

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

Сборник научных трудов
по материалам XVI Международной
научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Пермь, ПГНИУ, 13–14 апреля 2023 г.



Пермь 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОЛОГИЯ В РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МИРЕ

*Сборник научных трудов по материалам
XVI Международной научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых*

Пермь, ПГНИУ, 13–14 апреля 2023 г.



Пермь 2023

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

Г36

Геология в развивающемся мире [Электронный ресурс] : сборник Г36 научных трудов по материалам XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Пермь, ПГНИУ, 13–14 апреля 2023 г.) / отв. ред. Н. В. Кулакова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2023. – 29,3 Мб ; 479 с. – Режим доступа: http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/geolog_v_razv_mire_2023.pdf. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-4010-2

В сборнике содержатся статьи студентов, аспирантов, молодых ученых (кандидатов наук) – участников XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире», проводимой на геологическом факультете Пермского государственного национального исследовательского университета.

Рассматриваются проблемы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; минералогии, геохимии и петрографии; палеонтологии, стратиграфии и региональной геологии; геофизики; геологии нефти и газа; инженерной геологии и гидрогеологии; геоэкологии и охраны окружающей среды; геоинформационных систем в геологии.

Издание адресовано инженерам-геологам, гидрогеологам, геофизикам, минералогам, палеонтологам, нефтяникам и геологам широкого профиля.

УДК 550.8+622(234.852)

ББК 26.3

*Издается по решению ученого совета геологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Редакционная коллегия:

д. г.-м. н. П. А. Красильников, д. г.-м. н. Е. А. Меньшикова,

к. г.-м. н. Е. Е. Кожевникова, Н. В. Кулакова

Ответственный редактор *Н. В. Кулакова*

Рецензенты: научный сотрудник Кунгурской лаборатории-стационара Горного института УрО РАН, канд. геол.-мин. наук **А. С. Казанцева**

старший научный работник Горного института УрО РАН, канд. геол.-мин. наук, доцент **И. Ю. Герасимова**

ISBN 978-5-7944-4010-2

© ПГНИУ, 2023

КАЧЕСТВЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВЭЗ С ЦЕЛЬЮ ОБНАРУЖЕНИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ЗОН ДРОБЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ДЕРЕВНИ БАЛАШИ)

Петросян Рубен Нверович

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
аспирант 2 курса обучения, г. Пермь
petrosyan@antikarst.ru*

Рыжов Никита Валерьевич

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
магистр 2 курса обучения, г. Пермь
ryzhov@antikarst.ru*

Аннотация: карст – опасный геологический процесс, представляющий опасность для жизнедеятельности человека. Для исследования карстовых процессов изучают физические и химические свойства подземных вод и грунтов, вскрытых в результате бурения скважин, однако для определения оптимального местоположения скважин проводятся электроразведочные работы с последующей качественной интерпретацией полученных материалов. Качественная интерпретация представляет собой процесс истолкования геофизических данных без определения значений удельных электрических сопротивлений и мощностей слоёв. В статье представлен пример выделения и локализации области распространения карстовых процессов в пределах деревни Балаши.

Ключевые слова: электроразведка, метод сопротивлений, ВЭЗ, сопротивление, качественная интерпретация, карст, бурение.

ANALYSIS OF QUALITATIVE INTERPRETATION FOR THE PURPOSE OF DETECTING KARST CAVITIES AND CRUSHING ZONES (BY THE EXAMPLE OF BALASHI VILLAGE)

Ruben Petrosyan

*Perm State National Research University, Post-graduate Student 2nd, Perm
petrosyan@antikarst.ru*

Nikita Ryzhov

*Perm State National Research University, Master's Degree Student 2nd, Perm
ryzhov@antikarst.ru*

Abstract: Karst is a dangerous geological process that poses a danger to human life. To study karst processes, the physical and chemical properties of groundwater and soils discovered as a result of drilling wells are studied, however, to determine the optimal location of wells, electrical exploration is carried out with subsequent qualitative interpretation of the obtained materials. Qualitative interpretation is the process of interpreting geophysical data without determining the values of electrical resistivity and layer thicknesses. The article presents an example of the allocation and localization of the area of distribution of karst processes within the village of Balashi.

