УДК 631.459

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СТРОЕНИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ УЧАСТКОВ

USE OF GEOPHYSICAL SURVEY DATA TO STUDY THE STRUCTURE OF LANDSLIDE SITES

Сайганов Алексей Андреевич
директор,
ООО «Краснодарспецгеофизика»

Шкирман Наталья Петровна
кандидат геолого-минералогических наук,
доцент кафедры геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
nshkirman2012@ya.ru

Аннотация. В статье приведена результаты геофизических исследований, полученных на участке развития современных оползней. Полученные материалы МПВ позволили оценить толщины и скорости слоев, слагающих верхнюю часть разреза. Данные электротомографии позволили проследить положение и конфигурацию границ.

Ключевые слова: оползневые явления, геофизические исследования, метод преломленных волн, электротомография.

Sayganov Aleksey
Director,
Krasnodarspetsgeofizika LLC

Shkirman Natalya Petrovna
Candidate of Geological
and Mineralogical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Geophysical Methods
of Search and Exploration,
Kuban State University
nshkirman2012@ya.ru

Annotation. The article presents the results of geophysical studies obtained at the site of development of modern landslides. The obtained MPV materials made it possible to estimate the thickness and velocity of the layers that make up the upper part of the section. Electrotomography data made it possible to trace the position and configuration of the boundaries.

Keywords: landslide phenomena, geophysical research, refracted wave method, electrotomography.

Оползневые явления распространены очень широко в мире, относятся к категории опасных геологических процессов (ОПГ), приводящих к техногенным катастрофам. Необходимость их изучения для своевременного возведения защитных устройств и предупреждения их негативного влияния не вызывает сомнения.

Оползни на Южном Берегу Крыма (ЮБК) представляют собой сложное явление, влияющее на экологическую, геологическую и социальную обстановку в этом регионе. 35 % территорий Крыма площадью более 10тыс. кв. км признаны оползнеопасными или потенциально оползнеопасными. В кадастре оползней Крыма сейчас зарегистрировано около 2500 активных и потенциальных оползней, из них 70 % – это Южный берег Крыма (рис. 1).

Изучение оползневых процессов является одним из базовых направлений малоглубинной геофизики [1].

Рисунок 1 – Карта-схема южного побережья Крыма

Геоморфологические особенности и физико-геологическими параметры оползневых тел создают предпосылки их выделения по геофизическим данным.

К основным особенностям выделения указанных тел в полях геофизических разрезов относятся:

– неоднородность строения горизонта как по латерали, так и по вертикали;

– наличие на геофизических разрезах границ, которые не согласуются со строением вмещающего разреза;

– понижение скоростей пробега сейсмических волн;

– понижение удельных сопротивлений на границе контакта «оползень – ненарушенный склон».

Благодаря тому, что оползневые тела сложены породами с различными физическими свойствами, они отличаются от вмещающего разреза. Это различие, не всегда достаточно контрастное, но в сочетании с другим признаком такого вида тел – наличием границы скольжения позволяет установить положение оползня в разрезе.

Ниже приведен пример подобного рода исследований, выполненных на участке пансионата «Геолог», расположенном в пгт. Гурзуф (Республика Крым).

В геоморфологическом плане участок исследований приурочен к правому борту и тальвегу р. Хаста. К юго-западу от участка находится г. Болгатур (а.о. +149,7 м).

В пределах территории участка исследований находятся два современных оползня: № 351 (180 × 100 м), № 352 (170 × 70 м) примерно равных по размерам, с северо-запада к границе участка примыкает оползень № 1150, размеры которого превышает первых двух (рис. 2).

Причиной возникновения оползней являются эрозия и переувлажнение нижней части склона.

