

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОКНА ДЛЯ САМОНАСТРАИВАЮЩЕЙСЯ ФИЛЬТРАЦИИ

© 2007 г. К. А. Карапетян\*, З. А. Чилингарян\*\*

\*Институт геофизики и инженерной сейсмологии НАН РА,  
3115, г. Гюмри, В. Саргсяна, 5, Республика Армения  
iges@shirak.am

\*\*Армянский Государственный Политехнический Университет (Гюмр. филиал)  
3115, г. Гюмри, М. Мкртчяна, 2, Республика Армения  
zaven87@yandex.ru

Поступила в редакцию 20.06.2007 г.

При обработке данных площадных геофизических наблюдений исследованы возможности самонастраивающейся фильтрации. По данным статистических характеристик измеренных геофизических полей определены оптимальные параметры и размер окна обработки для самонастраивающегося фильтра. Выделены и уточнены аномальные участки и конфигурации аномальных зон.

При обработке данных площадных геофизических наблюдений выделение и классификацию аномалий приходится проводить по различным простирациям, часто при высоком уровне помех. Под помехами понимаем факторы, осложняющие производство измерений геофизического поля и интерпретацию получаемых данных.

Различают активные помехи (блуждающие токи, микросейсмы, временные вариации поля и др.) и пассивные (неоднородность перекрывающих пород, рельеф, влияние посторонних объектов – как естественных, так и искусственных и т. д.). Первые обуславливают появление в той или иной степени заметных ошибок измерений, накладывающихся на инструментальные погрешности и зависящих от чувствительности применяемой аппаратуры. Вторые дают дополнительные поля, искажающие поле искомого объекта.

В электроразведке помехи часто обусловлены изменениями сопротивлений пород как по площади, так и по глубине за счет незначительных вариаций в их литологическом и фаціальном составе, степени обводненности и минерализации подземных вод, неоднородности рыхлых отложений и т. п. Кроме того, на результаты измерений в методах электроразведки оказывают влияние токи в Земле естественного и искусственного происхождения (теллурические, индустриальные и др.) (Тархов и др., 1982).

Однако, наиболее ощутимое искажение данных геоэлектрического метода вызывают электрические помехи от промышленных источников. Эти помехи условно разделяются на гармонические, источниками которых являются все установки, работающие на токе промышленной частоты 50 Гц (линии высоковольтных электропередач, установки трехфазного тока с заземленным нулевым проводом и т. п.) и нестационарные низкочастотные, возникающие в результате утечек с электрофицированных железных дорог и установок, питаемых постоянным током.

При анализе влияния помех, в общем случае, необходимо иметь в виду следующие обстоятельства. Во-первых, помехи одного и того же типа неодинаково влияют на результаты изме-

рений различными геофизическими методами. Во-вторых, влияние помех может быть исключено или ослаблено различными способами: специальными приемами обработки полевых данных, в данной работе методами математической статистики.

Подобные ситуации типичны для большинства рудных месторождений Армении, характеризующихся сложными геологическим строением и геофизическими полями. Алгоритмы выделения слабых аномалий, основанные на знании формы полезного сигнала и статистических свойств помех, оказываются недостаточно эффективными.

В этом случае значительно перспективными являются самообучающиеся системы (Лукина, Никитин 1976; Петров, Никитин, 1989). При использовании этих систем основное значение приобретают критерии многомерного статистического анализа. Самообучение в этих случаях состоит в том, что параметры аномалий (форма, амплитуда, протяженность) и помех (дисперсия, корреляционные свойства) не задаются заранее, а вычисляются непосредственно в процессе обработки, т. е. используются аддитивные и нелинейные фильтры.

Для способа самонастраивающейся фильтрации вычисляется параметр  $\hat{\mu}$  по формуле (1)

$$\hat{\mu} = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left( \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_{ki} \right)^2}{\frac{1}{m(N-1)} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^m \left( f_{ki} - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N f_{ki} \right)^2} = \frac{\bar{a}^2}{\sigma^2} \quad (1)$$

Если провести анализ выражения (1) для способа самонастраивающейся фильтрации, то нетрудно заметить, что оно в случае наличия аномалии (сигнала) в окне с точностью до множителя  $N$  представляет собой оценку отношения среднего квадрата амплитуды аномалии -  $\bar{a}^2$  к дисперсии помех  $\sigma^2$ , где  $m$  - число пикетов по профилю в окне,  $N$  - число профилей в окне обработки.

