Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института, т. XXX, вып. 2, 1955

УПРОЩЕННАЯ МЕТОДИКА ОТБОРА И ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОБ ПРИ ПОИСКАХ СВИНЦОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И. С. Цигельман

При поисках свинцовых месторождений в Центральном Казахстане широко применяется плюмбометрическая съемка. Пенепленизированный рельеф района создает благоприятные условия для формирования ореолов рассеяния рудных тел, выходящих на поверхность. Незначительная мощность наносов в этом районе позволяет надежно фиксировать эти ореолы путем анализа проб из элювия-делювия, отобранных по рационально выбранной сети.

За последние годы, благодаря широкому внедрению плюмбометрической съемки в процесс геологопоисковых работ, открыт ряд новых свинцовых месторождений. В связи с этим приобретает особое значение упрощение, ускорение и удешевление производства плюмбометрической съемки на всех ее стадиях — от отбора проб до производства анализа.

Работами, проведенными на нескольких полиметаллических месторождениях Центрального Казахстана в 1951—1953 гг., установлена возможность значительного упрощения методики отбора и обработки проб.

Предпосылки и сущность предлагаемой методики

Свинцовые месторождения, окисляясь вблизи поверхности, поставляют в элювиально-делювиальные отложения при их формировании в большей или меньшей степени окисленные свинцовые минералы, часто представленные охристыми разностями. В процессе формирования ореолов рассеяния степень диспергированности этих минералов увеличивается, т. е. мелкая фракция рыхлых отложений обогащается свинцом.

С другой стороны, для производства спектрального анализа требуется измельчение проб до крупности меньше 0,1 *мм*.

В этих условиях возникала возможность сведения обработки проб к выделению из них класса меньше 0,1 *мм*, непосредственно (минуя квартование, сокращение и истирание) поступающего на анализ.

Исследование этой возможности проводилось следующим образом. Исходные пробы весом примерно 200 *г*, отобранные по профилям вкрест простирания рудных тел, рассеивались в комплекте сит с отверстиями диаметром 3; 1; 0,25 и 0,1 *мм*. Выделенные при этом классы взвешивались, и определялся их выход в процентах к весу исходной пробы. Из классов 1—3, 0,25—1, 0,1—0,25 и меньше 0,1 *мм* путем квартования

выделялись навески 5—10 *г*, которые анализировались спектральным методом на свинец (первые три класса предварительно измельчались до крупности меньше 0,1 *мм*).

Отбор проб проведен на месторождениях трех типов:

1. Кварцево-сульфидный тип. Зона окисления хорошо проработана; ее глубина достигает 20 и более метров. Свинцовые минералы в делювии представлены в основном охристыми разностями и частично церусситом.

2. Скарновый тип. Зона окисления выражена слабо; глубина окисленной части рудных тел не превышает первых метров. Делювий содержит галенит, церуссит и в меньшей степени — свинцовые охры.

3. Тип вкрапленных сульфидных руд в известняках. Зона окисления практически отсутствует. Основной свинцовый минерал элювиально-делювиальных отложений — галенит.

На рис. 1 приведены результаты спектрального анализа на свинец классов 1—3, 0,25—1, 0,1—0,25 и меньше 0,1 *мм* по трем профилям над свинцовыми месторождениями кварцево-сульфидного, скарнового и вкрапленного типов (по другим профилям получены совершенно аналогичные данные). Во всех случаях результаты качественно тождественны: рудные тела надежно фиксируются аномальными концентрациями свинца (выше 0,01%).

Аналогия при анализе различных классов, как и данные по рассеиванию исходных проб, могут явиться предметом отдельного рассмотрения. С точки зрения темы настоящего сообщения основным является факт качественной идентичности графиков содержания свинца в пробах класса меньше 0,1 *мм* и других классов, поскольку с позиций, изложенных выше, для анализа наиболее рационально использовать класс меньше 0,1 *мм*. Как показано ниже, точность количественных определений свинца при анализе проб классов меньше 0,1 *мм* соответствует требованиям плюмбометрической съемки.

Все операции по отбору и обработке проб можно свести к выделению из исходной пробы класса меньше 0,1 *мм*, поступающего непосредственно на анализ, для которого требуется данная степень измельчения.

Для выделения фракции меньше 0,1 *мм* можно рекомендовать набор сит с отверстиями диаметром 3, 1 и 0,25 *мм* с дном и крышкой (диаметр сит 90 *мм*) [1]. Из сита 3 *мм* изготовляется сито с сеткой 0,1 *мм*, которое вставляется под сито 0,25 *мм*. Роль верхнего сита (1 *мм*) сводится к выделению класса меньше 1 *мм*. Промежуточное сито (0,25 *мм*) предохраняет сито 0,1 *мм* от изнашивания.

