

ше, чем плоских моделей. Масштаб моделирования менее чувствителен к геометрическим размерам моделируемого объекта.

Таблица 1

Значение линейного масштаба моделирования  $\lambda$  при разных значениях  $m, l$

| $m \backslash l$ | 30    | 60    | 90    | 120   | 150   | 180   |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1                | 0.01  | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.001 |
| 2                | 0.057 | 0.041 | 0.034 | 0.029 | 0.026 | 0.024 |
| 3                | 0.096 | 0.078 | 0.069 | 0.063 | 0.059 | 0.056 |

Институт геофизики и инженерной сейсмологии  
АН Армянской ССР

Поступила 2 X. 1987.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амаян Р. О. Об одном методе выбора оптимального масштаба модели строительных конструкций с учетом внешних воздействий. В кн.: VIII сессия ННН Закавказских республик по строительству. Тбилиси, 1973, с. 28—32.
2. Амаян Р. О. Статистическое подобие при моделировании строительных конструкций на сейсмическое воздействие. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1986, с. 150.
3. Назаров А. Г. О механическом подобии твердых деформируемых тел. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1965, с. 220.
4. Покровский Г. И., Федоров И. С. Центробежное моделирование в строительном деле. Изд. литературы по строительству. М., 1968, с. 246.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 5, 66—69.

УДК:553.411:550.84:543 (479.25)

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Л. С. СМБАТЯН, А. А. КАРАГУЛЯН, А. М. ТЕРЯН, Н. Д. МАРУХЯН

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ЧАСТИЧНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ (ЧИМ) НА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

Обычно работать методом частичного извлечения металлов (ЧИМ) в условиях с высокими удельными электрическими сопротивлениями почвенного слоя, превышающими 1000 ом.м, не рекомендуется. В таких условиях невозможно выйти на режим, нормальный для извлечения золота. Наблюдения авторов показали, что в условиях с высокими  $\rho_k$  можно также вести извлечение золота в режиме, заниженном в 2 раза. Такое положение важно не только для условий Армении, но и других засушливых регионов СССР, так как  $\rho_k$  почвенного слоя для большинства регионов посезонно колеблется в широком диапазоне, резко возрастая к середине лета.

В настоящее время ЧИМ применяется при поисках глубокозалегающих рудных тел. В основе метода лежат процессы электрохимического растворения горных пород и руд, перенос под действием электрического тока растворенных компонентов, накопления и определения элементов в точках наблюдения. От внешнего источника тока длительное время через заземленные электроды, оборудованные для накопления химических элементов, через горные породы пропускается электрический ток. Наложение электрического поля на среду вызывает движение ионов в поровой влаге: катионы к катоду, анионы к аноду [1].

Принудительное селективное извлечение и накопление электроподвижных форм элементов из гипергенного ореола, обуславливающего разную концентрацию элементов над рудами и в удалении от них, поз-

воляет выявить те ореолы, интенсивность которых ниже чувствительности аналитических определений. Для того, чтобы на разных точках профиля извлечение происходило одинаковым образом, необходимо соблюдать равные условия возбуждения процессов, которые зависят от времени наложения и структуры электрического поля. Для характеристики последнего достаточно измерения напряженности по двум взаимно перпендикулярным радиусам с помощью двух электродов при фиксированном расстоянии между ними. Исходя из величины сопротивления почвенного слоя, замеренного в точках наблюдения, требуемые значения силы тока и соответствующие напряженности поля можно заранее рассчитать из выражений:

$$J_p = \frac{k_1}{\sqrt[3]{\rho_k}}, \quad E_p = k_2 \sqrt[3]{\rho_k^2}, \quad (1)$$

где  $k_1 = 1.52 \text{ а} \cdot \text{ом}^{1/2} \cdot \text{м}^{1/3}$ ,  $k_2 = 4 \text{ В/ом}^{2/3} \cdot \text{м}^{5/3}$  для золота;  
и  $k_1 = 0.76 \text{ а} \cdot \text{ом}^{1/2} \cdot \text{м}^{1/3}$ ,  $k_2 = 2 \text{ В/ом}^{2/3} \cdot \text{м}^{5/3}$  для халькофильных элементов.

Полученные значения  $J_p$  и  $E_p$  задаются, контролируются и поддерживаются в течение всего времени извлечения (20 часов).

В Армении работы методом ЧИМ начаты с 1983 г. За эти годы авторами сконструированы две станции (10- и 32-канальная), позволившие реализовать метод на ряде известных рудных месторождений.

В 1985—1986 гг. проводились поисковые работы на золоторудных месторождениях, где оруденение представлено жилами, прожилками простой и сложной морфологии с наличием пережимов и раздувов, зонами прожилково-вкрапленной минерализации, перекрытых рыхлыми отложениями мощностью 0,2—15 м.

