

УДК 550.837.76

О ВОЗМОЖНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОРЕЛЬЕФА СКЛОНА ПЕТРОВСКОЙ СОПКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Рылов Е.С. (5 курс)

Камчатский государственный университет имени В.Беринга,

Научный руководитель: к.г.-м.н. Делемень И.Ф.

Рассмотрены вопросы комплексирования георадарных методов с описанием разрезов буровых скважин для ситуации, когда линия расположения скважин не совпадает с георадарным профилем, на примере одного из участков восточных отрогов Петропавловского горста (сопки Петровской), расположенного у Халактырского озера.

Ключевые слова: георадиолокация, буровые работы.

Введение

В последние годы все большее внимание уделяется развитию междисциплинарных исследований в геологии, направленных на использование методов геофизики для уточнения особенностей современного рельефа, соотношения его с подстилающими породами, а также для реконструкции палеорельефа (геофизическая геоморфология) [4].

Применение геофизических методов для решения геолого-гидрогеологических и инженерно-геологических задач основано на использовании различий в физических свойствах горных пород.

В данной работе описана возможность комплексирования георадарных методов с описанием разрезов буровых скважин для ситуации, когда линия расположения скважин не совпадает с георадарным профилем. Работы выполнены на примере одного из участков восточных отрогов Петропавловского горста (сопки Петровской), расположенного у Халактырского озера. Территория участка представляет собой выровненную площадку, расположенную на одной из террас озера, врезанной в склоны сопки. Участок застроен, причем при строительстве была выполнена планировка с отсыпкой грунта, для того, чтобы сформировать на пологой наклон-

ной поверхности террасы горизонтальную площадку для строительства. Для этого бульдозером была срезана часть грунта в западной части площадки, и отсыпана – в восточной. Мощность слоя техногенного (насыпного) грунта не превышает 1 – 2 м. Кроме того, территория заасфальтирована; под слоем асфальта располагается щебенисто-гравийная подушка (мощностью 15-20 см). Схема профилей показана на рис. 1.



Рис. 1. Территория района работ (выделена прямоугольником). Тонкими линиями показано линии расположение буровых профилей (профили I, II, III и IV), толстыми – георадарных профилей (профили 1 и 2). Номера профилей расположены у пикета 0 м на линии каждого профиля.

Краткое описание методики работ

На участке работ выполнено георадарное профилирование по двум профилям (рис. 1). В методе георадиолокации с помощью специального генератора импульсных сигналов и излучающей антенны в среде создаются электромагнитные волны. Распространяясь в зондируемой среде, они отражаются от различных геологических объектов, отличающихся по ди-

электрической проницаемости (границ слоев, пустот и других локальных неоднородностей) и возвращаются обратно, где регистрируются приемной антенной [2].

Радарограммы представляют собой непрерывные записи отражений электромагнитных волн от отдельных глубинных границ геологических слоев и отдельных неоднородностей, имеющих различные электрические свойства (удельное электрическое сопротивление ρ и диэлектрическую проницаемость ϵ) [3]. На каждом исследованном профиле (рис.4) мы получили по одной радарограмме. Координатами полевых записей радарограмм являются: по горизонтали - расстояние вдоль профиля наблюдения, в метрах, и по вертикали - двойное время пробега электромагнитной волны, в наносекундах.

Использовался георадар «ОКО», разработанный в НИИ Приборостроения им. В.В. Тихомирова с антенным блоком АБ–250 с центральной частотой 250 МГц (разрешающая способность 0,25 м). При работе с прибором используется компьютер типа "notebook". При обработке полученных данных использовалась программа GeoScan 32. Метод георадиолокации интересен своим визуальным отображением и кажущейся простотой интерпретации. Однако, как и любой геофизический метод, при сложных физико-геологических условиях он требует комплексирования с другими геофизическими методами и буровыми работами.

Геологическая интерпретация радарограмм выполняется в два этапа. На первом этапе проводится качественная геофизическая интерпретация временного разреза, когда по волновой картине визуально оценивается геометрия исследуемой среды. Для этого ведется распознавание типов волн, выделение осей синфазности и изучение структуры волнового поля. В зависимости от поставленной задачи наступает второй этап интерпретации радарограмм: выделяются слои пород разного литологического состава, глубины их залегания и определяется местоположение, т.е. составляется глубинный разрез.