Для принятия решения о наличии аномалий порог  $d$  находят по критерию Неймана – Пирсона (Лукина, Никитин, 1976) путем задания вероятности ошибки первого рода  $\alpha$ , которая определяется формулой

$$\alpha = \int_d^{\infty} P_{F(0, q_1, q_2)}(x) dx$$

$P_{F(0, q_1, q_2)}(x)$  обозначает плотность центрального  $F$  – распределения. Значения  $F$  – распределения приведены в работе Л.Н.Большева, Н.В.Смирнова (1965). Соответственно для (1) пороговое значение будет

$$m_{\text{пор}} = d/N$$

По этой методике подверглись обработке геофизические данные, полученные на участке "Назои-Юрт" Анкадзорского месторождения меди (Бадалян, Каралетян, 1987). Используются результаты площадных съемок методами электроразведки (вызванная поляризация – ВП, естественное электрическое поле – ЕЭП), магниторазведки и гравиразведки.

Анкадзорское месторождение меди расположено на северо-восточном крыле Базумской антиклинали и приурочено к висячему боку одноименного надвига. В геологическом строении месторождения принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные образования, представленные порфиритами, их туфами и туфобрекчиями, липарито-дацитами, а также подчиненными толще порфиритов метаморфизованными известняками. Оруденение представлено медно-серно-колчеданной и медно-гематитовой формациями (Геворкян, Гольденберг, 1972).

Геофизические исследования велись на участке площадью 1,5 кв. км. Наблюдения проводились на 9 профилях длиной 500м, шаг наблюдения – 5м, расстояние между профилями 50м.

В геологическом отношении участок месторождения, охваченный геофизическими наблюдениями, представлен туфами, окварцованными туфобрекчиями различных цветных оттенков. Породы слабо трещиноватые, иногда встречаются гидротермально измененные зоны и тектонические нарушения.

На участке "Назои-Юрт" после проведения геофизических наблюдений, по данным ВП, ЕЭП и сопротивления, отмечались 4 аномальные зоны (рис.1). Они простираются с северо-запада на юго-восток.

Проведенные магниторазведочные исследования показали, что участок характеризуется, в основном, спокойным ходом кривой  $\Delta Z$ .

Для участка работ характерно то, что почти все аномалии  $\Delta g$  смещены на 20–40м влево по сравнению с аномалиями, полученными с помощью электроразведки, что объясняется пологим падением рудных тел.

Все выводы были сделаны по полевым наблюдениям, без ведения каких либо количественных оценок (математической обработки).