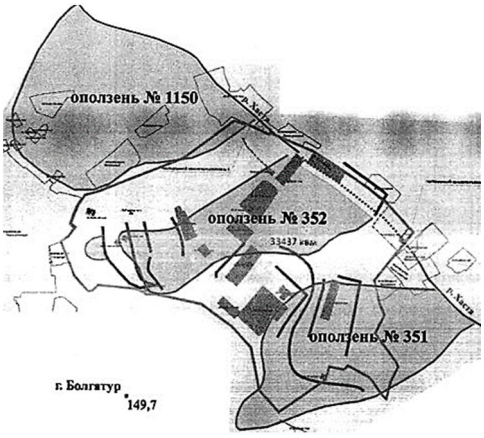


Рисунок 2 – Ситуационный план с оползневыми границами

Оползни № 351 и № 352 не проявляли активности с 1969 года, оползень периодически проявляет свою активность. В настоящее время все три современных оползня находятся во временно стабильном состоянии. Но при интенсивном увлажнении склона (например, интенсивном поливе), утечке из водонесущих коммуникаций, показатели для грунтов могут ухудшиться из-за взвешивающего воздействия воды. Также возможно осыпание и обрушение запорных стенок из-за выветривания вскрытых грунтов и потери их прочностных свойств.

Для изучения физико-геологических свойств порол, слагающих тела оползней № 351 м № 352, в пределах участка было пробурено 24 скважины общим метражом 545,0 метров. Разрез участка по данным бурения состоит из: техногенных образований (t Q_4), представленных разнородным по литологическому составу насыпным грунтом с примесью строительного мусора (слои А, H_1, H_2); современных оползневых (dp Q_4) и верхнечетвертичных делювиальных отложений (dp Q_3), представленных суглинком дресвяным с обломочным материалом из дресвы и щебня, известняков, аргиллитов, алевролитов и песчаников (ИГЭ-1); верхнеплиоценовых коллювиально-пролювиальных отложений массандровской свиты (c-pN_2), представленных щебенистым грунтом с включениями глыб известняка с суглинистым заполнителем (ИГЭ-2, ИГЭ-3); флишевых пород таврической серии (T_3–J_1) подстилающих четвертичные и плиоценовые отложения, представленные флишем из переслаивающихся аргиллитов, алевролитов и песчаников (ИГЭ-4).

Расчеты устойчивости склона, выполненные в пределах участка, проведены с привязкой к данным бурения. Комплексная оценка оползневой ситуации позволила наметить ряд потенциально опасных участков по различным направлениям, для которых определены наиболее вероятные направления смещения и ослабленные зоны в виде поверхностей скольжения в грунтовом массиве.

Пример такой оценки по одному из профилей, пересекающему оползень № 352 в субширотном направлении и проходящему через точки скважин № 19, 20, 21,22, приведен на рисунке 4.

На представленном разрезе четко выделяются два круто наклонных участка, которые являются потенциально благоприятными для возникновения оползней в западной (район скв. № 19) и восточной частях профиля (район скв. № 21, 22).

