

Э. А. АРУТЮНЯН

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТОРАЗВЕДКИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

В 1945 г. Институтом геологических наук АН Армянской ССР было начато систематическое изучение железорудных месторождений Армянской ССР, в котором большое место занимали магниторазведочные работы.

Магниторазведочными исследованиями в период 1945—1954 гг. было охвачено большинство известных железорудных месторождений и проявлений Северной Армении: Цакери-Дош, Мисхана, Беюк-Геогдаг (Ноемберянский район), Агарцин (Иджеванский район), Судагян, Ахавнадзор, Меградзор, Анкаван (Мисхана), Сари-кая (Ахтинский район), Моллакишлаг, Дебаклу (Кироваканский район), Капутан (Котайкский район).

В настоящей статье излагаются результаты магниторазведочных работ по некоторым из исследованных месторождений. На основании комплекса данных магниторазведочных и геологических исследований выясняются перспективы отдельных месторождений и дается направление дальнейших геологоразведочных и магниторазведочных работ. Формулируются выводы о возможностях метода магниторазведки в конкретных условиях железорудных месторождений Армении.

При проведении детальных съемок разбивка поисково-разведочных профилей проводилась перпендикулярно предполагаемому, по геологическим или магниторазведочным данным, простиранию рудных тел. Расстояние между профилями принималось от 25 м до 50 м. Наблюдения по профилям проводились через 10 метров. Для уточнения положения экстремальных значений ΔZ и ΔH часто интервал между двумя точками делился на две или четыре части.

При исследованиях почти всегда применялись магнитометры М-1. Измерялись вертикальная составляющая аномальной магнитной силы ΔZ и горизонтальная составляющая ΔH . Измерение склонения нигде не проводилось, так как разбивка профилей во многих случаях проводилась по буссоли. Измерение склонения затруднялось также большой залесенностью и сложным рельефом почти всех участков съемки. Вследствие этого нами измерялась величина ΔH , а не H_a .

Колебания угла наклона на контрольном пункте никогда не превышали 3—4°. Средние квадратичные погрешности по отдельным месторождениям, вычисленные по данным повторных измерений, меняются в пределах от 80γ до 200γ для ΔZ и от 100γ до 200γ для ΔH .

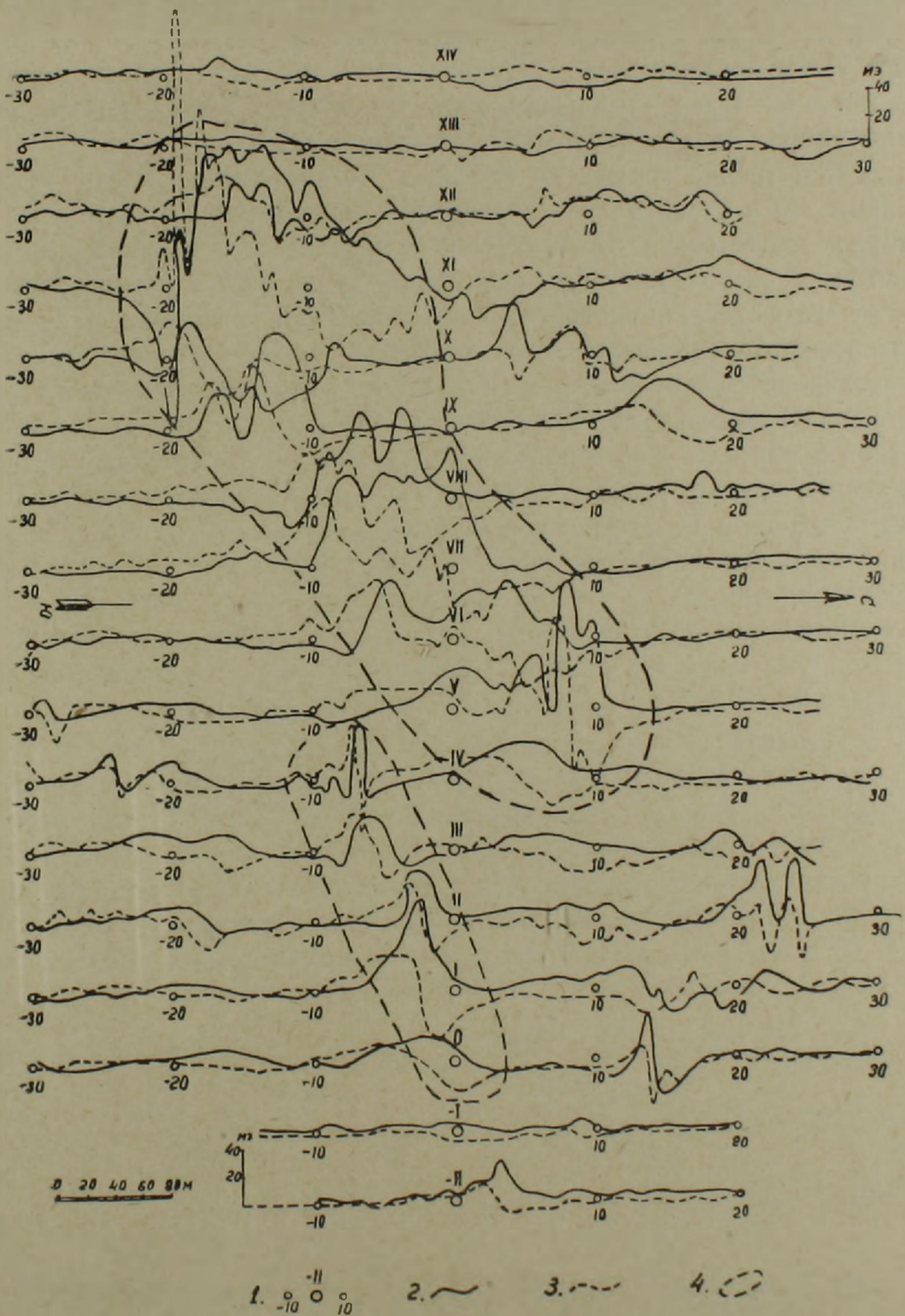
Результаты съемки были представлены в виде магнитных профилей (графиков) и карт изодинам ΔZ и ΔH . Изодинамы проведены через 5 или 10 мэ (в зависимости от интенсивности аномалий), что в 2,5 и более раз превышает приведенные выше значения среднеквадратичных погрешностей.

Для истолкования полученных аномалий нами проводилось также изучение магнитных свойств пород и руд отдельных месторождений. Измерялись магнитная восприимчивость и остаточное намагничение. Полученные данные показывают, что на исследованных нами железорудных месторождениях и проявлениях значительные аномалии могут быть созданы либо магнетитовыми и магнетит-гемагитовыми рудными телами, либо породами со значительной вкрапленностью рудных минералов [5].

1. Месторождение Цакери-Дош находится в Ноемберянском районе, в 3 км к СЗ от с. Кохб. Оно расположено в экзоконтакте Кохбского интрузива кварцевого диорита предсеноманского возраста, который прорывает средне-верхнеюрскую вулканогенную толщу. Участок месторождения сложен порфиритами, туфами, их брекчиями, туффитами и светлосерыми известняками. Содержание железа в рудах колеблется от 25 до 50—60%; из вредных примесей—фосфора мало, серы до 1—2%. Месторождение относится к контактово-метасоматическому типу, но, в основном, формировалось в гидротермальных условиях.

В результате детальных магниторазведочных работ, проведенных на площади 0,6 кв. км, была выявлена довольно широкая (в среднем 100 м и более) аномальная зона, почти прямолинейно вытянутая в юго-западном направлении, более чем на 500 м; интенсивность аномалий ΔZ достигает 100 мэ (фиг. 1, 2). Эта основная аномальная зона разделяется на участке профилей IX—XI на две части, что возможно, находится в связи с некоторым понижением рельефа (овраг) на этом участке. Часть этой аномалии, расположенная между профилями X и XIII, со всех сторон окружена отрицательным полем. Присутствие отрицательных полей и большая интенсивность аномалий свидетельствуют об ограниченном распространении рудных тел на глубину и небольшой глубине залегания. Отсутствие отрицательных полей вокруг другой, более протяженной части аномалии (между профилями III и XI) дает основание сделать предположение о значительно большей протяженности рудных тел на глубину, превышающей ширину зоны в целом. Параллельно указанной зоне расположена вторая зона, меньшая по размерам и интенсивности. Она простирается на 300 м; интенсивность ΔZ не превышает 60 мэ. Выявлены также отдельные,

довольно интенсивные, но малые по линейным размерам аномалии. У некоторых из них на протяжении 10—20 м значение ΔZ меняется от +20 до -20 мэ. Такие аномалии, по всей вероятности, вызваны небольшими рудными телами, быстро выклинивающимися по падению.



Фиг. 1. Магнитные профили ΔZ и ΔH Цакери-Дошского железорудного месторождения. 1) Профили и точки наблюдений; 2) Кривая ΔZ ; 3) Кривая ΔH ; 4) Контур главных аномальных зон.

Карта изодинам ΔZ показывает почти равномерное расположение изодинам с обеих сторон от осей аномалий, что указывает, очевидно, на крутое, близкое к вертикальному падение рудных тел.

Руды по своему составу очень неоднородны: зоны сплошной магнетитовой или гематит-магнетитовой руды перемежаются со скарновыми породами с различным содержанием магнетита. Это хорошо видно также из результатов опробования магнитных свойств пород и руд месторождения. Неравномерность оруденения и включения немагнитных пород сильно осложняют магнитное поле.

