

С. В. БАДАЛЯН, Г. М. ВАНЦЯН, Г. О. ГАЗАРЯН

## О ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОИСКАХ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ РУДНЫХ ТЕЛ НА КОЛЧЕДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЕНИИ

Разработка методики поисков и разведки глубокозалегающих рудных тел составляет одну из важнейших задач разведочной геофизики. Ее решение предполагает, прежде всего, выяснение возможностей и особенностей применения отдельных геофизических методов в конкретных геологических условиях.

Ниже рассматриваются методические вопросы, связанные с геофизическими поисками на колчеданных месторождениях Армении—Ахтальском, Шамлугском и Кафанском.

На указанных месторождениях имеет место дифференциация пород и руд по плотности, электропроводности и поляризуемости, при широком диапазоне изменения этих параметров для рудных образований. Избыточная плотность рудных тел меняется от  $0,3—0,5$  г/см<sup>3</sup> до  $1,5—2$  г/см<sup>3</sup>, при этом наибольшие колебания в значениях наблюдаются для руд Ахтальского полиметаллического месторождения. Большими изменениями характеризуется и электропроводность руд. Высокой электропроводностью отмечаются медноколчеданные руды массивной текстуры. Прожилково-вкрапленные руды оказываются проводящими в том случае, когда имеет место срастание прожилков, приводящее к непрерывной гальванической связи, что наблюдается, например, на штуфных образцах Шамлугского медного месторождения. Руды Ахтальского месторождения по своей текстуре имеют много общего с медноколчеданными и, несмотря на присутствие в них плохопроводящего сфалерита, часто обнаруживают относительно высокую электропроводность. Это объясняется, по-видимому, тем, что в процессе рудообразования сфалерит выделился раньше других сульфидов и не является поэтому цементирующим минералом. Более выдержанная дифференциация пород и руд наблюдается по поляризуемости, которая зависит главным образом от количественного содержания электронно-проводящих минералов. Фактические данные свидетельствуют о том, что руды колчеданных месторождений как массивные, так и вкрапленные характеризуются повышенной поляризуемостью.

Несмотря, однако, на наличие отмеченной дифференциации, аномалии от рудных тел на дневной поверхности оказываются обычно настолько слабыми и искаженными, что их фиксация не представляется возможной даже в тех случаях, когда различие в физических свойствах выражено наиболее резко. Это объясняется следующими основными причинами: 1) относительно небольшими размерами рудных тел по сравнению с глубиной их залегания и 2) высоким уровнем помех, обусловленных то-

топографией, неоднородностью коренных пород, меняющейся мощностью наносов и др.

Как показывают выполненные нами расчеты, прямой эффект от рудных тел на Ахтальском и Шамлугском месторождениях незначительный. Выделение таких аномалий на фоне интенсивных помех представляется весьма сложной задачей и ее решение, по-видимому, может быть достигнуто лишь в некоторых случаях путем использования методов математической статистики и теории информации [4].

Для оценки возможностей электропрофилирования на постоянном токе можно воспользоваться результатами расчетов аномалий над проводящей сферой (с некоторым приближением эти результаты можно распространить на тела ограниченных размеров любой формы). Согласно этим расчетам [3], аномалии в 20% могут быть зафиксированы при залегании центра сферы на глубине, не превышающей 2,6 и 2,1 радиуса сферы (соответственно для трехэлектродного и симметричного профилирования), что, однако, на рассматриваемых месторождениях не соблюдается. Кроме того, результаты электропрофилирования осложняются аномалиями, вызванными влиянием рельефа и поверхностных образований, которое в условиях месторождений Армении весьма значительно [2].

Методы индукции и радиокип обладают меньшей глубиной по сравнению с методами постоянного тока. Наряду с этим, существенные искажения в результаты этих методов вносит неоднородность наносов и топографический эффект, количественный учет которого при осложненных формах рельефа весьма затруднителен.

Следует отметить, что относительно высокой разрешающей способностью обладает метод вызванной поляризации, получивший широкое применение при поисках вкрапленных руд\*. Благодаря этому открывается также возможность косвенных поисков по ореолам вкрапленности, окружающим рудные тела, чем достигается некоторое увеличение глубины.