Считая, что для дубликата проанализированной пробы достаточно примерно 5 *г* (при спектральном анализе в канал угольного электрода набивается около 25 *мг* пробы), исходный вес пробы, необходимый для получения 5 *г* класса меньше 0,1 *мм*, можно вывести из вариационной кривой выхода этого класса (рис. 2). Поскольку этот выход колеблется от 2—3 до 20—21%, вес исходной пробы будет находиться в пределах 25—200 *г*. Исходя из возможности использования классов больше 0,1 *мм* при анализе проб на серию элементов и для минералогических исследований, исходный вес пробы следует принять максимальный, т. е. примерно 200 *г*.

Для получения приблизительно одинаковой навески для анализа (5—10 *г*) можно рекомендовать специальное приспособление (рис. 3). Вместо крышки под сито *1* с отверстиями 0,1 *мм* надевается конус из белой жести *2* с латунной втулкой *3*, в которую вставляется прозрачный

[1] Набор сит для анализа почв.

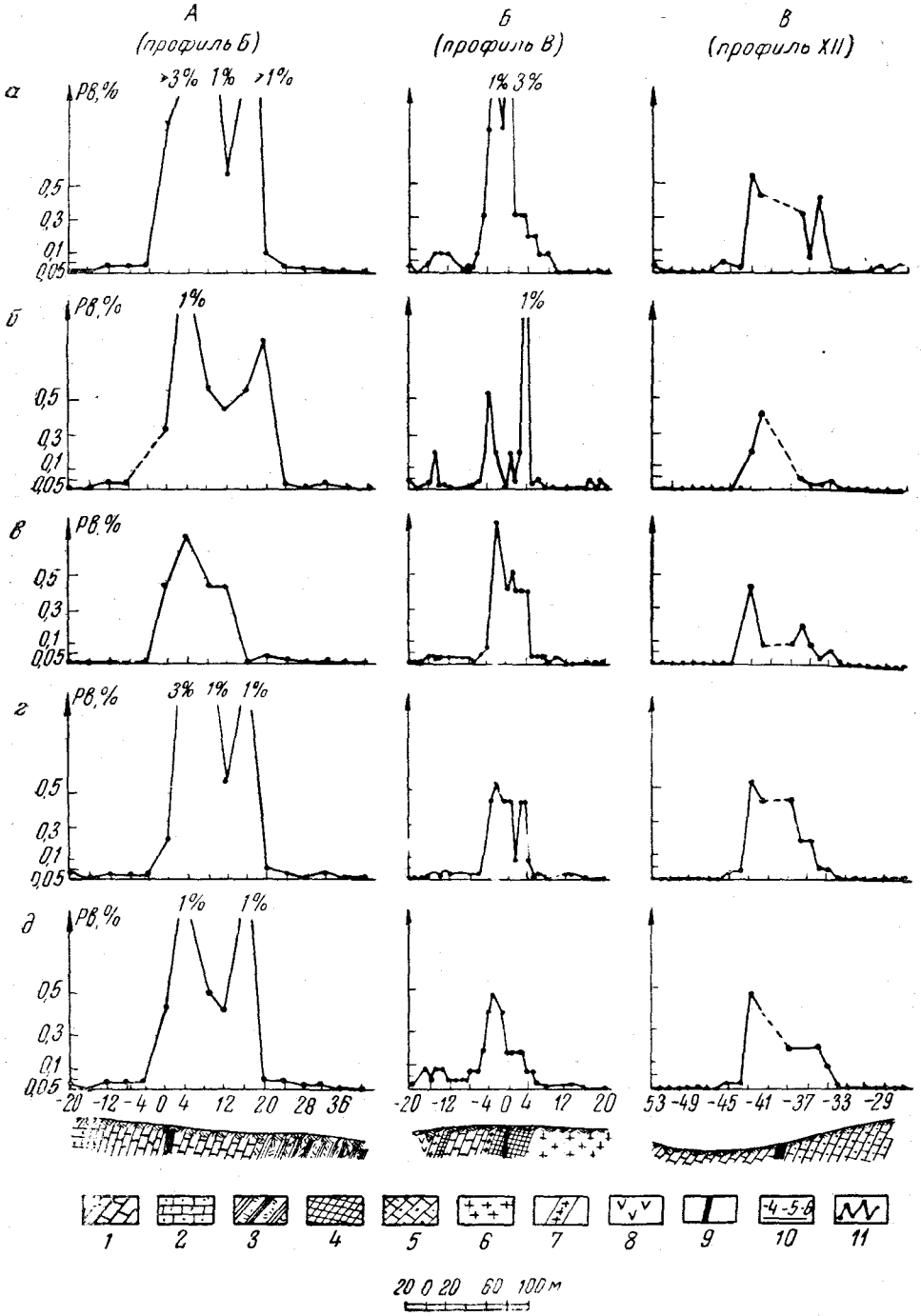


Рис. 1. Графики содержаний свинца в элювии-делювии над свинцовыми месторождениями.

