

только в амплитуде, но наблюдается и некоторый фазовый сдвиг величиной в 2,5 часа. Уместно отметить, что описанная картина наблюдается между пунктами, находящимися на расстоянии всего 5 и 25 км от опорного пункта.

Полученные нами результаты сопоставлены с данными магнитовариационных временных станций Опытной-методической сейсмопрогностической станции Института геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР.

Как показывают эти сопоставления (рис. 2 и 3), вариационные кривые на станциях лучше согласуются с кривыми суточной вариации 36, 35, 34, чем пунктов 31 и 33. Конечно, имеются и некоторые расхождения, которые, по всей вероятности, являются следствием геологического строения районов отмеченных пунктов. Расхождение между вариацией у станции Товуз и пунктом № 34 протекает в противофазе (рис. 2). Иногда в разных фазах бывают и вариации между пунктами Товуз и Джрадзор (рис. 3). Несомненно, описанная выше картина заставляет думать о существовании пространственно-временных неоднородностей суточных вариаций ГМП, которые могут быть интерпретированы как следствие индукционных явлений в земной коре. Предполагается также, что эти эффекты возникают за счет относительно высокой электропроводности в земной коре при суточных (особенно возмущенных) вариациях.

Сопоставляя аномалии суточных вариаций ГМП с картой разломов, видим, что пункты 32, 34, 36, находящиеся в зоне разломов, имеют аномальный характер протекания суточной вариации. Пункты 31 и 33, находящиеся внутри блоков, отличаются спокойным и гладким протеканием суточной вариации. Исключение составляет пункт № 35, который, судя по карте разломов, находится на блоке, но не отличается по ходу вариаций от пунктов 34 и 36. Таким образом, ход вариаций на пункте № 35 идентичен вариации на пунктах, которые находятся в зоне разломов. Это дает нам основание предполагать, что все отмеченные пункты (34, 35, 36) расположены в единой зоне дробления горных пород.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 11.VI.1987

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова В. Г. Итоги изучения временных геомагнитных вариаций на Карпатском геодинамическом полигоне за 1976—1980 гг.—В кн.: Исследования геомагнитного поля и палеомагнетизма. Киев: «Наукова думка», 1983, с. 99—109.
2. Оганесян С. Р., Симонян А. О. О возможности выделения вторичных эффектов при оценке тектономагнитного эффекта.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, XXXVII, № 6, с. 79—82.
3. Оганесян С. Р. К возможности использования данных повторных измерений (ГМП) для отбраковки пунктов, искаженных аномальными временными вариациями.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 1, с. 65—69.
4. Пьянков В. А. Пространственно-временные особенности вариаций геомагнитного поля с современными процессами в земной коре Урала. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. физ.-мат. наук, Свердловск, 1985.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLII, № 3, 68—71, 1988

УДК: 550.382.7:550.837

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Е. М. ЛУЛЕЧЯН

К ВОПРОСУ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КРИВЫХ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ АНОМАЛИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЫСОКООМНЫХ ПЛАСТООБРАЗНЫХ ТЕЛ

В последние годы особое внимание уделяется проблеме поисков «слепых» рудных тел, находящихся на значительных глубинах. В большинстве случаев современные средства разведочной геофизики не позволяют решать эту задачу с дневной поверхностью. Поэтому важное значение приобретают геофизические исследования в скважинах и горных выработках, с целью поисков рудных тел, залегающих в невыработанном (заскважинном) пространстве. Данная задача успешно решается с помощью электрических методов исследования в случае рудных тел, залегающих в толще пород высокого удельного сопротивления. В этих условиях перспективным является метод погруженных электродов [1, 3, 4].

В природе часто встречаются рудные объекты высокого удельного электрического сопротивления. Однако в настоящее время далеко недостаточно изучены поисково-разведочные возможности метода погруженного электрода для четкой иллюстрации экранирующего влияния высокоомных рудных тел [2, 3].

Целью настоящей работы является изучение возможности метода погруженного электрода при поисках и разведке высокоомных пластообразных жил, расположенных в завывработочном (заскважинном) пространстве.

В статье представлены результаты лабораторных и полевых исследований при различных расстояниях питающего электрода и профиля наблюдений от исследуемого объекта. Измерялся градиент потенциала по профилю, ориентированному параллельно и под углом по отношению к простиранию высокоомного сплошного и разорванного пластообразного тела ограниченных размеров.

