследований;

создать на этой базе указанную Основу в виде справочно-директивного документа (методических указаний), как второго дополненного издания настоящей работы;

далее постоянно совершенствовать эту Основу путем проведения полевых научно-методических исследований с выдачей методических и практических рекомендаций производству. Исследования этого направления должны быть нацелены на разработку и постоянное совершенствование конкретных численных величин оценочных критериев и показателей ( $k_{мор}$ ,  $k_{зо}$ ,  $z$ ,  $\eta$ ,  $\alpha$ ,  $H_{пан}$ ,  $P$ ,  $q$  и в конечном итоге  $Q_{кн}$ ) в зависимости от характера рудной минерализации и географо-геохимической ландшафтной обстановки. Значения многих из этих показателей могут быть получены в итоге обработки данных, почерпнутых из отчетов по итогам оценочных и разведочных работ.

10. Упомянутые опытно-методические исследования и детальные поисковые геохимические съемки целесообразно сосредоточить:

на открытых и закрытых флангах изучающихся объектов как «ключях» выявления скрытых, перекрытых и погребенных рудных тел и залежей;

на перспективных, но пока недостаточно изученных рудопроявлениях, а также на перспективных площадях – участках, уже выделенных при крупномасштабных прогнозах.

Выбор участков таких работ необходимо производить с учетом организационно-технической возможности обязательного проведения проверочного бурения.

11. Главное результирующее положение работы – геохимические методы в прошлом внесли значительный вклад в создание рудного сырьевого потенциала Узбекистана. Но этим их возможности не исчерпаны. Несмотря на определенные затруднения с оценками замаскированного оруденения, эти методы должны и могут оказать помощь геолого-разведочным работам и сегодня. Но для этого нужны определенные усилия в части совершенствования технологии работ, обеспечения методов современной аппаратурой и подготовки кадров.

## ЛИТЕРАТУРА

Албул С.П., Гарьковец В.Г., Спилов Г.Г. и др. Гидрогеохимический и сорбционно-солевой методы поисков рудных месторождений в предгорных и горных районах УзССР / Методическое руководство. - М.: УДН, 1966. - 115 с.

Алексеев С.Г., Ворошилов Н.А. и др. Опыт использования наложенных ореолов рассеяния при прогнозе и поисках месторождений на закрытых территориях // Разведка и охрана недр. - 2013. - № 8. - С. 93-99.

Антропова Л.В. Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений. - Л.: Недра, 1975. - 144 с.

Ахмедов Н.А. Современное состояние и задачи развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан // Современные проблемы развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан: Тез. конф. - Т., 2001. - С. 3-7.

Ахмедов Н.А., Голованов И.М. Состояние рудной минерально-сырьевой базы Узбекистана и перспективы ее развития. Заключение // Рудные месторождения Узбекистана. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - С. 607-625.

Ахмедов Н.А., Дервоедов В.К. Изученность, основные направления и способы повышения эффективности геохимических работ в Западном Узбекистане // Тез. докл. конф. «Основные проблемы геологии и развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан». - Т.: ИМР, 1997. - Т. 2. - С. 99-103.

\*Барсуков В.Л., Григорян С.В., Овчинников Л.Н. Геохимические методы поисков рудных месторождений. - М.: Наука, 1981. - 318 с.

Бертман Э.Б. Золоторудные формации жильных месторождений. - Т.: Фан, 1990. - 168 с.

Брагин И.К., Гольдшмидт Э.Х., Калабина М.Г., Малахов А.А. О глубинах образования некоторых рудных формаций Узбекистана // Эндогенные рудные формации Узбекистана. - Т.: Фан, 1968. - Т. 2. - С. 156-198.

\*Бугров В.А. Методические рекомендации по литохимическим поискам минеральных месторождений в пустынных ландшафтах аридной зоны. - М.: ВНИИ Зарубеж. Геология, 1983. - 49 с.

Виноградова И.В., Виноградов В.Н. Новые перспективные геохимические методы поисков и оценки глубокозалегающих месторождений полезных ископаемых / Гл. ред. Э.К.Буренков и А.А.Кременецкий // Прикладная геохимия. Вып. 3. Прогноз и поиски. - М.: ИМГРЭ, 2002. - 634 с.