Типы месторождений: *А* — кварцево-сульфидный; *Б* — скарновый; *В* — вкрапленных сульфидных руд в известняках. *1* — мраморизованные известняки; *2* — скарнированные известняки; *3* — основные эффузивы и кристаллические сланцы; *4* — вторичные кварциты по известнякам; *5* — карбонатные конгломераты; *6* — граниты; *7* — аплитовидные гранит-порфиты; *8* — жильные порфириты; *9* — рудные тела; *10* — точки отбора проб; *11* — графики содержания свинца, %; *а* — пробы, обработанные по инструкции; *б, в, г, д* — выделенные из проб *а* классы: *б* — 1—3 *мм*; *в* — 0,25 — 1 *мм*; *г* — 0,1 — 0,25 *мм*; *д* — меньше 0,1 *мм*

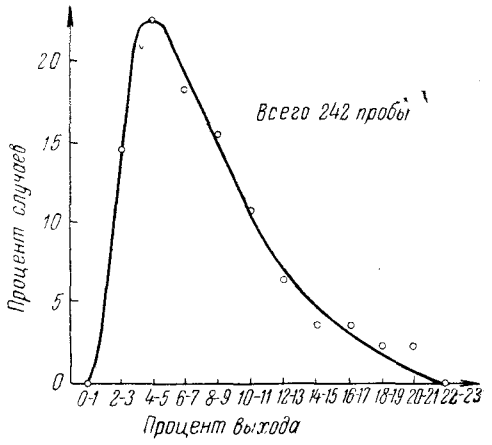


Рис. 2. Вариационные кривые выхода класса меньше 0,1 *мм* (в процентах к весу исходной пробы)

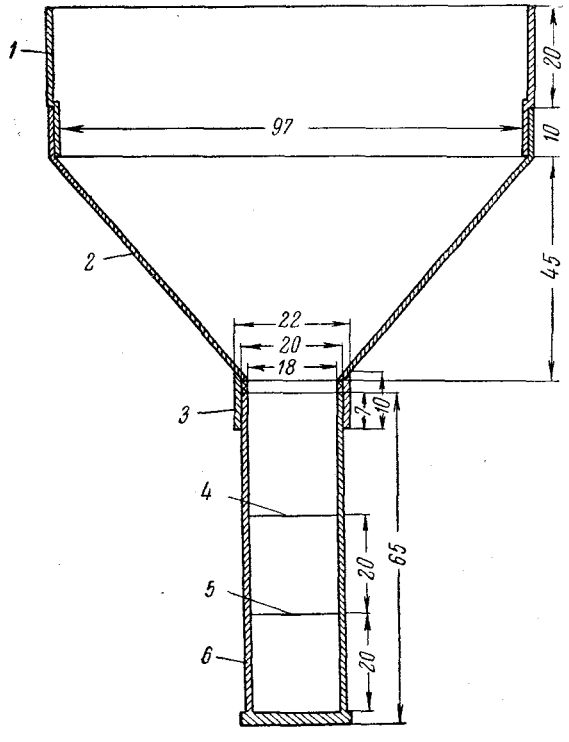


Рис. 3. Приспособление для получения **одинакового объема проб:**

1 — сито с отверстиями 0,1 *мм*; *2* — конус из белой жести; *3* — латунная втулка; *4* — риска 10 *г*; *5* — риска 5 *г*; *6* — стаканчик из плексиглаза

стаканчик из плексиглаза *6* с двумя рисками, соответствующими наполнению стаканчика пробой класса меньше 0,1 *мм* весом примерно 5 (*5*) или 10 *г* (*4*).

Учитывая изложенное, можно предложить следующую упрощенную схему отбора и обработки проб (рис. 4).