Keywords: electrical exploration, resistivity method, VES, resistivity, qualitative interpretation, karst, drilling.

Карст представляет собой процесс выщелачивания и растворения горных пород под активным воздействием грунтовых вод, результатом которого может являться образования полостей. Часто существует опасность развития провалов на поверхности в следствии расширения полостей до больших размеров. Изучение карстовых процессов позволит прогнозировать образование карстовых провалов, их дальнейшее расширение и своевременно предпринять меры для минимизации или полного устранения ущерба экономике и населению. Сложность изучения карста заключается во внезапности его проявления и скрытности протекания [1, 3, 5].

Для точного определения скорости и направленности распространения карста проводятся буровые работы, сопровождающиеся отбором проб воды и грунта с целью определения физико-механических и механических свойств пород, а также степени агрессивности подземных вод. Однако бурение скважин является дорогостоящим и наличие множества скважин может быть экономически неэффективно, особенно при неверном их пространственном расположении. Ввиду вышесказанного проводят геофизические работы, одной из задач которых является корректировка местоположения скважин. Среди методов геофизики вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) отличается своей простотой, дешевизной и эффективностью.

ВЭЗ позволяет провести расчленение геологического разреза по литологии и наличию водоносных горизонтов. Главным фактором, оказывающим влияние на значения сопротивлений, является ионная проводимость водонасыщенных горных пород. Поэтому для поиска зон разуплотнения и карстовых полостей, для образования которых одним из главных условий является наличие циркулирующих подземных вод, широкое применение нашёл метод ВЭЗ. Данный метод основан на определении кажущегося электрического сопротивления по измеренным значениям разности потенциалов и значениями силы тока в питающей линии АВ. Причём изменение размеров АВ позволяет варьировать глубиной проникновения тока, что позволяет проводить дифференциацию пород не только по горизонтали, но и по вертикали [2, 4, 6].

Геофизические исследования проводились в д. Балаши Суксунского района Пермского края. Профильные электроразведочные наблюдения выполнены с использованием четырехэлектродной симметричной измерительной установки Шлюмберже. В итоге отработано 45 физических точек на 5 профилях, а также, пробурено 3 скважины глубиной до 90 м.

По данным бурения карстологических скважин с-2, с-3, с-4 карстующийся горизонт представлен породами гипса низкой прочности, средневыветрелого, с прослоями гипса выветрелого до состояния супеси и щебня. Горизонт залегает на глубине 55,5 м, вскрытая мощность – 4,5 м. Подземные карстопроявления по данным бурения представлены тремя незаполненными карстовыми полостями, различной формы и размеров. В скважине с-2 вскрыто две полости в интервале глубин 47,0-47,6 и 54,5-55,5 м. В скважине с-3 вскрыта полость в интервале 74,5-76,4 м. Помимо непосредственно карстовых полостей, широкое распространение имеют зоны дробления – участки толщ гипсов, в пределах которых карстующиеся породы находятся в сильновыветрелом состоянии. По данным бурения вскрыта зона дробления мощностью 4,5 м, на глубине 55,5 м.

Геологический разрез представлен в основном глинистыми отложениями с редкими прослоями скальных грунтов, выветрелых до состояния муки и щебня. В скважине с-2 прослой известняка вскрыты с глубины 8 м, однако чаще всего известняк находится в разрушенном состоянии, начиная с 30 м встречаются прожилки и вкрапления гипса, а с глубины 55 м – слой гипса. В скважине с-3 в разрезе преобладают глинистые отложения, скальные грунты встречаются значительно в меньшем объеме, чем в скважине с-2, и обладают мощностью до 5 м. Гипсы в данной скважине не вскрыты вплоть до глубины 90 м. Исследуемый участок по данным бурения характеризуется неоднородным геологическим строением, и отличается резким опусканием кровли карстующихся пород гипса в восточном направлении.