При работах на первом месторождении авторы столкнулись со сложностями, сопряженными с высокими  $\rho_k$  почвенного слоя, достигающими 7—10 тыс. ом·м. Обычно работать в таких условиях не рекомендуется, так как для преодоления такого значения сопротивлений требуются энергетические установки с высоким выходным напряжением (1500—2000 В), или, если позволяют условия, достигают более увлажненных горизонтов рытвем лунок глубиной 0,5—1 м. Однако такой способ весьма трудоемкий и не всегда осуществим. Поэтому авторами было принято решение провести извлечение в режиме, позволяющем обстановкой, и уяснить возможные изменения в результатах, зависящих от смены характера электрического поля.

На первом участке месторождения 1 наблюдения велись по трем параллельным профилям, заданным вкрест известной рудной жилы. Пикеты № 4 всех профилей расположены над этой жилой. При мощности рыхлых отложений 0,3—10 м, возрастанием от пк1 к пк42,  $\rho_k$  почвенного слоя в точках наблюдения по профилям 1 и 2 составляли первые сотни ом·м. Геоэлектрехимическое извлечение на обоих профилях велось в режиме, нормальном для золота, т. е. заданная сила тока ( $J_2$ ) и напряженность ( $E_2$ ) соответствовали расчетным. На профиле 3 сопротивление менялось в пределах 1000—2000 ом·м, а в некоторых точках (пк 14, 15) достигало 5000—7000 ом·м. По тому же профилю на пк4 масса извлеченного золота составила 0,075 мг, в то время как на тех же пк профиля 1 и 2 составила 0,023 и 0,08 мг, хотя и на пк4 профиля № 3,  $\rho_k = 2000 \text{ ом·м}$ ,  $J_p = 120 \text{ ма}$ ,  $E_p = 280 \text{ В/м}$ ,  $J_2 = 30 \text{ ма}$ ,  $E_2 = 300 \text{ В/м}$ , т. е.  $J_2$  много меньше  $J_p$ .

Подобное наблюдалось и на других точках, где массы извлеченного золота достигали аномальных значений:

пк11— $\rho_k = 1900 \text{ ом·м}$ ,  $J_p = 120 \text{ ма}$ ,  $E_p = 500 \text{ В/м}$ ,  $J_2 = 60 \text{ ма}$ ,  $E_2 = 215 \text{ В/м}$ .

пк21— $\rho_k = 1050 \text{ ом·м}$ ,  $J_p = 150 \text{ ма}$ ,  $E_p = 400 \text{ В/м}$ ,  $J_2 = 100 \text{ ма}$ ,  $E_2 = 280 \text{ В/м}$ ;

пк31— $\rho_k = 1100 \text{ ом·м}$ ,  $J_p = 140 \text{ ма}$ ,  $E_p = 420 \text{ В/м}$ ,  $J_2 = 100 \text{ ма}$ ,  $E_2 = 280 \text{ В/м}$ .

На втором участке того же месторождения (рис. 1), при мощности рыхлых отложений 10—15 м, наблюдения велись по четырем профилям на расстоянии 10 м друг от друга. Удельное сопротивление на 11 точках профиля 1 ниже 1000 ом·м и заданные параметры электрического поля близки к расчетным. На точках с аномальными значениями извлеченного золота пк 4, 6, 12, 13, 15, 18, 21 (рис. 2) значения почвенного слоя составляли 1500, 3000, 3500, 3000, 3000, 2100, 1800 ом·м, и, хотя значения  $J_z$  были заданы в 2 и более раза меньше  $J_p$ , значения  $E_z$  оказались равны  $E_p$ .