Совместное рассмотрение результатов электрометрических и гравиметрических данных

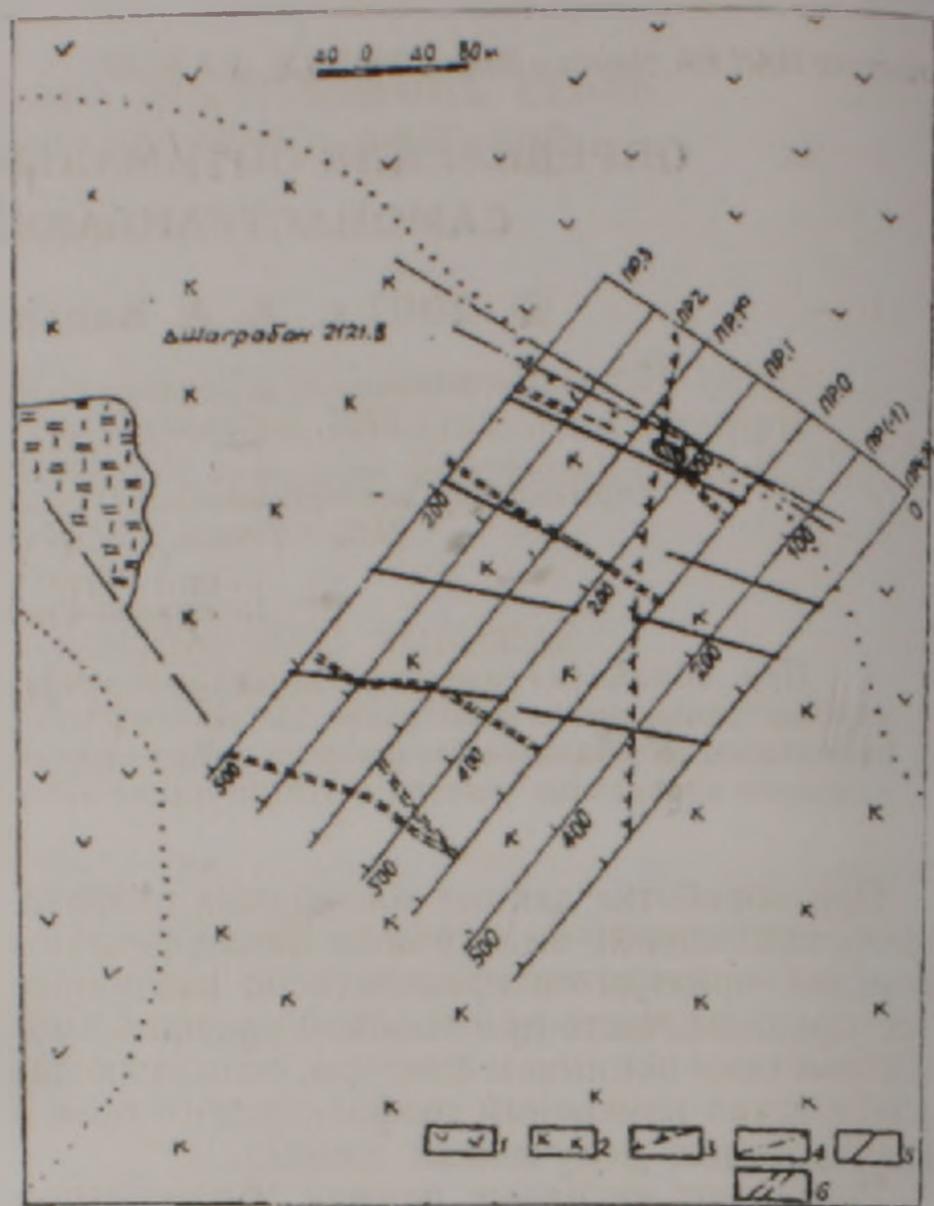


Рис.1. Участок "Назои-Юрт" Анкадзорского месторождения. Результативная геологическая карта. Условные обозначения: 1 – порфириты; 2 – вторичные кварциты; 3 – тектонические нарушения; 4 – рудные зоны по геологическим данным; 5 – предполагаемые рудные зоны по электроразведочным данным; 6 – предполагаемые рудные зоны по гравиразведке.

показывает, что направления выявленных аномальных зон по этим методам не совпадают.

Целью проведенных исследований было способом самонастраивающейся фильтрации уточнить предварительные результаты наблюдений.

Для оценки параметра окна обработки  $N$  использованы расчеты взаимокорреляционной функции (ВКФ) для данных соседних пар профилей.

По расчетам ВКФ выяснилось, что когда  $V_n(\ell_j) > 0.5$ , то достаточно задать  $N=3$ .

По значениям среднего интервала корреляции одномерной автокорреляционной функции (АКФ) вычислен параметр  $m = 5$ .

Для прямоугольной сети наблюдений величина наклона окна –  $\theta$  задана равной  $0; \pm 1; \pm 2$ .

Порог  $d$  выбран при вероятности ошибки первого рода (выделения ложной аномалии)  $\alpha = 5\%$  из известных таблиц (Большев, Смирнов, 1965).

Вычисление значений  $\mu$  проводилось по составленной программе на ЭВМ, при параметрах окна  $m = 5; N = 3; \theta = 0; \pm 1; \pm 2$ .

Перемещая окно в 35 точек сначала вдоль простираения профилей с шагом в один пикет, а затем вкрест простираения с шагом, равным расстоянию между ними, и для каждого из них вычислив значения  $\mu$ , получим непрерывную оценку  $\mu$  по всей площади съемки.

На рис. 2 приведены в качестве примера кривые исходных значений параметра  $\eta_r$  (метод ВП) и параметра  $\mu$  самонастраивающейся фильтрации по трем профилям.

На рис. 3-5 представлены результаты статистической обработки данных ВП, ЕЭП и магниторазведки соответственно.

Аномальные участки выделялись по максимальным значениям  $\mu$ , учитывая наклон окна  $\theta = \pm 1$ , где значения  $\mu$  выше порогового. Имея в виду то, что метод ВП является основным при поисках и разведке рудных проявлений на Анкадзорском месторождении, при комплексной интерпретации результатов статистической обработки геофизических данных в основу приняты аномальные участки, полученные при обработке данных ВП способом самонастраивающейся филь-

трации.

