

**Исследование оползнеопасного участка
методом ЕИЭМПЗ с использованием ГИС
технологий**Национальный научно-природоведческий музей НАН Украины, м. Киев
e-mail: miha.yandex@mail.ru

Аннотация. В статье представлен один из вариантов применения метода ЕИЭМПЗ с помощью ГИС технологий на территории «Любимовского оползня». Это дает возможность оценить возможность освоения территории и частично автоматизировать этот процесс.

Ключевые слова: Оползень, излучение, измерения.

Введение

Повсеместно на территории Крыма распространен и приносит огромный материальный ущерб такой вид экзогенных геологических процессов как оползни. Самая большая их концентрация имеет место на побережьях полуострова. В настоящее время по данным Ялтинской геологоразведочной партии в Крыму насчитывается 1600 оползней. Ежегодно возникает 5-7 новых техногенных оползней. Это связано с тем, что большая часть территории с относительно спокойными геологическими условиями уже освоена, но все еще есть необходимость использовать все новые и новые территории. Поэтому приходится использовать территории с менее стабильной геологической обстановкой.

Как считал один из основоположников Советской инженерной геологии Федор Петрович Саваренский: «для возведения инженерного сооружения обыкновенно не столько опасны неблагоприятные геологические условия, сколько опасно недостаточное знание этих геологических условий и неумение их оценить с точки зрения того или иного инженерного мероприятия». Это утверждение он называл основополагающим. Несмотря на то, что оно выдвинуто в 1939 г, это актуально и сегодня [1].

Цель работы. Исследовать оползнеопасный участок на территории Любимовского оползня методом ЕИЭМПЗ (естественного импульсного электромагнитного поля Земли) с использованием ГИС технологий

Актуальность работы. Актуальность применения ГИС технологий в инженерно-геологических исследованиях определяется необходимостью более точно проводить различные расчеты, моделировать геологические процессы. ГИС приспособлена специально для сложного инженерного анализа территориально распределенных данных

Предмет исследования. Методы изучения и анализа оползнеопасных участков ЕИЭМПЗ

Объект исследования. Часть территории верхнего плато оползня «Большой Любимовский», расположенного между устьями рек Бельбек и Кача.

Результаты и обсуждение

Сегодня существует множество методик исследования оползней. Имеют место целые группы: геодезические методы изучения динамики, изучение физико-механических свойств пород, а также геофизические методы исследования упомянутых гравитационных явлений.

Остановимся более подробно на геофизических методах. Геофизика изучает физические поля нашей планеты, а так же их связь с различными явлениями. Она вмещает в себя также несколько групп разнообразных методов, основные из которых рассмотрены в таблице 1. Кроме рассмотренных в таблице, сюда также входят радиометрия, ядерная геофизика и теплотметрия [2].

Таблица 1.**Основные группы геофизических методов исследования геологических процессов**

Название группы	На чем основана
Сейсморазведка	Изучение полей упругих (сейсмических) волн
Гравирозведка	Изучение изменения ускорения свободного падения в связи с изменением плотности геологических тел
Электроразведка	Изучение параметров постоянного электрического или переменного электромагнитного поля
Магниторазведка	Изучение магнитных свойств горных пород (их источников и изменения во времени).

Вопросами инженерно-геологической геофизики занимались такие ученые как А. А. Огильви, Г. Я. Черняк, В. К. Хмелевской, Д. С. Даев, Н. Н. Горяинов, В. С. Матвеев и много других.

В середине прошлого столетия профессор Воробьев А. А. начинает разработку современного экспресс метода исследования ЕИЭМПЗ. Эта аббревиатура ранее уже была использована в работах А.П. Краева, который связывал это явление с атмосферно-электрическими явлениями. В отличие от него А. А. Воробьев исследует это явление как излучение, возникшее в результате явлений, протекающих в недрах [2].

Метод ЕИЭМПЗ основан на явлении генерирования минералами диэлектриками электромагнитного напряжения при различных степенях его напряженности. При напряжении горной породы минералы, которые в подавляющем большинстве являются диэлектриками, в результате физических явлений на атомарном уровне начинают преобразовывать механическую энергию в электрическую. Профессор Воробьев А. А. выявил, что очаг подобного излучения проявляется в районе формирующейся трещины. Это было подтверждено в ряде лабораторных и полевых исследований такими учеными как Р. М. Гольд, В. Н. Сальников, М. А. Самохвалов, Л. А. Защинский, С. Д. Заверткин, М. В. Коровкин, Ш. Р. Матов под руководством профессора Воробьева А. А. [2].

