

УДК 550.83

С. В. БАДАЛЯН, Р. В. ОВСЕПЯН, З. В. ГАРИБЯН, В. Б. ГАМОЯН,
Ф. М. ФИДАНЯН, В. М. ГЕВОРКЯН, Г. В. АРУТЮНЯН

К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ФЛАНГОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛАВЕРДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Алавердский рудный район, в пределах которого проводились исследования, является одним из древнейших горнорудных районов Кавказа. Известные здесь месторождения—Алавердское, Шамлуговое, Ахтальское, разрабатывались еще в глубокой древности. Особенно интенсивная разработка этих месторождений началась со второй половины прошлого века.

В настоящее время в целях расширения минерально-сырьевой базы для Алавердского медно-химического комбината возник вопрос о выделении новых промышленных объектов среди многочисленных рудных проявлений в северной части Армянской ССР.

С этой целью Институтом геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР (ИГИС АН Арм. ССР), начиная с 1973 года, проводятся оценочные работы на флангах и глубоких горизонтах месторождений Алаверди, Арманис и Анкадзор.

Геология месторождений

Описываемые месторождения сложены допалеозойскими, мезозойскими, третичными и четвертичными образованиями, в составе которых широко развиты изверженные породы как эффузивные, так и интрузивные. Рудоносность Алавердского рудного района находится в тесной связи с особенностями геологического строения.

В структурном отношении Анкадзорское месторождение находится висячем боку Анкадзорского надвига. На месторождении рудовмещающими породами являются порфириды и частично туфобрекчии. Эти породы гидротермально интенсивно изменены и представлены окварцованными, кварц-серицитовыми, хлоригизированными и каолинизированными образованиями.

Гидротермально измененные породы обычно содержат вкрапленность сульфидов—пирита и халькопирита. Пиритизированные участки на поверхности обохрены. Оруденение морфологически представлено жилами и прожилково-вкрапленными типами. Рудные жилы имеют кварц-медно-серноколчеданный состав и отличаются по текстурным особенностям. Наряду с массивной встречается и брекчиевидная текстура, образовавшаяся путем цементирования рудой обломков вмеща-

ющих пород. Оруденение приурочено к зонам дизъюнктивных нарушений северо-западного простирания.

Район Арманисского золото-полиметаллического месторождения сложен сланцами, песчаниками, туфами, туфобрекчиями, порфиритами. Четвертичные образования представлены делювиальными, озерно-речными отложениями, андезито-базальтами и туфами. Интрузивные породы в районе имеют ограниченное распространение. К числу крупных разрывных нарушений относится Куйбышевский (Пушкинский) надвиг, который начинается у с. Куйбышево и протягивается на юго-восток до Пушкинского перевала. Вдоль разлома, преимущественно вдоль его лежачего бока, породы претерпели гидротермальный метаморфизм (местами вплоть до образования вторичных кварцитов и оруденения—золото, медь, свинец и др.). В лежачем боку этого надвига расположено Арманисское месторождение.

Рудные подзоны представлены кварц-пирит-халькопиритовыми и халькопирит-сфалерит-галенитовыми жилами и прожилковыми зонами с промышленным содержанием меди, свинца, цинка, ртути и др.

Геофизическая изученность

Геофизические исследования на Алавердском рудном поле начались с 1926 года. Работы велись разными организациями: американской фирмой «Радиор» (Р. У. Кларк), Ленинградским институтом прикладной геофизики (И. Г. Михайлов). Исследования носили в основном методический характер и преследовали цель выяснения возможностей применения того или иного метода на месторождениях.

Второй период геофизических исследований на Алавердском рудном поле начинается с 1945 года. В 1945 году на Анкадзорском (Шагали-Эйларском) месторождении меди геофизической партией ВИРГ (Д. М. Карпушин, А. Г. Тархов) был применен комплекс геофизических методов: индукции, сопротивлений, заряженного тела, естественного электрического поля, магниторазведки, спектрометрии.

Геофизические работы, не вышедшие за рамки экспериментальных исследований, преследовали цель определения возможностей вышеперечисленных методов для поисков и разведки рудных тел. Авторы работ делают положительное заключение относительно применимости методов индукции, заряженного тела и спектрометрии. Метод магниторазведки рекомендуется применять только для целей детального геологического картирования.