\*Временное методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых / Шмелев А.Г., Шмелева Т.Н., Дмитриева В.С. и др. - Т.: САИГИМС, 1993. - 48 с.

\*Временные методические указания по проведению геохимических поисков на закрытых и полузакрытых территориях / Сокалов С.В., Марченко А.Г., Шевченко С.С. и др. - С-Пб.: ВСЕГЕИ, 2005. - 98 с.

Голованов И.М. Типы зональности Алмалыкских медно-порфировых месторождений // Прогнозирование скрытого оруденения на основе зональности гидротермальных месторождений. - М.: Наука, 1976. - С. 272-279.

Горбунов Б.В., Кимберг Н.В. К вопросу о границе между широтными почвенными зонами и высотными почвенными поясами в Средней Азии // Почвоведение. - 1961. - № 11.

\*Знаком звездочка отмечена литература базовая, рекомендуемая для начинающих.

\*Григорян С.В. Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. - М.: Недра. - 407 с.

\*Григорян С.В., Морозов В.И. Вторичные литохимические ореолы при поисках скрытого оруденения. - М.: Наука, 1985.

Джураев А.Д., Пирназаров М.М. Геохимические критерии прогнозирования и поисков вулканогенных месторождений Кураминской зоны. - Т.: Фан, 1991. - 196 с.

Дубов Р.И. Количественные исследования геохимических полей для поиска рудных месторождений. - Новосибирск: Наука, 1974. - 276 с.

Жураев А.Ж., Скрыбин В.Ф. Эффективность геохимических поисков в Узбекистане // Прикладная геохимия. Вып. 3. Прогноз и поиски. Сборник статей / Главные редакторы Э.К.Буренков, А.А.Кременецкий.- М.: ИМГРЭ, 2002. - С. 449-471.

Захаров Е.П., Кирикулица С.И. Методические рекомендации по количественной прогнозной оценке месторождений и рудопроявлений по их первичным и вторичным литохимическим ореолам. - Симферополь: ИМР, 1979. - 193 с.

\*Инструкция-83 / Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. - М.: Недра, 1983. - 191 с.

Исаходжаев Б.А. Концепция развития рудной геологии в Узбекистане // Геология и минеральные ресурсы. - 2007. - № 5. - С. 5-11.

Исаходжаев Б.А., Голованов И.М. Особенности размещения главных рудных месторождений в разрезах геодинамических структур палеозоя Узбекистана // Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ: Тр. междунар. конф. - Т.: ИМР, 2003. - С. 57-62.

Исоков М.У. Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан» / Под ред. И.Б.Турамуратова. - Т.: ГП «НИИМР», 2014. - С. 10-14.

Климов В.И., Антропова Л.В. Опыт геохимических поисков по металлоорганическим соединениям в Западном Узбекистане // Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. - М.: ИМГРЭ, 1975. - Т. 6. - С. 34-35.

Климов В.И., Перевозчиков Г.В. Атмохимический метод при поисках погребенных золоторудных месторождений // Тез. докл. к IV Всесоюз. геохимич. совещанию. Т. 2. - М., 1988. - С. 49-50.

Колоскова С.М. О региональных ландшафтах Узбекистана и районировании по условиям ведения геохимических работ // Геология и минеральные ресурсы. - 2015. - № 1. - С. 65-74.

Конеев Р.И. Наноминералогия золота эпитермальных месторождений Чаткало-Кураминского региона. - С.-Пб.: Дельта, 2006. - 220 с.

\*Методические указания о проведении геолого-разведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые). - Т.: Госкомгеология, 1999. - 15 с.

Методпособие-85. Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. Вып. 15. Литохимические методы съемки и поисков / Питулько В.М., Резников И.Н., Ульянов Н.К. - Л.: Недра, 1985. - 199 с.

Мукимова Д.С. Комплексные геохимические методы поисков рудных месторождений Средней Азии. - Т.: Фан, 1987. - 164 с.

