

21. *Rogers H. D.* Coal and petroleum. Harpner's new monthly Mag. 27, 1863. p. 259.
22. *Rogers H. D.* On the distribution and probably origin of the petroleum, or rock oil, of Pennsylvania. New-York, and Ohio. Proc. philos., Soc., Glasgow, 1860, p. 355—359.
23. *Telmchüller M.* Metamorphisme du charbon et prospection du petrole. Revue Ind. Minerale. Paris. 1958. Num. spec., 99—112, discuss. 112—113.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 6, 62—64

УДК: 550.837+551.3.053

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

### Г. О. ГАЗАРЯН, Р. К. ГАСПАРЯН, Л. Н. АНДРОНОВА, Л. А. ЖУК О ВОЗМОЖНОСТЯХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ КАРСТА В УСЛОВИЯХ АРМЯНСКОЙ ССР

На территории Армянской ССР на протяжении многих лет был выявлен целый ряд карстовых пещер. Однако лишь в 1981 году после случайного вскрытия карстовой полости во время строительства автомобильной дороги вблизи села Мозров, Ехегнадзорского района, было начато планомерное спелеологическое, структурно-геологическое и литологическое ее исследование.

В республике до настоящего времени специальные геофизические исследования по выявлению и изучению карста практически не проводились. Поэтому первые работы имели свои специфические особенности и трудности. Известно, что многообразие и изменчивость факторов, определяющих закономерности распределения и развития карста, предопределяют в каждом конкретном случае с учетом инженерно-геологических, гидрогеологических и геоморфологических условий данной территории применение целого комплекса геолого-карстологических, спелеологических и геофизических методов разведки.

Как показали исследования советских и зарубежных геофизиков, применение методов разведочной геофизики для решения задач, связанных с изучением карстовых полостей, влечет за собой необходимость разработки разнообразных методических приемов полевых наблюдений, способов интерпретации получаемых данных, а также рационального комплексирования геофизических методов.

Следует отметить, что для геофизических методов разведки, особенно для электроразведки, наиболее трудной задачей является выявление и изучение карстовых образований непосредственно внутри карбонатных пород, а также в их кровле, когда они перекрыты толщей четвертичных отложений. Обычно крупные карстовые полости рассматриваются как инородные тела в относительно неоднородной системе. При этом незаполненная карстовая полость играет роль изолятора с высоким электрическим сопротивлением, а заполненная—роль проводника.

Опытно-методические инженерно-геофизические исследования на участке Мозров методами электроразведки были начаты параметрическими замерами на обнажениях горных пород, а также рекогносцировочными вертикальными электрическими зондированиями непосредственно над пещерами и в местах развития пород, не затронутых процессами карстообразования. Такие места уточнялись согласно результатам предварительных геолого-геоморфологических и спелеологических изысканий. Было выяснено, что на исследуемом участке имеет место определенная дифференциация пород по их электрическим свойствам. Как и следовало ожидать, известнякам присущи более высокие значения электрических сопротивлений, достигающие 2500 Ом. Однако, полевые измерения показали, что местами на изучаемой территории их сопротивление составляет несколько десятков омметров.

Для решения основной задачи по выявлению карстовых пустот на сравнительно небольшой площади участка пещеры Мозров было поставлено более 10 точек вертикальных электрических зондирований с максимальными разносами питающих электродов до 300 м. При этом было установлено, что не всегда на кривых ВЭЗ карстовые пустоты четко отображаются. В этой связи наиболее положительные результаты могут быть получены при применении зондирования методом вычитания полей (ЗМВП). Не вдаваясь в детали основных принципов интерпретации кривых ЗМВП, отметим, что наблюдаемое искажение кривых, т. е. интервалы, где графики терпят разрыв, может быть вызвано наличием в толще карстующихся пород неоднородностей в виде карстовых пустот.

Возможности метода вычитания полей при поисках карстовых пустот в карбонатных породах показаны на рис. 1, где представлены результаты натурального моделирования. Согласно схематическому разрезу, представленному по данным спелеологических изысканий, кровля самой пещеры в точке вертикального электрического зондирования № 1 находится на глубине 5 м. Несмотря на то, что здесь размеры пещеры соизмеримы с мощностью вышележащей толщи пород, на кривой ВЭЗ она практически не отображается, что объясняется состоянием изучаемой полости, которая является совершенно сухой и не заполнена пересотложенным материалом. Этот факт лишний раз доказывает определенную трудность картирования карста в карбонатных породах методом постоянного тока из-за высоких электрических сопро-

тивлений последних. Однако, в отличие от кривой  $\rho_k$  метода ВЭЗ отрицательным значением кривой  $\rho_T$  метода вычитания полей на глубине 4–10 м фиксируется карстовая пустота.