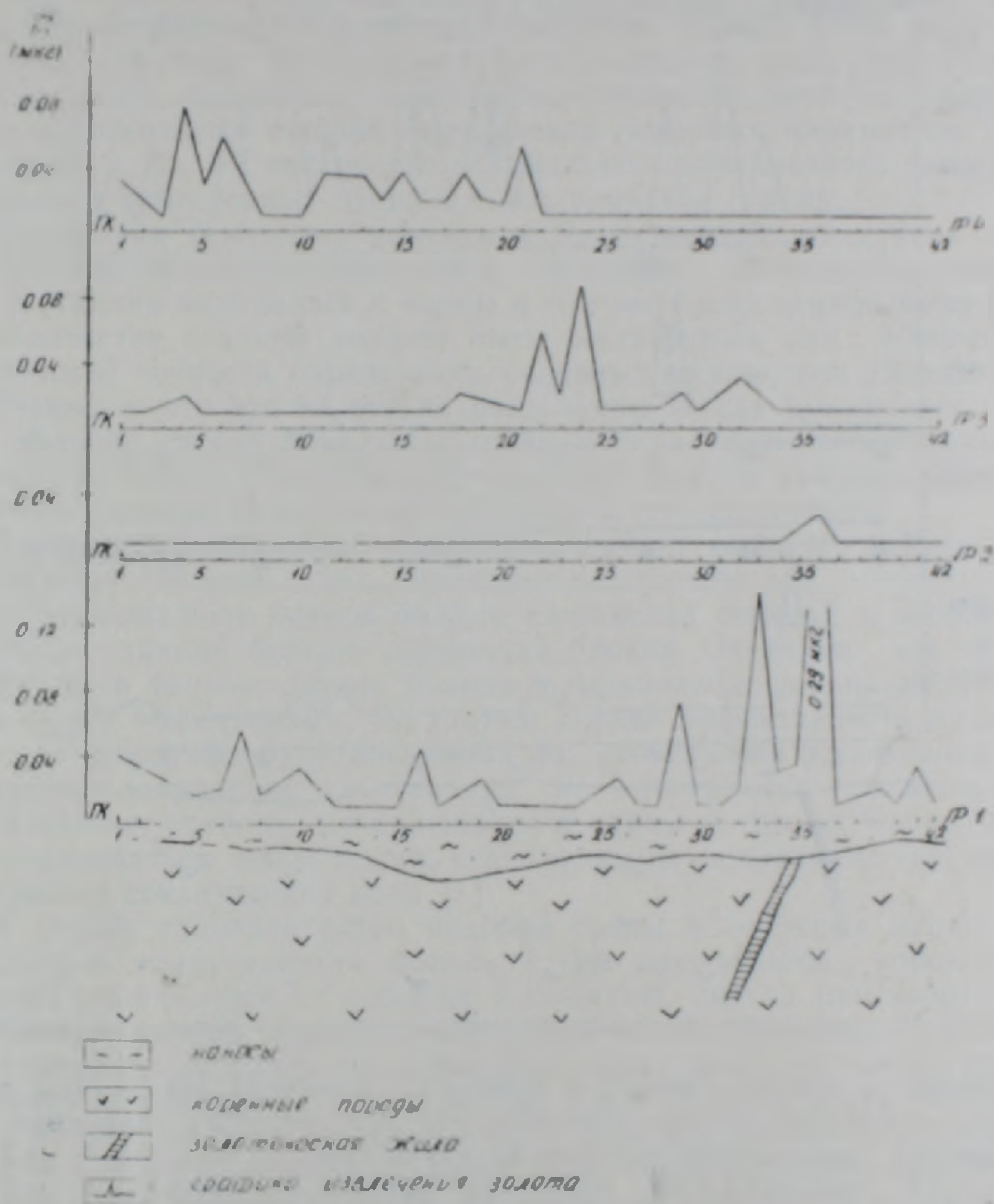


Рис. 1. Месторождение 1. Участок 2. Графики электрохимического извлечения золота.

В отличие от профиля 4, аномальные значения профиля 1 соответствуют точкам 1, 2, 4, 16, 19, 35, 36 с  $\rho_k$  равными 2000, 5000, 1400, 1600, 1700, 1400, 2500 ом·м, остальные аномальные точки с  $\rho_k$  ниже 1000 ом·м, и извлечение на этих точках прошло в режиме, нормальном для золота. Как и в случае профиля 4, значения  $J_z$  точек 1, 2, 4, 16, 19, 35, 36, были заданы в 2 и более раза меньше  $J_p$  и в этом случае  $E_z$  равна  $E_p$ . Такое несоответствие между  $J_z$  и  $J_p$  наблюдалось на обоих участках месторождения. Очевидно, здесь сказывались структурные особенности припочвенного горизонта, влияющие на структуру электрического поля в почвенном слое вокруг точек наблюдения.

На месторождении 2, перекрытом рыхлыми отложениями мощностью до 12 м, с  $\rho_k$  почвенного слоя менее 1000 ом·м, пройдено 6 профилей. Одной станцией задавался нормальный режим, а другая вела