Никаноров Г.С., Сабиров Х.С. Метод диффузионного извлечения металлов (МДИ) при геохимических поисках перекрытых золото-серебряных месторождений // Руды и металлы. - 1995. - № 1. - С. 23-29.

\*Перельман А.И. Геохимия ландшафта. - М.: Высшая школа, 1966. - 393 с.



*Пирназаров М.М., Колоскова С.М.* Золотоносные рудно-геохимические системы Шаваз-Дукентского грабена (Восточный Узбекистан). - Т.: ИМР, 2007. - 96 с.

\**Поликарпочкин В.В.* Вторичные ореолы и потоки рассеяния. - Новосибирск: Наука, 1976. - 407 с.

*Рахматуллаев Р.Х.* Рудные формации и глубинные ярусы оруденения позднегерцинского этапа развития герцинид (на примере Южного Тянь-Шаня). - Т.: Фан, 1992. - С. 186-188.

\**Рудные месторождения Узбекистана / Коллектив.* Под ред. *Н.А.Ахмедова.* - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - 661 с.

\**Руководство по предварительной математической обработке геохимической информации при поисковых работах / Беус А.А., Григорян С.В. и др.* - М.: Недра, 1965. - 119 с.

*Скрябин В.Ф.* Биогеохимические поиски в Восточном Узбекистане // Разведка и охрана недр. - 1986. - № 4. - С. 26-30.

*Скрябин В.Ф., Джураев А.Д.* Ландшафты Узбекистана в свете геохимических поисков рудного сырья // Геология и минеральные ресурсы. - 2014. - № 4. - С. 51-60.

\**Соколов С.В.* Структуры аномальных геохимических полей и прогноз оруденения. - С.-Пб.: Наука РАН, 1998. - 154 с.

*Соколов С.В., Шевченко С.С.* Задачи повышения эффективности геохимических работ поисковой геохимии. Прикладная геохимия. Вып. 8. Проблемы поисковой геохимии. Том 2. Опыт геохимических поисков / Гл. ред. *А.А.Кременецкий.* Сб. науч. статей. - М.: ИМГРЭ, 2008. - С. 3-15.

\**Соловов А.П.* Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. - М.: Недра, 1985. - 294 с.

*Справочник-90.* Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / *Соловов А.П., Архипов А.Я., Бугров В.А. и др.* - М.: Недра, 1990. - 335 с.

*Талипов Р.М.* Биогеохимические методы поисков благородных и редких металлов в аридных зонах Средней Азии. - Т.: Фан, 1988. - 155 с.

*Талипов Р.М., Карабаев К.К.* Золото в фитосфере золоторудных проявлений Узбекистана // Новое в методике геохимических поисков. - М.: ИМГРЭ, 1978. - С. 72-79.

*Турамуратов И.Б.* Приоритетные задачи прикладной науки в развитии геологической отрасли Республики Узбекистан // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. «Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан» / Под ред. *И.Б.Турамуратова.* - Т.: ГП «НИИМР», 2014. - С. 7-9.

*Турамуратов И.Б., Жураев А.Ж., Скрябин В.Ф.* Вторичные литохимические ореолы рассеяния и их роль в выявлении аномальных геохимических полей труднообнаруживаемого оруденения в Узбекистане // Прикладная геохимия. Вып. 8. - М.: ИМГРЭ, 2008. - С. 265-283.

*Турамуратов И.Б., Пирназаров М.М.* Состояние геолого-геохимической изученности территории Узбекистана и перспективы применения геохимических методов при прогнозировании эндогенного оруденения // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Узгеоинновация 2010». - Т., 2010. - С. 5-10.

*Хваловский А.Г.* Месторождения медно-порфировых руд в Алмалыкском районе // Геофизические поиски рудных месторождений. - Алма-Ата, 1970. - С. 406-415.

*Эммонс В.* Изменение первичного оруденения с глубиной. - М.-Л.: Гостеол-разведиздат, 1933. - 40 с.