Сухая полевая металлометрическая проба весом около 200 *г* засыпается в комплект последовательно друг под другом расположенных сит

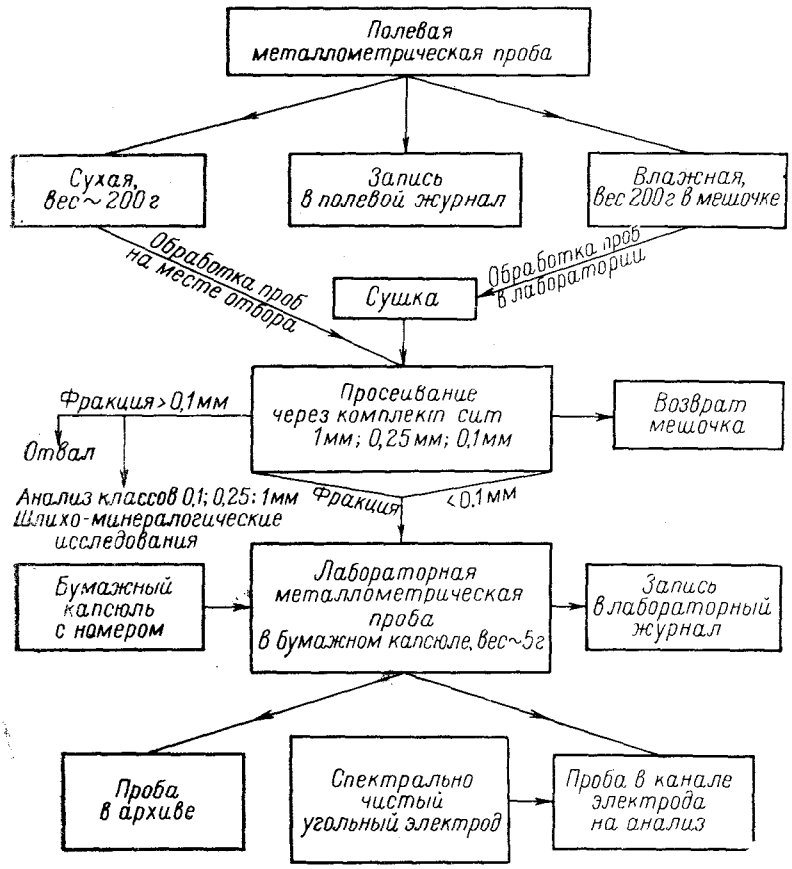


Рис. 4. Предлагаемая схема обработки проб металлометрической съемки

1, 0,25, 0,1 *мм* и приспособления для получения равного объема класса меньше 0,1 *мм*. Фракция больше 0,1 *мм* уходит в отвал, фракция меньше 0,1 *мм* (около 5 *г*) помещается в бумажный капсюль и поступает на анализ. По окончании рассева сита, конус и стаканчик очищаются от остатков проб волосяным ёршиком. В случае сухих проб обработка производится на точке наблюдения.

Влажная полевая металлометрическая проба отбирается весом примерно 200 *г* (исходя из минимального выхода класса меньше 0,1 *мм*, рис. 2), высушивается и затем обрабатывается, как описано выше для сухих проб.

В обоих случаях (сухой и влажной проб) отбор может производиться с поверхности (глубина 0—5 *см*).

К описанной схеме следует сделать примечания.

1. В районах с жарким климатом и небольшим количеством осадков в период полевых работ (например, в большинстве районов Центрального Казахстана) наносы у поверхности сухие, поэтому подавляющая часть проб может быть обработана на точке их отбора.

2. Фракции больше 0,1 *мм* поступают в отвал только при рядовой плюмбометрической съемке, проводимой по основной поисковой сети. При детализационном отборе проб на аномальных участках, выявленных основной плюмбометрической съемкой, фракции больше 0,1 *мм* подвергаются шлихо-минералогическим исследованиям для изучения вещественного состава элювиально-делювиальных отложений (диагностика и описание минералов, определение их содержания и распределения в рыхлых отложениях). Эти исследования позволяют установить некоторые поисковые признаки близости коренного оруденения, характер его минерализации и вместе с тем объясняют природу металлометрических аномалий [1]. Кроме того, фракции больше 0,1 *мм* могут быть использованы для определения элементов, минералы которых устойчивы в зоне выветривания, и самих минералов [2].

Сопоставление предлагаемой методики с другими приемами отбора и обработки металлометрических проб

Согласно «Временной инструкции по металлометрической съемке» [3], изданной в 1951 г., обязательной для выполнения всеми металлометрическими партиями и отрядами системы Главного геофизического управления Министерства геологии, отбор и обработку проб предлагается проводить следующим образом (рис. 5). Полевая металлометрическая проба весом примерно 200 *г* отбирается с глубины 15—20 *см* от поверхности (непосредственно ниже растительного слоя) в мешочек, высушивается и просеивается через сито около 1 *мм*. Класс меньше 1 *мм* сокращается при трехкратном квартовании приблизительно до 20 *г* и измельчается до крупности меньше 0,1 *мм* путем растирания в фарфоровой или агатовой ступке. Достаточность измельчения проверяется на ощупь.