Работы выполнялись в электролитическом баке размерами $200 \times 100 \times 100$ см³, заполненном водой с удельным электрическим сопротивлением 50 Ом.м. В качестве модели высокоомных тел использовались пластинки из винипласта ($\rho = 10^{14}$ Ом.м). Размеры моделей по простиранию (L) выбирались 8, 14 и 20 см, по падению — 20 см и бесконечный, по мощности — 0,5 см. Измерялся градиент потенциала при $MN = 0,5$ см, шаге наблюдений — 0,5 см. Измерения производились с помощью универсального вольтметра В7—27.

Для количественного сопоставления степени искажения поля точечного источника и оценки аномального эффекта введен параметр η (коэффициент относительной аномалии):

$$\eta = \frac{|\Delta U| - |\Delta U_0|}{|\Delta U_0|} \cdot 100 \%,$$

где ΔU — градиент потенциала аномального поля (в присутствии модели плохопроводящего рудного тела); ΔU_0 — градиент потенциала нормального поля.

На рис. 1б, в представлены кривые η при различных расстояниях профиля наблюдений от высокоомного пласта (h_1), проходящего параллельно простиранию последнего, при расположении точечного источника на расстоянии $0,07L$ и $0,5L$ соответственно.

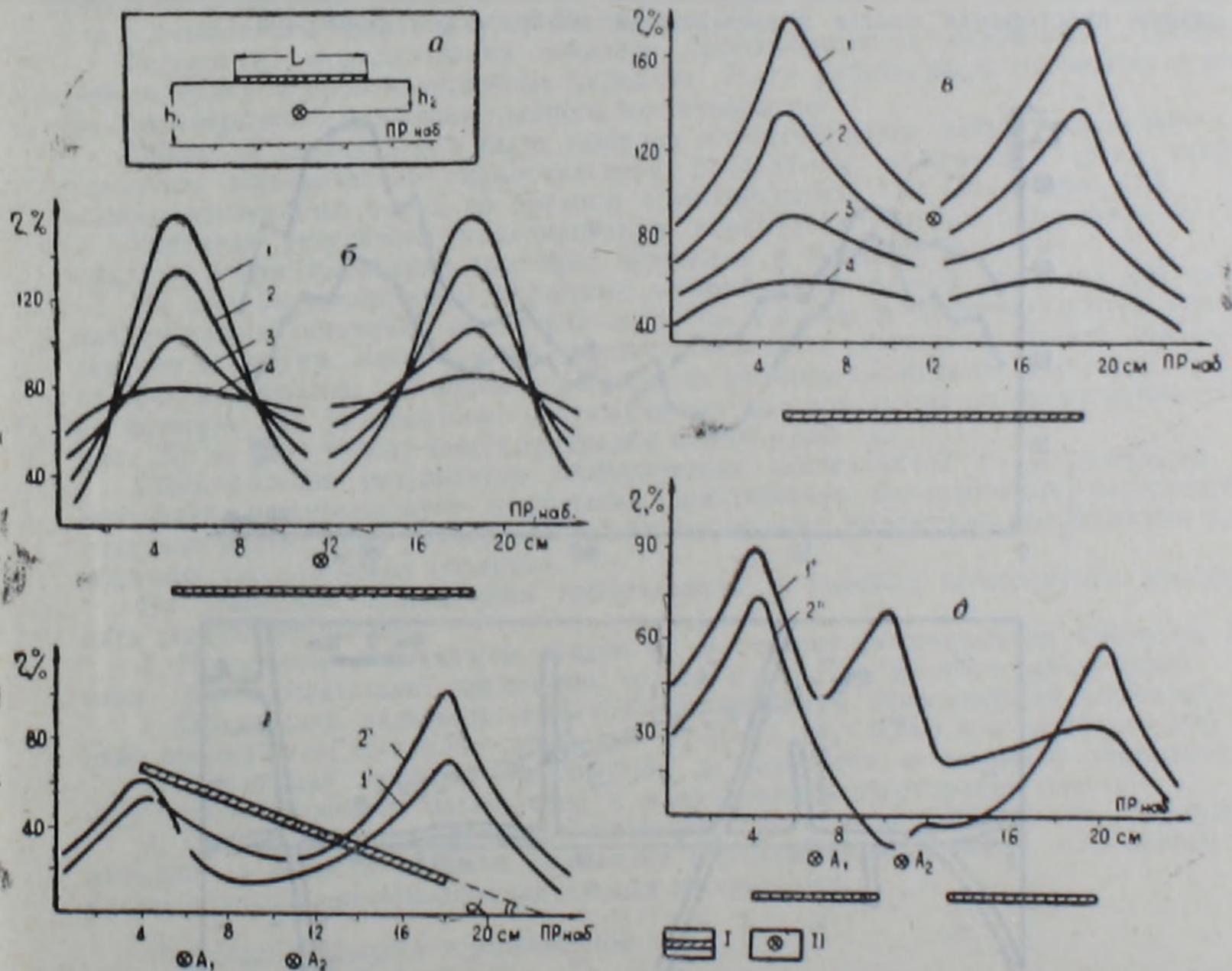


Рис. 1. Результаты лабораторных исследований методом погруженного электрода. а — схема моделирования; б — кривые η при $h_1 = 0,14L, 0,28L, 0,43L, 0,57L$ (кривые 1—4 соответственно), $h_2 = 0,07L$; в — кривые η при $h_1 = 0,07L, 0,14L, 0,28L, 0,43L$; (кривые 1—4 соответственно), $h_2 = 0,57L$; г — кривые η при ориентации профиля наблюдений по отношению пласта под углом 20° ; д — кривые η при наличии модели разорванного высокоомного рудного тела; 1', 2' (1'', 2'') — кривые η при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 соответственно; I — высокоомный пласт; II — точечный источник.

Кривые характеризуются двумя четко выделенными максимумами, местоположение которых совпадает с проекциями границ пласта на профиль наблюдений. Значения η за пределами пласта и в сторону его центра резко уменьшаются. На точке