В свете вышесказанного становится понятной низкая эффективность для прямых поисков гравиразведки и электроразведки методами сопротивлений, индукции и радиокип, которые применялись на рассматриваемых месторождениях. В то же время, применение геофизических методов оказывается целесообразным при решении вопросов геологического картирования. Полученный к настоящему времени материал свидетельствует о широких возможностях магниторазведки для картирования гидротермально измененных пород, перспективных в отношении ору-

---

\* Работами геофизической экспедиции Управления геологии СМ Арм. ССР с помощью метода вызванной поляризации обнаружена зона прожилково-вкрапленного медного оруденения на северо-западном фланге Кафанского месторождения, на глубине 50—70 м.

денения. Положительные результаты были получены в Алавердском рудном районе где все рудопроявления приурочены к гидротермально измененным породам, причем основными процессами гидротермального изменения являются окварцевание, серицитизация, хлоритизация и карбонатизация. При этих процессах образовались породы кварцево-серицитовые (за счет вулканогенных пород кислого состава—кварцевых порфиров, кварцевых кератофиров, кератофиров, их туфов и туфобрекчий), кварцево-серицито-хлоритовые и кварцево-хлоритовые (за счет вулканогенных пород среднего и основного состава). В связи с тем, что эти процессы в конечном счете приводили к уменьшению содержания ферромагнитных минералов, над гидротермальными породами наблюдается относительно низкое магнитное поле. Плотностная характеристика