В дальнейшем геофизические исследования в пределах данного месторождения возобновились в 1966 году (Геофизическая экспедиция УГ СМ Арм. ССР, Ю. Т. Севинян, Г. О. Манукян). В этот период впервые на этом месторождении применялся метод вызванной поляризации (ВП) с измерением двух параметров η и ρ . Метод ВП зарекомендовал себя как один из основных поисковых методов, с помощью

которого была выявлена Анкадзорская аномальная зона, состоящая из трех аномалий: А-1, А-2, А-3.

Как следует из вышесказанного, все исследования до 1973 г. на месторождениях Северной Армении носили не систематический характер и проводились для опробования возможностей того или иного метода на месторождениях.

На Арманисском золото-полиметаллическом месторождении геофизические исследования начались с 1953 года. В результате проведения аэромагнитных исследований тогда удалось локализовать участки, перспективные на рудоносность.

В дальнейшем на месторождении был применен метод ВП (ИГИС АН Арм. ССР—С. В. Бадалян, 1963 г. и Геофизическая экспедиция УГ СМ Арм. ССР—Г. Г. Гургенян, 1969—1970 гг.). Авторы делают положительный вывод о применимости метода ВП на месторождении. По результатам работ 1970 года была выявлена аномальная зона с.-з. направления на общей площади 3 кв. км.

В последующем Геофизической экспедицией продолжались электроразведочные исследования (А. А. Халатян, В. С. Вартанян), по результатам которых между селами Кизкала—Арманис обнаружена перспективная зона с.-з. направления интенсивностью аномалий кажущейся поляризуемости в 8—10%. Предполагалось, что она была связана с гематитовым оруденением.

В 1964, 69, 70, 71 годах Геофизической экспедицией на месторождении проводились также скважинные геофизические исследования (Р. Т. Мириджанян, Л. С. Сумбатян). В результате проведенных работ устанавливается поисковая возможность метода ВП и естественного электрического поля (ЕП) вертикальных скважин. Предлагается применение метода «Заряд-ВП» с вариантом «векторной съемки» для определения последующих точек под бурения.

С 1973 года ИГИС АН Арм. ССР на месторождениях Северной Армении проводит систематические исследования с целью оценки перспектив Арманинского и Анкадзорского месторождений и их флангов.

Физические свойства горных пород и руд

На Арманисском и Анкадзорском месторождениях для выбора рационального комплекса геофизических методов проводилось детальное изучение физических свойств: удельного электрического сопротивления— ρ , поляризуемости— η и плотности— δ пород и руд как в естественном залегании, так и в лабораторных условиях. Результаты массовых определений физических свойств были подвергнуты математической обработке: вычислены средние значения— $\eta_{\text{ср.}}$, $\rho_{\text{ср.}}$, $\delta_{\text{ср.}}$, средние квадратические отклонения— $\sigma_{\rho, \eta, \delta}$ и доверительные интервалы изменений— J_{β} физических параметров пород и руд [7].

По данным независимых статистических распределений физических свойств интеграл-вероятным способом оценивалась эффективная

дифференциация (безусловная вероятность разделения двух горных пород, пород и руд) по удельному электрическому сопротивлению — P_ρ , поляризуемости — P_η и плотности — P_δ [13].

В результате исследований физических свойств горных пород и руд выяснилось:

а) По Анкадзорскому месторождению меди.

В рудовмещающих породах (плагноклазовые порфириды и вторичные кварциты) по удельному электрическому сопротивлению, поляризуемости и плотности заметная дифференциация не наблюдается. Средняя вероятность разделения этих пород по η и ρ составляет около 20%, а по δ — 10%.

Эффективная плотность порфиридов и кварцитов по отношению к фиолетовым липарито-дацитам составляет в среднем 0,20 г/см³, а вероятность разделения этих пород по плотности — 96%. Следовательно, возможность применения гравиразведки с целью выделения контактов порфиридов и фиолетовых липарито-дацитов в условиях месторождения достаточно высока.

Медноколчеданные рудные жилы и зоны характеризуются довольно широким интервалом изменения параметров поляризуемости и плотности, значения которых изменяются в пределах $\eta = 5,0 \div 60\%$ и $\delta = 2,70 \div 3,30$ г/см³. По удельному электрическому сопротивлению рудные жилы имеют достаточно пониженное значение, особенно продольное сопротивление ($\rho_e = 2 \div 60$ ом), а поперечное сопротивление (ρ_n) достигает 50 ÷ 300 ом, как у гидротермально измененных порфиридов.