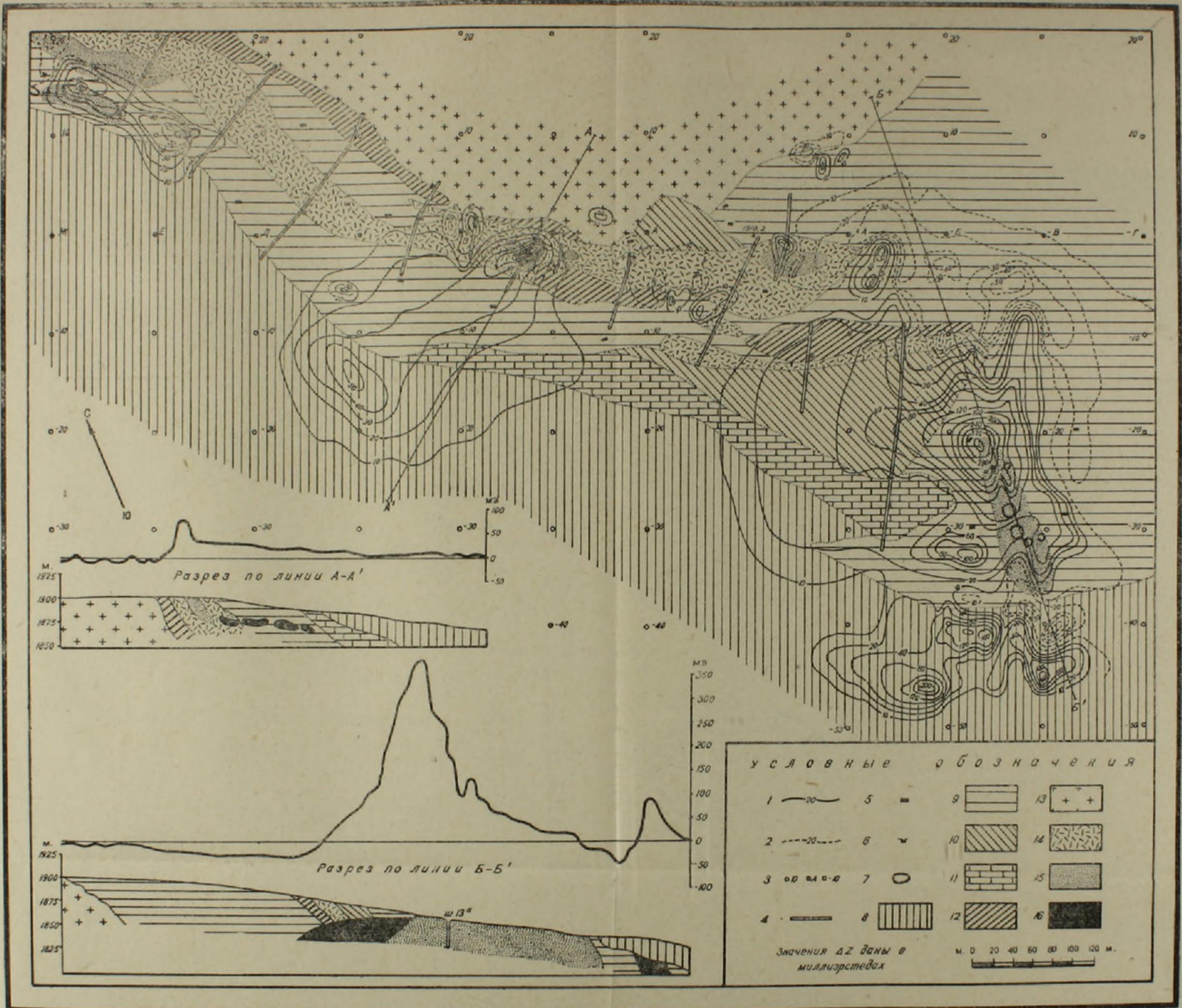
Рассмотрение кривых по профилю VII показывает, что между точками—10 и 3 отмечается несколько максимумов ΔZ , каждому из которых соответствует закономерное изменение ΔH с максимумом и минимумом, расположенными почти симметрично относительно соответствующего ΔZ_{\max} . На основании этого приходим к выводу, что данный профиль в интервале между точками—10 и 3 пересекает несколько изолированных рудных тел. Более отчетливо они выделяются на построенной нами кривой градиента ΔZ (фиг. 3). Судить о горизонтальной и вертикальной мощности отдельных тел по данным магнитной съемки трудно, вследствие резко колеблющихся магнитных свойств руды, сложности рельефа и совокупного действия многих тел. Однако, можно составить некоторое представление о вероятной мощности каждого из них, исходя из кривой градиента по методу, предложенному А. А. Логачевым [1]. При отсутствии в нашем случае резко выраженных отрицательных значений ΔZ можно считать, что положительная часть аномалий вызвана, в основном, верхней поверхностью рудных тел. В этом случае применима формула: $R = \sqrt{x_1^2 - b^2}$ [1], где R — глубина залегания верхней границы рудного тела, x_1 — точка, в которой $\Delta Z = 0,5 \Delta Z_{\max}$, b — половина мощности рудного тела. С учетом того обстоятельства, что ширина аномалий несколько преувеличена за счет неперпендикулярности профилей к простиранию рудных тел, глубина залегания, определенная по некоторым изолированным максимумам, имеет порядок 5—10 м. Исходя из этого, с некоторым приближением для рассматриваемых кривых ΔZ можно применить формулу:

$$Z = 2I \left[\operatorname{arctg} \frac{x+b}{R} - \operatorname{arctg} \frac{x-b}{R} \right] \quad (1)$$

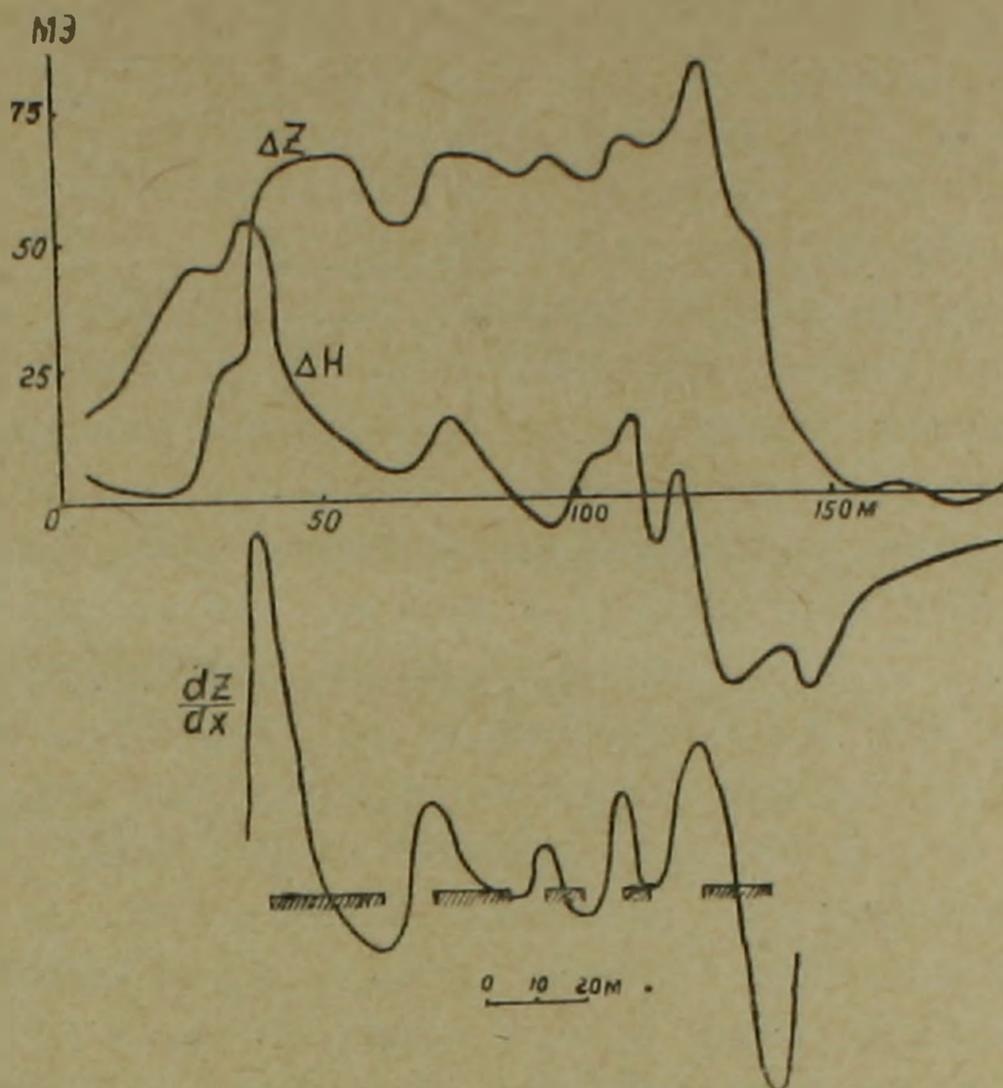
Отсюда формула для кривой градиента будет иметь вид:

$$\frac{dZ}{dx} = 2I \left[\frac{R}{R^2 + (x+b)^2} - \frac{R}{R^2 + (x-b)^2} \right]$$

Для нахождения максимума и минимума этой кривой надо взять производную и приравнять ее нулю. После простых преобразований, предполагая, что $b > R$, приближенно получим: $x \approx \pm b$, т. е. мощность каждого тела приблизительно равна расстоянию между экстремальными значениями кривой градиента.