пород позволяет в ряде случаев рассчитывать на возможность использования гравиразведки для изучения границ распространения отдельных пород. Так, на Ахтальском месторождении наличие разности в плотностях кварцевых порфиров и порфиритов (порядка  $0,2 \text{ г/см}^3$ ) позволило на отдельных участках проследить контакт между ними [5]. Положительными результатами отмечаются и отдельные работы по применению геофизических методов для прослеживания тектонических нарушений. В этом отношении можно сослаться, например, на опыт применения эманионной съемки на Кафанском месторождении. Можно полагать, что область применения геофизических методов в геокартировании будет расширена по мере развития исследований, но уже сейчас ясно, что проведение прямых поисков глубокозалегающих рудных тел требует специфических приемов, отличных от обычных способов полевой геофизики.

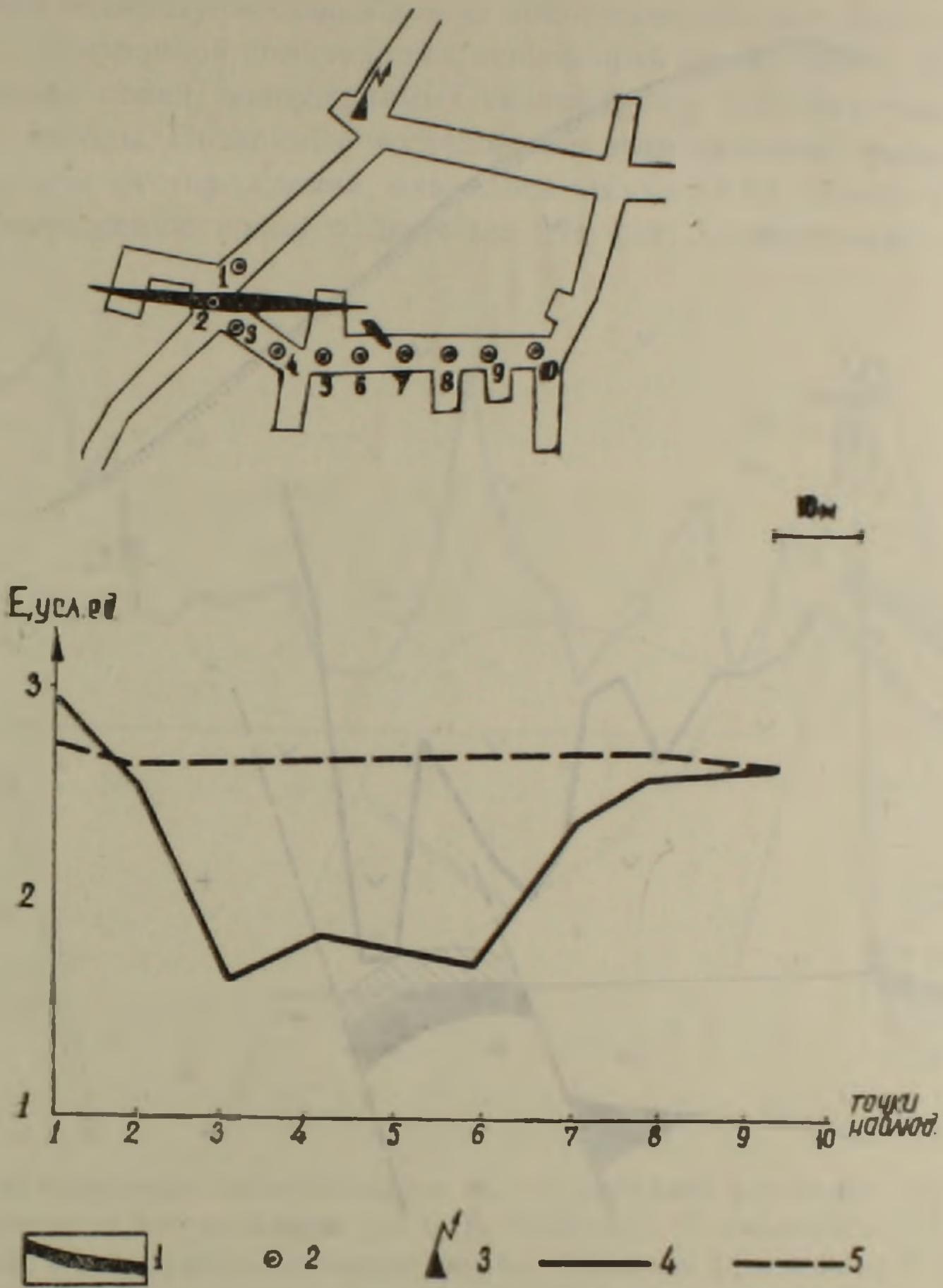
В связи с этим представляется весьма целесообразным проведение геофизических наблюдений в горных выработках и скважинах—что должно дать увеличение интенсивности аномалий из-за приближения к искомому объекту и уменьшение влияния поверхностных помех. Эффективность этой методики подтверждается результатами, полученными на Ахтальском, Шамлугском и Кафанском месторождениях, где применялся, в основном, метод радиоволнового просвечивания. На Ахтальском месторождении, кроме того, применялись и подземные варианты методов вызванной поляризации и сверхдлинноволнового варианта радиокип\*. Рассмотрим кратко полученные результаты.