Гидрогеологические условия участка характеризуются наличием одного горизонта грунтовых вод, вскрытого на глубине от 52,0 до 60,1 м. Коллекторами являются отложения суглинков и супесей.

Анализ результатов качественной интерпретации данных ВЭЗ (рис.1) и сопоставление их с данными бурения позволяет сделать выводы о целесообразности применения данного метода с целью поиска зон дробления и карстовых полостей. Карстовая полость, вскрытая скважиной с-2 на интервале глубин 47,0-47,6 м, заполнена воздухом, из чего следует, что значения сопротивлений должны увеличиваться на данном интервале глубин. Однако значения кажущихся сопротивлений, полученные в ходе полевых наблюдений, остаются достаточно низкими, что может быть связано с небольшой вертикальной мощностью карстовой полости.

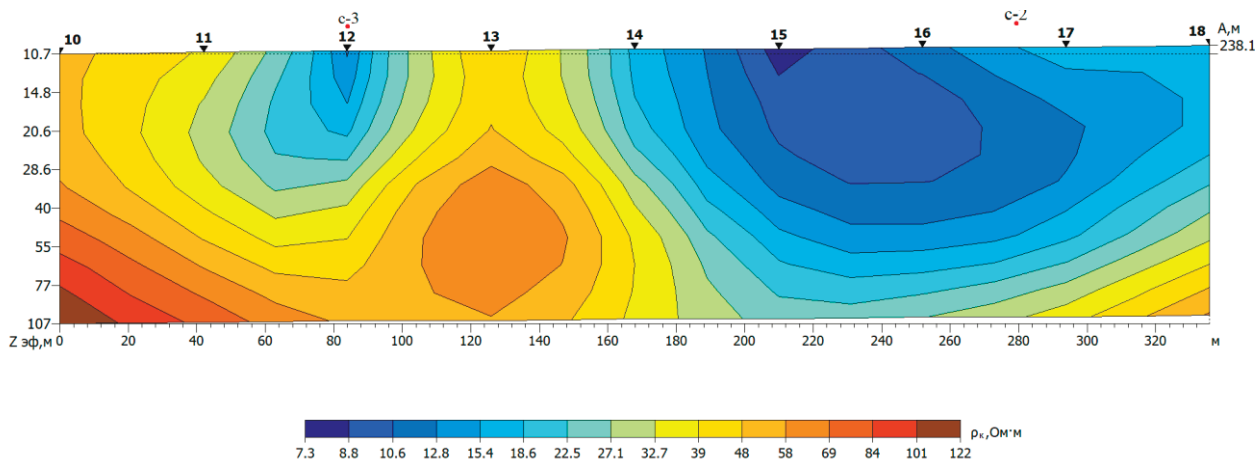


Рис. 1. Разрез кажущихся сопротивлений на профиле 2, где $Z_{эф}$ приблизительно равна $AB/4$

Той же скважиной вскрыта полость на интервале глубин 54,5-55,5. Поскольку полость обводненная, то проводимость в области полости будет характеризоваться высокими значениями, а сопротивление, соответственно, низкими значениями. Однако за счёт преобладания в разрезе глинистых отложений, сопротивление которых сопоставимо с сопротивлениями грунтовой воды, выделить карстовую полость не представляется возможным из-за отсутствия контраста электрических свойств.

Третья полость вскрыта скважиной с-3 в интервале глубин 74,5-76,4. Полость заполнена воздухом, поэтому сопротивление достигает высоких значений, что согласуется с наблюдаемыми значениями кажущегося сопротивления. Ввиду высокого контраста свойств полости и вмещающих пород обнаружение полости не представляет большой трудности. Таким образом, только лишь одна полость из трех однозначно выделяется по данным ВЭЗ. Выделению полостей может препятствовать ряд факторов, среди которых особую роль играют большая глубина, малая вертикальная мощность полости, близость электрических свойств вмещающих пород и полости. Тем не менее, корректировка местоположения скважин с помощью геофизических данных возможна с привлечением архивных данных и данных, полученных в ходе рекогносцировочного обследования, как было в рассматриваемом случае.

