

ПАЩЕНКО А.В., ПАЩЕНКО А.А., ГЛУХОВ А.А., ВОРОБЬЕВ С.А., КАНИН В.А.
(УкрНИИМИ НАН Украины)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОГНОЗА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ, СВЯЗАННЫХ С ОПОЛЗНЯМИ

Оперативный прогноз оползней и своевременное принятие мер по их предотвращению невозможно без быстрого и комплексного анализа различных факторов. В связи с этим в последние годы при решении подобных задач отмечен повышенный интерес к применению геоинформационных систем (ГИС). При создании ГИС за основу взята разработанная в УкрНИИМИ ГИС "GeoMark", предусматривающая поддержку и обработку интегрированных баз данных в любой предметной области.

Оперативний прогноз зсувів і своєчасне вживання заходів по їх запобіганню неможливі без швидкого та комплексного аналізу різних факторів. У зв'язку з цим останніми роками при рішенні подібних задач відмічений підвищений інтерес до застосування геоінформаційних систем (ГІС). При створенні ГІС за основу узята розроблена в УкрНДМІ ГІС "GeoMark", що передбачає підтримку та обробку інтегрованих баз даних в будь-якій предметній області.

Real-time prediction of landslips and timely taking of steps to prevent them are impossible without rapid and integrated analysis of various factors. In this respect in recent years when solving such problems an interest to the use of geoinformation systems (GIS) becomes evident. As the basis for the development of GIS under consideration GIS "GeoMark" developed in UkrNDMI is taken. It provides support and processing of integrated databases in any subject field.

Среди геодинамических процессов, возникающих вследствие гидрогеологических и геоморфологических особенностей, наибольшую опасность представляют оползни, которые в зависимости от характера проявления могут приводить к чрезвычайным ситуациям с трагическими последствиями. Согласно региональному картографированию оползней, в Украине имеется более 20 тыс. оползневых геосистем [1]. Оползни распространены почти в 200 городах и поселках городского типа, что создает постоянную угрозу жизнедеятельности населения Украины. Катастрофическая активизация оползней произошла в 1995 году в г. Черновцы, в 1998-1999 в Карпатском регионе. Значительно ухудшилась ситуация с проявлением оползней в Днепропетровске, Днепродзержинске, в Крыму, на Причерноморском и Приазовском побережьях.

Оползни, как геологические проявления, происходят постоянно, но степень их разрушительного действия определяется динамичностью процессов, связанных с потерей устойчивости различных объемов горного массива. Отсутствие в настоящее время возможности своевременного оповещения населения о возникшей опасности является главным недостатком существующей системы наблюдений за оползнями, а также создает проблемы при освоении и эксплуатации оползнеопасных территорий.

Решение задачи оперативного прогноза оползней и своевременное выполнение мероприятий по их предотвращению невозможно без комплексного анализа различных факторов, исследуемых геологическими, геофизическими, геохимическими и иными методами. В связи с этим при решении подобных задач во многих странах отмечается интерес к применению геоинформационных систем (ГИС), которые ориентированы на работу с пространственно распределенной информацией и служат средством интеграции данных, полученных из различных источников.

Большая часть используемых в настоящее время ГИС [2], рассчитана на решение статической задачи информационного обеспечения – выдаче информации о состоянии контролируемых объектов на момент последнего изменения карты, в то время, как оползневые процессы имеют динамичный характер, что требует обработки информации в непрерывном режиме.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показал, что разрабатываемая ГИС, ориентированная на решение задач оперативного прогноза развития опасных природных процессов должна предусматривать:

- оперативную обработку большого количества данных текущих результатов исследований (влажности пород и характера гидродинамических процессов, геодезических измерений,

геофизической разведки, разведочного бурения, исследования физико-механических свойств слагающих пород);

- расчет устойчивости и критерия экологической безопасности оползнеопасных структур;
- создания математических моделей оползнеопасных процессов, которая позволила бы учесть не только влажность, физико-механические и физико-химические свойства слагающих грунтов, но и активность протекающих в них гидродинамических процессов.