## Содержание

	Стр.
Перечень принятых сокращений и обозначений	4
Предисловие	7
<b>Глава 1 Общие сведения</b>	<b>9</b>
1.1. Основные термины и их понятия в прикладной геохимии. Общие представления о геохимических поисках	9
1.2. Природные особенности Узбекистана в свете геохимических поисков	19
1.2.1. Географо-геохимические ландшафты	19
1.2.2. Геологическое строение	31
1.2.3. Минерагеническое районирование	34
1.2.4. Общие сведения о рудных месторождениях металлов, как объектах геохимических поисков	38
1.3. История и результативность геохимических поисков в Узбекистане. Геохимическая опоскованность его территории	43
1.4. Цель и задачи геохимических поисков на современном этапе ГРР на рудные ПИ в Узбекистане	54
<b>Глава 2 Геохимические поиски на открытых и полукоткрытых площадях Узбекистана: опыт применения, некоторые рекомендации</b>	<b>58</b>
2.1. Эндолитохимические исследования	58
2.2. Металлометрические ореолы рассеяния и металлометрический метод поисков	78
2.2.1. Особенности металлометрических (вторичных литохимических) ореолов рассеяния (МОР)	78
2.2.2. Металлометрический метод поисков	86
<b>Глава 3 Геохимические поиски на полукоткрытых и закрытых площадях Узбекистана: опыт применения, некоторые рекомендации</b>	<b>96</b>
3.1. Атмохимические ореолы и атмохимический метод поисков	96
3.1.1. Газометрический способ	96
3.1.2. Газортутный способ	98
3.1.3. Способ ИПФ (ионно-парообразных форм ХЭ)	100
3.2. Наложенные (сорбционно-солевые) ореолы, методы и способы их выявления	102
3.2.1. Общие сведения о наложенных ореолах	102

3.2.2.	Способы выявления наложенных ореолов и опыт их применения в Узбекистане	105
3.2.2.1.	Способ ИСлФ (исследование солевых форм ХЭ)	105
3.2.2.2.	Способ МПФ (подвижных форм ХЭ)	110
3.2.2.3.	Способ МДИ-Л (диффузионного извлечения ХЭ, лабораторный)	112
3.2.2.4.	Прочие способы выявления наложенных ореолов	116
3.3.	Биогеохимические ореолы и биогеохимический метод поисков	119
3.4.	Глубинно-литохимический метод	125
<b>Глава 4</b>	<b>Математическая обработка поисково-геохимических данных</b>	<b>126</b>
4.1.	Статистическая обработка геохимической информации	127
4.2.	Определение геохимического фона и минимально-аномальных содержаний	129
4.3.	Корреляционные взаимоотношения химических элементов	131
4.4.	Продуктивность литохимических аномалий (линейная и площадная)	131
4.5.	Усиление слабоконтрастных ореолов	133
4.6.	Определение формационной принадлежности и условий залегания слепого оруденения	134
4.7.	Контроль качества первичной геохимической информации	136
<b>Глава 5</b>	<b>Основные выводы и рекомендации (предложения)</b>	<b>137</b>
	<b>Литература</b>	<b>145</b>

**В.Ф.Скрябин, Ф.К.Диваев, М.М.Пирназаров**

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ РУДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ:  
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ,  
ЗАДАЧИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Методическое пособие**

Утверждено к печати Ученым Советом  
ГП «Научно-исследовательский институт минеральных ресурсов»

Редактор, технический редактор,  
оригинал-макет *Т.Г.Кочергина*  
Корректор *Х.М.Вашурина*  
Верстка, оригинал-макет,  
обложка *Н.И.Левина*

Лицензия АИ № 233 от 13.05.2013 г.      Подписано в печать 20.01.2017 г.  
Формат 70×108.      Бумага кн.-журн.      Гарнитура Arial.      Кегль 10, 8.  
Печать трафаретная (ризография).  
Усл. печ. л. – 18,75.      Уч.-изд. л. – 20,0.      Тираж 100 экз.      Заказ №8

Адрес электронной почты: [qrniimr@evo.uz](mailto:qrniimr@evo.uz)  
Адрес редакции ГП «НИИМР»: Ташкент, ул. Шевченко, 11<sup>а</sup>

Отпечатано в типографии ГП «НИИМР»  
Ташкент, ул. Шевченко, 11<sup>а</sup>