Для рассмотрения возможности картирования зоны дробления и области водоносного горизонта, стоит обратиться к картам кажущихся сопротивлений для глубины 50 м (рис. 2), которые могут выявить характер их распространения по латерали. Можно заметить, что на пикетах 12, 15-17, 21, 24-46, 34-46, кажущиеся сопротивления довольно низкие. Нужно отметить, что расположение низкоомных аномалий на данной карте отличается от расположения низкоомных аномалий на картах кажущегося сопротивления для небольших глубин (рис 3).

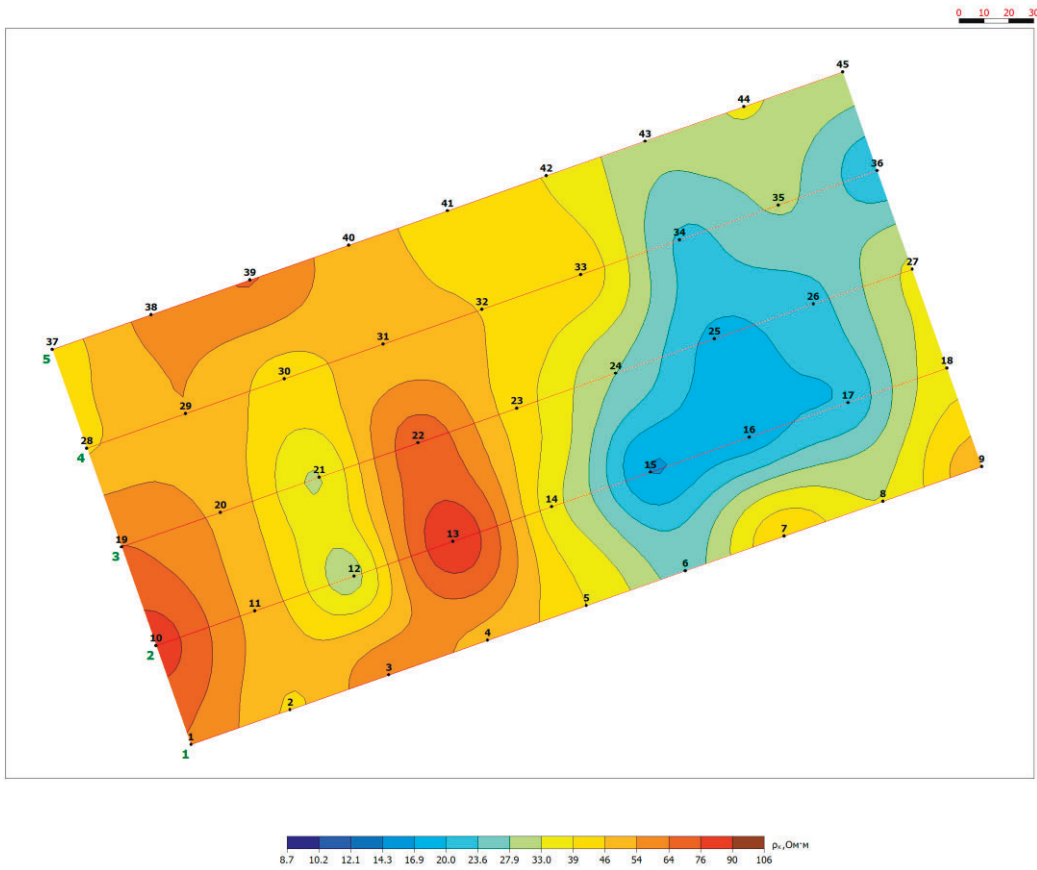


Рис. 2. Карта кажущихся сопротивлений, $AB/2 = 100 \text{ м}$

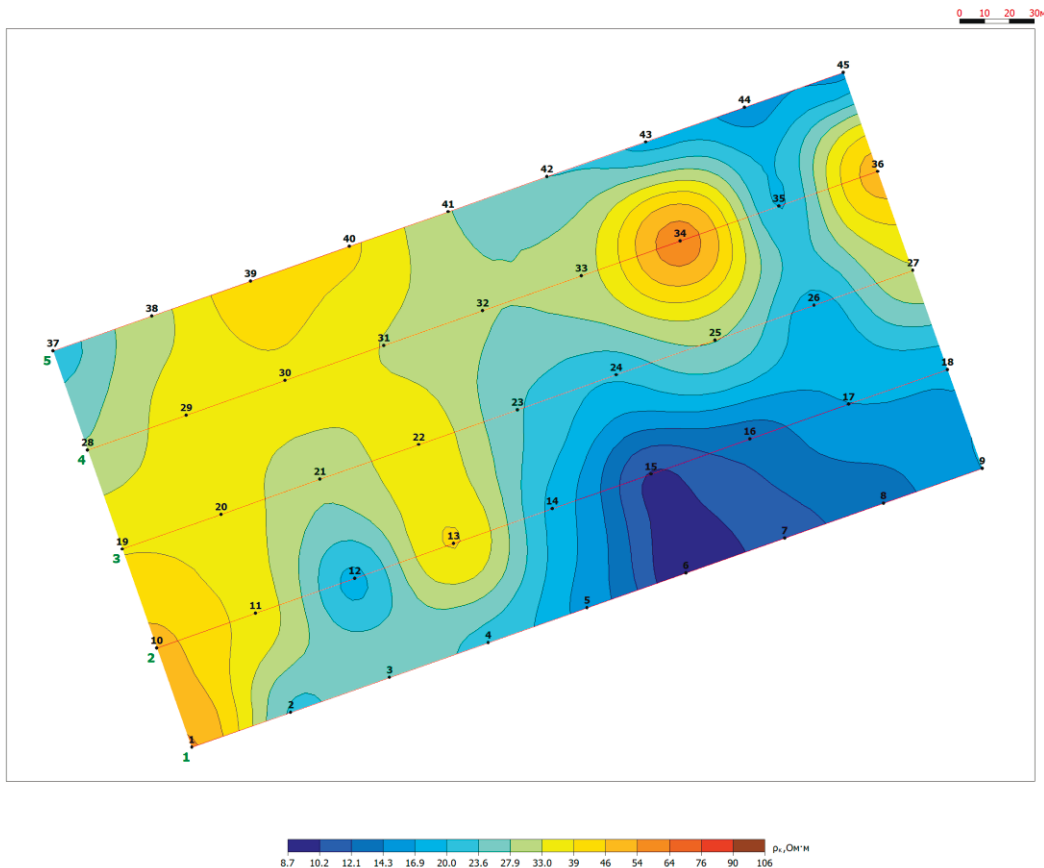


Рис. 3. Карта кажущихся сопротивлений, $AB/2 = 16 \text{ м}$

Таким образом, качественная интерпретация ВЭЗ создаёт возможность провести корректировку местоположения скважин, позволяя с большей вероятностью вскрыть зоны дробления и карстовые полости. Для дальнейшего уточнения границ карстовых полостей и зон дробления требуется провести количественную интерпретацию с привлечением априорных данных.

Литература

1. Горбунова К.А. Карстоведение. Вопросы типологии и морфологии карста. Пермь: издательство ПГНИУ, 1985 – 88 с.
2. Костицын В.И. Хмелевской В.К. Основы геофизических методов. Пермь: издательство ПГНИУ, 2010 – 400 с.
3. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Том I. Пермь: издательство ПГНИУ, 1969 – 445 с.
4. Матвеев Б.К. Электроразведка. М.: издательство «НЕДРА», 1990 – 368 с.
5. Михно В.Б. Бевз В.Н. Карстовые и оползневые процессы. Воронеж: издательство ВГУ, 2003 – 67 с.
6. Электроразведка: Справочник геофизика. М.: издательство «НЕДРА», 1979 – 512 с.