Впервые практические исследования явления электромагнитных излучений на оползневых участках были проведены профессором Саломатиным В. Н., совместно с сотрудниками Томского политехнического института в Крыму в 1976 г. [2]. Затем исследования проводились в подземных выработках, при прогнозе горно-геологических явлений (ударов, сдвижений, обвалов), строительном деле, поисковой геологии, медико-биологическом исследовании, при обнаружении геопатогенных зон.

Таким образом, после длительных исследований была разработана специальная аппаратура для регистрации упомянутого излучения, а также методика съемок оползнеопасных участков, которая впоследствии была названа «метод ЕИЭМПЗ» и включена в ДБН [3].

Для исследования оползнеопасного участка производится разбивка его на условные профили. Расстояние между профилями определяется исходя из сложности рельефа, ситуации на оползне, масштаба съемки, объема охватываемой территории и колеблется от нескольких до десятков метров. Вдоль линии профиля производят точечную регистрацию излучения на специальном приборе. Шаг точек вдоль профиля определяются по таким же критериям, как и расстояние между профилями. Расстояния измеряются либо мерной лентой, либо современными лазерными измерительными приборами. В случае высокоточной съемки разбивку обоснования выполняют геодезическими приборами. В каждой из точек регистрируют цифровые показатели прибора. Они являются относительными, так как чувствительность на приборе переменна в зависимости от мощности излучения на конкретном участке. Так как при съемке одной и той же точки наблюдается динамика показателей, их необходимо регистрировать многократно. По упомянутой методике производится 7 измерений для одной точки – малая статистическая выборка. В результате получим равномерную сеть, покрывающую исследуемую территорию измеренными показателями.

Далее приступают к камеральной обработке. Она подразумевает статистическую обработку многократных равнозначных измерений. Полученные показатели усредняются методом среднего арифметического – основной показатель электромагнитного излучения, а также рассчитывается дисперсия измерений, что дает возможность судить об активности протекаемых процессов. На следующем этапе производится размещение точек на имеющемся картографическом материале (подходящего масштаба), расположение точек по абрису, который составлен во время полевого этапа. Далее, в классическом методе, производится интерполирование показателей вручную. В результате проделанного, получаем две картограммы: карту-схему напряженности и карту-схему активности электромагнитных излучений в виде изолиний. На современном этапе графический материал можно получить, применив современные ГИС технологии, которые дают широкий спектр обработки пространственных данных, с построением пространственных трехмерных моделей, производением дополнительных сложных статистических расчетов, накоплением многократных съемок, пространственным наложением их с прослеживанием динамики. Это открывает широчайшие возможности для дальнейших разработок и усовершенствований методики.

Полученные карты-схемы оцениваются визуально опытным в сфере ЕИЭМПЗ инженером-геологом и интерпретируются в возможность активизации опасных процессов с предложением мероприятий по ликвидации возможных негативных явлений и рекомендаций по использованию осваиваемой территории [4].

Описанная методика была апробирована профессором Саломатиным В. Н. в многочисленных экспериментах в Крыму, Предкарпатье, Карпатах, Ленинских горах, в Москве и Одессе. Многократные и значительно распределенные территориально эксперименты дали возможность выявить особенности оползневых процессов.

Методика и сейчас продолжает совершенствоваться, но основной принцип всегда остается неизменным.

Для наших исследований была выбрана территория «Большого Любимовского» оползня (рис. 1), расположенного между устьями рек Бельбек и Кача в районе города Севастополь.



Рис. 1. Фотография оползня «Большой Любимовский», сделанная при рекогносцировке территории

Длина его около 2,5 км, абсолютные отметки от 0. до 70 м (оползневые накопления от 0 м до 40 м). Оползень фронтальной формы. Оползневой склон сложен глинами бурыми и желтыми, прикрытыми оползневыми накоплениями, представляющими собой глинистые продукты разрушения коренных пород. В поперечном направлении его длина около 170 м. Большой Любимовский имеет 3 ступени. Обратный уклон поверхности тела оползня колеблется от 3° до 7° . В основном оползание происходит в виде блоков, которые длительное время сохраняют значительную высоту и вертикальность. За счет преобладания в общем разрезе пород плато глинистых пород со слоистым вкраплением песка, гальки, происходит постепенное осыпание отошедших блоков. В нижней части оползня обнаруживается вал выпирания, колеблющийся от 40 до 60 м.

В результате первоначального рекогносцировочного осмотра нашей группой, в составе: соискатель кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Национальной академии природоохранного и курортного строительства Зубенко М. Я, техник Долженко А. М. и техник Бобылев В. Н., был выбран участок исследования. Он расположен на плато, в северной части оползня. Физические размеры 200 м. (вдоль фронта обрыва) на 100 м. Выбор этой территории был обусловлен тем, что на южной половине участка, практически вплотную к стенке плато, расположен отколовшийся огромный блок, длина которого перпендикулярно фронтальной линии оползня колеблется от 5 м. до 10 м. а суммарная длина блока около 70 м. (рис. 2) Также на исследуемой территории присутствует овраг, достигающий глубины 25 м. и длиной около 50 м. Так как исследование проводится в научных целях, этот участок является ярким примером, на котором мы можем получить дифференциальные значения электромагнитных излучений [1].