Аномальные участки и направленность зон, полученные с помощью статистической обработки данных вызванной поляризации, подтверждаются при сопоставлении с данными фильтрации ЕЭП, магниторазведки (рис. 3, 4, 5).

На участке в результате интерпретации данных способом самонастраивающейся фильтрации выделены пять аномальных зон. По результатам статистической обработки они хорошо коррелируются друг с другом (рис. 3-5) и имеют ту же направленность.

В результате исследований:

а) определены оптимальные параметры окна при обработке полевых данных способом самонастраивающейся фильтрации, выделены и уточнены направления аномальных зон;

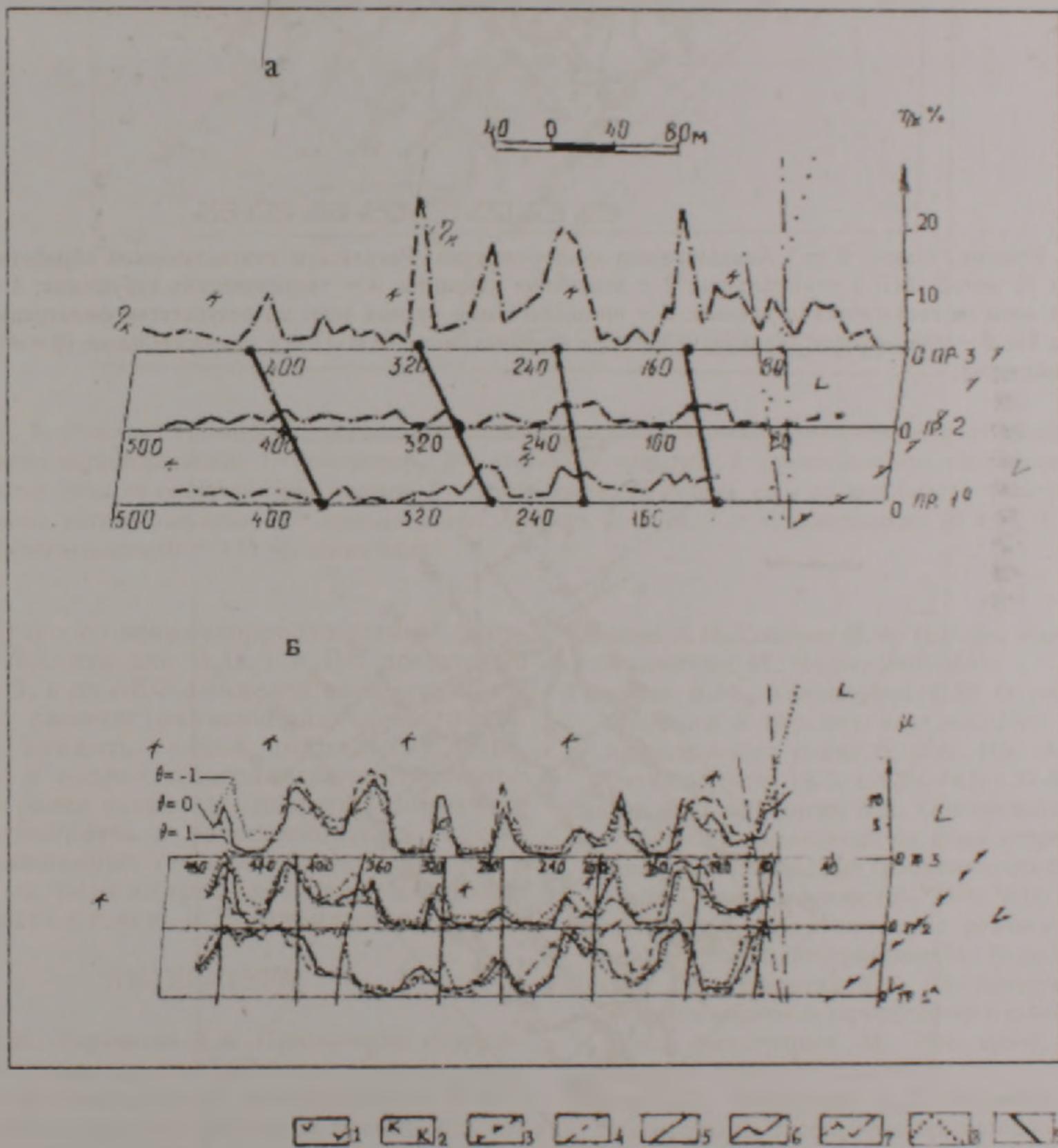


Рис. 2 Пример обработки данных метода ВП способом самонастраивающейся фильтрации. а) исходные значения параметра  $\eta_r$ ; б) значения параметра  $\mu$  самонастраивающейся фильтрации. 1 - порфириты; 2 - вторичные кварциты; 3 - тектонические нарушения; 4 - рудные зоны по геологическим данным; 5 - предполагаемые рудные зоны по значениям  $\mu$ ; 6 - кривые  $\mu$  для нулевого ( $\theta = 0$ ), 7 - отрицательного ( $\theta = -1$ ), 8 - положительного ( $\theta = +1$ ) наклонов окна, 9 - предполагаемые рудные зоны по данным ВП.