проекция точечного источника кривые η разрываются, так как на этой точке $U\Delta_0=0$. С увеличением h_1 , при условии $h_1 < h_0$, наблюдается уменьшение значения η на всех точках измерения, и кривые не имеют точки пересечения (рис. 1в). При условии $h_1 > h_0$, с увеличением расстояния между профилем наблюдений и пластом, амплитудные значения максимумов η уменьшаются, а за пределами исследуемого объекта и на точках, расположенных между максимумами,—возрастают. Кривые характеризуются четырьмя точками пересечения (рис. 1б), что является важным признаком для определения местоположения исследуемого объекта по отношению к профилю наблюдений.

При ориентации профиля наблюдения параллельно простиранию высокоомного объекта и при одинаковом удалении кромок пласта от точечного источника абсолютные значения максимумов относительной аномалии равны (рис. 1б, в). При перемещении точечного источника от середины пласта к его краям кривая η становится асимметричной. При ориентации профиля под углом к пласту значения максимумов кривой η разные. Разность абсолютных значений экстремумов зависит от положения точечного источника по отношению к пласту и углу встречи высокоомного объекта с профилем наблюдений. Таким образом, для определения простирания высокоомного пласта следует производить измерение градиента потенциала при произвольном расположении точечного источника. Далее, расчетным путем определить значения относительной аномалии и строить кривые η , по характеру которых можно судить о наличии искомого высокоомного пласта и определить местоположения проекции его кромок. После этого, для уточнения ориентации профиля наблюдений по отношению к высокоомному телу, следует измерять градиент потенциала по тому же профилю при расположении точечного источника на центре проекции пласта (в средней точке между двумя максимумами). При этом максимум относительной аномалии на проекции ближайшей грани пласта характеризуется относительно высокими значениями по отношению к значениям максимума на точке проекции второй грани пласта.

