

УДК 550.83

Г. М. ГРИГОРЯН, Ю. С. МЕДВЕДЕВ, В. Н. ОРЛОВ

ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ОПРОБОВАНИИ РУД НА МЕДНО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЕНИИ

Как известно, при геологической разведке, добыче и переработке полезных ископаемых важная роль отводится изучению вещественного состава горных пород и руд. При этом исследование проводится, как правило, путем отбора большого количества проб с последующим химическим анализом. Подобная методика опробования позволяет получать практически всю информацию о составе и распределении руд. Однако она имеет и существенные недостатки. Главные из них — многостадийность, трудоемкость и, как следствие этого, малая оперативность.

Современная технология и техника ведения геологоразведочных и эксплуатационных работ, а также процесс переработки руд требуют создания новых, эффективных методов опробования, позволяющих осуществлять более оперативный способ определения содержания и контроль за качеством добываемой руды.

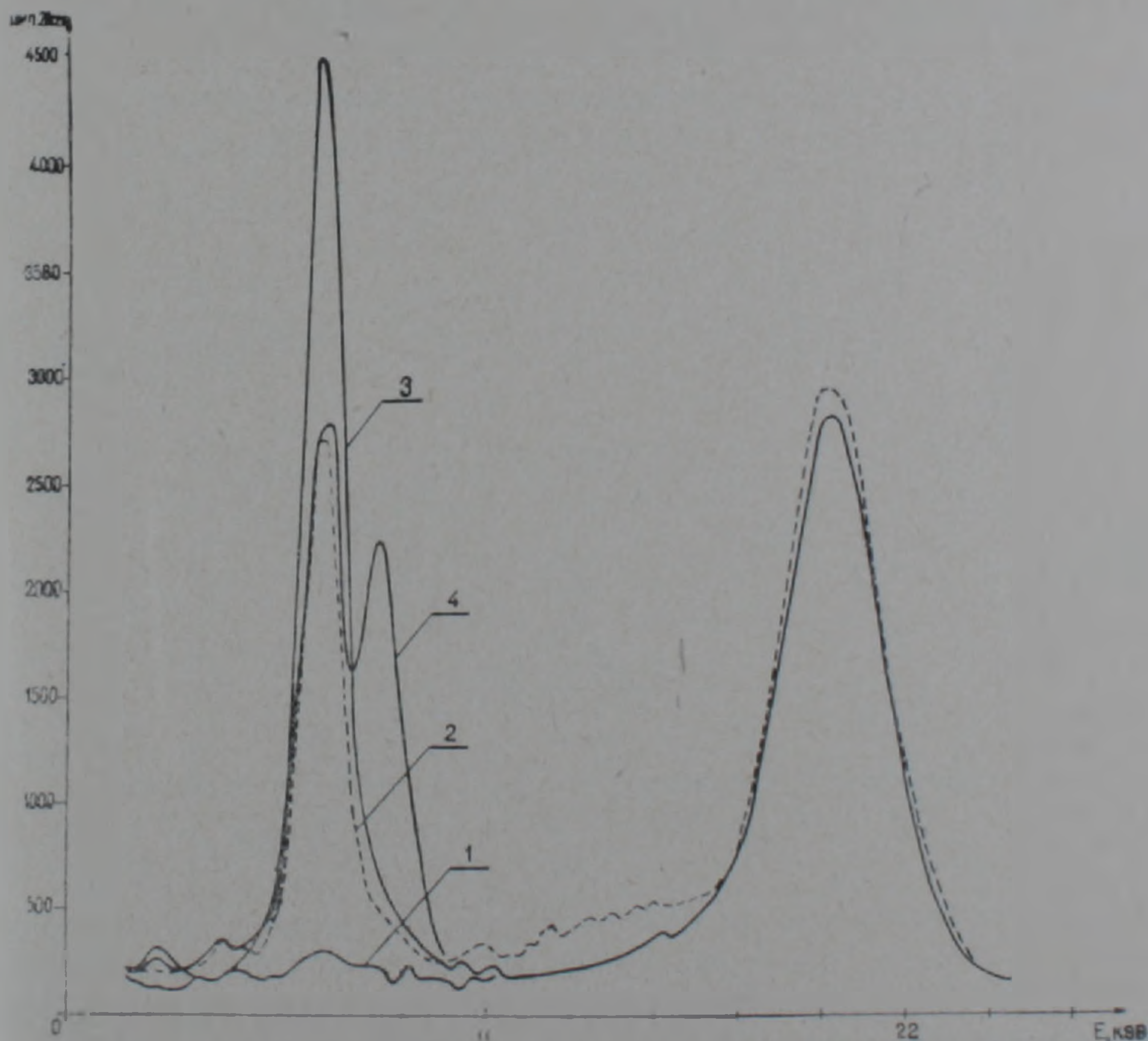
По этой причине на месторождениях, разведываемых Производственным геологоразведочным трестом Управления цветной металлургии Совета Министров Армянской ССР, в последнее время больше внимания стали уделять новым методам разведки, среди которых исследовательские и опытно-производственные работы по рентгенорадиометрическому методу (РРМ) опробования руд занимают одно из ведущих мест.