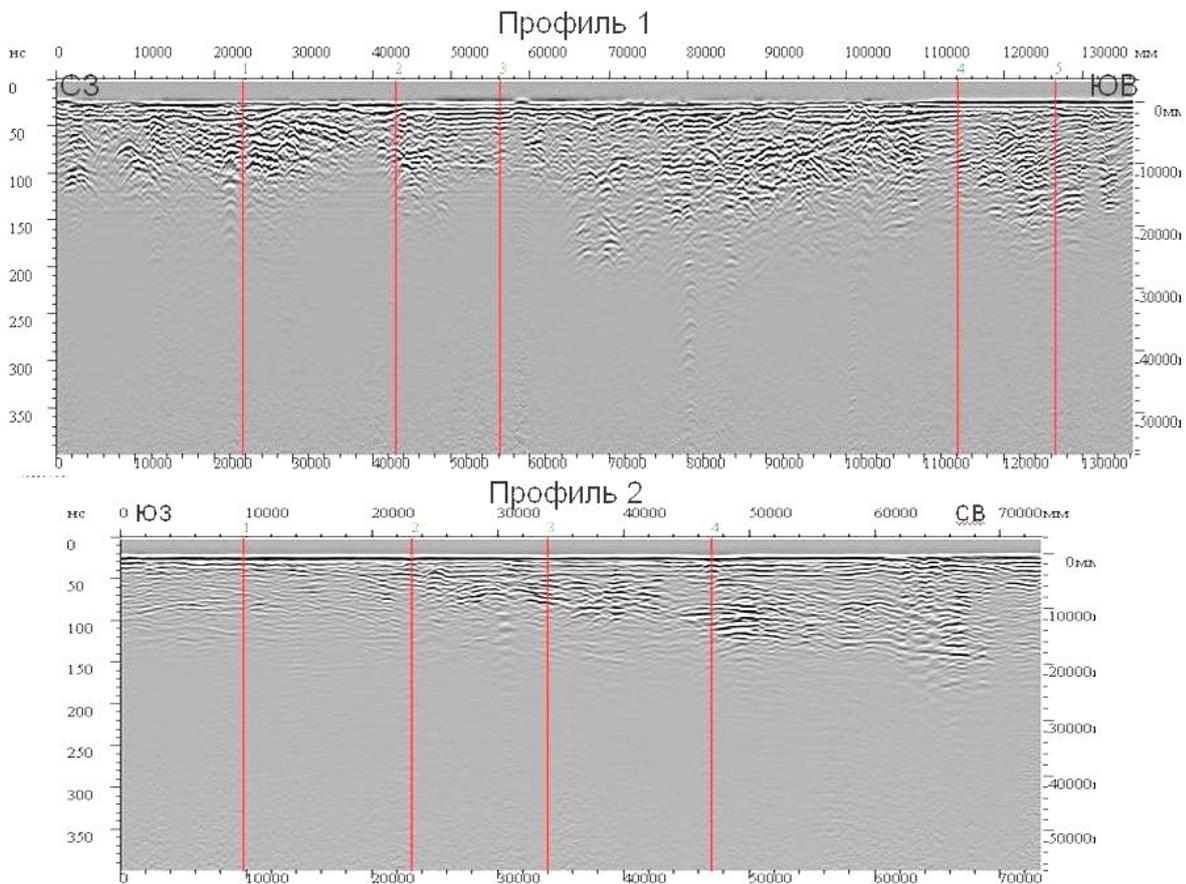


Рис. 2. Полученные георадарные профили.

На полученных радарограммах (рис. 2) по первому профилю мы наблюдаем 3 отражающие границы, по второму профилю 4 границы и 2 линзы. В случае совпадения линий буровых и георадарных профилей, интерпретация георадарограмм свелась бы к простому сопоставлению обоих разрезов (по скважинам и георадарограммам). Однако в нашем случае скважины были пробурены ранее, и на месте расположения линий буровых профилей располагаются здания и сооружения. Для городских территорий это обычная ситуация. Выход видится в сопоставлении георадарных разрезов с геологическими разрезами в сечениях, полученных в точках пересечения обеих типов профилей (например, в точках пересечения георадарного профиля 2 с буровыми профилями III и IV), либо путем экстраполяции разреза бурового профиля на точку пересечения георадарного профиля с продолжением бурового профиля (например, в точке пересечения продолжения бурового профиля I с георадарным профилем 1).