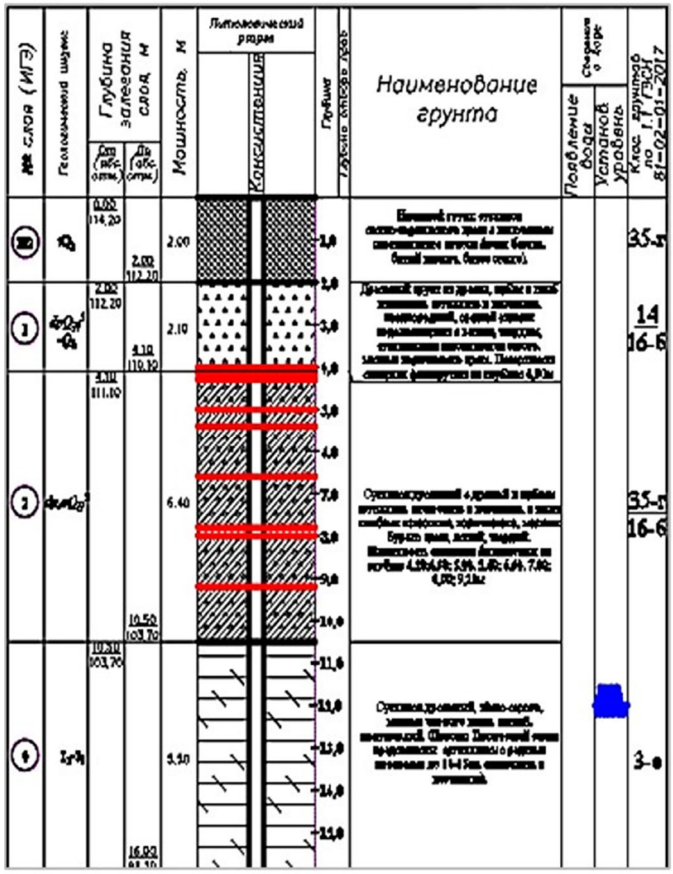


Рисунок 3 – Лито-стратиграфическая колонка скв. № 19

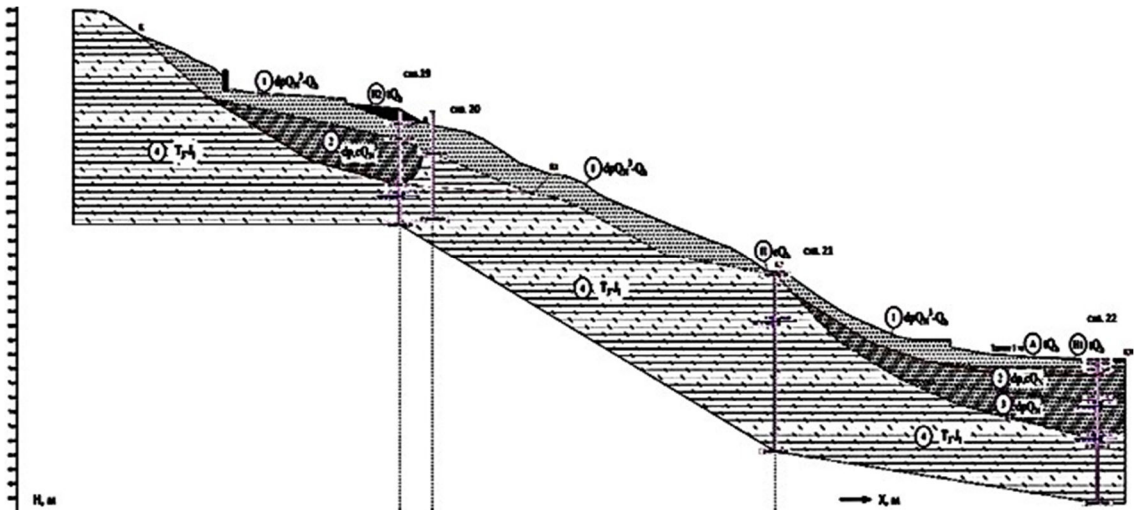


Рисунок 4 – Инженерно–геологический разрез по линии скважин № 19, 20, 21, 22

Геофизические исследования выполнялись с целью изучения верхней части геологического разреза, сложенной преимущественно оползневыми отложениями, и уточнения строения внутренней структуры отдельных блоков оползней.