Различные варианты РРМ позволяют исследовать руды и породы как в стационарных (лабораторных), так и в естественных (стенки горных выработок, скважины, керн) условиях [4, 5, 6].

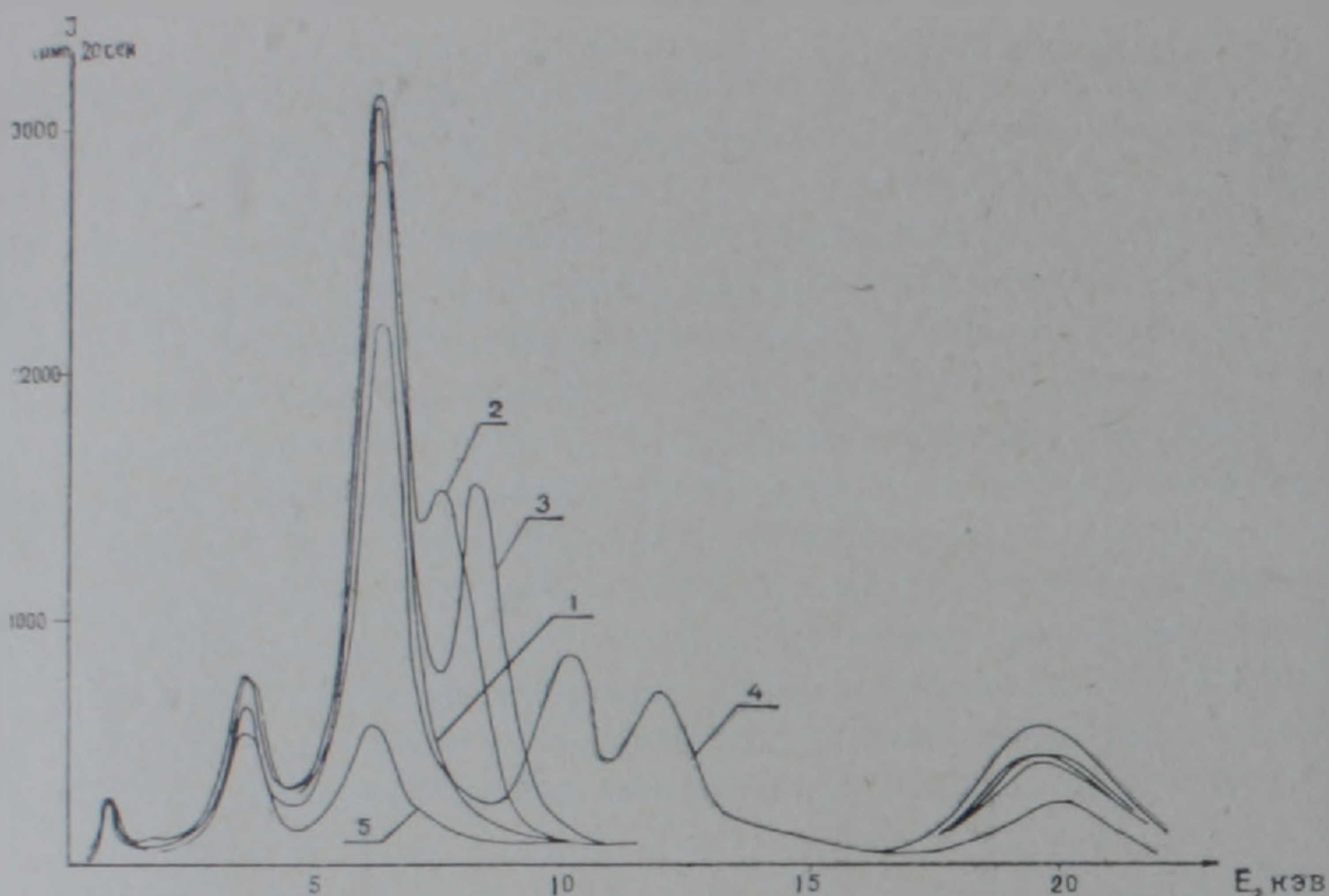
Учитывая эффективность и неоспоримые преимущества РРМ по отношению к другим методам анализа, Геофизической партией ПГРТ с 1970 года начаты опытные исследования, а с 1971 года — производственные внедрения РРМ анализа на сурьму и медь (порошковые пробы). Одновременно, в 1971—1972 гг. Геофизическая партия, совместно с лабораторией ядерно-геофизических методов ВИРГ-а, проводила опытно-методические исследования на месторождениях, разведываемых ПГРТ, с целью применения РРМ в условиях естественного залегания с использованием выпускаемой с 1971 года портативной радиометрической аппаратуры: БРА-6, «Минерал-4», РРША-1, РПС-4-01 «Гагара».