В методе радиоволнового просвечивания используется то обстоятельство, что если на пути распространения электромагнитных волн (частота порядка  $0,4—16 \text{ мгц}$ ), находится рудное тело, то последнее, обладая более высоким коэффициентом поглощения, создает позади себя радиотень. Этим методом были отмечены рудные тела на всех обследованных колчеданных месторождениях. В качестве иллюстрации

---

\* Разработка подземных (шахтных) методов вызванной поляризации и сверхдлинноволнового варианта радиокип осуществлялась в 1964—66 гг. в Институте геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм. ССР.

приведены данные по Шамлугскому месторождению (фиг. 1). Как видно из чертежа, на точках 3—6 профиля, расположенных за рудным телом имеет место резкое уменьшение напряженности поля, что свидетельствует об экранировании электромагнитных волн рудным телом. Заметим, что рудовмещающие породы в этом районе отмечаются высокими значениями коэффициента поглощения (0,2—0,4 непер/м для частот

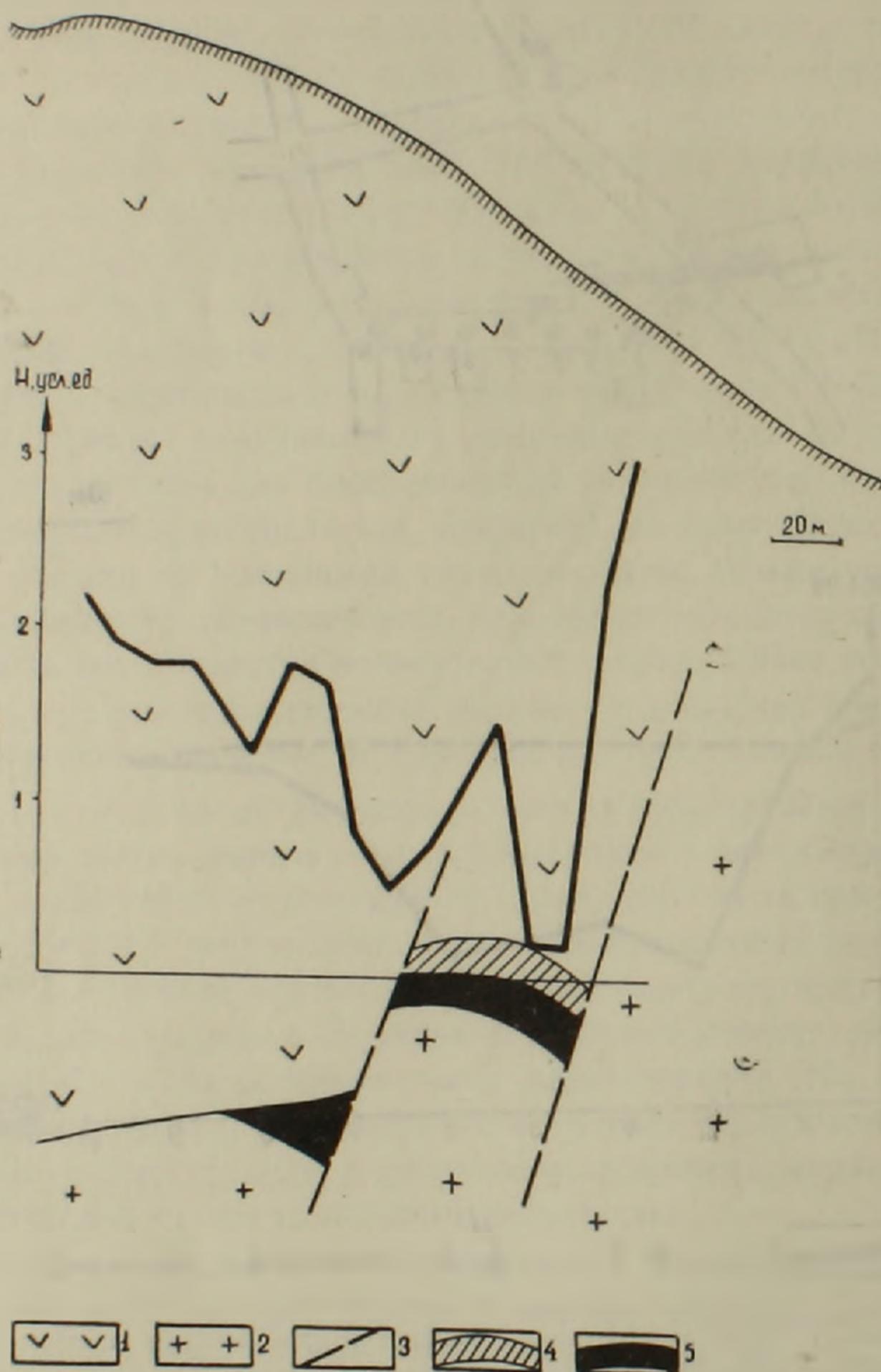


Фиг. 1. План расположения генератор-приемника в подземных выработках Шамлугского медного месторождения и график напряженности поля при частоте 1,8 мгц (по Н. Д. Коваленко и О. М. Финягину). 1— рудное тело; 2— точки наблюдения; 3— стойка передатчика; 4— наблюденная кривая; 5— расчетная кривая нормального поля.

1,8—4,2 мгц), что отрицательно сказывается на дальности просвечивания. Путем уменьшения рабочей частоты до 0,37—0,45 мгц удалось в известной мере обойти это обстоятельство, доведя дальность до 100—120 м, которая, по-видимому, не является пределом. Несмотря на то, что длина

волн в породе оказывается значительно больше размеров рудных тел (это приводит к появлению искажающих дифракционных эффектов), последние все же проявляются весьма четкими аномалиями.

Характер распространения электромагнитных волн в зависимости от геологического строения изучался также с помощью сверхдлинноволнового варианта радиокип. В этом методе исследуются поля радиостанций,