Фиг. 6. Карта изодинам ΔZ Судагянского железорудного месторождения. 1) Положительные изодинамы ΔZ ; 2) Отрицательные изодинамы ΔZ ; 3) Профиль и точки наблюдений; 4) Канавы; 5) Шурфы; 6) Штольни; 7) Старые выработки; 8) Аллювиальные и делювиальные отложения; 9) Туфопесчаники; 10) Туфосланцы; 11) Известковые, мергелистые и глинистые сланцы; 12) Роговики; 13) Гранодиориты, кварцевые диориты; 14) Эпидот-гранатовые скарны; 15) Железные руды—массивные и вкрапленные; 16) Предполагаемые железорудные тела по магниторазведочным данным (на разрезах).



Фиг. 3. Графики ΔZ и ΔH и кривая градиента по профилю VII месторождения Цакери-Дош.

По проведенному нами подсчету, мощности отдельных рудных тел по профилю VII (фиг. 3) колеблются в пределах от 5 м до 22 м, а суммарная мощность равна 63 м. Учитывая, что профили при нашей съемке проходят под некоторым углом к простиранию рудных тел, надо полагать, что полученная суммарная мощность несколько больше действительной.

Аналогичная картина наблюдается при исследовании кривых по другим профилям; однако проследить простирание отдельных тел от профиля к профилю затруднительно, вследствие того, что интервалы между профилями велики по сравнению с шириной каждой аномалии в отдельности.

Проведенные Армгеолуправлением разведочные работы (были начаты с 1950 г.), запроектированные на основании данных магниторазведочной съемки, подтвердили результаты последней. Оконтуренные горными выработками (4 ш ольни, 1 скважина, шурфы, канавы) 4 рудоносных участка, в основном совпали с интенсивными магнитными аномалиями (фиг. 2). Приведенные на фиг. 2 геологические разрезы уточнены нами на основании данных магниторазведки.

Штольни №№ 1 и 2, пройденные вкрест простирания основной аномальной зоны, вскрыли шесть рудных тел значительных размеров и ряд тел меньших размеров. Штольня № 3, заданная с целью выяснения характера оруденения между штольнями №№ 1 и 2, не встретила оруденения. Это объясняется очевидно тем, что штольня не была доведена до участка магнитной аномалии. Ниже горизонта штоль-

ни № 2 (на 35 м), с целью выяснения наличия оруденения на глубине, пройдена штольня № 4. Она задана в порфиритах и нигде не пересекла руду. Как видно из карты изодинам ΔZ , эта штольня в большей своей части проходит в нормальном поле и лишь в самом конце могла бы подсечь рудное тело.

На основании данных разведки было сделано заключение, что оруденение на участке месторождения представлено гнездообразными телами, причем гнезда имеют небольшие размеры, неправильную форму, разобщены и распределены неравномерно.

В результате детального рассмотрения всех данных разведочных работ И. Г. Магакьян пришел к выводу, что кроме гнезд на участке месторождения имеются крутопадающие трубообразные тела богатых руд, которые вряд ли могут быстро выклиниваться на глубину. Об этом говорят также данные магниторазведочной съемки, по которым установлено, что рудная зона состоит из отдельных рудных тел имеющих почти вертикальное падение и значительное распространение на глубину, превышающее ширину зоны в целом. Отсюда ясно, что на основании отрицательных данных одной штольни (шт. № 4), заданной на участке, где глубина залегания, по-видимому, небольшая, делать вывод об отсутствии оруденения на более глубоком горизонте неправильно и следует продолжать изучение месторождения на глубину.

Необходимо отметить также, что разведочными работами частично изучен лишь участок основной магнитной аномалии и очень мало затронуты относительно небольшие по размерам и интенсивности аномалии, а также слабые аномалии. По данным опробования магнитных свойств пород и руд района, среди последних имеются слабомагнитные гематитовые руды. Отсюда следует, что рудные тела могут быть обнаружены и в местах распространения слабых аномалий. Из сказанного ясно, что перспективы месторождения не являются окончательно выясненными. Необходимо в дальнейшем продолжить разведочные работы и попутное геологическое изучение, которые, несомненно, значительно расширят перспективы месторождения.

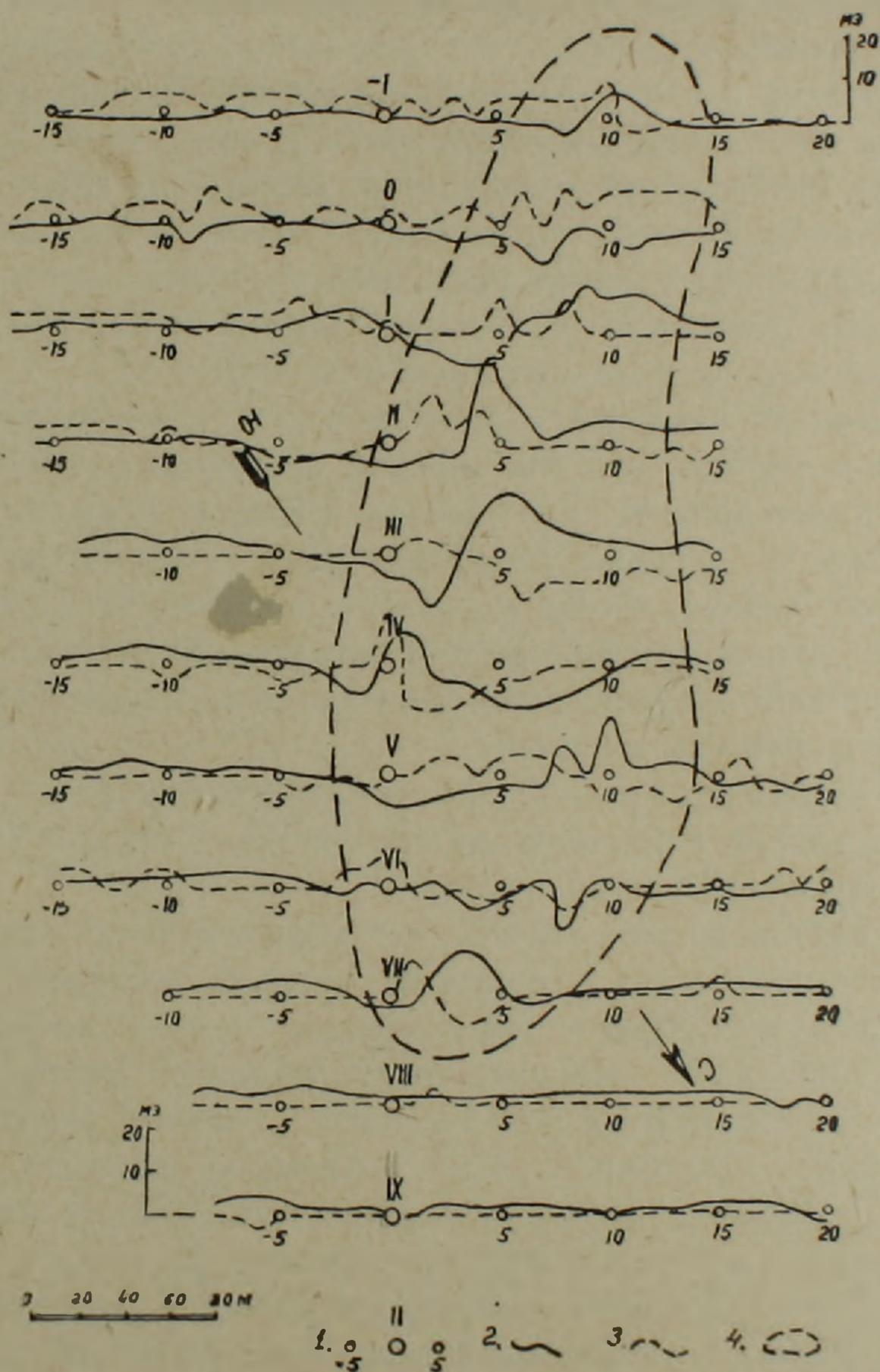
До возобновления разведочных работ было бы целесообразно провести на основном участке месторождения магниторазведочную съемку по более густой сети. Эти дополнительные данные помогли бы точнее оценить запасы месторождения и увереннее направить дальнейшие разведочные работы.

2. Месторождение Мисхана находится в Ноемберянском районе, в 3 км к западу от с. Джуджеванк и в 9 км от районного центра Ноемберян.

Участок месторождения расположен вблизи восточного контакта Кохбской интрузии кварцевого диорита и сложен средне- и верхнеюрскими порфиритами с отдельными пачками известняков и туфов. Генетически месторождение образовалось в контактовой скарновой зоне, в основном, в гидротермальных условиях.

В результате детальной магниторазведочной съемки, проведенной на площади около 0,2 кв. км, на месторождении Мисхана были выявлены две небольшие полосы слабых, нечетко выраженных аномалий с интенсивностью, в максимуме достигающей для ΔZ 20 мэ, а для ΔH 12 мэ (фиг. 4).

Полученные данные недостаточны для уверенных выводов относительно элементов залегания рудных тел. Оси аномалий имеют при-



Фиг. 4. Магнитные профили ΔZ и ΔH Мисханского железорудного месторождения. 1) Профили ξ и точки наблюдений; 2) Кривые ΔZ ; 3) Кривые ΔH ; 4) Контур аномальной зоны.

близительно ЮЗ—СВ простирание, падение тел, вероятно, крутое северо-западное. Слабая интенсивность аномалий, по-видимому, обусловлена преимущественно гематитовым характером оруденения. Из результатов опробования магнитных свойств руд месторождения также

следует, что здесь нельзя ожидать сильных аномалий. В этом свете слабые аномалии представляют несомненный интерес.