Дифференциация рудных тел и рудовмещающих пород по поляризуемости и удельному электрическому сопротивлению четкая, средняя вероятность разделения этих пород по η составляет 90%, а по ρ , с учетом коэффициента анизотропии, составляет соответственно $P_{\rho e} = 98\%$, $P_{\rho n} = 80\%$. Высокая дифференциация пород и руд позволяет констатировать, что применение методов ВП и заряда с целью поисков и прослеживания рудных жил на данном месторождении может оказаться благоприятным.

Рудные жилы по эффективной плотности отличаются от вмещающих пород на 0,5—0,7 г/см³. Средняя вероятность разделения рудных жил от рудовмещающих пород составляет 92%, что свидетельствует о возможности применения гравиразведки при решении поисково-разведочных задач на данном месторождении.

б) По Арманисскому золото-полиметаллическому месторождению.

В пределах месторождения рудовмещающие породы, в большинстве случаев, являются гидротермально измененными, разрушенными и минерализованными, в сильно измененных и трещиноватых участках представлены рыхлыми породами с глиной. Все рудовмещающие породы по поляризуемости и плотности незначительно разделяются друг от друга, вероятность разделения которых составляет 20—30%.

Удельное электрическое сопротивление полиметаллических руд изменяется в широких пределах (10—500 ом) и в зависимости от коли-

чества содержания прожилково-вкрапленных оруденений коэффициент анизотропии достигает $\lambda=3$. Дифференциация рудных тел и рудовмещающих пород по ρ на Армянском месторождении нечеткая.

Не считая редких случаев, дифференциация по поляризуемости и плотности пород и руд месторождения соответственно составляет $P_1 = 75\%$ и $P_0 = 80\%$, что также не отрицает эффективности применения методов ВП и гравиразведки на Арманисском месторождении для выделения рудных тел.

Исходя из результатов изучения физических свойств горных пород и руд, их минералогического состава, структурно-текстурных особенностей рудных тел и литологического состава пород месторождений Алавердского рудного района (Анкадзорское и Арманисское), для решения задач, связанных с вопросами перспектив флангов указанных месторождений, был выбран следующий оптимальный комплекс геофизических методов: естественного электрического поля (ЕП), вызванной поляризации (ВП) и гравиразведки. С целью определения возможности применения метода заряда при последующих геофизических исследованиях для прослеживания рудных тел, после проходки скважин, метод был опробован на горизонте шт. 4 Анкадзорского месторождения.

Методика и техника полевых наблюдений

Метод ЕП. Наблюдения методом естественного электрического поля проводились потенциальной схемой с наращиванием профилей [6]. Нулевые точки, к которым приводились данные наблюдения, выбирались на большом расстоянии от рудных участков, на ровной местности, избегая поля фильтрации и горного электричества. С целью повышения точности работ до проведения наблюдений поливались заранее подготовленные лунки стоянки электродов [2]. Наблюдения проводились прибором ЭСК-1.

Метод ВП. Наблюдения методом вызванной поляризации проводились по схеме градиента. Были проведены опытно-методические работы с целью определения оптимальных параметров установки и нижней границы поляризующего тока, исходя из конкретных геолого-геофизических характеристик исследуемых участков. Измерения проводились с помощью пульта станции ВПС-63, а полярирующий ток подавался электроразведочным генератором СГЭ-72.

Метод гравиразведки. Предварительно, в условиях, близких к полевым, проводились испытания гравиметров для выяснения интервала времени, в котором смещение нуль-пункта имеет линейный характер. Рядовые рейсы, продолжительностью не более двух часов, опирались на две-три опорные точки.

Смещение нуль-пункта гравиметра характеризовалось линейностью и точность измерений составляла $\pm 0,04$ мгл. Средняя квадратическая ошибка измерения ускорения силы тяжести рядовых пунктов не превышала $\pm 0,05$ мгл. По методу повторений каждая опорная точ-

ка наблюдалась в 3-х, 4-х независимых рейсах. Измерения ускорения силы тяжести проводились гравиметрами ГАК-ПТ и ГР/К-2.

При выделении аномалий из рудоконтролирующих структур и рудных залежей, особенно на флангах месторождений, учитывалось влияние различных мешающих факторов и, в первую очередь, отложений переменной мощности и вычислялись поправки за влияние рельефа местности и физико-геологические поправки [4, 5].