Выбор участков, где могут иметь место карстовые пустоты, должен осуществляться после соответствующего геокартирования исследуемой территории геофизическими методами разведки. При этом из электроразведочных методов может быть рекомендовано электропрофилирование на переменном токе.

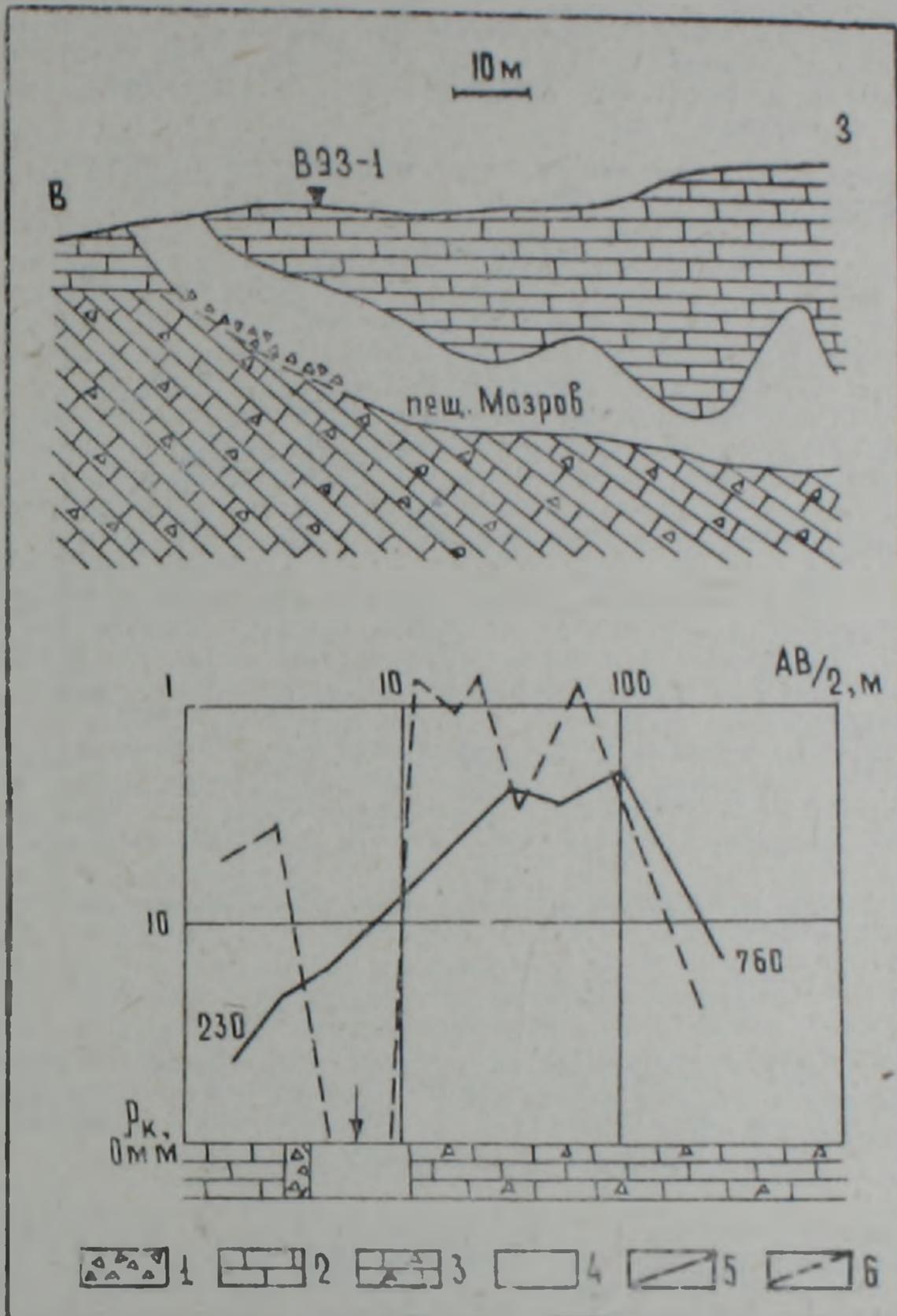


Рис. 1. Схематический разрез входа в карстовую пещеру Мозров и кривые ВЭЗ и ЗМВП. 1—глыбы и обломки известняков; 2—известняки; 3—брекчиевидные известняки; 4—карстовая полость; 5—кривая ВЭЗ; 6—кривая ЗМВП трансформированная.