Область исследования захватывает территорию виноградников, возраст которых около 10-15 лет. Как известно, у винограда очень развита корневая система, которая служит сдерживающим фактором при оползневых процессах.

Расстояние между точками было принято равным 25 метров. Линейные измерения проводились с помощью лазерной рулетки Leica Disto, а регистрация поля ЕИЭМПЗ – прибором «ГЕОСЕНС-500».

Схема расположения точек регистрации ЕИЭМПЗ показана на рисунке 3. Профили были выбраны параллельно обрыву, и ход был проложен по их линиям.

Обработка результатов проводилась с помощью ГИС технологий. Программой ArcGis 10.1 была выполнена привязка растрового материала и точная расстановка точек на основе выполненного на полевом этапе абриса. А также с помощью встроенных модулей расчета поверхностей были рассчитаны и отрисованы изолинии, характеризующие поле ЕИЭМПЗ. В дальнейшем, при съемке этой же территории, можно будет накладывать полученные результаты, и анализировать динамику изменения во времени излучаемых полей. Причем не обязательно проводить измерения, повторяя расположение уже снятых точек. Достаточно лишь привязать новые точки территориально и в ГИС общая картина новых измерений будет расположена также как и предыдущая, что даст возможность провести дальнейший анализ методами наложения слоев.



Рис. 2. Фотография отколовшегося блока на исследуемой территории



Рис. 3. Схема расположения точек регистрации ЕИЭМПЗ исследуемого участка

Упомянутые изолинии строятся на основании обработанных полевых измерений. При регистрации показателей прибора ЕИЭМПЗ получаем 7 значений для каждой точки. Необходимо усреднить значения и рассчитать дисперсию выборки точек (таблица 2). В результате были получены соответственно карта-схема интенсивности ЕИЭМПЗ (рис. 4, а) и карта-схема активно протекающих в грунтовом массиве процессов механо-электрического преобразования (рис. 4, б).

Точки 1, 2, 3 и 4 были сняты непосредственно над разломом отколовшегося блока, а точки 6, 17, 25 и 37 на дне оврага.

Интерпретируя полученные изображения, можем сказать, что вдоль разлома блока после откола произошла релаксация в горных породах. Об этом свидетельствуют более равномерные значения интенсивности. Лишь в точке 1 интенсивность немного повышена. Небольшая аномалия наблюдается на дне оврага, что указывает на то, что там сконцентрировалась область напряжения. Самые экстремальные значения интенсивности наблюдаются на расстоянии около 70 м от обрыва и параллельно ему, что говорит также о механическом напряжении пород в этом месте.

Таблица 2.

Журнал расчета среднего значения и дисперсии измерений

№	Среднее	Дисперсия	№	Среднее	Дисперсия	№	Среднее	Дисперсия
1	449	985	17	419	892	33	429	1062
2	422	1564	18	362	395	34	451	2741
3	390	80	19	438	600	35	412	728
4	370	475	20	354	388	36	311	153
5	376	432	21	350	910	37	391	549
6	420	348	22	341	144	38	374	1955
7	368	539	23	338	248	39	385	373
8	378	450	24	332	134	40	425	603
9	338	132	25	390	429	41	393	384
10	336	271	26	328	214	42	524	889
11	368	469	27	333	413	43	393	436
12	336	157	28	376	1645	44	466	569
13	306	502	29	341	69	45	446	2645
14	317	108	30	443	3841	46	362	950
15	340	132	31	386	1272	47	384	545
16	394	190	32	444	681	48	296	240
						49	306	415