В качестве основы при создании такой системы использована разработанная в УкрНИМИ ГИС “ГеоМарк”, которая предусматривает поддержку и обработку интегрированных баз данных в любой предметной области [3], и позволяет:

1. создавать электронные карты и информационные системы любой сложности с учетом трехмерности объектов;
2. при работе с картами для решения конкретных практических задач применять разные классификации и системы обозначений объектов в зависимости от области применения системы;
3. объединять электронные карты, планы, схемы разных масштабов и разных назначений для решения специфических задач геологии, геодезии, геофизики;
4. дополнять и редактировать их, используя удобный графический интерфейс;
5. решать широкий ряд вычислительных задач в области экологии, картографии, геодезии и др.

Для решения задачи динамического мониторинга оползнеопасных территорий ГИС “ГеоМарк” была расширена путем добавления к блокам картографического, организационного и информационного обеспечения блоков по обработке показаний датчиков влажности и характера гидродинамических процессов, протекающих в оползнеопасных грунтах, и блока для расчета критерия экологической безопасности.

Для контроля истинной влажности слагающих пород, определяющей мгновенную устойчивость оползнеопасных структур, в УкрНИМИ разработан способ измерения влажности и активности гидродинамических процессов, протекающих в оползнеопасных грунтах [4], который позволяет определить скорость и направление движения влаги при увлажнении или высыхании глинистых, песчано-глинистых и песчаных грунтов. А для повышения устойчивости оползнеопасных склонов разработан способ повышения прочности глинистых материалов путем их физико-химической обработки [5].

Экспериментальные работы для получения информации с целью построения трехмерного участка оползнеопасного массива с использованием ГИС «ГеоМарк» были проведены на полигоне Фасбурла, который расположен на большом одноименном оползне мощностью 15-20 м на южном склоне горы Чакатыш выше города Симеиз.

Геодезические работы по нивелировке поверхности оползня Фасбурла были проведены в 170 пунктах по четырем профильным линиям. По результатам этих работ построен рельеф поверхности оползня, показанный на рис. 1.

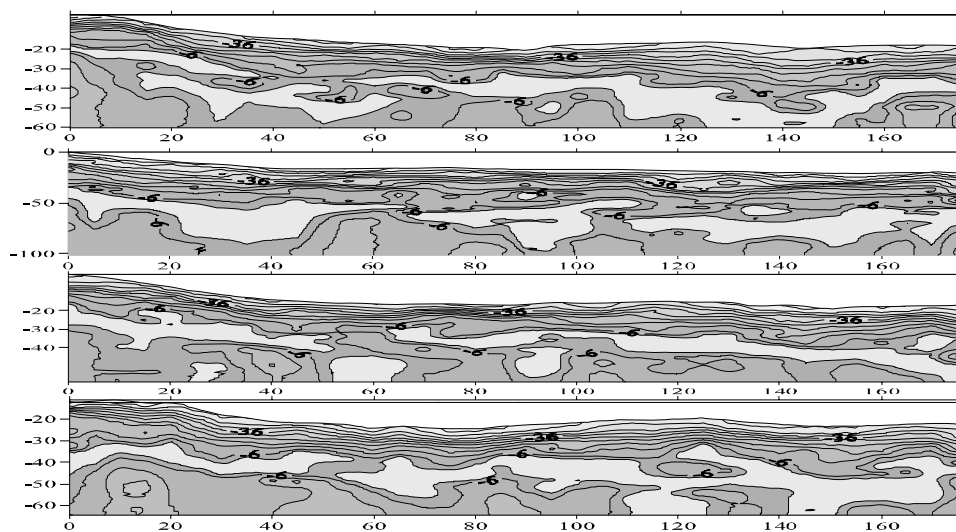


Рисунок 1 – Рельеф участка поверхности оползня Фасбурла

По тем же профильным линиям были выполнены геофизические исследования оползня

методом геоакустических спектральных измерений с помощью аппаратуры спектральной сейсморазведки «Резонанс-2к», разработанной в УкрНИМИ. Вычислительный комплекс аппаратуры позволяет обрабатывать информацию непосредственно в процессе выполнения измерений или после накопления некоторого объема данных, а также производить распечатки спектров и всех спектральных характеристик для каждой точки приема сигналов. Результаты геоакустических измерений в виде соответствующих разрезов поверхностей ослабленных механических контактов показаны на рис. 2.

