

Изучение инженерно-геологических условий Бугеульского (Раца) оползня геофизическими методами разведки

Г.Г. Джаши, В.К. Чичинадзе, Т.Л. Челидзе, Э.Д. Церетели, Д.Т. Одиладзе,
А.Г.Тархншвили, З.Л. Амилахвари, Д.Ш. Китовани, А.Л. Ревазшвили,
Г.Г. Дзотцеяндзе, Г.Н. Абрамишвили

Значительная часть территории Грузии характеризуется горным рельефом, где широко развиты эзодинамические процессы (оползни, сели), что создает большую опасность местному населению.

За последние годы вследствие активации оползневых процессов существенно пострадало население Раца, в частности, население некоторых деревень (Клдисубани, Сартки) было вынуждено переселиться, а во многих деревнях плотность заселения существенно снизилась (Бареули, Диди Чорджо, Пирвели Тола и др.). Активизации оползневых явлений способствует повышение за последние годы сейсмической активности на этой территории, что значительно повысило вероятность увеличения подвижности осадочных пород [3].

В апреле 2003 года, когда в следствии продолжительных дождей, глинистый грунт был насыщен водой, в ущелье речки (левый приток р.Риони) на территории сел. Бугеули Амбролаурского района, образовался оползень, который нанес ущерб части населения. Движение рыхлого материала в русле речки продолжалось в течении трех суток со скоростью примерно 0,5 км в сутки. Возникновению оползня способствовало согласованное залегание основных пород (глинистые песчаники) с рельефом. Площадь выноса оползня равна около 50000 м².

Изучение инженерно-геологических условий оползневых и оползневоопасных участков было проведено комплексными геофизическими методами разведки: электроразведка (вертикальное электрическое зондирование – ВЭЗ, симметричное электропрофилирование – СЭП, метод естественного электрического поля – ЭЭП), сейсморазведка (корреляционный метод преломленных волн – КМПВ), [1, 2].

Расположение геофизических профилей и точек наблюдений даны на схематическом рисунке 1.

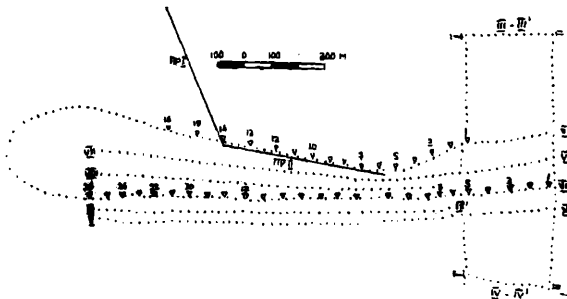


Рис. 1.

Целью проведенных работ методом ЕЭП было определение направления и приближенной скорости течения грунтовых вод вдоль профилей. Расстояние между точками наблюдения – 25м. Наблюдения проводились как непосредственно на поверхности оползневой массы, так и на относительно устойчивых грунтах на обείх склонах ущелья.

На профиле I-I' (рис. 2а) показано распределение ЕЭП, откуда очевидно, что приток грунтовых вод происходит довольно интенсивно в сторону русла речки, (на рис. направления течения грунтовых вод показаны стрелками).

Профиль II-II' проходит параллельно р.Риони в 50 метрах. Как видно из рис. 2б. сбор грунтовых вод и здесь происходит в сторону речки.

Интересную картину дает распределение ЕЭП вдоль профиля V-V' (рис.3а). Как видно из рисунка, имеет место довольно интенсивный приток грунтовых вод с юга на север. При этом от точки 70 до 65 отмечается изменение течения грунтовых вод на противоположное. Западнее 65 точки профиля V-V', в ущелье речки кончается язык оползневой массы, что возможно является причиной такого распределения поля течения грунтовых вод.

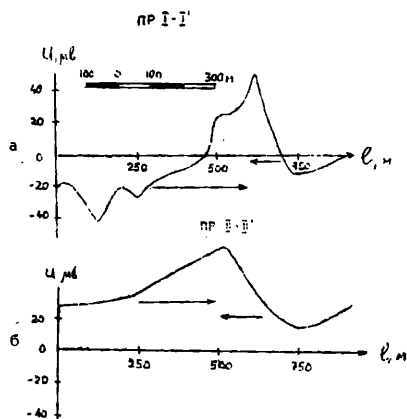


Рис. 2.

Профиль VI-VI' проходит в центре оползневой массы вдоль течения речки (рис. 3б). И в этом случае общее направление течения грунтовых вод с юга на север. При этом по распределению ЕЭП фиксируется окончание языка оползневой массы, на что указывает направление подземного фильтрационного потока между точками 60-56.

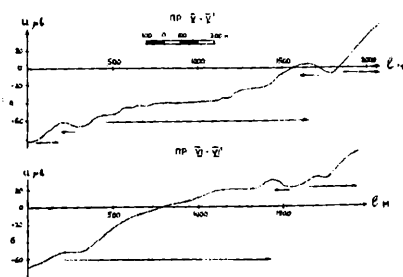


Рис. 3.