Сопоставляя данную методику с предлагаемой, нетрудно видеть преимущество последней, поскольку она устраняет операции по квартованию, сокращению и растиранию проб.

В 1951—1952 гг., параллельно и независимо от наших исследований, были выполнены экспериментальные работы под руководством Е. А. Сергеева (ВИРГ) по изучению представительности металлометрических проб. Этими работами, в частности, была показана аналогия результатов плюмбометрической съемки при обработке проб по инструкции и при отборе проб весом около 10 *г* с поверхности (глубина 0—5 *см*) с последующим растиранием до крупности меньше 0,1 *мм*. Эта методика позволяет устранить из схемы обработки проб, предлагаемой инструкцией [3], квартование, но сохраняет операцию растирания.

В сравнении с методикой отбора проб весом примерно 10 *г* с поверхности с последующим растиранием предлагаемая методика имеет следующие преимущества:

1. Исключается необходимость в растирании — одной из трудоемких операций при обработке проб.

2. Сухие пробы представляется возможным обрабатывать на точках отбора, что имеет большое значение для решения вопроса о производстве анализа на точке наблюдения [4] и при параллельном отборе проб для спектрального анализа в процессе шлиховой и геологической съемок (пробы можно непосредственно передавать в спектральную лабораторию).

3. Большая исходная навеска (200 *г* против 10 *г*) и методика рассева позволяют выделить несколько классов.

Класс меньше 0,1 *мм* поступает для анализа на свинец и другие элементы, минералы которых в элювии и делювии представлены тонкодисперсными и охристыми разностями. Классы 0,1—0,25, 0,25—1 и больше 1 *мм* могут подвергаться анализу на элементы, минералы которых устойчивы в зоне выветривания, и шлихо-минералогическим исследованиям.

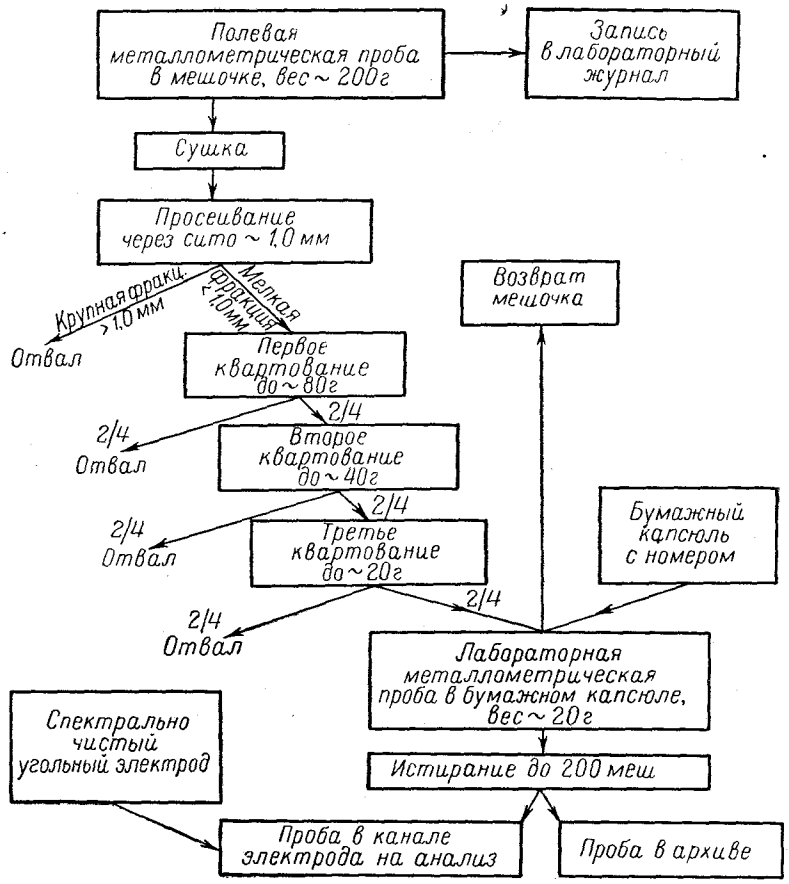


Рис. 5. Схема обработки проб металлометрической съемки согласно инструкции

4. Просеивание проб через сито 0,1 *мм* гарантирует надежность получения класса меньше 0,1 *мм*. Проверка на ощупь достаточности измельчения проб при растирании, как показывает практика работ, не всегда надежна. Часто необходимо повторное растирание вследствие выброса недостаточно измельченных проб из канала угольного электрода при зажигании дуги.