Армгеолуправление попутно с разведкой месторождения Цакери-Дош в 1950—51 гг. проводило небольшие наземные горные работы также на Мисханском месторождении. Этими работами было вскрыто линзообразное тело СВ простирания, прослеженное на 200 м при ширине в среднем 20 м и мощности 5 м, а также отдельные прожилки гематита незначительной мощности. Линзообразное тело, вскрытое шурфами, полностью совпадает с полученной аномальной полосой между профилями 0 и III и имеет такое же простирание (фиг. 5).

Так как месторождение магниторазведкой изучено недостаточно подробно, до продолжения разведочных работ желательно проведение магнитной съемки по значительно более густой сетке, обеспечивающей выявление всех существующих осей аномалии, причем для получения более отчетливых результатов нами рекомендуется применение более точного прибора—магнитометра М-2.

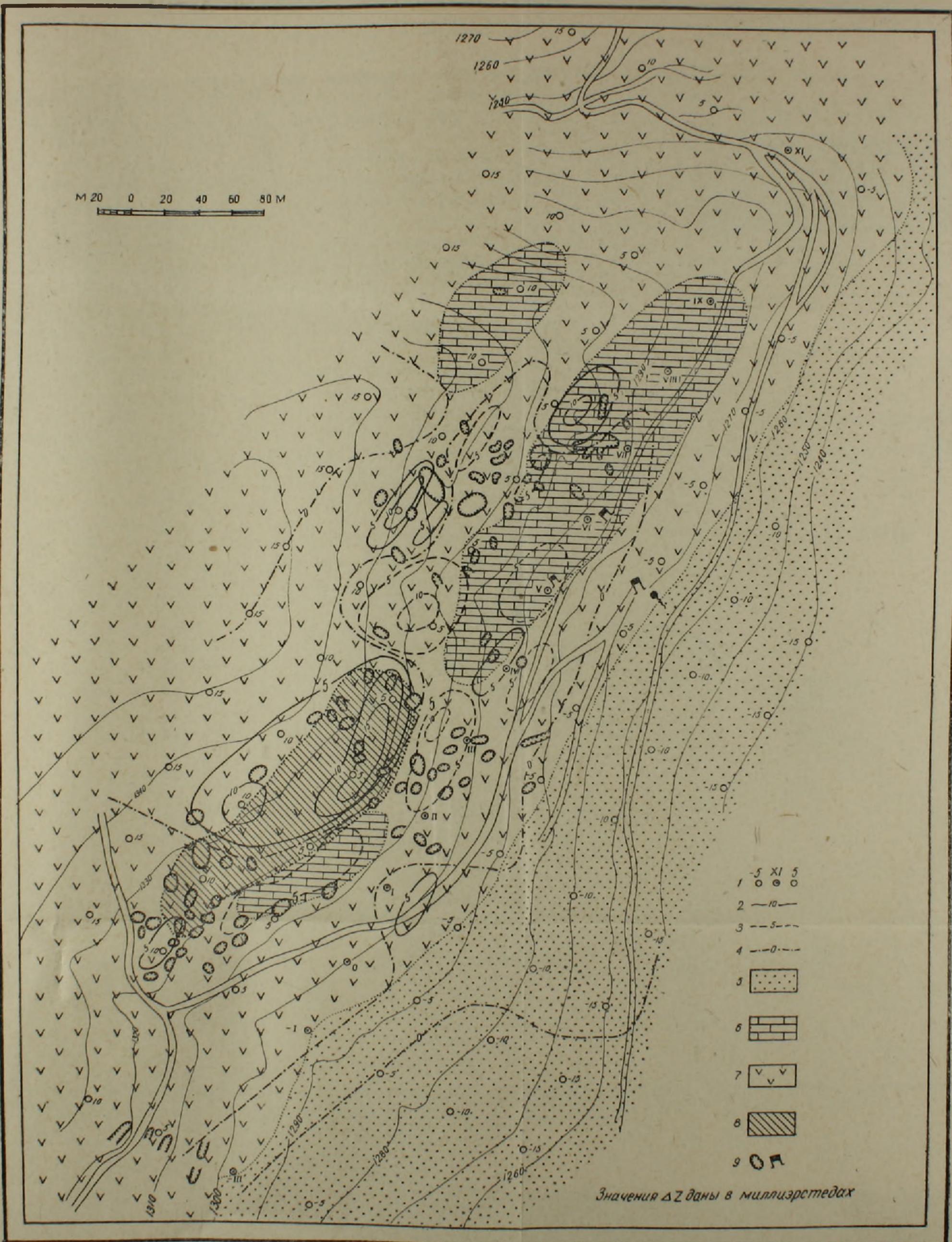
На основании имеющихся геологических и магнитометрических данных можно сказать, что Мисханское месторождение по своему масштабу гораздо меньше, чем Цакери-Дошское. Однако руда месторождения богатая, вредных примесей мало, месторождение имеет благоприятные экономические условия и оно вместе с месторождением Цакери-Дош и другими месторождениями Кохбской контактовой зоны (Бовери-Гаш, Карцах, Беюк-Геог-даг и др.) может явиться объектом, заслуживающим внимания.

3. Месторождение Судагян. Месторождение расположено у магистральной шоссейной дороги Ереван—Севан в 1,5 км к СЗ от с. Ахта, на горе Судагян.

Район месторождения сложен метаморфическими сланцами нижнего палеозоя-допалеозоя, которые на участке месторождения перекрываются туфопесчаниками, туфосланцами и известковистыми, мергелистыми, глинистыми сланцами верхнемелового возраста. Все эти образования прорваны интрузией кварцевого диорита-гранодиорита третичного возраста. Главным рудным минералом является магнетит; в небольшом количестве встречается вторичный гематит (мартит). Содержание железа в руде составляет в среднем 40—45%, вредных примесей мало. Месторождение генетически является характерным представителем контактово-метасоматических месторождений железа.

Детальной магниторазведочной съемкой, проведенной на площади 1 кв. км, на месторождении, в основном, выявлены четыре отдельные аномалии (I, II, III, IV), составляющие как бы единую аномальную зону, простирающуюся в северо-западном направлении вдоль экзоконтактовой полосы интрузии, на расстоянии более 1 км. Наиболее интенсивные аномалии I и II расположены в юго-восточной части месторождения (фиг. 6).

Полученные аномалии характеризуются наряду с положительными значениями ΔZ , также и отрицательными, однако отрицательные



Фиг. 5. Карта изодинам ΔZ Мискханского железорудного месторождения. 1) Профиль и точки наблюдений; 2) Положительные изодинамы ΔZ ; 3) Отрицательные изодинамы ΔZ ; 4) Нулевая изодинама ΔZ ; 5) Аллювиально-делювиальные отложения; 6) Метаморфизованные известняки; 7) Туфогенные породы порфириты и туфопорфириты; 8) Рудное тело, оконтуренное ГРП в 1952 г.; 9) Старые выработки.

поля ΔZ , имеют гораздо меньшее площадное распространение и меньшую величину интенсивности. Это дает основание сделать предположение о довольно значительной протяженности на глубину рудных тел, создающих аномалию. Большая интенсивность аномалий, особенно в юго-восточной части месторождения, свидетельствует о небольшой глубине залегания рудных тел.

По данным магниторазведочной съемки можно заключить, что наибольший интерес представляет юго-восточная часть месторождения, где на участке аномалии II можно предполагать погружение рудных тел в западном направлении.

Исследование кривых ΔZ и ΔH , а также рассмотрение карт изодинам ΔZ и ΔH показывает, что положению осей, переходящих через максимумы ΔZ (в особенности для аномалий, расположенных в юго-восточной части участка) соответствуют переходы от максимальных значений ΔH к минимальным. Это позволяет сделать вывод о наличии отдельных гнездообразных тел.

Опробование магнитных свойств пород и руд месторождения показало, что имеют место очень резкие колебания магнитных свойств магнетитовой руды. Это обстоятельство, а также влияние рельефа, и одновременное действие многих отдельных тел сильно осложнили форму кривых, что затрудняет возможность использования данных магниторазведочной съемки для количественных расчетов. Поэтому, сделанные нами небольшие расчеты, приведенные ниже, являются весьма приближенными.

Нами сделана попытка количественного расчета для центральной части аномалии II, имеющей примерно изометрическую форму. Учитывая, что графики ΔZ и ΔH для этой части соответствуют теоретическим кривым для однородного намагниченного шара, при расчетах нами принята форма возмущающего тела в виде шара, тем более, что по магниторазведочным и геологическим данным морфологически рудные тела представлены преимущественно линзами и гнездами. В качестве исходного графика принят график по профилю—XXI, проходящему через эпицентр аномалии (фиг. 7).

Для тел сферической формы имеем:

$$R = \frac{x}{\sqrt{2}}, M = \frac{Z_{\max} \cdot R^3}{2}, r = \sqrt{\frac{3M}{4\pi I}}, \quad (1)$$

где x — абсцисса точки, при $Z = 0$, r — радиус шара, M — магнитный момент шара, I — интенсивность намагничения, R — глубина залегания центра шара.

Для нашего случая $x = 90$ м, $Z_{\max} = 0,38$ э, $I = I_i + I_r = 0,1$ сГс/м*.

Подставляя эти значения в формулы, получаем: $R = 64$ м, $r = 49$ м.

Глубина залегания верхней границы может быть оценена весьма

* Для I взято среднее значение по результатам опробования x и I_r 10 образцов руд месторождения.