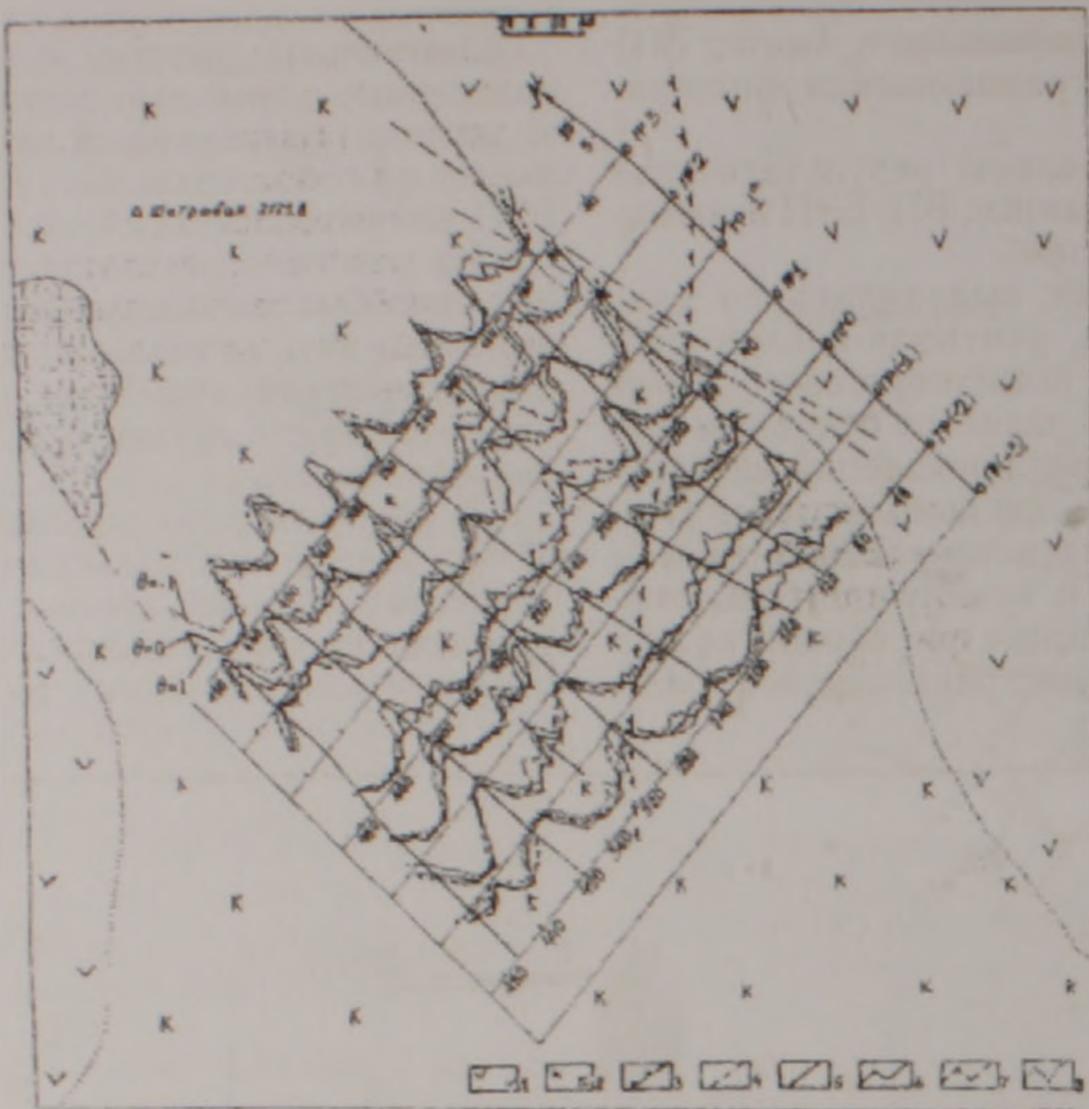


Рис 3. Участок "Назок-Юрт" Анкадзорского месторождения. Результаты статистической обработки данных по методу ВП: 1 - порфириты; 2 - вторичные кварциты; 3 - тектонические нарушения; 4 - рудные зоны по геологическим данным; 5 - предполагаемые рудные зоны по результатам фильтрации данных ВП; 6 - кривые  $\mu$  для нулевого ( $\theta = 0$ ), 7 - отрицательного ( $\theta = -1$ ); 8 - положительного ( $\theta = +1$ ) наклонов окна.