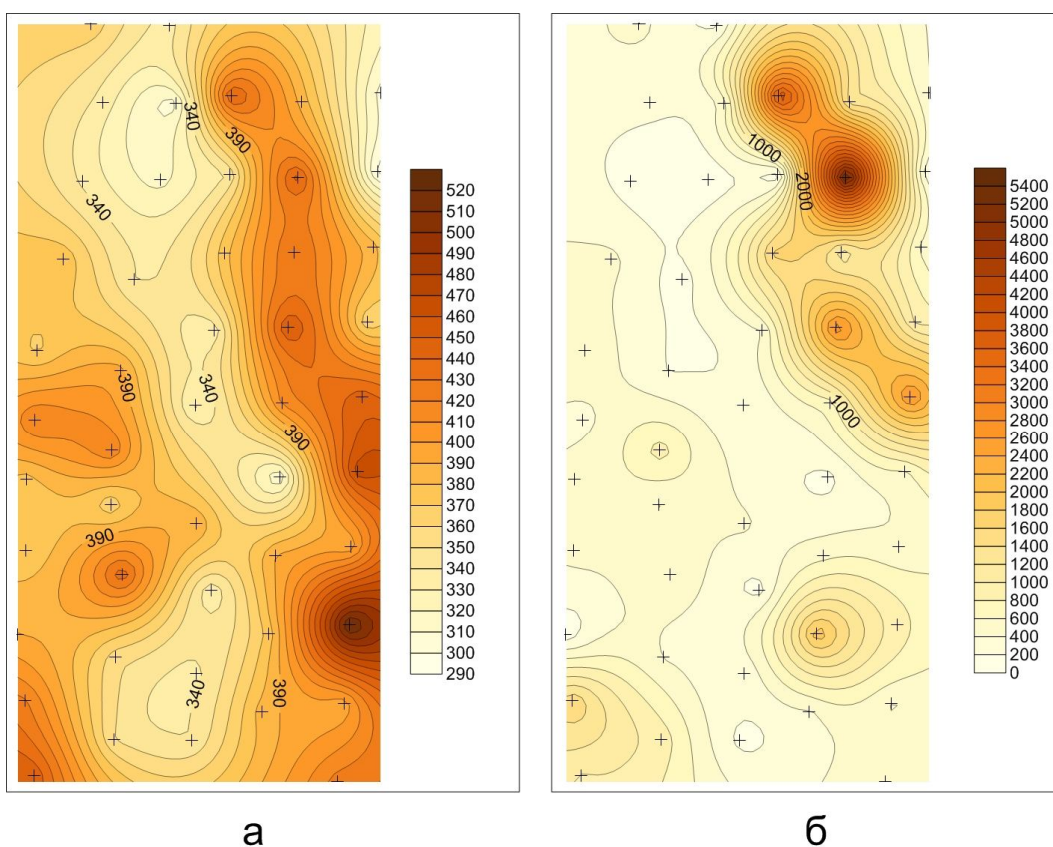


Рис. 4. Карта-схема интенсивности ЕИЭМПЗ (а) и карта-схема протекания механо-электрических преобразований в грунтовом массиве (б) исследуемого участка

Взглянув на карту-схему интенсивности ЕИЭМПЗ можем заметить, что процессы активнее всего протекают на севере и в центре участка вдоль границы виноградников.

В целом, если оценить численные показатели, то по классификации, предложенной Саломатиным В. Н., пиковые показатели превышают средние приблизительно в 1,5 раза. Это свидетельствует о том, что территория довольно спокойная, несмотря на сложность условий и локализации небольших аномалий [5].

Литература

1. Оползни Черноморского побережья Украины / [Луженецкий А. Н., Ерыш И. Ф., Коджаспиров А. А., Науменко П. Н.]. – М.: «Недра», 1977. – 103 с. – (Институт минеральных ресурсов)

2. Ерыш И. Ф. Оползни Крыма. Часть II. История отечественного оползневедения / И. Ф. Ерыш, В. Н. Саломатин. – Симферополь : Апостроф, 1999. – 175, с. – (Крымский институт природоохранного и курортного строительства).
3. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2008. – 72с
4. Саломатин В.Н., Матов Ш.Р., Защинский Л.А. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния пород методом регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) / Саломатин В.Н., Матов Ш.Р., Защинский Л.А. – Симферополь: КИПКС, КОС-НИО, 1991г. – 88с
5. Саломатин В.Н. Закономерности геологических процессов и явлений, их связь с импульсной электромагнитной эмиссией: дис. ... доктора геол.-мин. наук : 04.00.07 / Саломатин Валерий Николаевич. – Симферополь, 1987. – 412 с.

Анотація. М. Я. Зубенко, В. М. Саломатін *Дослідження зсувонебезпечної ділянки методом ПІЕМПЗ з використанням ГІС технологій.* У статті представлений один із варіантів застосування методу ПІЕМПЗ за допомогою ГІС технологій на території «Львівського зсуву». Це дає можливість оцінити можливість освоєння території і частково автоматизувати цей процес.

Ключові слова: Зсув, випромінювання, вимірювання.

Abstract. V.N. Salomatin, M.Y. Zubenko *Study of the landslide area by npemfe using GIS technology.* This article presents one option of the method NPEMFE using GIS technology in the "landslide Lubimovskiy". This will provide an opportunity to assess the possibility of development of the territory and partially automate this process.

Keywords: Landslide, radiation, measuring.

Поступила в редакцію 05.02.2014 г.