приближенно, как разность глубины залегания центра шара R и его радиуса r . Низкая точность определения глубины верхней границы указанным способом является следствием отождествления реального тела с идеальным шаром. Для нашего случая глубина залегания верхней границы получается равной 15 м. Также весьма приближенно объем рудного тела будет: $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 49^3 = 480000 \text{ м}^3$; масса же тела при плотности 4 г/см^3 составит около двух миллионов тонн. Так как общая площадь наиболее интенсивных аномалий примерно в 4—5 раз больше аномальной площади, для которой приведен расчет, можно весьма грубо ориентировочно принять, что запасы месторождения составляют не менее 6—7 миллионов тонн руды.

Мы пытались вычислить также глубину залегания верхней кромки в западной части аномалии II, где нами предполагается погружение рудных тел на глубину. Здесь аномалия выражена относительно слабыми изменениями поля и пологими максимумами. По общему характеру магнитного поля и имеющимся данным о глубине верхней кромки для восточной части аномалии, можно полагать, что рассматриваемая аномалия вызвана телом, распространение которого в глубину и горизонтальная мощность в несколько раз превосходят глубину залегания верхней кромки. Это позволяет для определения верхней кромки в этой части аномалии пользоваться методом первой производной, предложенным А. А. Логачевым [2]. По этому методу глубина залегания магнитных масс вычисляется по формуле:

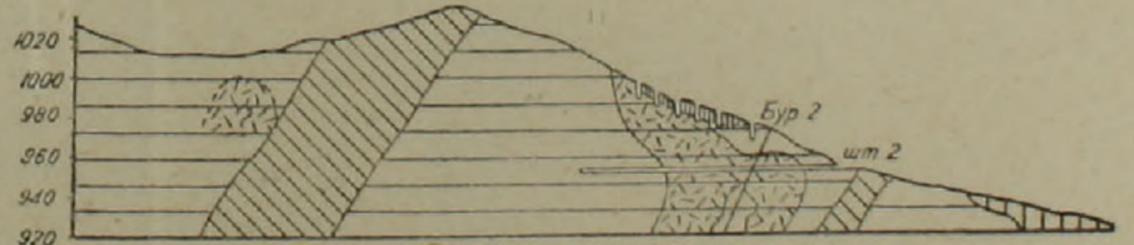
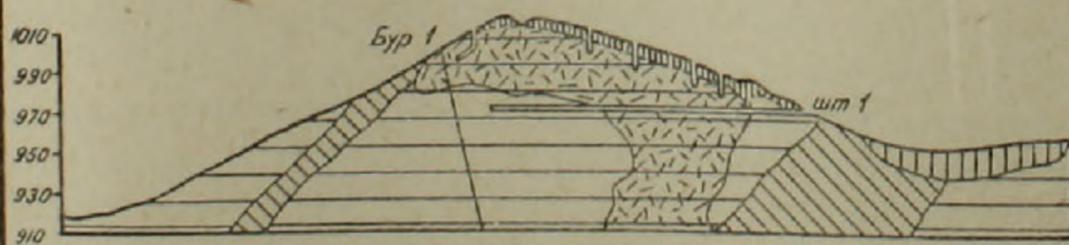
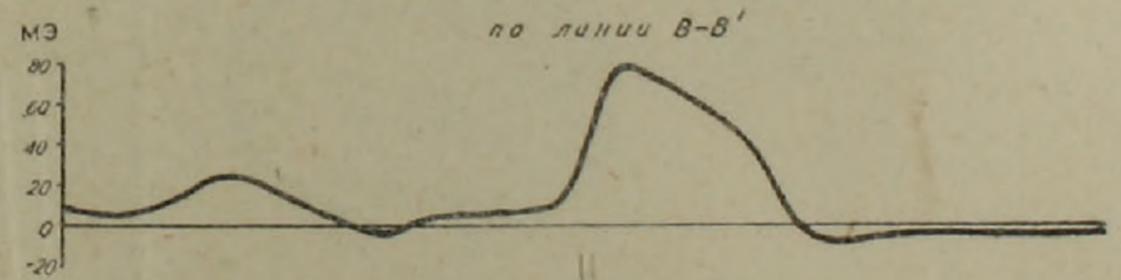
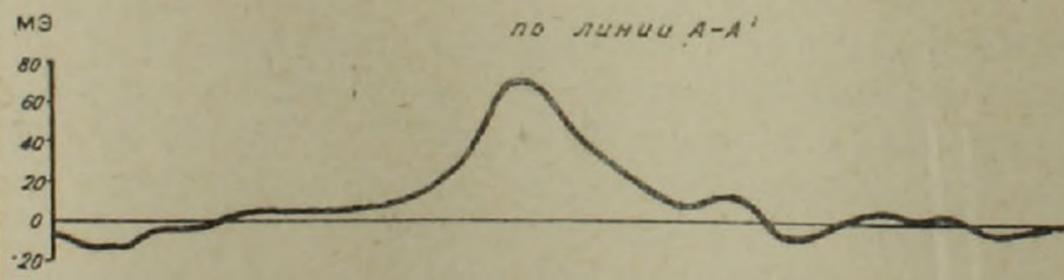
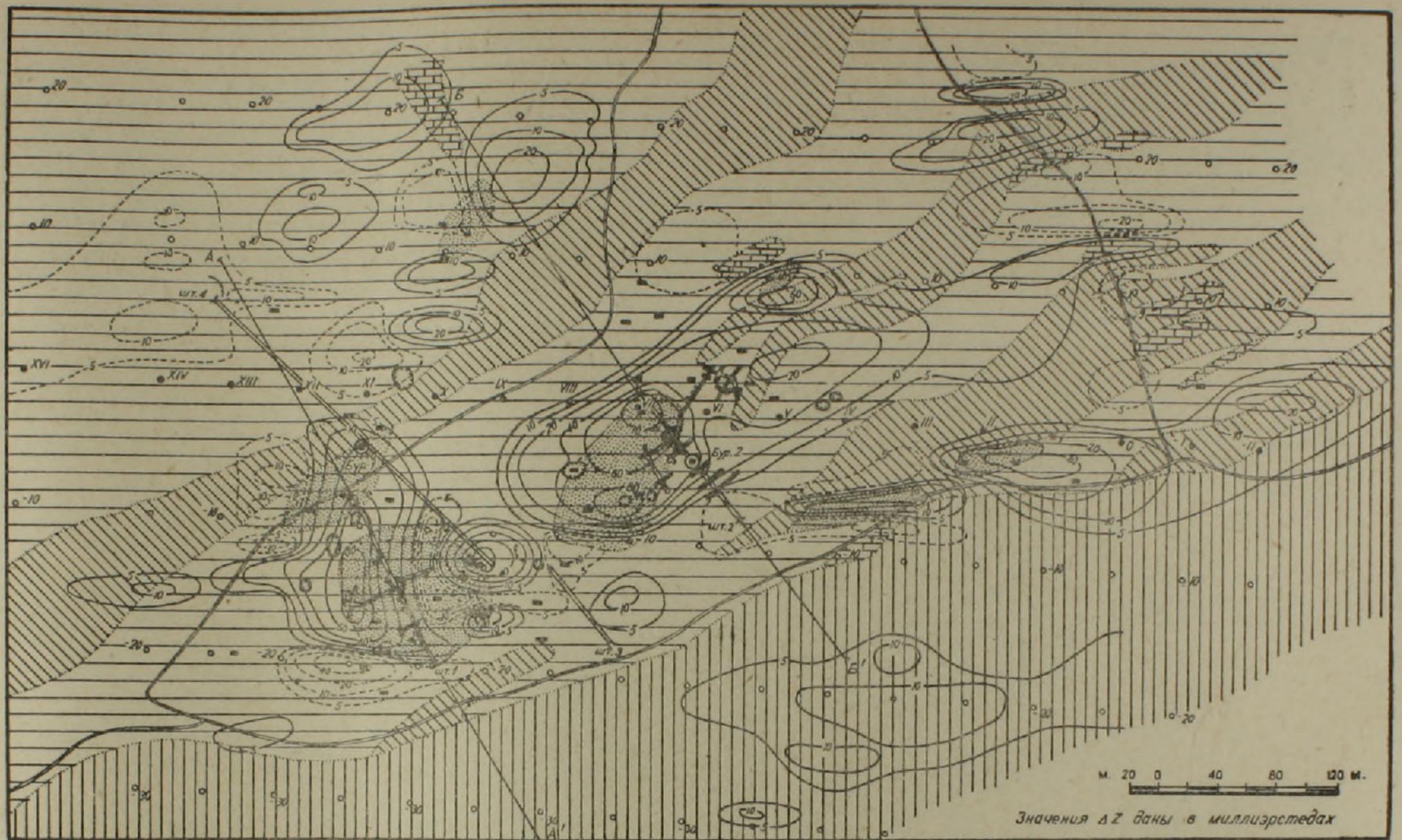
$$h = \frac{Z_2}{Z_1 - Z_2} \Delta h, \quad Z_1 \text{ -- производная в точке перегиба кривой } Z; \quad Z_2 \text{ --}$$

производная в точке перегиба кривой Z , перевычисленной на новую высоту, отличную от исходной на величину Δh . Для определения глубины залегания достаточно вычислить градиенты в точках перегиба кривой Z для исходного и нового уровней. Вычисления градиентов проводились для одних и тех же интервалов, поскольку известно, что положение точек перегиба на новом уровне почти не меняется. Принимая во внимание, что в нашем случае аномалия не имеет ярко выраженного простирания, для вычисления Z на новом уровне мы пользовались палеткой для случая трехмерной задачи [2].