Аналогичная картина распределения ЕЭП отмечается на параллельных профилях VII-VII', VIII-VIII', IX-IX' и X-X'. Скорости фильтрационных потоков на этих профилях примерно одинаковы.

Таким образом, методом ЕЭП были определены направления фильтрационных потоков подземных вод, установлены довольно высокие скорости этих потоков и были зафиксированы конечные отметки оползневого тела.

На рис. 4 представлены пространственные распределения ЕЭП вдоль оползневого тела.

Целью ВЭЗ было установление мощности оползневой массы. В полевых условиях были определены электрические параметры (удельное электрическое сопротивление – ρ коренных пород и оползневой массы). Следует отметить, что электрические сопротивления оползневого тела и коренных пород мало отличаются друг от друга. В частности, сопротивление оползневой массы меняется в пределах 10-120мм. В ней выделяется обильно обводненные участки, в которых ρ снижается до 6-8 омм. Оползневая масса перекрывает слабо сланцеватые гипсоносные глины, удельное электрическое сопротивление которых определены сравнительно неточно и оно должно метаться в пределах 30-50омм.

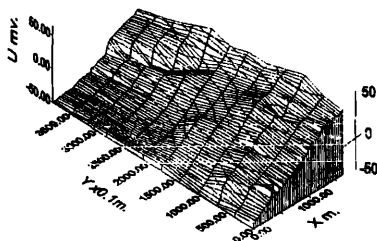


Рис. 4.



Рис. 5.

Геологический разрез I-I' (рис. 5) проходит параллельно профиля VI-VI' ЕЭП. Его расположение дано на рис 1. На разрезе по ВЭЗ 23-26 получена двухслойная среда, в которой первый слой соответствует оползневой массе, ее мощность постепенно увеличивается в северном направлении. По ВЭЗ 22-17 получен трехслойный геозлектрический разрез, второй слой которого ($\rho=6-8$ омм) соответствует сильно обводненным породам. К северу от ВЭЗ-14 оползневая масса на большой площади сохраняет постоянную мощность ($d \approx 20$ м.). По данным ВЭЗ 10-14 выделяется сильно обводненная ($\rho=6-8$ омм) первый слой. На профиле по ВЭЗ 1-5 построен трехслойный геозлектрический разрез, где первый слой ($\rho=40-50$ омм) соответствует глинистому покрову почвы, второй слой ($\rho=70-100$ омм)

слабосцементированным речным отложениям (старое русло р.Риони) и третий слой ($\rho=40-50\text{омм}$) коренным породам. Полученный материал обрабатывался известным методом [2].

Геоэлектрический разрез II-II' (рис.6) проходит восточнее от оползня вдоль профиля V -V' ЕЭП. В разрезе первый слой соответствует глинистому покрову почвы. Электрическое сопротивление второго слоя ($\rho=12-115\text{омм}$) близко к удельному электрическому сопротивлению оползневой массы, по этому потенциально является оползнеопасным, что подтверждается и визуально (особенно это хорошо видно на втором берегу речки).

Таким образом, по геоэлектрическому разрезу довольно хорошо устанавливается мощность оползневой массы вдоль профиля и границы ее распространения.

Работы по сейсморазведке проводились с помощью инженерной двенадцатиканальной сейсмической станции АСС-6/12. Возбуждение сейсмических волн осуществлялось сбрасыванием груза весом примерно 30кг со специальной треноги, высотой 4м. Расстояние между сейсмоприемниками составляло 10м, вследствие чего, длина сейсмической косы (т.е. одной стоянки) была 110м. Применялась полная система наблюдений (возбуждение сейсмических волн в начале и конце стоянки, а также выносы, для получения нагонящих логографов). Длина выносов была определена эмпирическим путем во время рекогносцировочных работ и она колебалась в пределах 30-50м. Сейсмические волны записывались на 12мм фотобумаге с помощью шлейфового осциллографа [1].



Рис. 6.

Всего было проведено два профиля (пр.1, стоянки I-V; пр. 2 стоянки VI- X) и одна отдельная стоянка (XI). Схема расположения профилей и отдельной стоянки приведена на рис.1.

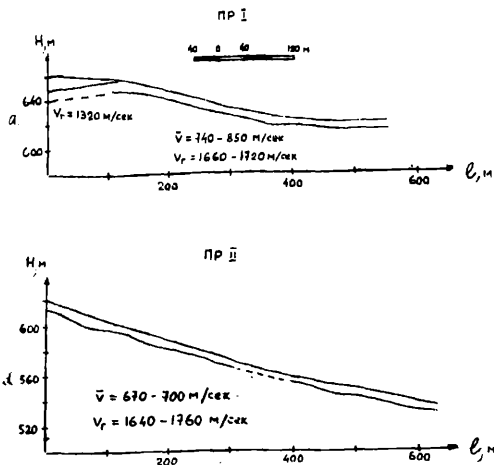


Рис. 7.