Типичный литологический разрез бурового профиля на участке показан на рисунке 3.

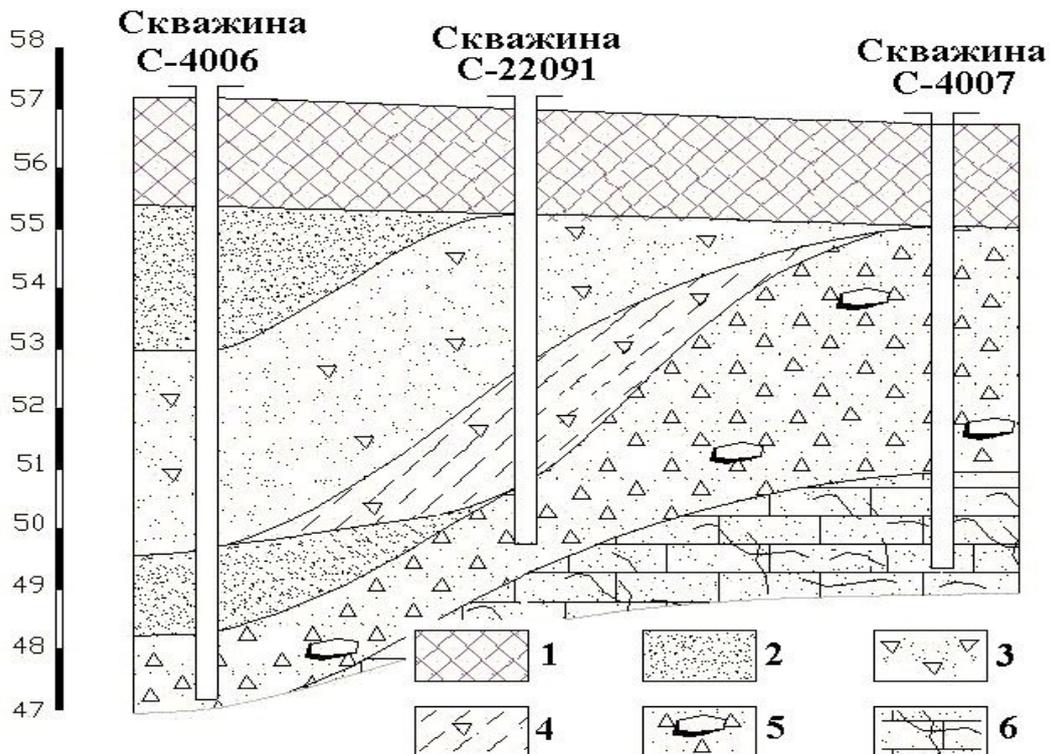


Рис. 3. Литологический разрез по буровому профилю I (Составлен Гончаровой Л.К., ООО «Изыскатель»).

1 – насыпные грунты, 2 – пески пылеватые, 3 – пески дресвянистые, 4 - суглинки дресвянистые, 5 – валунные щебенистые грунты с песчаным наполнителем, 6 – скальные породы, представленные чередованием метаморфизованных в зеленосланцевой фации песчаников и алевролитов верхнемелового возраста.

Таблица 1. Сопоставление глубины границ слоев (в метрах) на георадарограммах и на геологических разрезах вдоль линий пересечения профилей

Линии пересечения буровых и георадарных профилей		Глубина (м)			
		Насыпной грунт	Песок пылеватый в кровле разреза	Суглинков	Песок пылеватый в основании разреза
Экстраполяция	Буровой профиль I	1,8	4,3		
	Георадарный профиль 1	0,7	3,2		
Интерполяция	Буровой профиль III	1,8		2,0	
	Георадарный профиль 2	1,8		2,0	
	Буровой профиль IV	1,3			7,8
	Георадарный профиль 2	1,3			7,4

В результате сравнения литологических разрезов, составленных по данным бурения, с георадарограммами, получена удовлетворительная сходимость глубин границ слоев при интерполяции данных, и грубое соответствие – при экстраполяции (табл. 1).