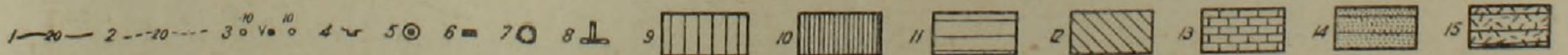
Среднее значение глубины верхней кромки, вычисленное указанным способом по двум ветвям профиля—VIII, получилось равным:

$$h = 0,5 (30 + 25) = 27,5 \text{ м.}$$

На основании магниторазведочных и геологических данных месторождение Судагян было рекомендовано для постановки разведочных работ. В 1950 г. геологоразведочной партией Армгеолуправления в северо-западной части месторождения была пройдена штольня глубиной в 54 м, а в юго-восточной части—на участке наиболее интенсивных аномалий—глубокий шурф (20,6 м); были пройдены также канавы и неглубокие шурфы. Штольня была задана по простиранию

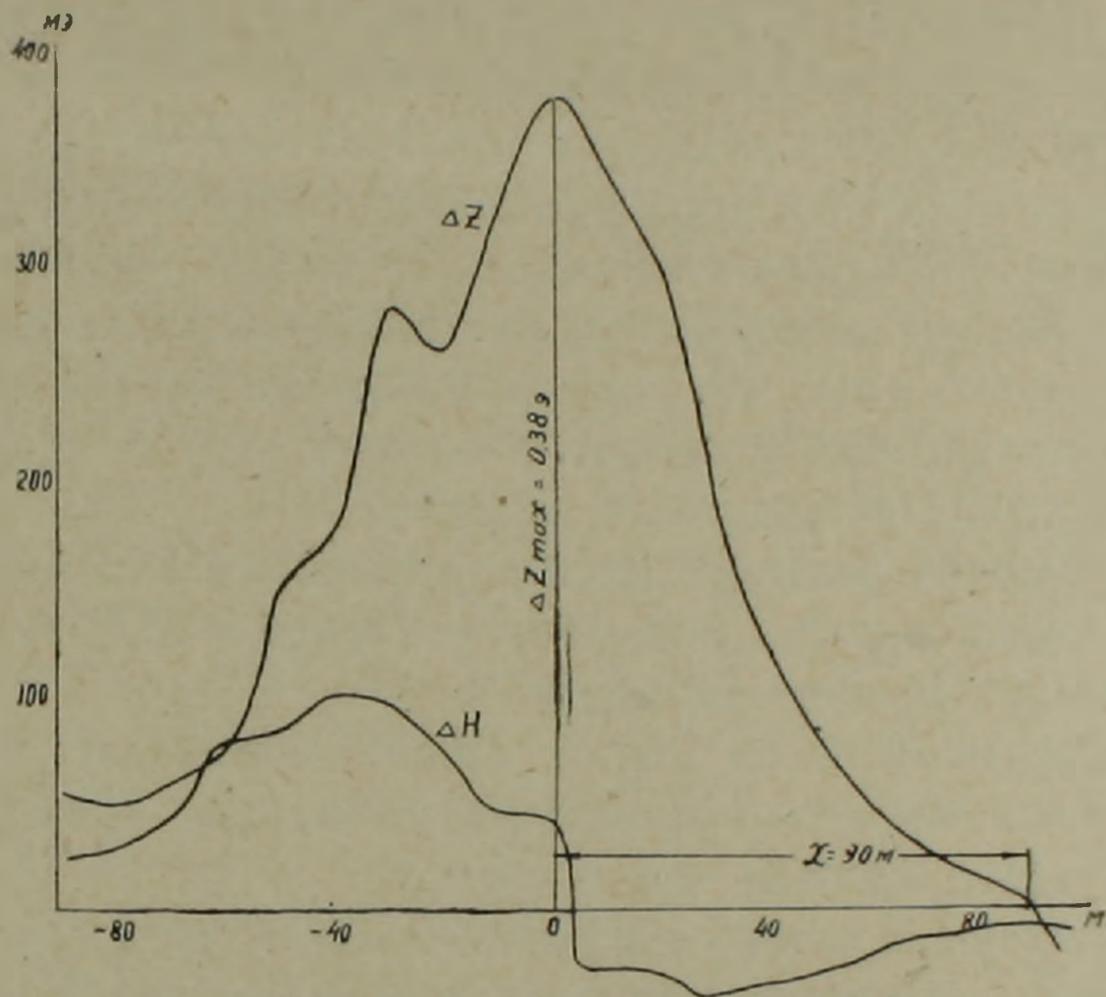


У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я



Фиг. 2. Карта изодинам ΔZ железорудного месторождения Цакери-Дош. 1) Положительные изодинамы ΔZ ; 2) Отрицательные изодинамы ΔZ ; 3) Профиль и точки наблюдений; 4) Штольни; 5) Буровые скважины; 6) Шурфы; 7) Старые выработки; 8) Оруденелые участки штолен; 9) Аллювиально-делювиальные отложения; 10) Старый отвал; 11) Лорфириты; 12) Брекчии порфиритов и туфов (туфобрекчии); 13) Известняки риффовые; 14) Участки выходов рудоносных пород на поверхности; 15) Участки рудоносных пород по разведочным и магнитометрическим данным.

аномальной зоны. Указанный глубокий шурф (№ 13а) сначала встретил под наносами вкрапленное оруденение, переходящее книзу в прожилковое, а с глубины 12 м прошел по массивной магнетитовой руде, в которой был приостановлен из-за притока грунтовых вод. Этот шурф был задан почти в центре аномалии, для которой нами сделаны приведенные выше расчеты. Как видим, полученное путем расчетов значение глубины верхней границы (15 м) мало отличается от фактической глубины, установленной проходкой шурфа (12 м).



Фиг. 7. Графики ΔZ и ΔH по профилю — XXI месторождения Судагян.

В результате разведочных работ на Судагянском месторождении выделены четыре рудоносных участка, оговорены и учтены при подсчете запасов 32 рудных тела. В северо-западной части месторождения кроме линзообразных рудных тел отмечаются также пластообразные тела, часто переходящие во вкрапленный тип оруденения, а в юго-восточной части — рудные тела имеют форму линз, гнезд и штокверков. Мощность рудных тел в северо-западной части достигает до 6 м, а в юго-восточной — до 20 м. Разведка месторождения была прекращена по техническим причинам, в силу невозможности ручной проходки.

Разведочные работы на месторождении вполне подтвердили данные магниторазведочной съемки, что видно на карте изодинам ΔZ с геологической основой месторождения (фиг. 6). Приведенные здесь геологические разрезы уточнены нами на основании данных магниторазведочных работ.

По подсчетам геологоразведочной партии ориентировочные запасы до глубины 75 м составляют 5 млн. тонн руды. Руды легко обогащаемые; месторождение может разрабатываться открытыми работами до 50—60 м. По данным предварительных разведочных работ ору-

денение неравномерное, рудные тела, в основном, небольшие и разрозненные. Однако проведенный объем разведочных работ оказался недостаточным для выяснения характера оруденения на глубине. По полученным магниторазведочным данным, наибольшее внимание должна привлечь аномалия II, особенно ее западная часть, выраженная относительно слабыми изменениями поля. Здесь можно ожидать оруденение на глубине. По приведенным выше приближенным расчетам, глубина верхней кромки рудных тел в этой части составляет около 30 м. Если подтвердится это предположение, то запасы месторождения должны намного увеличиться. Кроме того разведочными работами проверены лишь небольшие участки магнитных аномалий, особенно на юго-восточном и центральном участках (аномалии I, III), и, по всей вероятности, приведенные выше запасы возрастут также за счет неразведанной аномалии I и юго-западной части (аномалии III). Из всего сказанного ясно, что перспективы месторождения нельзя считать окончательно выясненными и следует рекомендовать дальнейшее продолжение разведочных работ.

При дальнейшей разведке месторождения мы рекомендуем:

1. Продолжить магниторазведочную съемку в юго-восточной части месторождения (южнее аномалии I).

2. Продолжить шурф № 13а (в районе аномалии II). Если по техническим причинам нет возможности увеличить проходку, то на этом участке задать буровые скважины.

3. На аномалии II задать скважины по двум-трем широтным разведочным линиям с постепенным смещением скважин от центра аномалии на запад.

4. В зонах максимумов ΔZ аномалии I задать шурфы с целью вскрытия рудных тел.

5. На аномалии I задать несколько скважин с целью прослеживания рудных тел в западном направлении.