Качественное сопоставление перечисленных методик отбора и обработки проб приведено на рис. 1 и 6. На рис. 1 видно, что качественно графики содержаний свинца в пробах, обработанных согласно инструкции (*а*) и по предлагаемой методике (*д*), идентичны. На рис. 6 показан один из участков, где проведен параллельный спектральный анализ: проб, обработанных согласно инструкции; проб, отобранных с поверхно-

сти (класс меньше 1 *мм*), весом 10 *г* и растертых до класса меньше 0,1 *мм*, и проб, отобранных по предлагаемой методике. Как следует из рис. 6, во всех указанных случаях получены качественно аналогичные результаты: зона рудных тел четко фиксируется полосой аномальных концентраций свинца.

Количественное сопоставление перечисленных методик обработки проб можно провести путем анализа вариационных кривых расхождений в результатах спектрального анализа проб, обработанных по этим методикам, и при повторном анализе этих проб (рис. 7). Штриховкой на рис. 7 выделено 80% площади вариационных кривых. Абсциссы, между

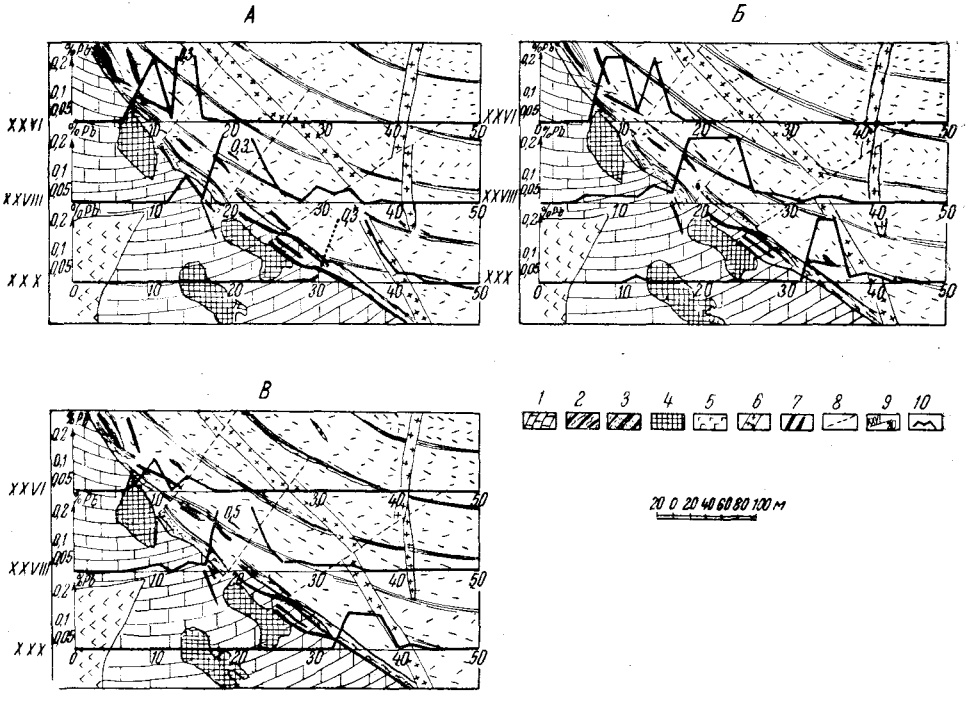


Рис. 6. Графики содержаний свинца в элювии-делювии (по результатам спектрального анализа):

Пробы: *А* — отобранные и обработанные согласно инструкции; *Б* — отобранные с поверхности (класс 1 *мм*) весом около 10 *г* и растертые до класса 0,1 *мм*; *В* — отобранные и обработанные по предлагаемой методике.

***1* — известняки; *2* — скарнированные сланцы; *3* — основные эффузивы и кристаллические сланцы; *4* — вторичные кварциты по известнякам; *5* — габбро; *6* — аплитовидные граниты; *7* — рудные тела; *8* — тектонические нарушения; *9* — профили и точки отбора проб; *10* — графики содержаний свинца в наносах**

которыми заключена эта площадь, определяют наиболее вероятные расхождения в анализах.

Анализ вариационных кривых позволяет сделать следующее заключение.