Метод электрической корреляции. Измерения электрического поля проводились вдоль выработки, называемой коррелируемой, и заряд рудного тела осуществлялся через соседнюю, так называемую, зарядную горную выработку. Измерения потенциала поля заряда проводились способом потенциала, при этом питающий электрод V_{∞} располагался от профиля наблюдения на расстоянии не менее 1,5 км и выносился из подземных выработок на поверхность Земли. Наблюдения проводились прибором ЭСК-1, причем заранее были определены необходимые параметры тока. При измерениях использовались неполяризующиеся электроды конструкции ВИТР-а и специальные неполяризующиеся электроды для измерений по стенкам выработок.

При работе электроразведочными методами техническое обеспечение производилось по правилам, предусмотренным в инструкциях проведения полевых геофизических работ.

Результаты наблюдений

а) Арманиское золото-полиметаллическое месторождение.

Геофизическим исследованиям подвергались два участка месторождения: I участок— («Юго-Западный») и II участок— («Восточный») (рис. 1).

Во избежание громоздкости представления множества кривых полевых наблюдений на приведенном рисунке (как и на последующих рисунках), результаты исследований показаны в виде осей геофизических аномалий.

Участок I («Юго-Западный»). Кривые естественного электрического поля на данном участке характеризуются небольшими значениями потенциала. Поле вызванной поляризации характеризуется фоновым значением до 5%, а аномальные значения достигают 20%.

На участке прослеживается аномальная зона, которая отмечается аномалиями вызванной поляризации— η_p —до 20%, естественного электрического поля—U—до 30 мв и относительным гравитационным максимумом Δg до 0,9 мгл. Указанные аномалии по ВП, ЕП и гравиразведке четко коррелируются между собою.

Исходя из результатов опытно-методических исследований на смежных участках месторождения, по характеру физических полей над известными рудными телами, можно сделать заключение, что указанная аномальная зона соответствует рудной зоне, которая находится в лежащем боку близмеридионального надвига, местоположение которо-