Как показали специальные исследования, отклонение абсолютных значений максимумов находится в прямой зависимости от угла между профилем наблюдений и линией простирания пласта и выражается эмпирической формулой:

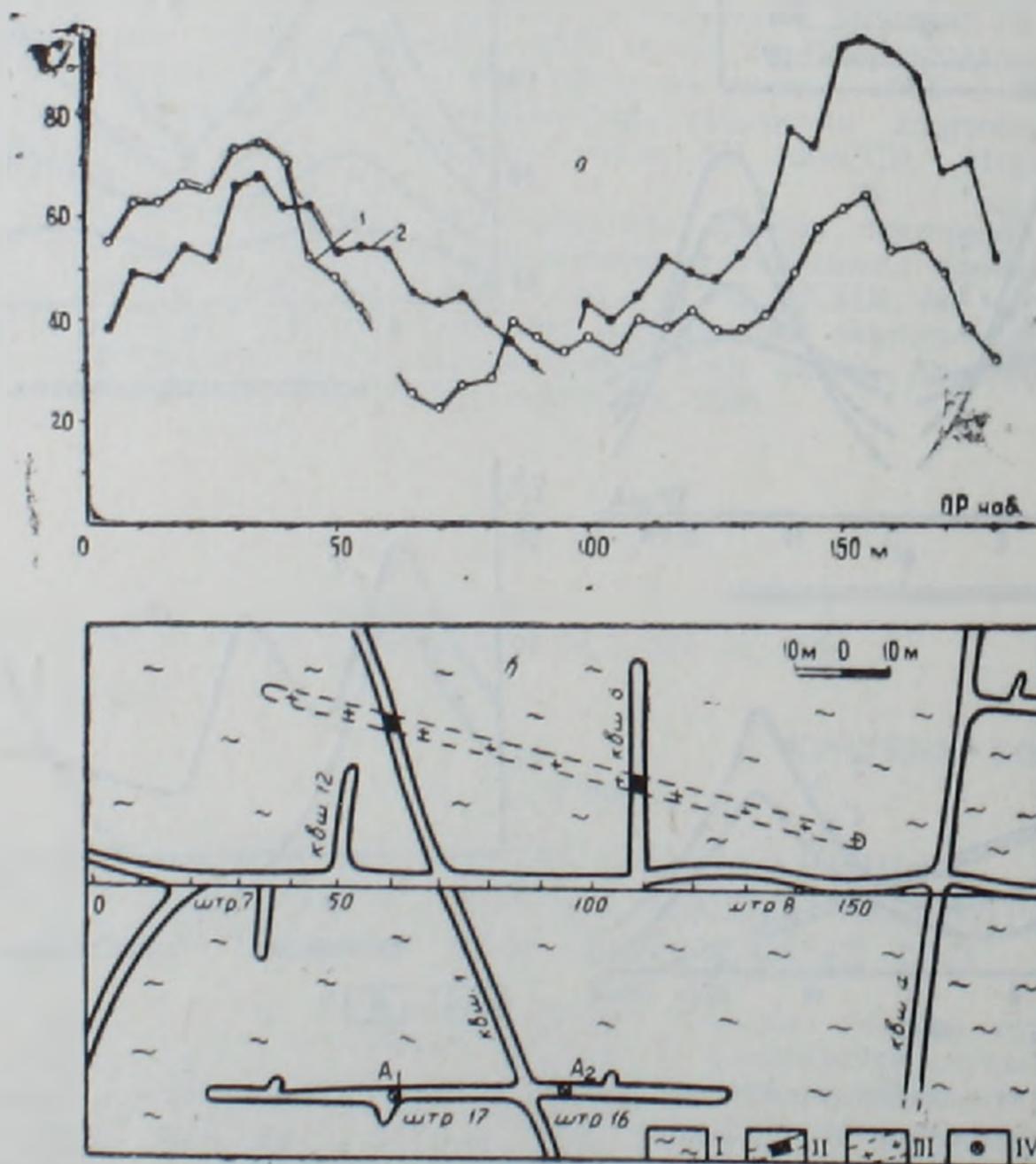


Рис. 2. Кривые относительной аномалии (а) и геологический план горизонта штольни 5 (б) Алавердского месторождения. 1, 2—кривые η , полученные в штольнях 7 и 8 при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 ; I—гидротермально измененные породы; II—вскрытая жила альбитофировых даек; III—предполагаемый контур даечных пород; IV—точечный источник.

$$\alpha^{\circ} = 10,8 \cdot \frac{|\eta'_{\max}|}{|\eta''_{\max}|}, \quad (1)$$

где η'_{\max} (η''_{\max}) — значения максимумов относительной аномалии на точках проекций ближайшей (удаленной) грани пласта по отношению к профилю наблюдений.