Полученный материал обрабатывался методом t^0 , а также модифицированным методом t^0 , который был разработан в отделе сейсморазведки института геофизики АН Грузии. Средняя скорость (V), т.е. скорость в покрывающей толще, определялась т.н. эмпирическим способом. По обработанным материалам был построен сейсмический разрез, который представлен на рис. 7а и 7б.

Выявляется следующая картина: на профилях 1 и 2 удалось выделить слой с граничной скоростью $V_r = 1720-1790\text{м/сек}$. Глубина залегания $H=6-9\text{м}$. Скорость в покрывающей толще на обоих профилях колеблется в пределах $V=670-800\text{м/сек}$. Кроме этого, на I стоянке первого профиля присутствует слой с $V=1320\text{м/сек}$, который в последствии выклинивается.

Что касается отдельной стоянки (XI), то там также присутствует слой с пониженной граничной скоростью $V_r = 1270\text{м/сек}$, с глубиной залегания $H=4-7\text{м}$ от дневной поверхности.

Данные электроразведки и сейсморазведки хорошо согласуются между собой.

В пойме речки в нескольких десятках точек были проведены ВЭЗ, параллельно геоэлектрического разреза I-I'. Их расположение показано на схематичном рис. 1. По возможности визуально измерялась ширина оползневой массы, что дало возможность построить модель распространения оползневой массы.

По этим данным вычислен объем и установлен приближенный вес оползневой массы. Для этой цели был использован геоэлектрический разрез I-I', который был разделен на 6 отрезков с различными параметрами, табл. 1.

№№ отрезки	Длина, в м	Ширина, в м	Глубина h, в м	Площадь S, в м ²	Объем V, в м ³
1.	250	20	2	5000	5000
2.	250	30	10	7500	37500
3.	200	50	30	10000	150000
4.	250	40	35	15000	180000
5.	300	30	20	9000	90000
6.	250	30	10	75000	37500

Суммарная площадь $S=49000\text{м}^2$ а объем $V=500\ 000\text{м}^3$.

Плотность оползневой массы $\rho=2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Вес всей массы оползня вычислялась по формуле: $P=\rho V=2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 500\ 000\text{м}^3 = 1,2 \cdot 10^6 \text{ т}$.

Л и т е р а т у р а

1. Гамбурцев Г.А. Ризниченко Ю.В. Берзин И.С., Епинатьева А.М., Пасечник А.П., Карус Е.В. – Корреляционный метод преломленных волн. Из-во АН СССР., М., 1953.
2. Шылаев А.М. – Руководство по интерпретации вертикальных электрических зондирований. Госгеологиздат., М., 1948.
3. Церетели Э.Д., Бердзенишвили Д.П., Таташидзе З.К., Челидзе Т.Л., Тевелишвили О.Г., Тевзадзе В.И., Херхеулидзе Г.И. – Особенности формирования катастрофических селей в бассейне Р.Дуруджи и безопасность г.Кварели. Труды международной конференции. Эрозионно-селевые явления и некоторые смежные проблемы. Тбилиси, 2001.

ბუგეულის (რაჭის) მეწყერის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების შესწავლა ძიების გეოფიზიკური მეთოდებით

გ.ჯაში, ვ.ჭიჭინაძე, თ.ჭელიძე, ე.წერეთელი, დ.ოდლავაძე, ა.თარხნიშვილი, ზ.ამილახვარი, დ.კიტოვანი, ა.რევაზიშვილი, გ.ძოწენიძე, გ.აბრამიშვილი

რეზიუმე

ბუნებრივი ელექტრული ველის მეთოდით განისაზღვრა ბუგეულის მეწყერზე მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის მიმართულება, დადგინდა მათი დინების საკმაოდ მაღალი სიჩქარე და დაფიქსირდა დამეწყერილი მასის ბოლო ნიშნულები. ვერტიკალური ელექტრული ზონდირებისა და გარდატეხილი ტალღების კორელაციური მეთოდებით განსაზღვრულია დამეწყერილი მასის ფიზიკური პარამეტრები, სიმძლავრე და დადგენილია მისი გავრცელების საზღვრები.

Study of Bugeuli (Racha) landslide's engineering geological conditions by geophysical prospecting methods

G. Jashi, V. Chichinadze, T. Chelidze, E. Tsereteli, D. Odilavdze, A. Tarkhnishvili, Z. Amilakhvari, D. Kitovani, A. Revazishvili, G. Dzozenidze, G. Abramishvili

Abstract

Direction of underground water flow, its relative velocity and the moving mass upper boundary have been established for Bugeuli landslide by method of self-potential. The thickness

of sliding body, its physical properties and its contours were established by vertical electric sounding and correlation method of refracted waves.