Серийная аппаратура позволила применить метод для опробования скважин, горных выработок [1, 2, 3] и обеспечила возможность его внедрения в практику горных и геологоразведочных предприятий. Условия применения РРМ, методика и техника его реализации определяются задачами геологического опробования и кругом анализируемых

элементов на конкретных месторождениях. На полиметаллических и медноколчеданных месторождениях Армении основная задача состоит в определении содержаний цинка, свинца, меди и молибдена в рудах при опробовании наземных и подземных скважин и горных выработок. Характеристическое рентгеновское излучение этих элементов эффективно возбуждается изотопом Cd^{109} (22,5 кэв). При этом анализ цинка, меди и молибдена осуществляется по К-серии, а свинца — по L-серии. В качестве детектора излучений в данном случае используются пропорциональные счетчики, обладающие высоким энергетическим разрешением и хорошей эффективностью в длинноволновой области спектра. На фиг. 1 а, б, в представлены спектрограммы, полученные на пробах медноколчеданных (фиг. 1а), свинцово-цинковых (фиг. 1б) и молибденовых (фиг. 1в) руд с источником Cd^{109} активностью 5 мкюри и пропорциональным счетчиком СРПО-12. Изучение спектров показывает, что при разрешении счетчика не хуже 14—15% (по линии 22,5 кэв. изотопа Cd^{109}) аналитические линии определяемых элементов разделяются между собой достаточно четко и уверенно отделяются от К-линии железа (6,4 кэв), которое является мешающим элементом. Даже непо-



Фиг. 1а. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Fe и Cu: а) 1 — (0% Fe, 0% Cu, стекло). 2 — (Fe = 3%; Cu = 0%). 3 — (Fe = 7%; Cu = 0%). 4 — (Fe = 4%; Cu = 1%).



Фиг. 16. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Cu, Zn, Pb: 1 — 0; 0; 0%; 2 — 1; 0; 0%; 3 — 0; 1; 0%; 4 — 0; 0; 2%; 5 — 0; 0; 3%.



Фиг. 17.