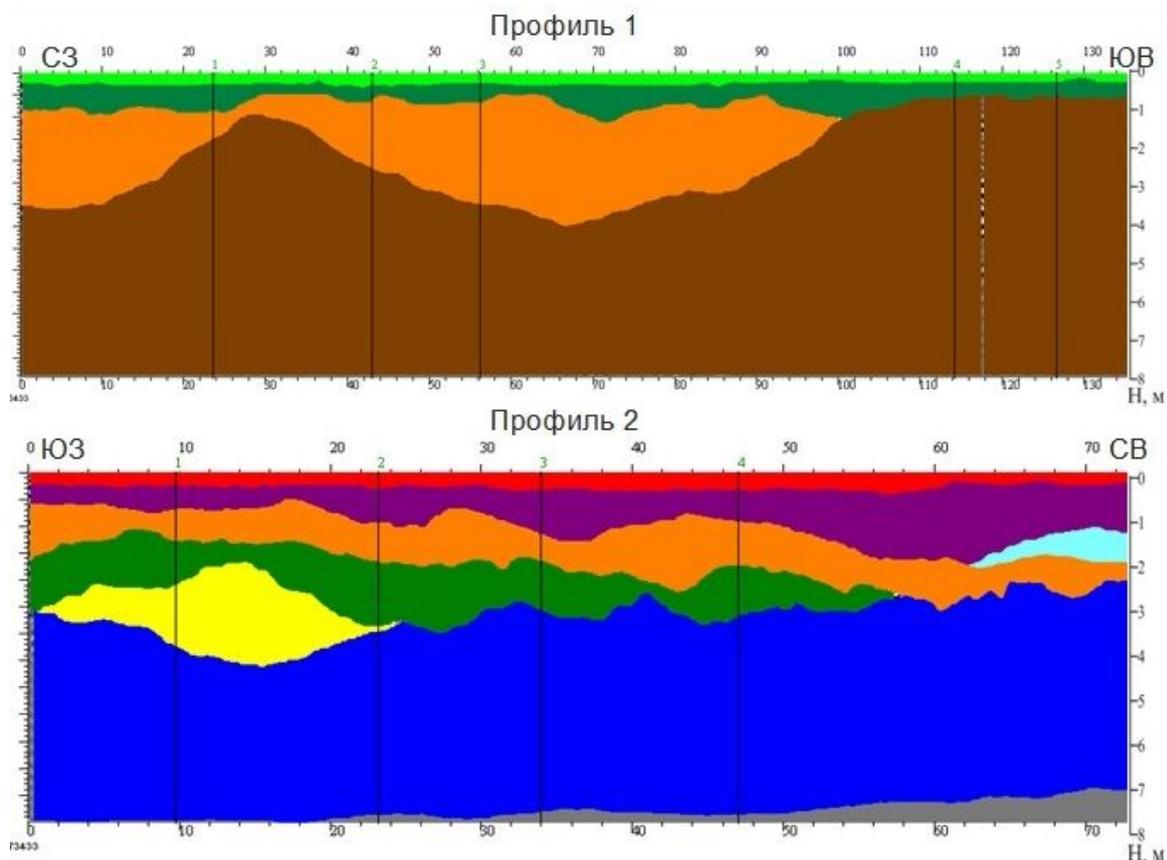


Рис. 4. Георадарные профили после интерпретации.

Анализ таблицы позволяет сделать два вывода. Во-первых, использование оценок глубин по данным разрезов скважин, оцененным методом экстраполяции, приводит к значительным (25 % и более) отличиям в определении глубины того же слоя по георадарным исследованиям. Использование же метода интерполяции дает хорошую сходимость. Правда, полное совпадение глубин в одной точке по этим данным на буровых и георадарных профилях наводит на мысль о том, что диэлектрическая проницаемость пылеватых песков и суглинков одинакова (т.к. глубины на радарограммах рассчитывались с использованием постоянного значения диэлектрической проницаемости). Это может быть действительно так, но может быть вызвано еще одной причиной – наличием мерзлоты. Т.к. съемка про-

водилась ранней весной (1 апреля), то диэлектрические свойства всех грунтов могли быть близки из-за наличия большого количества замерзшей воды в порах пород.