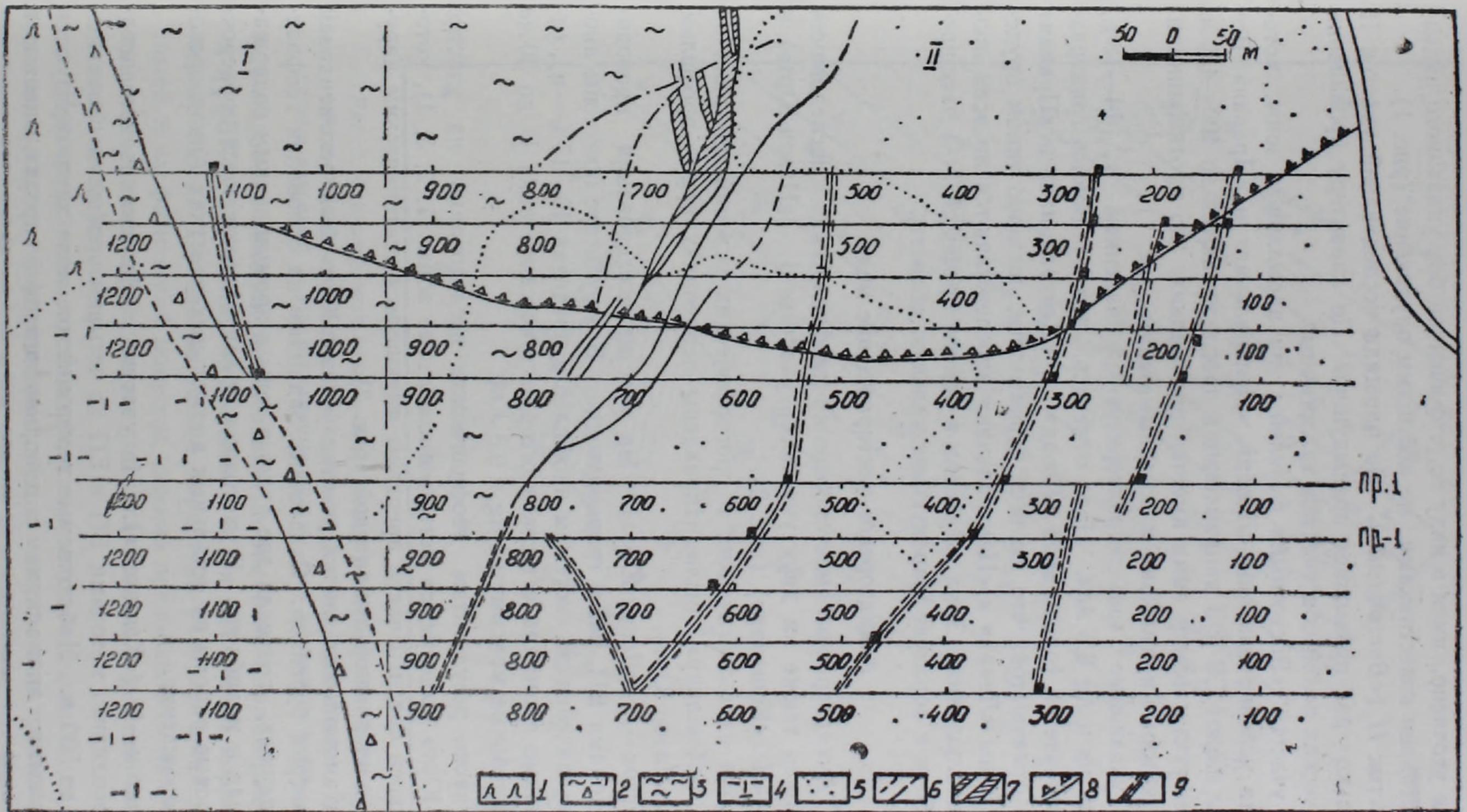


Рис. 1. Схематическая геологическая карта участков работ Арманисского месторождения по геолого-геофизическим данным. 1. Известняки. 2. Зона расланцевания. 3. Гидротермально измененные породы. 4. Сланцы. 5. Поверхностные рыхлые образования. 6. Рудные тела по геологическим данным. 7. Рудные зоны по геологическим данным. 8. Разрывные нарушения. 9. Предполагаемые рудные тела по геофизическим данным.

го также уточнено, имея в виду то, что висячий бок указанного надвига представлен известняками, несущими оруденение (рис. 1).

Участок II («Восточный»). По площади исследований участок II в несколько раз превышает предыдущий. По характеру проявления геофизических полей оба участка аналогичны.

На участке «Восточный» выявлены три аномальные зоны, которые нами условно названы «Левая», «Центральная» и «Правая». Все три зоны имеют СВ-ЮЗ направление и прослеживаются до 400—450 м. В промежутках между ними имеется ряд мелких, по протяженности. подзон, которые примыкают к основным зонам (рис. 1).

Все указанные зоны характеризуются значением η_k 14—18%, U 20—30 мв и Δg 0,8 мгл. Надо отметить, что с помощью гравirazведки отмечается только зона «Левая», а «Центральная» и «Правая» зоны не отмечаются, что, по всей вероятности, вызвано типом оруденения. Зоны «Левая» и «Центральная» прослеживаются по всем профилям наблюдений. Зона «Правая» в районе профилей I—I расширена до 150 м и образует широкую аномальную область.

Анкадзорское месторождение меди

На Анкадзорском месторождении геофизические исследования проводились также на двух участках: участок—I («Назои-Юрт») и участок—II («Кошакар») (рис. 2).

Исходя из геологических и орографических условий, профили на участке «Кошакар» были направлены перпендикулярно профилям участка «Назои-Юрт».

Участок—I («Назои-Юрт»). На участке исследования проводились методами ВП, ЕП и гравirazведки. В результате получены аномальные значения по системам профилей в пределах 10—15%— η_k , отрицательные аномалии естественного электрического поля U до 30 мв и относительные максимумы Δg в 0,8 мгл.

Согласно результатам геофизических исследований на участке «Назои-Юрт» выделяются четыре аномальные зоны (1, 2, 3, 4), которые в своей средней части прерваны имеющимся тектоническим нарушением с небольшой амплитудой (рис. 2).

Ряд аномальных зон на участке «Назои-Юрт» был рекомендован для проверки бурением. Скважины, заданные на основании геофизических данных, подсекли две рудные зоны с промышленным содержанием меди и молибдена. В настоящее время продолжаются проверочные буровые работы на остальных аномальных участках Анкадзорского месторождения.