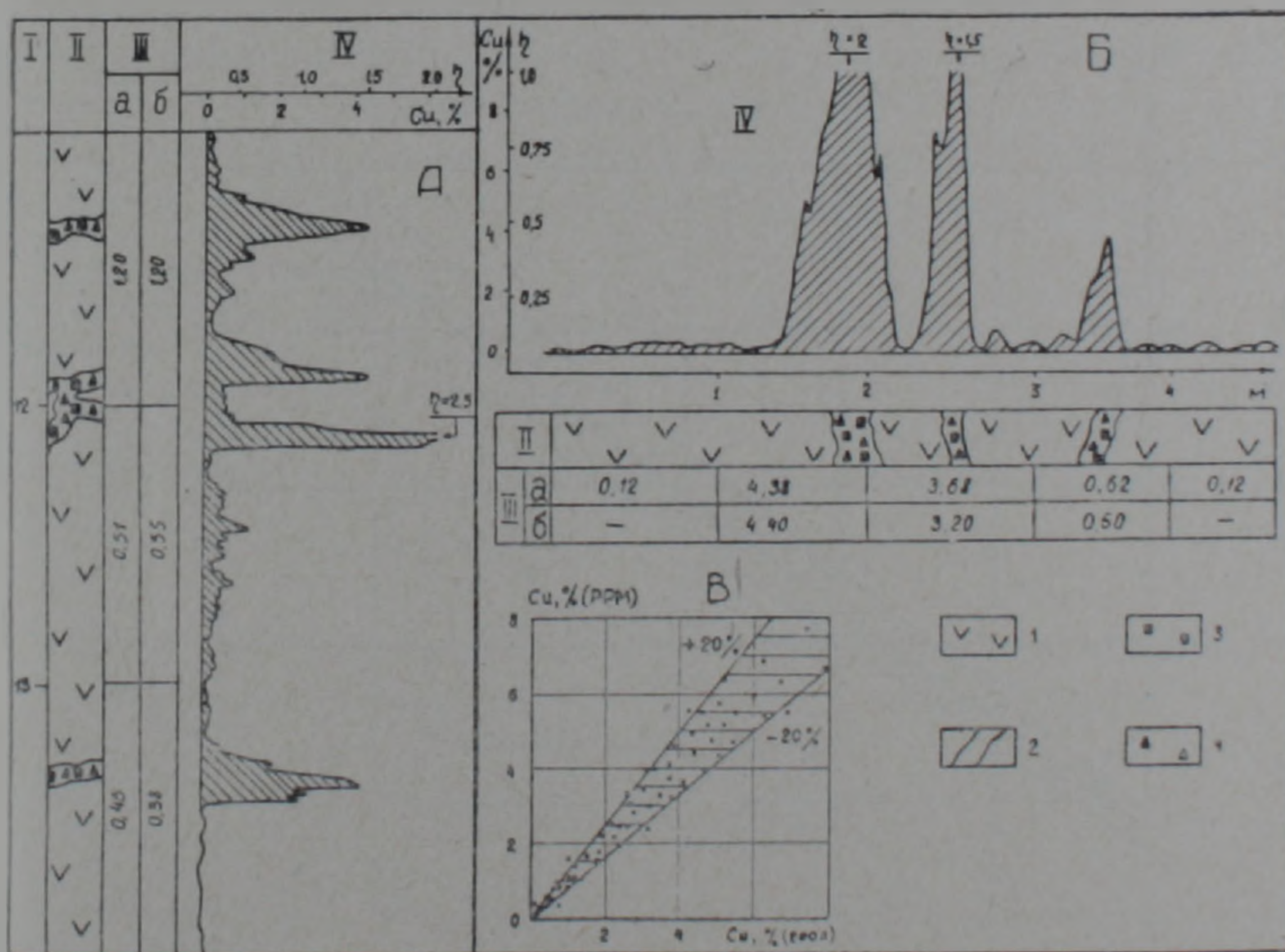
Фиг. 17. Вторичные рентгеновские спектры на пробах с содержаниями Mo: 1 — 0%; 2 — 0,5%; 3 — 1,0%; 4 — 2%; 5 — 5%.

средственное измерение интенсивности характеристического излучения меди (7,5—8,5 кэв), цинка (8—9 кэв), свинца (11—13 кэв) и молибдена (17—18 кэв) дает возможность определять содержания этих элементов с относительной точностью до 20%, при небольших вариациях состава вмещающих пород. Во многих случаях такая погрешность определений, если только она не является систематической, достаточна для экспресс-анализа руд.

Для учета изменений вещественного состава вмещающих пород при измерениях в качестве стандарта-фона используется рассеянное гамма-излучение источника. Аналитический график для определения содержаний того или иного элемента представляет собой зависимость отношения интенсивности аналитической линии этого элемента к интенсивности рассеянного гамма-излучения, выбранного в качестве внутреннего стандарта-фона. При надлежащем выборе стандарта-фона график этой зависимости близок к линейному, что существенно упрощает обработку и интерпретацию материалов измерений. Кроме того, в этом случае уровень помех снижается за счет устранения влияния на получаемые результаты таких факторов, как неровности поверхностей горных выработок, каверн в скважинах и т. д.

Опытно-методическими работами по РРМ опробованию горных выработок и скважин определялись следующие элементы: медь — в рудах Кафанского месторождения; молибден — в медно-молибденовых рудах Каджаранского месторождения.