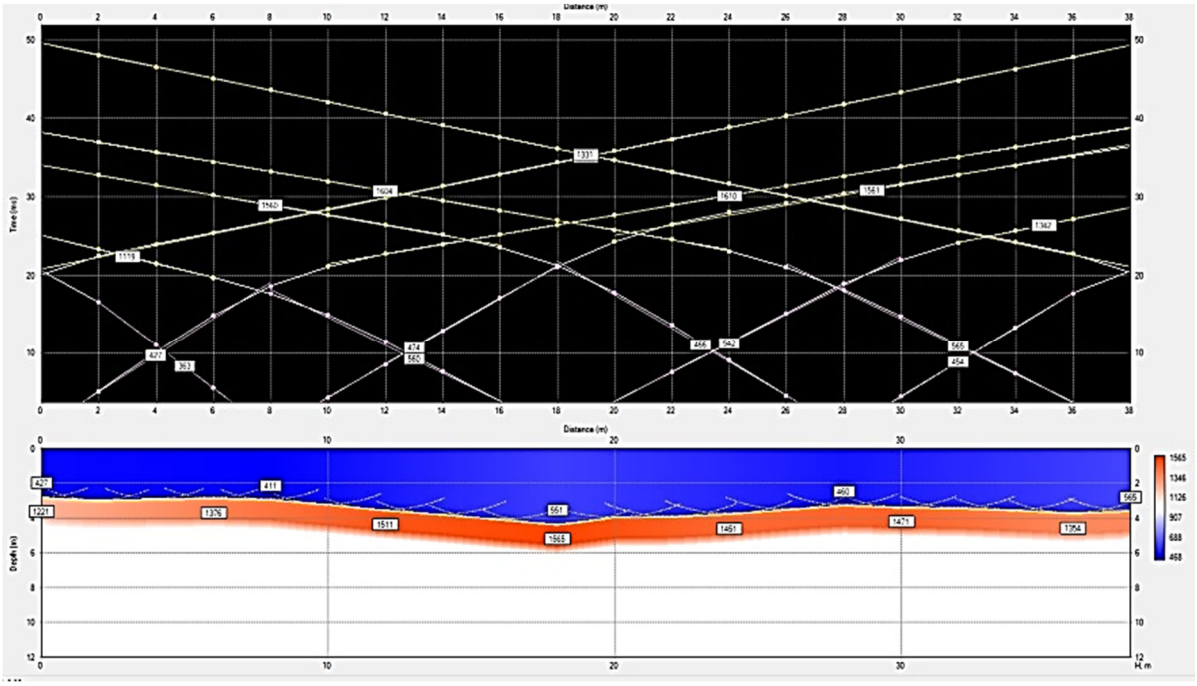
В ходе инженерно-геофизических работ были выполнены сейсморазведочные работы методом преломленных волн (МПВ) и электроразведочные работы методом электротомографии (ЭТ).

На объекте было отработано девять сейсмических профилей МПВ общей протяженностью 414 м каждый и один профиль ЭТ протяженностью 64 метра. Работы выполнены по стандартной методике.

Часть профилей МПВ (8 профилей)были отработаны как субмеридиональные, вкрест простирания тел оползней № 352 и 351. (пр. 01, пр. 03, пр. 04, пр. 05, пр. 09) и между ними (пр. 02, пр. 06, пр. 07). Профиль 08 отработан как субширотный на участке между оползнями № 351 и № 352.

Пример глубинных разрезов МПВ, полученных на участке работ, приведен на рисунке 5.