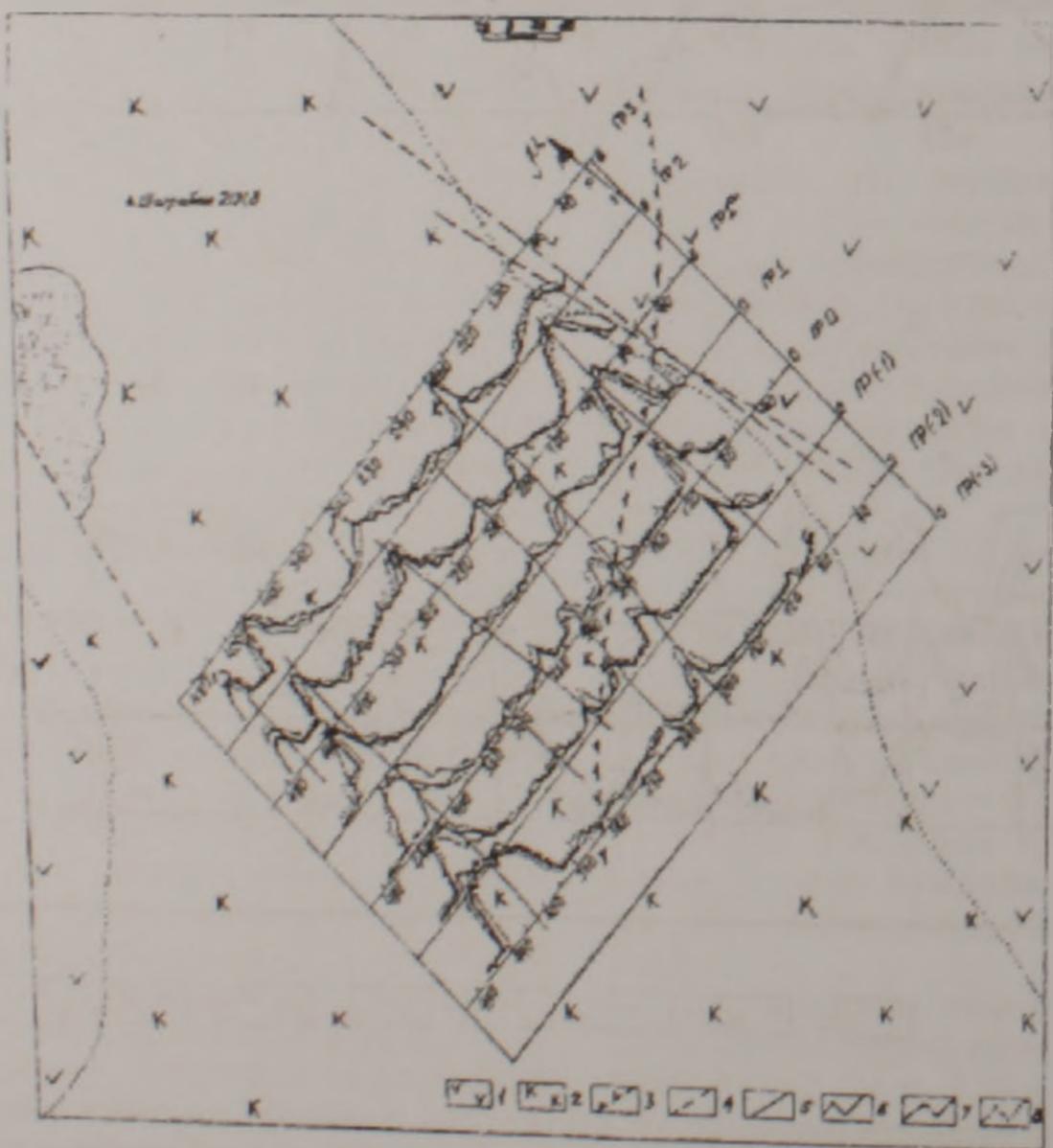


Рис 4. Участок "Назок-Юрт" Анкадзорского месторождения. Результаты статистической обработки данных по методу ЕЗП: 1 - порфириты; 2 - вторичные кварциты; 3 - тектонические нарушения; 4 - рудные зоны по геологическим данным; 5 - предполагаемые рудные зоны по результатам фильтрации данных ЕЗП; 6 - кривые  $\mu$  для нулевого ( $\theta = 0$ ), 7 - отрицательного ( $\theta = -1$ ), 8 - положительного ( $\theta = +1$ ) наклонов окна.