При каротаже скважин использовался макет скважинного снаряда диаметром 38 мм с пропорциональным ксеноновым счетчиком СРПО-16. Источник излучения — Cd^{109} активностью 5 мкюри. Часть корпуса снаряда в месте расположения зондового устройства с источником и детектором выполнена из бериллия толщиной 0,5 мм с целью обеспечения

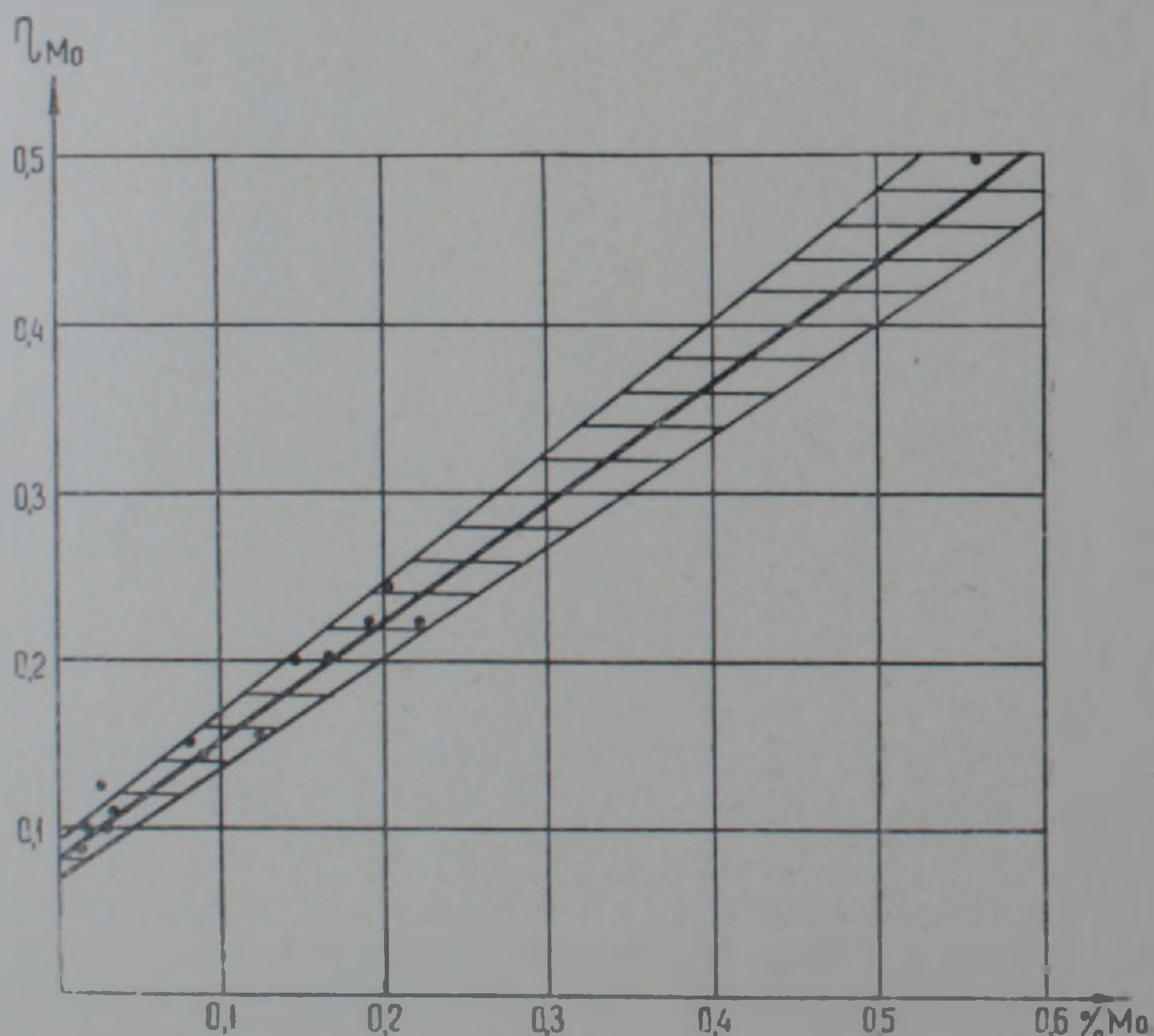
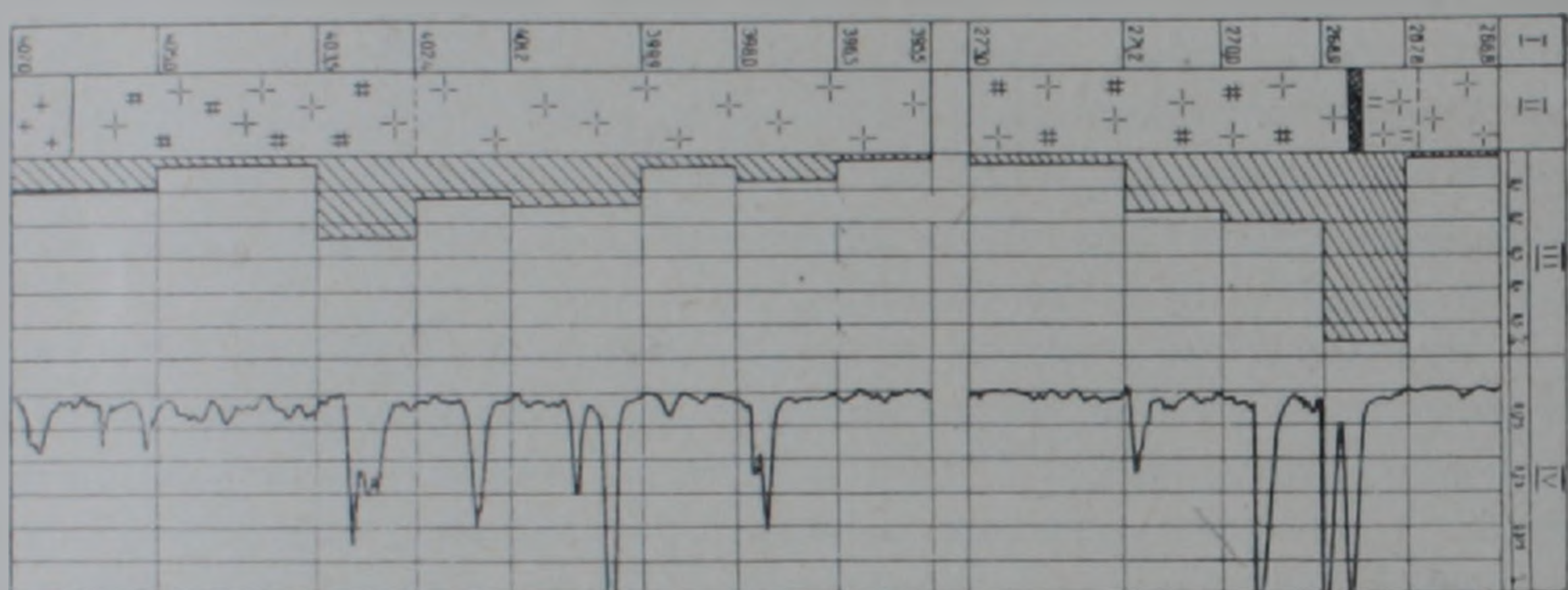