Интерпретация результатов

Сопоставление результатов бурения и радарограмм позволяет сделать вывод о том, что первый выделенный слой на радарограммах (рис. 4) соответствует по данным бурения асфальтобетонному покрытию и насыпному грунту мощностью около 0,5 м. Следующий слой – насыпные грунты, мощность которых варьирует от 0,5 м до 1 м. Именно к этому слою приурочена зона интенсивного промерзания. Скорее всего, промерзание обусловлено не образованием льда из свободных грунтовых вод (в буровых скважинах, пройденных в феврале 2011 г., воды не обнаружено), а замерзанием почвенной влаги. Наибольшее содержание такой влаги отмечается в самом верхнем слое (на участке – насыпные грунты) из-за поступления в него атмосферных осадков.

Ниже хорошо проявлены все слои, показанные на рис. 3, причем наиболее ярко выражены горизонты пылеватых песков и супесей. Щебнистые грунты с песчаным заполнителем, а также коренные скальные породы (вероятно, трещиноватые и выветрелые) занимают нижнюю часть георадарных профилей, и слоистость на них выражена слабо.

На первом профиле хорошо заметны две ложбины, подошва которых расположена на глубинах около 3 - 4 метров (рис. 2). Выполняющие её отложения в приповерхностной части разреза имеют субгоризонтальное залегание, и в современном рельефе обе ложбины не проявлены (т.е. являются захороненными). На рис. 5 хорошо заметно, что одна из захороненных ложбин параллельно современной, а другая – является отмершим притоком. Следовательно, на данном участке совместное использование буровых работ и георадарной съемки позволило выявить единую систему развивающихся во времени ложбин.