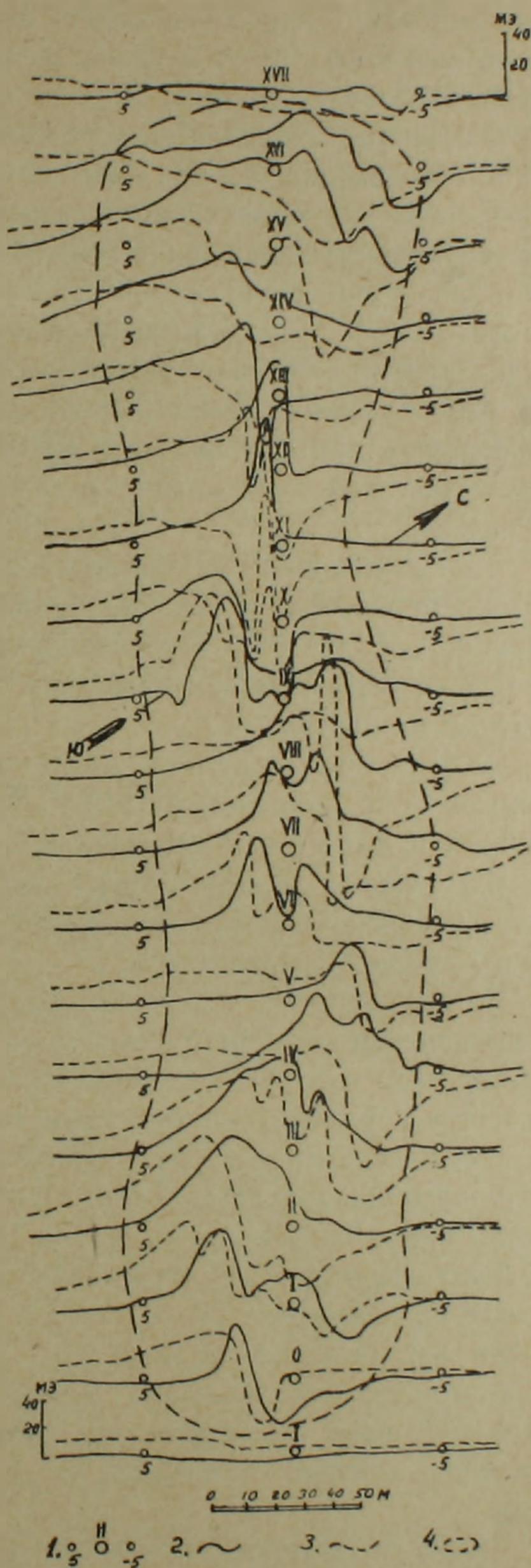
4. Месторождение Ахавнадзор. Месторождение расположено в Ахтинском районе, в 0,3 км к СЗ от с. Ахавнадзор и в 13 км к СЗ от с. Ахта.

Участок месторождения сложен известняками и вулканогенными породами нижнего палеозоя-допалеозоя, прорванными интрузией кварцевого диорита. Зона оруденения расположена непосредственно в экзоконтакте интрузии и протягивается в СЗ направлении на расстоянии более 300 м. Главным рудным минералом является магнетит. Встречаются гематит, халькопирит и пирит. Месторождение относится к контактово-метасоматическому типу.

Детальной магниторазведочной съемкой, проведенной на площади около 0,2 кв. км, на месторождении Ахавнадзор была выявлена, прямолинейно тянущаяся в северо-западном направлении, аномальная полоса длиной в 400–450 м (фиг. 8). Ширина изменяется от 40 м до 90 м. Оси отдельных аномалий имеют также в общем северо-западное (в северо-западной и юго-восточной частях участка близкое к

северному) направление. Полученные аномалии характеризуются резкой изменчивостью магнитного поля, что, очевидно, также вызвано имеющим место непостоянством магнитных свойств, влиянием рельефа и одновременным действием многих изолированных рудных тел. Интенсивность аномалий ΔZ в максимуме достигает 80 мЭ. Площадь и интенсивность отрицательных полей небольшие. Только между профилями IX и XII отрицательное поле ΔZ достигает значительных размеров и интенсивности (до 70 мЭ). Большая интенсивность аномалий и наличие отрицательных полей свидетельствуют о небольшой глубине залегания и небольшом распространении на глубину рудных тел в этой части участка. По данным съемки, наибольшего внимания заслуживает юго-восточная часть месторождения (между профилями I и V), где отрицательные поля имеют небольшое распространение. Рассматривая кривые по профилям и карты изодинам, можно сделать вывод о кулисообразном расположении рудных тел. Почти симметричное расположение изодинам ΔZ и ΔH по отношению к оси аномалии с некоторым разрежением с северо-востока на юго-запад говорит о юго-западном крутом падении рудных тел.

В 1950 г., параллельно с разведкой месторождения Судагян, небольшими разведоч-



Фиг. 8. Магнитные профили ΔZ и ΔH Ахавнадзорского железорудного месторождения. 1) Профили и точки наблюдений; 2) Кривая ΔZ ; 3) Кривая ΔH ; 4) Контур аномальной зоны.

ными работами изучалось также месторождение Ахавнадзор. Было задано несколько канав и одна разведочная штольня, которая была приостановлена на глубине 20 м.

Указанные поисково-разведочные выработки подтвердили данные магниторазведочной съемки—все они встретили руду. На основании проведенных небольших работ разведчики пришли к выводу о целесообразности продолжения на месторождении поисково-разведочных работ для полного выявления характера оруденения и перспектив месторождения. С этим выводом надо полностью согласиться, ибо наличие на месторождении интенсивных аномалий, высокое качество руд, благоприятные экономические условия вызывают интерес к месторождению, которое вместе с другими месторождениями Мармарикской надвиговой зоны может увеличить перспективы района в целом на железо.

При дальнейших разведочных работах рекомендуем заложить несколько буровых скважин, вертикальных или с наклоном к востоку, глубиной порядка 50—75 м. Скважины следует заложить в первую очередь на указанном выше наиболее перспективном участке, в 10—20 м к западу от максимума.

5. Месторождение Меградзор. Месторождение открыто геологом А. Г. Мидяном в 1949 г. Расположено в Ахтинском районе, в 1,5 км к ЮЗ от с. Меградзор и в 20 км к западу от с. Ахта.

На участке месторождения развиты метаморфические сланцы нижнего палеозоя-допалеозоя, прорванные третичной интрузией кварцевого диорита-гранодиорита.

Содержание Fe в руде колеблется от 20 до 60% в зависимости от степени насыщенности сланцев магнетитом. По минералогическому составу руда относится к кварц-магнетитовому типу. Месторождение относится к высокотемпературным гидротермальным образованиям.

Детальной магниторазведочной съемкой на двух участках этого месторождения (на двух бортах ущелья Айдин-Дзор) общей площадью около 0,2 кв. км выявлены аномалии значительной площади с общим юго-восточным простиранием, интенсивность которых в основном не превышает 20—30 мЭ (в отдельных точках достигает до 45—50 мЭ). Падение рудных тел, по данным магниторазведочной съемки, почти вертикальное, с некоторым уклоном на юго-запад. Магнитное поле месторождения сложное, вследствие влияния тех же факторов, которые отмечались на рассмотренных выше месторождениях.

Судя по интенсивности и характеру полученных аномалий, они, по-видимому, вызваны мелкими рудными телами—небольшими жилами и прожилками кварц-магнетитового состава, разбросанными на значительной площади в толще метаморфических сланцев, а также вкрапленностью магнетита в сланцах. Небольшие размеры и сравнительно слабая интенсивность отрицательных полей дают основание

сделать предположение о крутом падении и значительной глубине распространения рудной зоны.

На основании предварительных полевых данных магниторазведочных работ, по профилям магнитных наблюдений геологоразведочной партией было пройдено несколько канав, которые вскрыли в метаморфических сланцах ряд рудных тел, представленных жилами и прожилками кварц-магнетитового состава. Широко развита вкрапленность магнетита в сланцах. На основании данных наземных выработок, геологами партии был сделан вывод, что кварц-магнетитовые жилы, в основном, маломощны, по простиранию быстро выклиниваются и неравномерно развиты на большой площади в толще безрудных метаморфических сланцев. Исходя из этого, они пришли к заключению, что месторождение не перспективное.

Магниторазведочной съемкой установлены аномалии на значительной площади. Судя по полученным аномалиям, глубина распространения рудной зоны значительная. Экономика месторождения благоприятная. По нашему мнению, судить окончательно о перспективах месторождения, исходя из произведенного объема разведочных работ преждевременно.

В ы в о д ы

1. Как видно из приведенных, а также из имеющихся у нас данных по другим месторождениям и проявлениям, при проведении магниторазведочных работ на железорудных месторождениях и проявлениях Армении имеет место влияние следующих факторов, искажающих и осложняющих магнитное поле:

а) Наличие мелких изолированных рудных тел, близко расположенных одно от другого.

б) Непостоянство магнитных свойств рудного материала.

в) Сильно пересеченный горный рельеф местности.

Одновременное влияние всех этих факторов затрудняет или часто практически исключает возможность проведения количественных расчетов, а иногда осложняет даже качественные выводы.

2. Детальная магниторазведочная съемка почти на всех исследованных нами железорудных месторождениях дала контуры отдельных тел, зон оруденения в целом, а также указания о простирании и падении рудных тел. Этого вполне достаточно для постановки геологоразведочных работ. В отдельных случаях, несмотря на наличие отмеченных искажающих и осложняющих факторов, оказалось возможным произвести некоторые приближенные расчеты по определению размеров и глубин залегания рудных тел, результаты которых довольно хорошо совпадают с данными разведочных работ (месторождения Цакери-Дош и Судагян).

3. На основе данных магниторазведочной съемки, на наиболее перспективных Цакери-Дошском и Судагянском железорудных место-

рождениях в 1950 г. Армгеолуправлением были запроектированы и проведены разведочные работы. Последние подтвердили данные магниторазведочной съемки. Однако, на обоих месторождениях, по разным причинам, разведочные работы не были доведены до конца. Были проверены не все аномалии, в том числе совершенно не затронуты слабые аномалии. Кроме того, этими работами месторождения изучены на глубину недостаточно. Необходимо в дальнейшем продолжить разведочные работы, которые, несомненно, значительно расширят перспективы месторождений.

После Судагянского и Цакери-Дошского месторождений, по магниторазведочным и геологическим данным, наибольшего внимания заслуживают Капутанское месторождение магнетит-апатитовых руд [6] и Агарцинское месторождение магнетитовых песчаников. Необходимо проведение на них дальнейших разведочных и магниторазведочных работ*.