Участок—II («Кошакар»). На участке геофизические исследования проводились методами ВП и ЕП по четырем профилям протяженностью до 500 м. Наблюдаемые геофизические поля характеризуются интенсивными аномалиями с довольно широкой протяженностью в центральной части участка— U до 120 мв и η_k до 18%. На фоне данной широкой аномалии выделяются более узкие локальные аномаль-

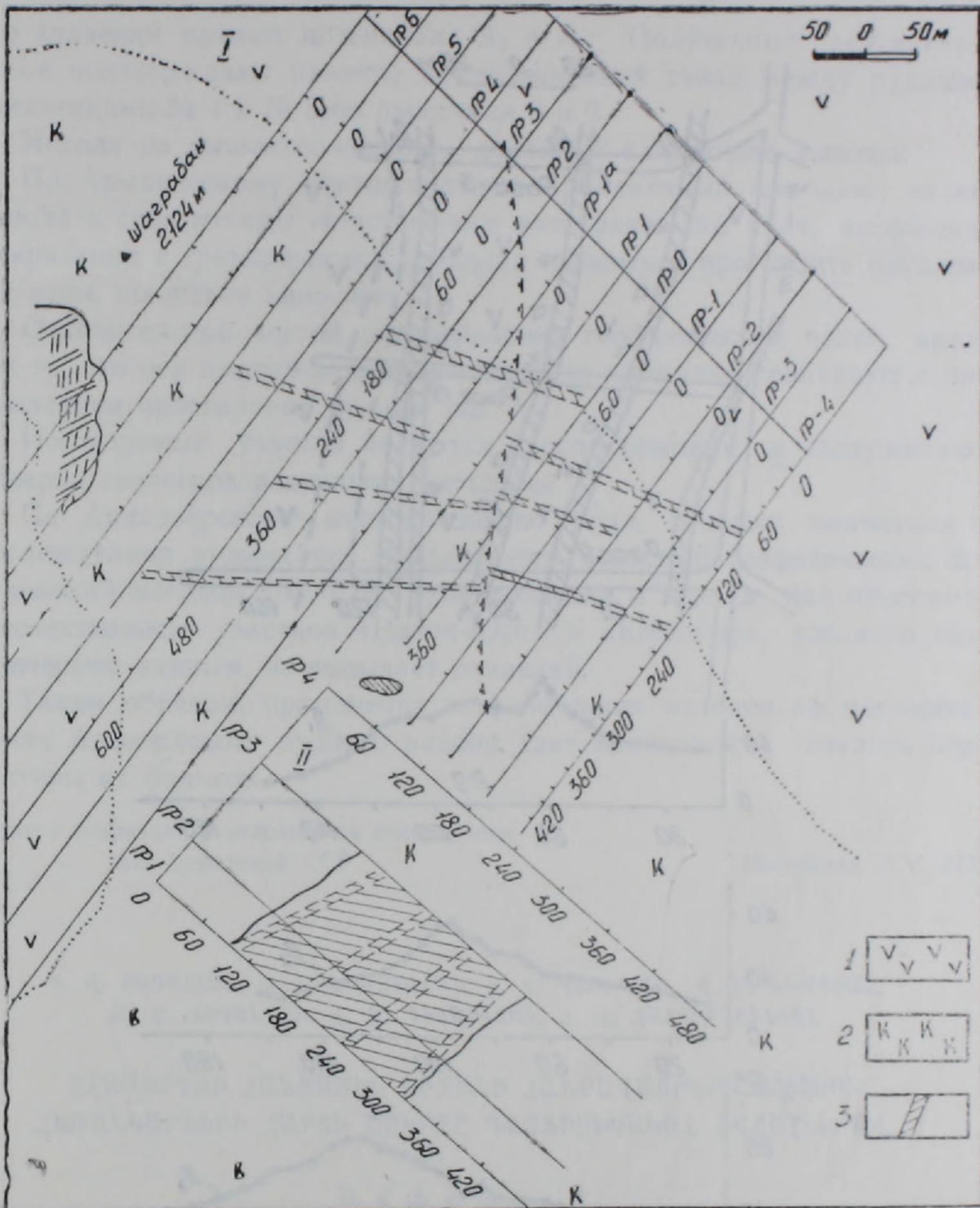


Рис. 2. Схематическая геологическая карта участков работ Анкадзорского месторождения по геолого-геофизическим данным. 1. Порфириды. 2. Вторичные кварциты. 3. Предполагаемые рудные тела по геофизическим данным.

ные полосы с высокой интенсивностью значений параметров U (ЕП) и $\eta_{\#}$ (ВП). Аномалии по методам ВП и ЕП четко коррелируются между собой. Исходя из такого характера распределения изучаемых полей и их физической природы, можно предположить наличие широкой минерализованной зоны с локализованным участком более повышенной минерализации.