1. Наиболее вероятные расхождения между анализами проб, обработанных по инструкции и по предлагаемой методике, меньше, чем между анализами проб, обработанных по инструкции, и проб, отобранных с поверхности, весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*) и растертых до класса меньше 0,1 *мм* ($\pm$1,3 против $\pm$1,7 интервала).

2. В пробах, обработанных по предлагаемой методике, наиболее вероятные расхождения в повторных анализах меньше и соответственно точность количественных определений свинца выше, чем в пробах,

отобранных с поверхности, весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*) и растертых до класса меньше 0,1 *мм* ($\pm$1 против $\pm$1,3 интервала).

3. Наиболее вероятные расхождения в повторных анализах и соответственно точность количественных определений свинца в пробах, обработанных по предлагаемой методике и по инструкции, равны ($\pm$1 интервал).

Эта точность соответствует требованиям поисковой плюмбометрической съемки, где практически интересные для разведки участки обычно выделяются концентрациями 0,1—0,3%, что превышает нормальный фон (0,005—0,01%) минимально на 3—4 интервала.

4. Содержания свинца в пробах, отобранных с поверхности весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*) и растертых до класса меньше 0,1 *мм*, в среднем одинаковы, а в пробах, обработанных по предлагаемой методике, на $^1/_2$ интервала ниже, чем в пробах, обработанных по инструкции.

Однако смещение вариационной кривой $A_1 - B_1$ на 0,5 интервала практически несущественно (так же, как и смещение кривой $Б_1 - Б_2$) при точности анализа $\pm$1—1,5 интервала (рис. 7).

5. Наиболее вероятные расхождения между анализами проб, обработанных по предлагаемой методике, и проб, отобранных с поверхности, весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*) и растертыми до класса меньше 0,1 *мм*, $\pm$1,5 интервала.

В целом вариационные кривые указывают, что пробы, обработанные по предлагаемой методике несколько точнее характеризуют количественное содержание свинца в элювии-делювии, чем пробы, отобранные с поверхности весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*) и растертые до класса меньше 0,1 *мм*.

Следует сказать, что вариационные кривые лишь приближенно отражают истинную картину различий в содержаниях свинца в пробах в зависимости от способа их обработки.

Во-первых, пробы, обработанные по инструкции и отобранные с поверхности, весом около 10 *г* (класс меньше 1 *мм*), представлены как крупными, так и мелкими классами, в то время как в предлагаемой методике мы имеем дело только с классами меньше 0,1 *мм*. В этих условиях в последнем случае следует ожидать большей равномерности распределения свинцовых минералов и соответственно меньшего расхождения в повторных анализах. Равные значения наиболее вероятных расхождений при повторных анализах проб, обработанных по инструкции и по предлагаемой методике, повидимому, объясняются большим числом повторных анализов в первом случае.

Во-вторых, при предлагаемой методике обработки проб, где выделяется мелкая фракция, следует ожидать обогащения проб свинцом (поскольку его минералы переходят в охристые и тонкодисперсные разности) и соответственно более четкого выделения свинцовых ореолов. Вариационные кривые могли этого не отразить, так как фракции больше 0,1 *мм* в большей или меньшей степени заражены фракцией меньше 0,1 *мм* (отмывка тонкодисперсной части проб не производилась) и, кроме того, при количественном определении свинца спектральным методом допускается высокая погрешность, увеличивающаяся с повышением концентраций свинца в пробах.

Как показывает опыт работ по описанной методике, для отбора и обработки проб (из расчета 300 проб в день) требуется 3 человека: 1 коллектор и 2 рабочих с двумя комплектами сит. Отпадает надобность в персонале, занятом квартованием, сокращением, растиранием и