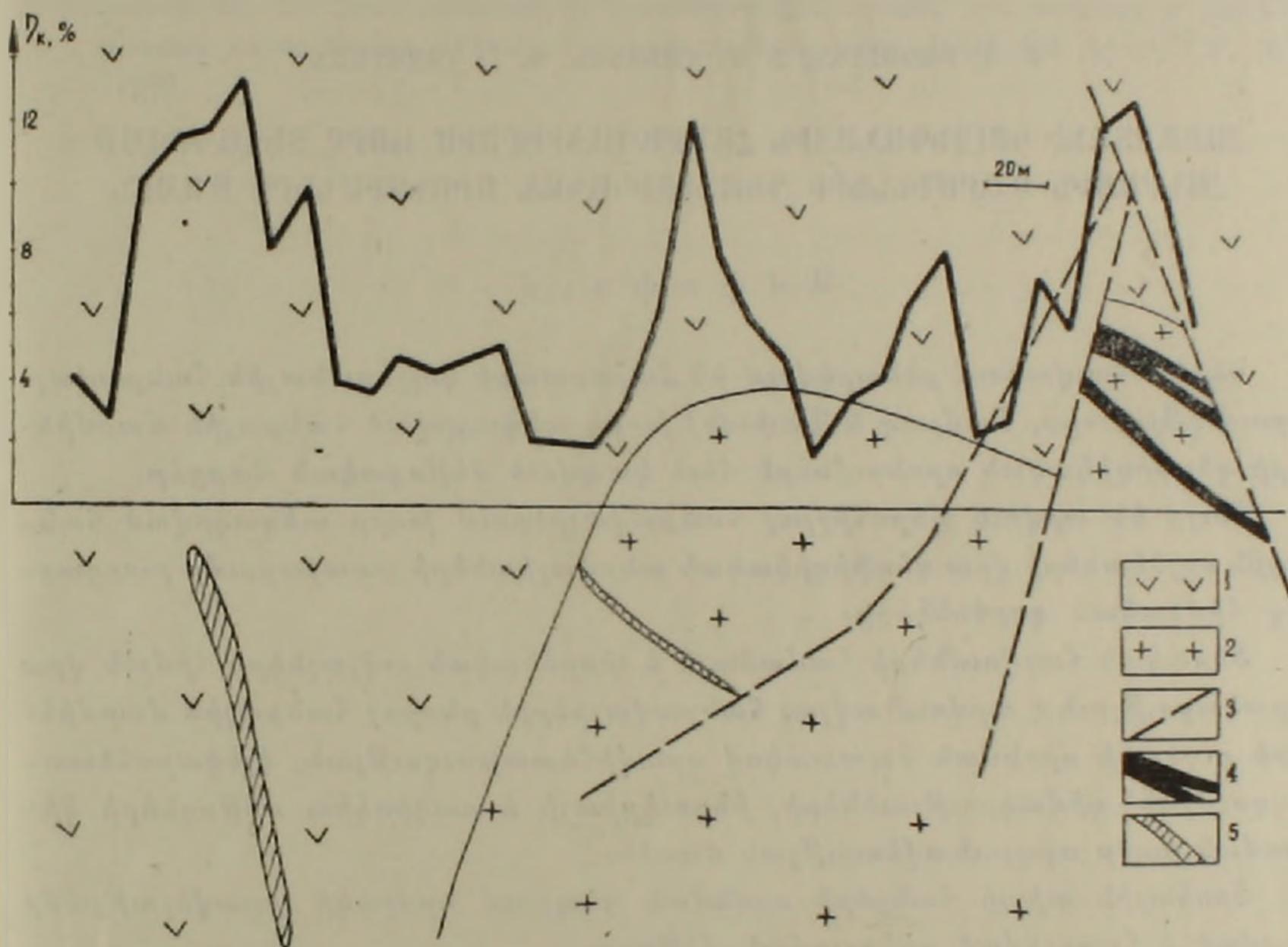


Фиг. 2. График напряженности поля  $H$  по подземной выработке Ахтальского полиметаллического месторождения. Частота 18 кгц (по Г. О. Газаряну). 1— порфириты; 2— кварцевые порфиры; 3— тектоническое нарушение; 4— баритовая руда; 5— полиметаллическая руда.

работающих в диапазоне частот 10—30 кгц. Соответствующие опыты показали вполне удовлетворительный прием сигнала на глубине в несколько сот метров. При наличии подземных проводников возникает

вторичное поле с весьма характерными особенностями. Как видно из приведенного графика (фиг. 2), рудные тела отмечаются аномалией, причем глубина залегания рудного тела, не пересеченного выработкой достигает примерно 40 м от горизонта выработки и 250—300 м от дневной поверхности.

Как отмечалось выше, руды колчеданных месторождений обладают повышенной поляризуемостью и для их обнаружения может быть использован метод вызванной поляризации, основанный на изучении вторичных электрических полей, возбуждаемых воздействием электрического тока на горные породы. Подземные исследования этим методом, проведенные на Ахтальском месторождении, оказались весьма эффективными и привели к обнаружению новых рудных тел. На фиг. 3 представлен график



иг. 3. График кажущейся поляризуемости  $\eta_k$  по подземной выработке Ахтальского полиметаллического месторождения (по С. В. Бадалян). 1 — порфириты; 2 — кварцевые порфиры; 3 — тектоническое нарушение; 4 — известные рудные тела; 5 — рудные тела, выявленные по данным метода вызванной поляризации.