А



Б

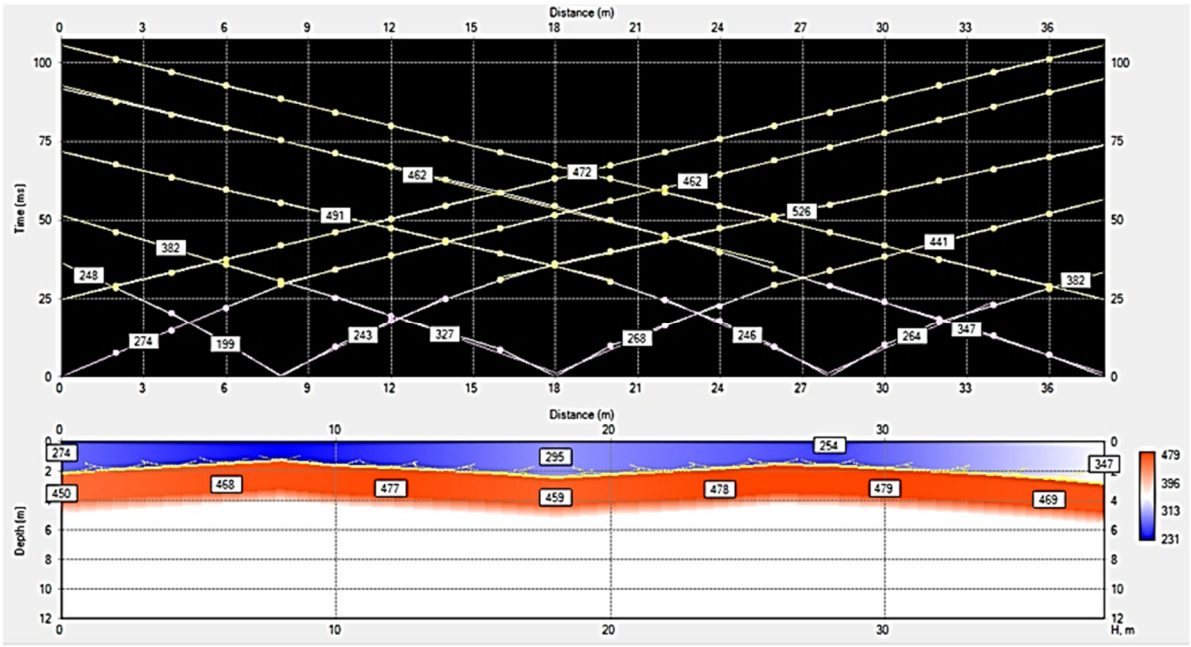


Рисунок 5 – Глубинные разрезы МПВ, профиль 04

При этом в верхней части рисунка (рис. 5АА) показан разрез продольных волн (Р-волн), в нижней части (рис. 5 Б) – разрез поперечных волн (S-волн).

Полученная совокупность глубинных разрезов, свидетельствует о том, что в интервале глубин 0–12 метров верхняя часть отложений представлена двумя, иногда тремя слоями. Согласно глубинным разрезам Р-волн, толщина верхнего слоя составляет 2,0–4,0 метра, скорости волн в первом слое изменяются в диапазоне ~320–570, м/с, мощность второго слоя 4,0–5,0 м, скорости волн во втором слое изменяются от 500–600 до 1200–1700 м/с.

На разрезах S-волн верхняя часть разреза также представлена в виде двуслойного интервала.

То есть на глубинные разрезы МПВ позволяют детально проследить изменение в пределах участка работ толщин насыпного грунта (Н1, Н2) и уровень глубин верхнего слоя (ИГЭ-1) и фрагментарно, в случае отображения трехслойного строения разреза, нижнего слоя оползня (ИГЭ-2).

Геоэлектрический разрез, полученный по профилю ЭТ 01, демонстрируют иную, более сложную картину строения (рис. 6).