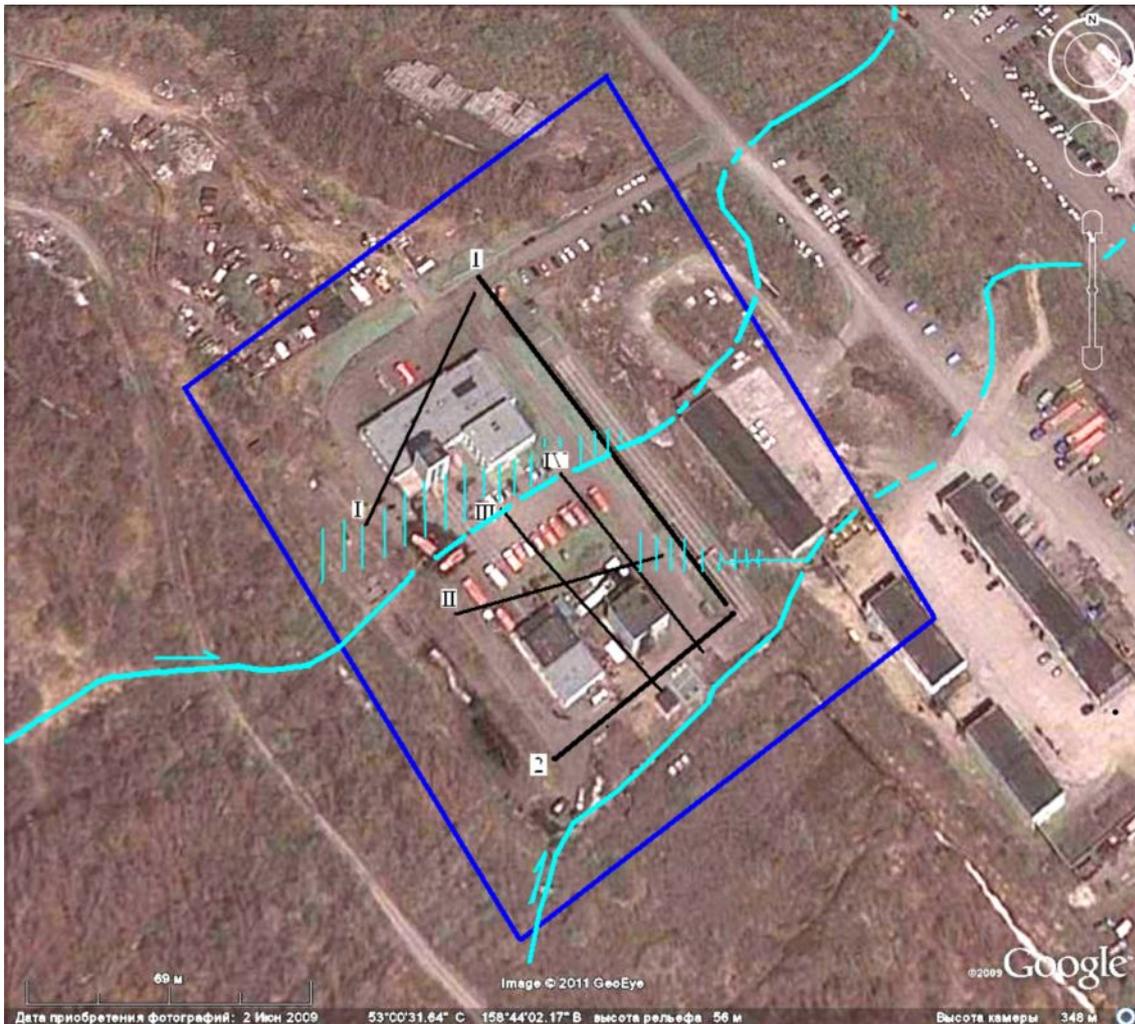


Рис. 5. Положение современных (голубые линии) и захороненных (голубая штриховка) сухих ложбин. Стрелками показано направление стока. Прерывистыми линиями показана часть современных ложбин, перекрытых насыпными грунтами.

Состав отложений (отсутствие гравия и гальки) свидетельствует об отсутствии осадков аллювиального происхождения.

Скорее всего, выявленные ложбины имеют делювиально-пролювиальное происхождение. Их первичное заложение было связано с деятельностью временных потоков, о чем свидетельствует наличие в системе параллельных ложбин небольшого пролювиального конуса выноса (рис. 6). В последующем ложбины заполнялись как пролювиальными отложениями (отложения грязевых потоков), так и делювием. Судя по параллельности осей ложбин, их пространственное положение при образовании было приурочено к участкам наиболее раздробленных коренных пород вдоль трещинных зон.



Рис. 6. Пролувиальный конус выноса (голубые точки) в системе делювиально-пролувиальных ложбин.

Заключение

Комплекс выполненных работ свидетельствует о том, что скальные породы залегают на глубине около 10 м. Учитывая то, что мощность насыпных отложений составляет 1 – 2 м, мощность рыхлых отложений – составляет 6-8 м. В разрезе этих отложений присутствуют от 5 до 7 слоев. На всех разрезах, изученных с использованием геофизических методов, хорошо проявлена эрозионная ложбина на глубине 4м, выполненная этими отложениями. По мере её заполнения, происходило постепенное выравнивание палеоповерхности. К моменту планировки с отсыпкой насыпных грунтов, земная поверхность представляла собой пологонаклонную выровненную площадку с углами наклона не более 3 – 5 градусов. Полученные данные могут быть использованы для реконструкции развития Петропавловского горста.

Работы выполнены по заказу ООО «Геоконсалтинг». Исходные данные для интерпретации результатов ВЭЗ и сейсморазведочных работ предоставлены ООО «ГЭФ».

Автор благодарит Делемена И.Ф. и Федорченко И.А. за консультацию и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. М.: изд-во МГУ, 2004. 153с.
2. Старовойтов А.В. Интерпретация данных георадиолокационных наблюдений . М.: изд-во МГУ, 2008. 192с
3. Рекомендации по проведению георадиолокационных измерений для решения геологических задач. ООО «Логические системы» 2008 г.
4. Rodosovich D.K., Giardino J.R., Brunk T.J. et al. Geophysical geomorphology or “Geophantasy”: does Ground-Penetrating Radar (GPR) show depositional regime boundaries and structures in armored deposits? // 2009 Portland GSA Annual Meeting (18-21 October 2009). 2009. Paper No. 244-41. http://gsa.confex.com/gsa/2009AM/finalprogram/abstract_163045.htm

RECONSTRUCTION OF THE POSSIBILITY OF SLOPE PALEORELIEF PETROVSKY HILL USING GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

Rylov E.S.

Kamchatka Vitus Bering State University

The problems of aggregation methods for describing the GPR sections of boreholes for the situation when the line is the location of wells does not coincide with the GPR profile example of one of the sections of the eastern spurs of the Petropavlovskogo horst (Petrovskoy hills), located at Halaktyrskogo lake.

Keywords: georadiolokation, drilling