кажущейся поляризуемости по одной из выработок. В правой части графика аномалия вызванной поляризации отвечает известному оруденению (рудные тела расположены над горизонтом выработки), а две другие аномалии примерно такой же интенсивности ( $\eta_k$  до 13%) связаны со вновь выявленными (по данным этого метода) полиметаллическими рудами. Более слабая аномалия ( $\eta_k$  до 8%) зафиксирована также в районе тектонического нарушения, которое сопровождается слабой сульфидной минерализацией.

В комплексе с методом вызванной поляризации применялся в подземных условиях и метод сопротивлений, с помощью которого осуществлялось картирование не вскрытого контакта между порфиритами и кварцевыми порфирами.

Возможности подземной геофизики не ограничиваются рассмотренными методами. Уже первые эксперименты по опробованию в горных выработках Ахтальского рудника и таких методов, как гравиразведка и сейсмическое просвечивание [1], а также метода естественного электрического поля привели к обнадеживающим результатам.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР.

Поступила 28.VI.1967

Ս. Վ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Հ. Մ. ՎԱՆՅԱՆ, Գ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

## ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԿՈՂՉԵԴԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ ԽՈՐՐԸ ՏԵՂԱԴՐՎԱԾ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԳԵՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Ներկա հոդվածում քննարկվում են Հայաստանի կոլչեդանային հանքավայրերում (Ախթալա, Շամլուղ և Ղափան) խորը տեղադրված հանքային մարմինների գեոֆիզիկական որոնումների հետ կապված մեթոդական հարցեր:

Ցույց են տրվում վերոհիշյալ հանքավայրերում խորը տեղադրված հանքային օբյեկտների վրա գեոֆիզիկական անոմալիաների առաջացումը բարդացնող հիմնական գործոնները:

Տեսական հաշվումների համաձայն և փորձնական տվյալների հիման վրա եզրակացություն է արվում տվյալ հանքավայրերին բնորոշ հանքային մարմինների ուղղակի որոնման նպատակով գրավիտատախուզության, էլեկտրոհետախուզության՝ դիմադրությունների, ինդուկցիայի և ռադիոկիպ մեթոդների կիրառման ցածր արդյունավետության մասին:

Ցրոնային տիպի հանքերի որոնման դեպքում որոշակի առավելությամբ օժտված է հարուցված բևեռացման մեթոդը:

Երկրաբանական քարտեզահանման նպատակով հաջողությամբ կարող են կիրառվել մագնիսական հետախուզությունը (Ալավերդու հանքային դաշտում հիդրոթերմալ փոփոխված ապառների քարտեզահանման համար), գրավիտատախուզությունը (Ախթալայի հանքավայրում կվարցային պորֆիրների և պորֆիրիտների կոնտակտի հետապնդման համար) և էմանցիոն հանույթը (Ղափանի հանքավայրում տեկտոնական ճեղքվածքների հետապնդման համար):

Խորը տեղադրված հանքային մարմինների հայտնաբերման նպատակով քննարկվում է ընդգետնյա լեռնային փորվածքներում և հորատանցքներում գեոֆիզիկական ուսումնասիրությունների կատարման նպատակահարմարության հարցը:

Բերվում են ռադիոալիքների թափանցման, հարուցված բևեռացման, դիմադրությունների և ռադիոկիպ (գերերկարալիքների սուպերբալ) մեթոդների ուսումնասիրությունների արդյունքները ընդգետնյա լեռնային փորվածքներում:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бадалян С. В., Бондаренко В. М., Ванцян Г. М., Газарян Г. О., Тархов А. Г. Опыт применения комплекса подземных геофизических методов для решения поисково-разведочных задач на примере Ахгальского полиметаллического месторождения. Изв. ВУЗ, геология и разведка, 10, 1966.
2. Ванцян Г. М. О некоторых факторах, искажающих результаты магниторазведки и электропрофилирования на рудных месторождениях Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, геол. и геогр. науки, № 4, 1961.
3. Григорьева Н. П. Сравнение аномалий  $\rho_k$  над проводящей сферой для различных установок метода постоянного тока. Геофизическая разведка рудных месторождений. Сб. статей ВИРГ, Госгеолиздат, 1953.
4. Демидович О. А., Тархов А. Г., Яновский А. К. Использование теории информации и математической статистики при обработке данных геофизических методов. Методика, техника и результаты геофизической разведки, Недра, 1967.
5. Оганисян Ш. С. Опыт применения гравиметровой съемки при поисках и разведке слепых колчеданных рудных тел алавердского типа. ДАН АН Арм. ССР. № 4, 1959.