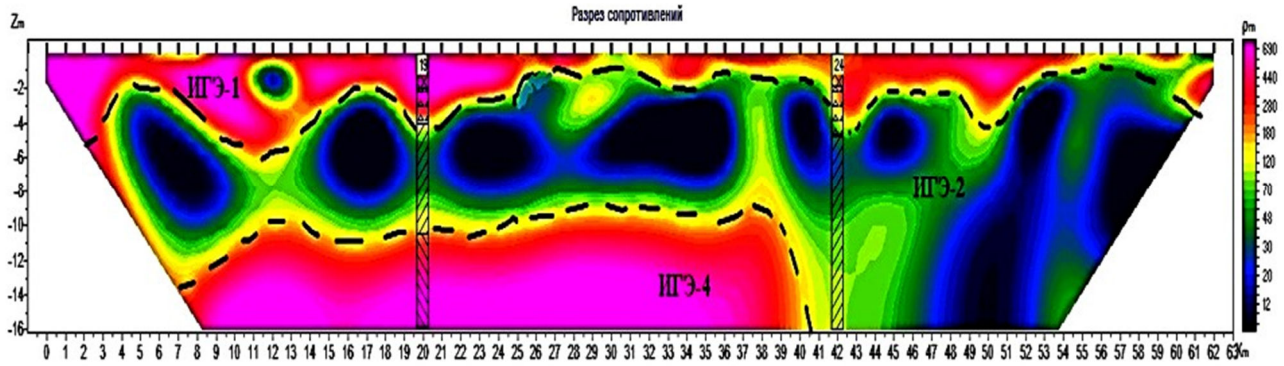


Рисунок 6 – Геоэлектрический разрез по профиль ЭТ 01

Этот профиль, имеющий субмеридиональное простирание, расположен в западной части площади и проходит через устья скважин № 19 и 24. Геологический разрез в этих скважинах сложен, помимо почвенно-растительного слоя и насыпного грунта, тремя грунтами: ИГЭ-1, ИГЭ-2, ИГЭ-4. Водовмещающими являются, щебенисто-дресвяные отложения с суглинистым и супесчаным заполнителем и оползневые массивы и блоки. Подстилающими породами данного комплекса являются отложения таврической серии.

В поле геоэлектрического разреза условно можно выделить три слоя различного сопротивления, границы которых хорошо коррелируются с отметками кровли пород различной литологии, выделяемых в разрезах скважин.

Согласно данным бурения, верхний слой, характеризующийся высокими кажущимися сопротивления (180–690 Ом*м), соответствует обобщенному слою, состоящему из насыпного грунта и слоя ИГЭ-1.

Средний слой пониженных и очень низких сопротивлений (2–70 Ом*м) отображает слой ИГЭ-2, в котором при бурении установлены грунтовые воды.

Нижний слой высокого сопротивления (до 700 Ом*м), соответствует слою ИГЭ-4, представленному породами таврической серии. Согласно полученной картине, этот слой прослеживается в северной части профиля вплоть до скв. № 24. Далее он замещается водосодержащими грунтами слоя ИГЭ-2, мощность которых резко увеличивается в южном направлении.

В пределах профиля, учитывая характер поведения кровли слоя ИГЭ-2, можно отметить как минимум три участка, потенциально благоприятных для возникновения здесь потенциальных оползней. Это участок ПКПК 5,00-11,00 в северной части профиля, ПКПК 17.00-25.00 в районе скв. №19 и ПКПК 50.00–56.00 в южной части.

Таким образом, проведение комплексных геофизических исследований в сочетании с данными бурения позволило составить общее представление о внутреннем строении оползней в пределах участка работ.

При этом, данные МПВ позволили получить информацию о толщинах и конфигурации слоев верхней части оползня. Данные электротомографии позволили оценить глубинное положение и конфигурацию инженерно-геологических слоев, выделенных границ в разрезах скважин, а также уточнить положение потенциально опасных участков, наиболее благоприятных для возникновения новых подвижек оползней.

Список литературы:

1. Изучение карстовых процессов и оползней сейсморазведкой и электротомографией / А.А. Бобачев, К.С. Сергеев, В.И. Рыжков, А.В. Белоусов // Тезисы докладов 12-й конференции и выставки EAGE «Инженерная геофизика-2016» (25 апреля 2016 г.). – Анапа, 2016.

List of references:

1. Izuchenie karstovykh protsessov i opolzej seismic i elektrotomography [Study of karst processes and landslides by seismic exploration and electrotomography / A.A. Bobachev, K.S. Sergeev, V.I. Ryzhkov, A.V. Belousov // Theses of reports of the 12th conference and exhibition of EAGE «Engineering geophysics-2016» (April 25, 2016). – Anapa, 2016.