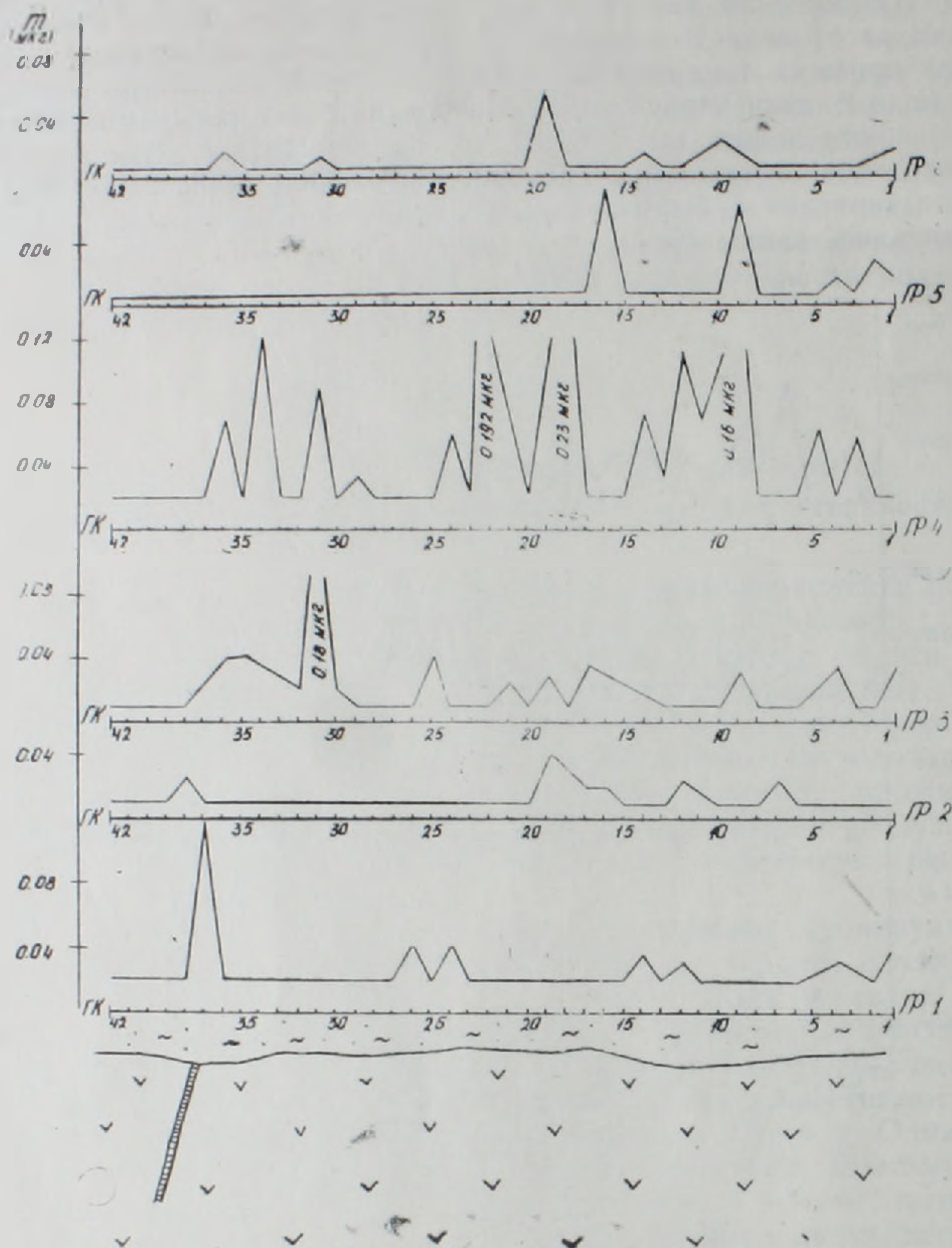


Рис. 2. Месторождение 2. Графики электрохимического извлечения золота.

извлечение в режиме  $J_3 = J_p/2$  и  $E_3 = E_p/2$ . Сравнивая результаты работ обеими станциями, можно отметить, что при фоновых значениях того же порядка, аномальные извлечения точек (рис. 2) пр1-пк1,4; пр2-пк7; пр3-пк1,4,9; пр4-пк3,5,9,10; пр5-пк2,9; пр6-пк1,10 велись в режиме, нормальном для золота, на остальных аномальных точках извлекалось в заниженном режиме.

Следовательно, извлечение золота можно вести и получить объективную информацию, задаваясь в выражениях [1] коэффициентами

$$k_1 = 0.76 a \cdot \Omega^{1/3} \cdot m^{1/3}, \quad k_2 = 2 B / \Omega m^{2/3} \cdot m^{5/3},$$

т. е. в режиме извлечения халькофильных элементов. Такое положение важно не только для условий Армении, но и для других засушливых регионов СССР, так как  $\rho_k$  почвенного слоя для большинства регионов посезонно колеблется в широком диапазоне, резко возрастая к середине лета.

Геолого-геофизическая экспедиция  
Управления геологии АрмССР

Поступила 20.X.1987.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рысс Ю. С. Геоэлектрохимические методы разведки. (Введение в геоэлектрохимию). Л: Недра, 1983.