Так, экспериментальные исследования, проведенные методом СДВР (сверхдлинноволновый вариант метода радиокип), подтвердили определенные его возможности при поисках карста в карбонатных породах. Доказано, что при выявлении высокоомных неоднородностей (в данном случае карстовой полости) в карбонатных породах, обладающих значительным электрическим сопротивлением, наиболее информативным параметром является электрическая составляющая радиополя  $E_x$ . Опытнометодические исследования подтвердили это положение. Было показано, что геологическое строение изучаемых участков, а также сухие полости, находящиеся на небольшой глубине и незаполненные каким-либо переотложенным материалом, не вызывают искажения кривой напряженности магнитной составляющей электромагнитного поля. В связи с этим основные работы методом СДВР были сосредоточены на измерении напряженностей электрических составляющих ( $E_x$ ,  $E_y$ ) электромагнитного поля радиостанции, работающей на частоте 17,8 кГц. Измерения  $E_x$  и  $E_y$  (или  $E_r$ ) осуществлялись с помощью незаземленной на концах или несимметрично заземленной на концах приемной антенны различной длины по общепринятой методике. При этом использовалась аппаратура СДВР-4, разработанная и изготовленная в ЦНИГРИ.

На рис. 2 представлена карта распределения  $E_x$ , которая была получена при измерении  $E_x$  с несимметрично заземленной на концах приемной антенной общей

длиной 15 м. На этой карте видно, что южнее профиля III и входа в пещеру четко выделяются изолинии с высокими значениями  $E_x$ . Именно здесь на небольшой глубине располагается известная карстовая полость. Кроме того, восточнее входа в пещеру наблюдается аномальная зона со значением  $E_x$  до 35 мкВ/м. После детальных спелеологических изысканий было установлено, что выявленная аномальная зона действительно приурочена к неизвестной до этого времени полости.

В заключение, анализируя результаты исследований, можно отметить, что поиски карста в столь сложных геологических условиях могут быть эффективными при правильном комплексировании электроразведочных методов, способствующих однозначному решению поставленной задачи. Для успешного поиска карста в карбонатных породах можно рекомендовать следующий цикл электроразведочных работ на постоянном и переменном токе:

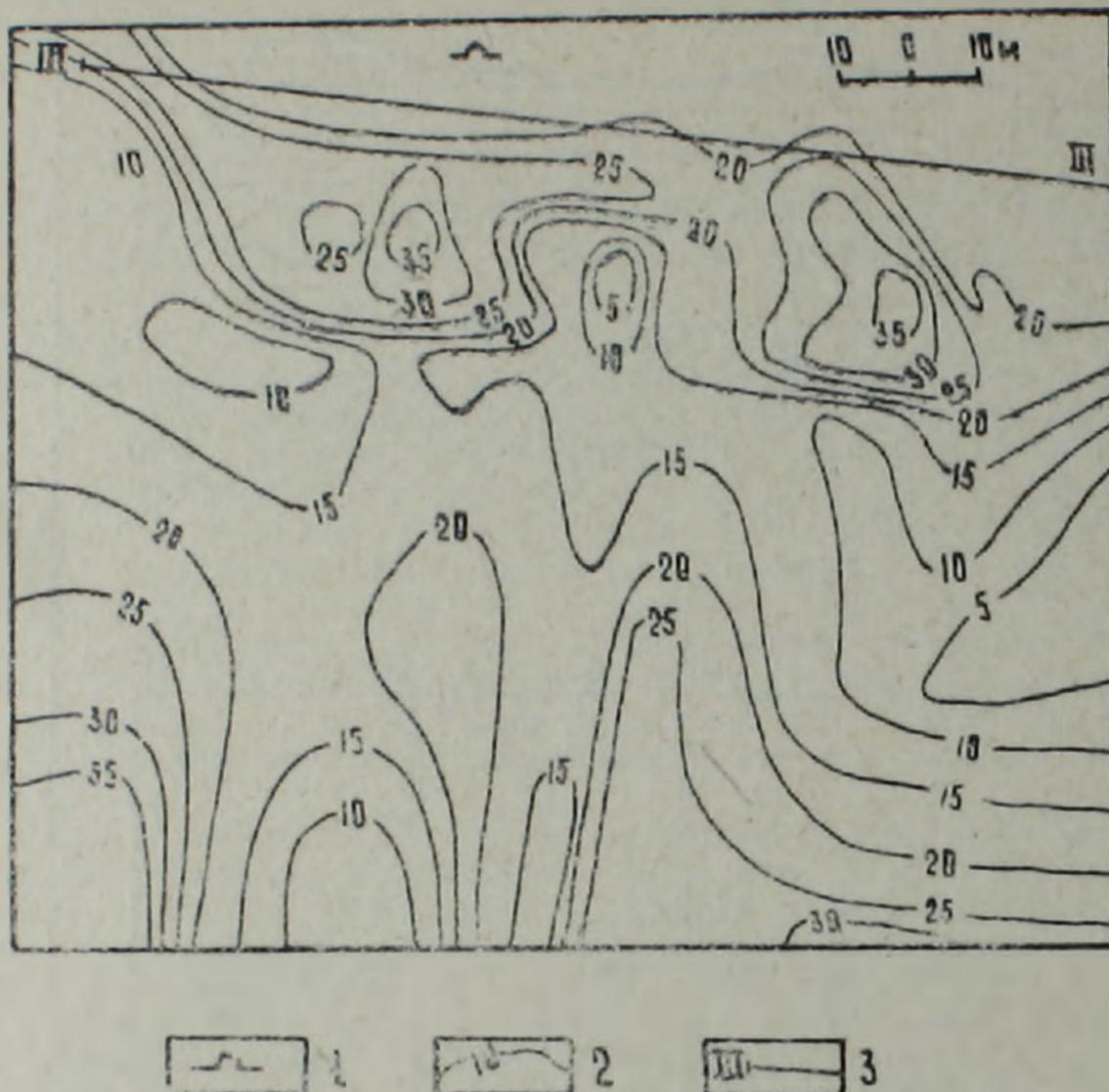


Рис. 2. Карта распределения напряженности  $E_x$  электрической составляющей радиополя метода СДВР (частота 17,8 кГц) при длине несимметричной антенны 15 м. 1—вход в пещеру; 2—изолинии  $E_x$  в мкВ/м; 3—линия и номер профиля.

1. На изучаемой территории в целях ее геокартирования и выделения участков, подверженных карстовым процессам, в первую очередь предлагается проведение электроразведочных наблюдений методом СДВР путем измерения электрической составляющей  $E_x$  напряженности радиополя с тремя разносами несимметрично заземленной на концах приемной линии— 5, 10 и 15 м.

2. Участки, где наблюдаются аномалии минимальных значений  $E_x$ , полученных при трех принятых разносах приемных линий, обычно приурочены к низкоомным породам и фактически не представляют особого интереса при поисках карста в карбонатных породах.

3. Участки, где наблюдаются аномалии максимальных значений  $E_x$ , полученных при тех же трех разносах приемных линий, большей частью приурочены к высокоомным неоднородностям и подлежат в дальнейшем проверке контрольными точками ВЭЗ с определенным сгущением разносов питающих линий, учитывающим возможность пересчета кривой  $\rho_k$  метода ВЭЗ в кривую  $\rho_T$  метода вычитания полей, что позволит выяснить вопрос происхождения данной аномалии (вызвана ли она высокоомными породами или карстовой полостью).

4. Особого внимания заслуживают те аномалии электрической составляющей, которые на каком-либо участке одновременно отмечаются как максимальными значениями  $E_x$  при одном или двух разносах приемной линии (5 и 10 м), так и минимальными значениями  $E_x$  при разносе приемной линии 15 м. Так как такие участки также могут быть приурочены к карстовым пустотам, то и они подлежат проверки точками ВЭЗ с последующим пересчетом кривой  $\rho_k$  в кривую  $\rho_T$ .