Фиг. 2. Диаграммы каротажа (А) и бороздового опробования (Б) и корреляция данных РРМ и геологического опробования (В).

I—глубина (м). II—геологический разрез. III—содержание меди в %.
а) Хим. анализ, б) РРМ. 1—порфириды. 2—рудные зоны. 3—пирит 4—халькопирит.

эффективной регистрации мягкого рентгеновского излучения детектором. Снаряд снабжен прижимной пружиной, обеспечивающей плотный контакт зондового устройства со стенкой скважины. Все измерения проведены аппаратурой РРША-1.

Регистрация каротажных диаграмм полуавтоматическая, непрерывная с помощью самописца Н-361 или точечная с шагом наблюдений 5—10 см. На фиг. 2 приведены каротажные диаграммы и данные бороздового опробования на медь и сопоставление результатов рентгено-радиометрического каротажа с данными геологического опробования. Нетрудно видеть, что сходимость обоих методов находится в пределах



Фиг. 3а, б. Диаграммы спектрального отношения по керну. I—глубина (м). II—геологический разрез. III—данные хим. анализа Mo%. IV—диаграммы спектрального отношения. б) Зависимость величины спектрального отношения от химического анализа керновых проб.

15—25%, а порог чувствительности равен 0,1—0,3%. Фиг. 3(а) иллюстрирует возможности РРМ при определении молибдена в керне скважин. Достигнутый здесь порог чувствительности составляет 0,03%, что достаточно для выделения бортовых содержаний, а относительная погрешность количественных определений равна 15—20%.