Непосредственно на Анкадзорском месторождении меди были выполнены также геофизические работы методом электрической корреляции для увязки рудных зон между выработками на горизонте шт. 4 (рис. 3).

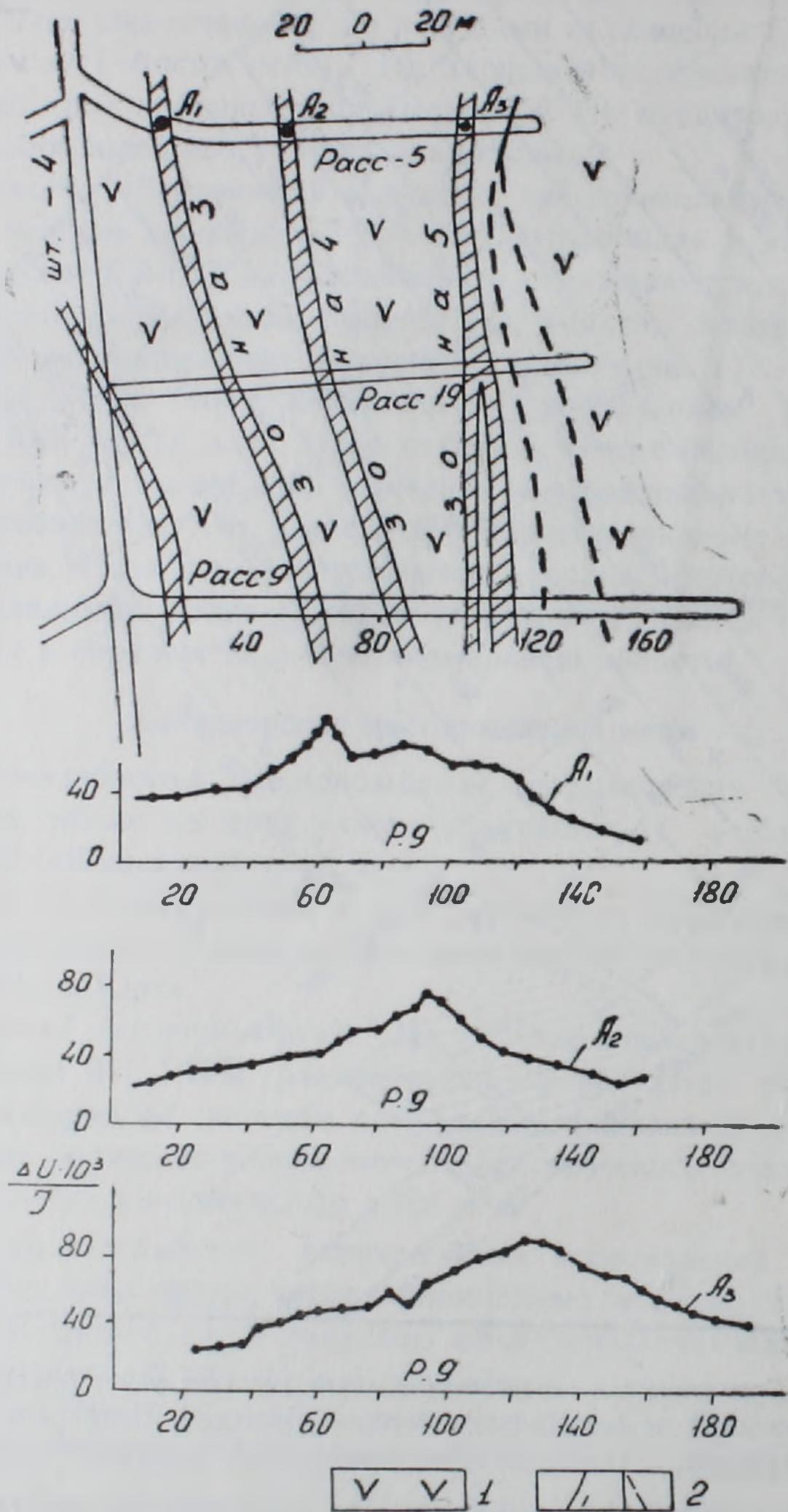


Рис. 3. Результаты работ по методу электрической корреляции горизонта штольни 4 Анкадзорского месторождения. 1. Порфириты. 2. Рудные тела.