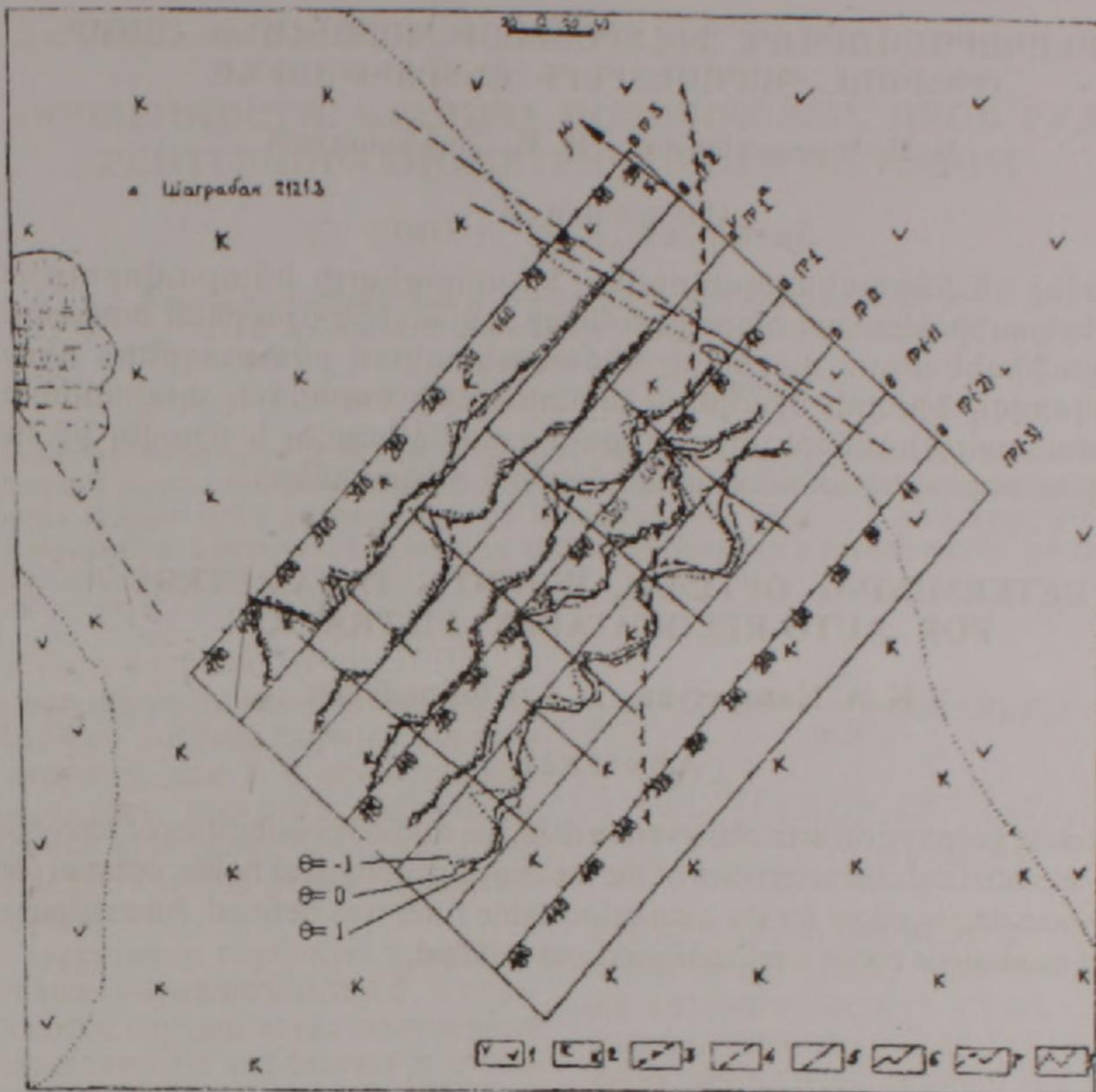


Рис. 5. Участок "Назoi-Юрт" Анкадзорского месторождения. Результаты статистической обработки данных магниторазведки. 1 – порфириты; 2 – вторичные кварциты; 3 – тектонические нарушения; 4 – рудные зоны по геологическим данным; 5 – предполагаемые рудные зоны по результатам фильтрации данных магниторазведки. 6 – кривые  $\mu$  для нулевого ( $\theta = 0$ ); 7 – отрицательного ( $\theta = -1$ ); 8 – положительного ( $\theta = +1$ ) наклонов окна.

б) рассчитано по взаимокорреляционным функциям (ВКФ), что для  $V_n(\lambda_n) > 0.5$  достаточно задать  $N=3$ , а по АКФ вычислен параметр  $m=5$ .  
в) способ самонастраивающейся фильтрации позволил выявить слабые аномальные зоны, связанные с рудной минерализацией, дополнительные к ранее установленным, тем самым увеличив глубинность и разрешающую способность примененных геофизических методов.

Статью рецензировал и рекомендовал опубликовать к.г.-м.н. Р.Т. Мириджанян.

## ЛИТЕРАТУРА

Бадалян С.В., Карапетян К.А. Применение корреляционного анализа при обработке геофизических данных на Анкадзорском месторождении. В кн.: Разведочная геофизика в Армении. Ереван. Изд. АН Арм. ССР, 1987, с. 51-56

Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Недра, 1965. 464 с.

Геворкян В.М., Гольденберг Г.Н. О геологическом строении и перспективах медного оруденения Анкадзорского рудного поля. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1972, т. XXV, №1, с. 57-67.

Лукина О.П., Никитин А.А. Оптимальный алгоритм обнаружения аномалий на фоне коррелированных помех при площадных геофизических съемках. Изв. вузов, Геология и разведка, 1976, №12, с. 116-123.

Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М.: Недра, 1986. 342 с.

Петров А.В., Никитин А.А. Многомерные аналоги способов обратных вероятностей и самонастраивающейся фильтрации. М.: Изв. вузов, Геология и разведка, 1989, №2, с. 82-86.

Тархов А.Г., Бондаренко В.В., Никитин А.А. Комплексование геофизических методов. М.: Недра, 1982, 292 с.

**ԻՆՔՆԱԿԱՐԳԱՎՈՐՎՈՂ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՊԱՏՈՒՀԱՆԻ ՀԱՄԱՐ  
ՕՊՏԻՄԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

**Կ. Ա. Կարապետյան, Չ. Ա. Չիլինգարյան**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

Հետազոտվել են ինքնակարգավորվող ֆիլտրացիայի հնարավորությունները մակերեսային երկրաֆիզիկական դիտարկումների տվյալների մշակման ժամանակ: Ըստ չափված երկրաֆիզիկական դաշտերի վիճակագրական բնութագրերի որոշվել են ինքնակարգավորվող ֆիլտրի մշակման պատուհանի օպտիմալ պարամետրերն ու չափսերը: Հետազոտությունների արդյունքում առանձնացվել և ճշտվել են հանրայնացումով պայմանավորված անոմալ տեղամասերն ու գոտիները:

**DETERMINING OPTIMAL WINDOW PARAMETERS  
FOR AUTO-RELOCATABLE FILTRATION**

**K. A. Karapetyan, Z. A. Chilingaryan**

**Abstract**

While processing geophysical area observation data, we studied possibilities of auto-relocatable filtration. Based on statistical characteristics of the measured geophysical fields, optimal parameters and the size of processing window for the auto-relocatable filter was defined. Anomalous sites and configurations of anomalous zones were indicated and verified.