По формуле (1) можно определить направление простирания пластообразного тела по отношению к профилю наблюдений с погрешностью 7%, при $10^{\circ} \leq \alpha \leq 35^{\circ}$. При $\alpha > 35^{\circ}$ точность определения угла снижается и погрешность доходит до 35%.

На рис. 1д представлены кривые η при наличии модели разорванного высокоомного пластообразного тела. Рассматриваются два варианта: 1—когда питающий электрод расположен в границах одной из ветвей пласта; 2—точечный источник расположен в области разрыва. В первом случае кривая характеризуется тремя четко выделенными максимумами, местоположения которых соответствуют проекциям граней левой ветви и правого конца второй ветви. При расположении точечного источника в области разрыва (точка A_2) кривая η характеризуется двумя максимумами, соответствующими проекциям концов пласта. В области разрыва относительная аномалия принимает отрицательные значения.

Таким образом, характерной особенностью кривых η при наличии разорванного пластообразного тела является наличие трех максимумов (при первом варианте) или двух максимумов и отрицательных значений на пикетах, расположенных в области разрыва.

Как показали специальные эксперименты, проведенные на установке МУСГ—1, представленные закономерности измерения кривых η остаются справедливыми для пластов с удельным электрическим сопротивлением, в восемь и больше раз превосходящим удельное электрическое сопротивление вмещающей среды.

Точность определения границы пласта при прочих равных условиях зависит от соотношения между протяженностью пласта (L) и расстоянием его от профиля наблюдений. Проекция границы пласта на профиль наблюдений определяются по кривым η с погрешностью порядка 5% от общей протяженности пласта, если $h_1 < 0,3L$ при $\mu = 10$ (μ —отношение удельных электрических сопротивлений высокоомного пласта и вмещающей среды) и $h_1 < 0,8L$ при $\mu = 10^3$.

Результаты моделирования показали целесообразность опробования предложенной методики в производственных условиях. Такие работы были проведены в штольне 5 Алавердского медноколчеданного месторождения.

Объектом исследования была выбрана альбитофировая дайка мощностью 4 м и удельным электрическим сопротивлением 2100 Ом·м залегающая среди гидротермально измененных пород со средним сопротивлением 150 Ом·м (рис. 2б).

Учитывая результаты моделирования, измерялся градиент потенциала по штрекам 7 и 8 при положении точечного источника в штреках 16 и 19.

На рис. 2а изображены расчетные кривые относительной аномалии при положении точечного источника на точках A_1 и A_2 . Кривые η характеризуются четко выделенными двумя максимумами, соответствующими проекциям граней высокоомного тела на профиль наблюдений. Исходя из вышепредложенной методики и расчетов по формуле (1), установлено: протяженность дачной жилы по простиранию составляет 125 м, угол между ним и профилем наблюдений— 15° .

Сопоставление результатов геофизических исследований с геологической документацией свидетельствует о больших практических возможностях изучаемого метода для определения размеров и пространственного положения высокоомных пластообразных геологических объектов.

На основании проведенных лабораторных и полевых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Положение максимумов кривой η не зависит от положения точечного источника. Оно соответствует проекциям граней пласта на профиль наблюдений.
2. Предельная дальность, при которой максимум относительной аномалии отчетливо проявляется, составляет примерно $h_1 < 0,3L$ ($h_1 < 0,8L$) при $\mu = 10$ ($\mu = 10^3$).
3. Отношение значений максимумов η находится в линейной зависимости от угла между профилем наблюдений и направлением простирания пласта.
4. При наличии разорванного пластообразного тела коэффициент относительной аномалии в области разрыва принимает отрицательные значения, или кривая η характеризуется наличием дополнительных экстремумов.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН АрмССР

Поступила 6.III.1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалян С. В., Газарян Г. О., Гамоян В. Б. Подземная электроразведка на рудных месторождениях Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1980, 221 с.
2. Козырин А. К. Электрическая корреляция разрезов скважин. М.: Недра, 1985, 135 с.
3. Лудемян Е. М., Чилингарян А. З. Методика разведки высокоомных жил из горных выработок. Деп. в ВИНТИ, № 3695—В86, 1986, 17 с.
4. Саковцев Г. П., Редозубов А. А. Методы скважинной электроразведки при поисках и разведке рудных месторождений. М.: Недра, 1986, 128 с.
5. Тархов А. Г. и др. Подземная геофизика. М.: Недра, 1973.