При электрической корреляции рудных подсечений между этими рассечками питающие электроды помещались в точках A₁, A₂, A₃ рассечки 5, а измерения проводились в рассечке 9. На кривой потенциала A₁ отмечается четкий максимум на пикете 60 м, что указывает на наличие коррелируемой связи рудной зоны № 3 между рассечками 5 и 9. Наблюдается закономерное и весьма четкое отклонение экстремаль-

ного значения кривых потенциала A_2 и A_3 . Полученные результаты также подтверждают наличие корреляционной связи между рудными подсечениями № 4 и № 5 по рассечкам 5 и 9.

Исходя из вышеизложенного, делаются следующие выводы:

По Арманисскому месторождению примененный комплекс, включающий в себя методы естественного электрического поля, вызванной поляризации и гравиразведки позволил выявить и проследить оруденелые зоны, покрытые наносами.

Отличительной чертой распределения геофизических полей является то, что оси выделяемых геофизических аномалий совпадают с направлением простирания рудных тел.

Исследуемые участки являются перспективными и заслуживают проверки геологоразведочными методами.

По Анкадзорскому месторождению меди, с целью выявления и прослеживания рудных тел предлагается комплекс геофизических исследований методом ВП, ЕП, гравиразведки и заряда под наносами. Перспективность участков «Назои-Юрт» и «Кошакар», согласно геофизическим данным, не вызывает сомнений.

Таким образом, применение геофизических методов на месторождениях Алавердского рудного района дает возможность оценить перспективы их флангов.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 31.V.1977.

Ս. Վ. ԲԱԿԱԼՅԱՆ, Ռ. Վ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Զ. Վ. ՂԱՐԻՐՅԱՆ, Վ. Բ. ԳԱՄՈՅԱՆ,
Ֆ. Մ. ՖԻՒԱՆՅԱՆ, Վ. Մ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ, Հ. Վ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԱՎԱՎԵՐԴՈՒ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ԹԵՎԵՐԻ
ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԻ ՀԱՐՑԻ ՇՈՒՐՋԸ ԳԵՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում վերլուծված են Արմանիսի և Հանքաձորի հանքավայրերում անցյալում կատարված գեոֆիզիկական ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Հիշյալ վերլուծության, ինչպես նաև լեռնային ապարների և հանքանյութերի ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրության և երկրաբանական տվյալների հիման վրա ընտրված է գեոֆիզիկական համալիրային ուսումնասիրությունների ռացիոնալ մեթոդիկա, որն ընդգրկում է հարուցված բևեռացման, բնական էլեկտրական դաշտի, լիցքավորված մարմնի և գրավիտատախուզության մեթոդները: Թվարկված մեթոդները կիրառվել են Հանքաձորի և Արմանիսի հանքավայրերի թևերում «կույր» հանքային մարմինների հայտնաբերման ու հետամտման նպատակով:

Արմանիսի և Հանքաձորի հանքավայրերի ուսումնասիրված տեղամասերում հայտնաբերված են հանքաբերության տեսակետից հեռանկարային

անոմալ գոտիներ, որոնք երաշխավորված են հետագա ստորգետնյան համար երկրաբանական-հետախուզական միջոցներով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арутюнян Г. В., Бадалян С. В., Газарян Г. О., Гамоян В. Б., Геворкян В. М., Лахтионов М. О. Применение методов геофизики на Дастакертском медно-молибденовом месторождении Армянской ССР. Изв. высш. учебн. завед., «Геология и разведка», № 1, 1971.
2. Аузин А. К., Логвинец М. Н. Наблюдения потенциала естественного электрического поля с одновременной поливкой лунок для заземлений. Уч. зап. ЛГУ, № 278, 1959.
3. Захаров А. М. Интегральный метод анализа независимых статических распределений. В сб.: «Разведочная геофизика», «Недра», М., № 72, 1976.
4. Лукавченко П. И. Таблицы и номограммы для вычисления поправок силы тяжести за рельеф местности при съемке с гравиметрами. Гостоптехиздат, 1951.
5. Мудрецова Е. А. Поправки за влияние рельефа местности при высокочастотных измерениях с гравиметром в шахтах, штольнях и на дневной поверхности. Изв. вузов, «Геология и разведка», № 3, 1963.
6. Семенов А. С. Электроразведка методом естественного электрического поля. «Недра», Л., 1968.
7. Хальд А. Математическая статистика с техническим приложением. Изд-во ИЛ, М., 1956.