Опробование горных выработок проводилось по следам борозд. На Кафанском меднорудном месторождении измерения проведены аппаратурой «Минерал-4» и БРА-6. Регистрация диаграмм—непрерывная на самописце Н-361 или точечная с шагом наблюдений 5 см. Для возбуждения характеристического излучения элементов применялись источники Cd^{109} (22,5 кэв). В датчиках использовались ксенонные пропорциональные счетчики Сп-6Р и СРПО-12 и инверсионные зонды. Результаты опробования горных выработок приведены на фиг. 3(б). Сопоставление данных показывает, что по представительности и точности рентгено-радиометрический метод опробования не уступает бороздovому. Порог чувствительности оценивается в 0,1—0,2%, что вполне достаточно для выделения контуров промышленных руд.

Таким образом, результаты опытно-методических работ по применению рентгено-радиометрического метода для опробования руд в условиях естественного залегания на медно-молибденовых и полиметаллических месторождениях Армении показывает, что эта задача может быть успешно решена. Положительный опыт первых исследований позволяет надеяться, что в недалеком будущем рентгено-радиометрический метод заменит трудоемкие, неоперативные и дорогостоящие методы геологического опробования и займет достойное место в комплексе геологических работ на горнодобывающих предприятиях Армении.

Производственный
геологоразведочный трест
Управления цветной металлургии
СМ Армянской ССР,
Лаборатория
ядерно-геофизических методов ВИРГ-а

Поступила 11.V.1973.

Հ. Մ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Յու. Ս. ՄԵԴԵԼԵՆՈՎ, Վ. Ն. ՕՐԼՈՎ

ՌԵՆՏԵՆՆԱ-ՌԱԴԻՈՄԵՏՐԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՊԵՏԼԶ-ՐԱԶՄԱՄԵՏԱՂԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ
ՆՄՈՒՇԱՐԿՄԱՆ ԳՈՐԾՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

1971—1972 թթ. Արտադրական երկրաբանա-հետախուզական տրեստի կողմից, Հետախուզական երկրաֆիզիկայի համամիութենական ինստիտուտի (ВИРГ) միջուկային երկրաֆիզիկայի լաբորատորիայի հետ համագործակցված, Հայաստանի պղինձ-բազմամետաղային հանքավայրերում կատարված են հանքանյութերի նմուշարկման ռենտգենա-ռադիոմետրիական փորձնական մեթոդական ուսումնասիրություններ:

Այդ ուսումնասիրությունները տվել են դրական արդյունքներ, որոնցից հետևում է, որ մոտ ապագայում երկրաբանական նմուշարկման դանդաղը-թաց, թանկ և շատ աշխատատար մեթոդը կարող է փոխարինվել արագ, հարմար և շահավետ ռենտգենա-ռադիոմետրիական մեթոդով: Այն իր արժանի տեղը կգրավի Հայաստանի լեռնահանույթային ձեռնարկությունների երկրաբանական աշխատանքների համակարգում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Леман Е. П., Болотова Н. Г., Митов В. Н. К теории и методике рентгено-радиометрического анализа способом спектральных отношений. Радиометрия и ядерная геофизика. «Недра», 1972.
2. Мейер В. А., Нахабцев В. С., Кудрявцев Ю. И. Учет влияния вещественного состава исследуемой среды в рентгено-радиометрическом каротаже по спектральным отношениям во вмещающих породах. Вестник ЛГУ, сер. геол. и геогр., т. 12, вып. 2, 1967.
3. Мейер В. А. и др. Способ спектральных отношений в рентгено-радиометрическом методе изучения элементного состава руд в естественных условиях. Вопросы рудной геофизики, вып. 6, 1965.
4. Очкур А. П., Комиссаржевская Г. Ф. О применении ядерных методов в рудной геологии. Ядерная геофизика в рудной геологии. Изд-во ЛГУ, 1965.
5. Поройко И. В. Радиометрия. Гостехиздат, М., 1950.
6. Якубович А. Л., Зелеский В. Ю. Рентгено-радиометрический метод и аппаратура для ускоренного анализа химического состава веществ. В кн.: «Радиоактивные изотопы и ядерные излучения в народном хозяйстве СССР», т. 4, Гостоптехиздат, М., 1961.