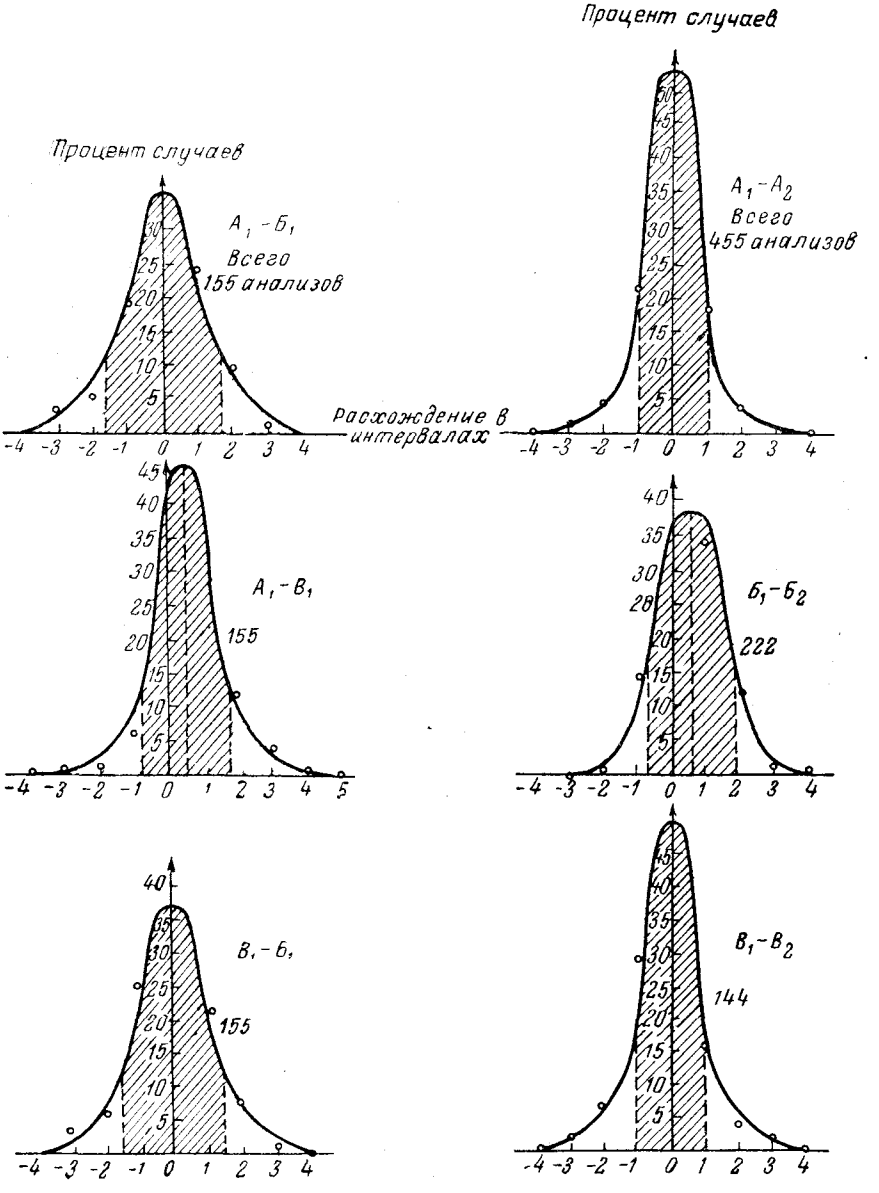


Рис. 7. Вариационные кривые расхождений в спектральных анализах проб из элювия-делювия на свинец

Интервалы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pb, %	0,001	0,003	0,005	0,01	0,03	0,05	0,1	0,3	0,5	1	3	5

Пробы: *А* — отобранные и обработанные согласно инструкции; *Б* — отобранные с поверхности (класс меньше 1 *мм*) весом около 10 *г* и растертые до класса меньше 0,1 *мм*; *В* — отобранные и обработанные по предлагаемой методике; A_1, $Б_1$, B_1 — основные анализы; A_2, $Б_2$, B_2 — повторные анализы

документацией обработки проб (4—5 человек) и в оборудованном помещении для выполнения этих операций.

Выводы

1. Предлагается упрощенная методика отбора и обработки металлометрических проб при поисках свинцовых месторождений, сводящаяся к выделению ситовым анализом класса меньше 0,1 *мм,* непосредственно поступающего на анализ.

2. Данная методика значительно ускоряет, упрощает и удешевляет проведение работ по металлометрической съемке.

3. Применимость описанной методики необходимо проверить на других месторождениях, где при формировании элювиально-делювиальных отложений минералы, содержащие ценный компонент, переходят в элювий и делювий в виде охристых и тонкодисперсных образований. В 1954 г. автором была показана применимость данной методики в условиях Центрального Казахстана при анализе проб из элювия-делювия на цинк, медь и молибден.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чуева М. Н., Цигельман И. С. Исследование элювиально-делювиальных отложений с целью поисков полиметаллических месторождений. Записки Ленинградского горного института, 1953, т. XXIX, вып. 2.
2. Чуева М. Н. Минералогический анализ шлихов и рудных концентратов. Госгеолиздат, 1950.
3. Временная инструкция по металлометрической съемке. Госгеолиздат, 1951.
4. Цигельман И. С. Люминесцентный метод поисков и опробования месторождений свинцовых руд. Записки Ленинградского горного института, 1953, т. XXIX, вып. 2.