Железорудные месторождения Мисхана, Ахавнадзор и Меградзор по своим масштабам значительно меньше месторождений Цакери-Дош, Судагян, а также Капутан и Агарцин. На них проведены небольшие разведочные работы, подтвердившие данные магниторазведочной съемки. Дальнейшие разведочные работы дадут возможность окончательно выяснить перспективы этих месторождений.

4. Накопившийся к настоящему времени опыт и положительные геологические результаты ряда проведенных работ позволяют, несмотря на сложность геолого-физических условий, рекомендовать широкое применение метода магниторазведки для исследования железорудных месторождений и проявлений в Армении.

Некоторые из исследованных нами железорудных месторождений Армении, изученные предварительными разведочными работами, уже сейчас представляют определенный интерес для промышленности. Железные руды месторождений Судагян, Цакери-Дош, Агарцин (руды последнего титан- и ванадийсодержащие) и некоторых других, а также выявленных новых месторождений Зангезурского рудного района могут быть использованы для организации производства в республике качественных сталей и сплавов. Для этого республика располагает всеми необходимыми условиями — наряду с железными рудами на территории Армянской ССР известны также месторождения молибдена, хрома и марганца.

В этом аспекте проведенное изучение железорудных месторождений Армении можно рассматривать как необходимый этап на пути создания сырьевой базы для местной металлургической промышленности. Дальнейшее комплексное изучение месторождений железа с производством на них детальных магниторазведочных и геологораз-

* Результаты работ на этих месторождениях в статье не приведены.

ведочных работ, несомненно, расширит сырьевые ресурсы железных руд и ускорит вовлечение их в народное хозяйство республики.

Институт геологических наук
АН АрмССР

Поступила 1 III 1959

Է. Հ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ՄԱԿՆԻՍԱԿԱՆ ՀԵՏԱԿՈՒԶՈՒԹՅԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՓՈՐՁԸ ՀՅՈՒՄԻՍԱՅԻՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԵՐԿԱԹԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՎՐԱ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Երկրաբանական ինստիտուտը 1945 թ. սկսել է սիստեմատիկորեն զբաղվել Հայաստանի երկաթի հանքավայրերի ուսումնասիրությամբ: Այդ ուսումնասիրությունների ժամանակ մեծ տեղ են գրավել մագնիտահետախուզական աշխատանքները:

1945—1954 թթ. ընթացքում մագնիտոմետրական հետազոտություններով ընդգրկվել են Հյուսիսային Հայաստանի երկաթի հայտնի հանքավայրերի և երևակումների մեծ մասը:

Հողվածում շարադրված են մագնիտահետախուզության տված արդյունքները այդ հանքավայրերից մի քանիսում:

Մանրամասն հանույթ կատարելիս հետախուզական պրոֆիլների միջև հեռավորությունը ընդունվել է 25 մ մինչև 50 մ. դիտարկումները պրոֆիլների վրա կատարվել են յուրաքանչյուր 10 մ հետո, իսկ անհրաժեշտության դեպքում ավելի հաճախ: Հետազոտությունները համարյա միշտ կատարվել են M-1 մագնիտոմետրի օգնությամբ: Չափվել են անոմալ մագնիսական դաշտի ուղղահայաց բաղադրիչը ΔZ և հորիզոնական բաղադրիչը ΔH :

Մագնիտոմետրական հանույթի արդյունքները ներկայացված են ΔZ -ի և ΔH -ի գրաֆիկների և իզոդինամների քարտեզների ձևով:

Ստացված տվյալների հիման վրա հեղինակը հանդում է հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Հայաստանի երկաթի հանքավայրերի վրա մագնիտահետախուզության կիրառման ընթացքում տեղի ունի հետևյալ գործոնների ազդեցությունը, որոնք քարդացնում և աղավաղում են մագնիսական դաշտը՝

ա) իրարից մոտիկ դասավորված, մանր, մեկուսացած հանքային մարմինների ներկայությունը.

բ) հանքանյութի մագնիսական հատկությունների փոփոխականությունը.

գ) վայրի խիստ կտրատված լեռնային սելվեֆը:

Այս գործոնների միաժամանակյա ազդեցությունը դժվարացնում է կամ հաճախ գործնականորեն բացառում քանակական հաշվումներ կատարելու հրնարավորությունը, իսկ երբեմն խանգարում է նույնիսկ որակական եզրակացություններին:

2. Համարյա բոլոր հետազոտված հանքավայրերի վրա մանրամասն մագնիտահետախուզական հանույթը տվել է առանձին հանքամարմինների կամ ամբողջ հանքային զոնայի եզրագծերը. ինչպես նաև տվյալներ հանքամարմինների տարածման և անկման վերաբերյալ: Դա լրիվ բավարար է այդ հանքավայրերում երկրաբանահետախուզական աշխատանքներ կատարելու համար:

Չնայած նշված աղավաղող և բարդացնող գործոնների առկայությունը, առանձին դեպքերում հնարավոր է եղել կատարել մոտավոր հաշվումներ հանքամարմինների չափերը և տեղադրման խորությունը որոշելու համար, որոնք բավականին լավ համընկնում են հետախուզական աշխատանքների տվյալների հետ (Ծակերի-դոշի և Սուդագյանի հանքավայրեր):

3. Մագնիտահետախուզական հանույթի տվյալների հիման վրա 1950 թ. Հայկական երկրաբանական վարչությունը ամենից ավելի հեռանկարային Սուդագյանի և Ծակերի-դոշի հանքավայրերում կատարել է հետախուզական աշխատանքներ. վերջինները հաստատել են մագնիտահետախուզական հանույթի տվյալները: Մակայն, տարբեր պատճառներով, այդ երկու հանքավայրերում էլ հետախուզական աշխատանքները չեն հասցվել մինչև վերջ: Ստուգված են ոչ բոլոր անոմալիաները, իսկ թույլ անոմալիաները բոլորովին չեն հետախուզված: Բացի այդ, հանքավայրերի խորը հորիզոնները բավարար չափով չեն ուսումնասիրված: Անհրաժեշտ է հետագայում շարունակել հետախուզական աշխատանքները, որոնք անկասկած մեծ չափով կընդլայնեն այդ հանքավայրերի հեռանկարները:

Ծակերի-դոշի և Սուդագյանի հանքավայրերից հետո, մագնիտահետախուզության և երկրաբանական տվյալների համաձայն արժանի են ուշադրություն մագնետիտ-ապատիտային հանքանյութերի Կապուտանի և մագնետիտային ավազաքարերի Հաղարծնի հանքավայրերը: Անհրաժեշտ է այդ հանքավայրերում անցկացնել հետագա հետախուզական և մագնիտոմետրական աշխատանքներ:

Միսխանայի, Աղավնաձորի և Մեղրաձորի երկաթի հանքավայրերը իրենց մասշտաբներով շատ ավելի փոքր են քան Ծակերի-դոշի, Սուդագյանի, ինչպես նաև Կապուտանի ու Հաղարծնի հանքավայրերը: Նրանք ուսումնասիրված են փոքրածավալ հետախուզական աշխատանքներով: Հետագա հետախուզական աշխատանքները հնարավորություն կտան վերջնականապես պարզել այդ հանքավայրերի հեռանկարները:

4. Չնայած երկրաբանական և գեոֆիզիկական բարդ պայմաններին, ներկայիս կուտակված փորձը և մի շարք կատարված աշխատանքների դրական երկրաբանական արդյունքները թույլ են տալիս առաջարկել մագնիտոմետրական մեթոդի լայն կիրառումը Հայաստանի երկաթի հանքավայրերի ուսումնասիրության գործում:

Ուսումնասիրված երկաթի հանքավայրերից մի քանիսը, որոնք հետադոտված են նախնական հետախուզական աշխատանքներով, արդեն որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում արդյունաբերության համար: Սուդագյանի, Ծակերի-դոշի, Հաղարծնի (վերջինի հանքանյութերը պարունակում են տիտան և վանադիում) և մի շարք այլ հանքավայրերի, ինչպես նաև Ջանգեզուրի հանքային շրջանի վերջերս հայտնաբերված հանքավայրերի երկաթի հանքանյութերը կարող են օգտագործվել ռեսպուբլիկայում որակյալ պողպատների և հատուկ համաձուլվածքների արտադրություն կազմակերպելու համար: Թեպետև ներկայիս դրա համար իր տրամադրություն տակ ունի բոլոր պայմանները՝ երկաթի հանքանյութերի հետ միասին Հայաստանի տերիտորիայում հայտնի են նաև մոլիբդենի, քրոմի և մարգանեցի հանքավայրեր:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Логачев А. А.* Курс магниторазведки. Гос. изд. геологической литературы, Москва, 1951.
2. *Логачев А. А.* Методическое руководство по аэромагнитной съемке. Госгеолтехиздат, Москва, 1955.
3. *Магакьян И. Г.* Металлогения Армении. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1954.
4. *Хачатурян Э. А.* Генетические типы железорудных месторождений Армянской ССР и перспективы их освоения. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1953.
5. *Арутюнян Э. А.* О магнитных свойствах пород и руд железорудных месторождений северной Армении. Изв. АН Армянской ССР (серия геологических и географических наук), том XI, № 5, Ереван, 1958.
6. *Акопян Ц. Г., Арутюнян Э. А.* Опыт магнитной разведки железорудного месторождения в сложных геологических условиях. Изв. АН Армянской ССР (серия геологических и географических наук), том X, № 4, Ереван, 1957.