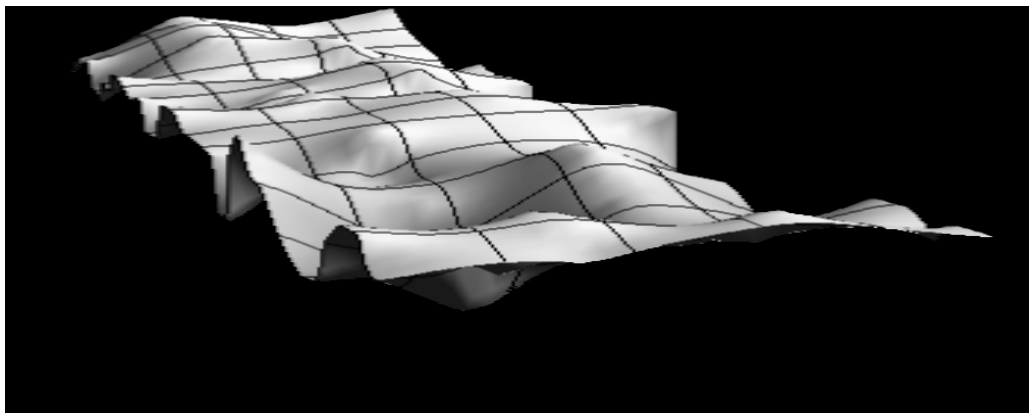


Рисунок 2 – Разрезы поверхностей ослабленных механических контактов

По результатам геофизических и геодезических наблюдений с помощью ГИС «ГеоМарк» было выполнено построение поверхности минимального затухания акустических сигналов (рис. 3) и поверхности максимальной скорости прохождения сигналов (рис. 4). Эти поверхности характеризуют наиболее ослабленные участки массива, по которым может происходить смещение тела оползня.

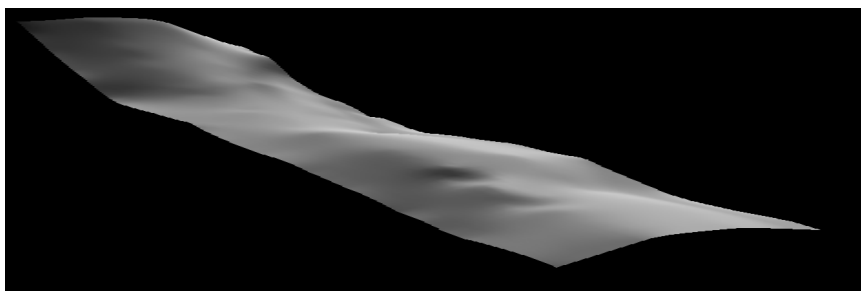


Рисунок 3 – Пространственная поверхность минимального затухания акустических сигналов.

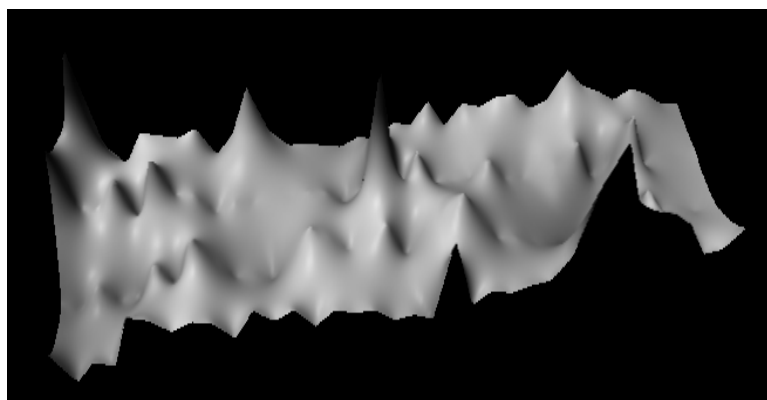


Рисунок 4 – Пространственная поверхность границы максимальной скорости прохождения сигналов.

Также в УкрНИМИ выполнены физико-химические исследования грунта. При измерении электрического потенциала, возникающего вследствие движения влаги, установлено, что положительный потенциал соответствует процессу намокания глинистых пород – движению влаги сверху вниз, а отрицательный – соответствует процессу высыхания пород – движению влаги снизу вверх. Образец графика изменения потенциала при регистрации ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ процессов в увлажненной глине показан на рис. 5.

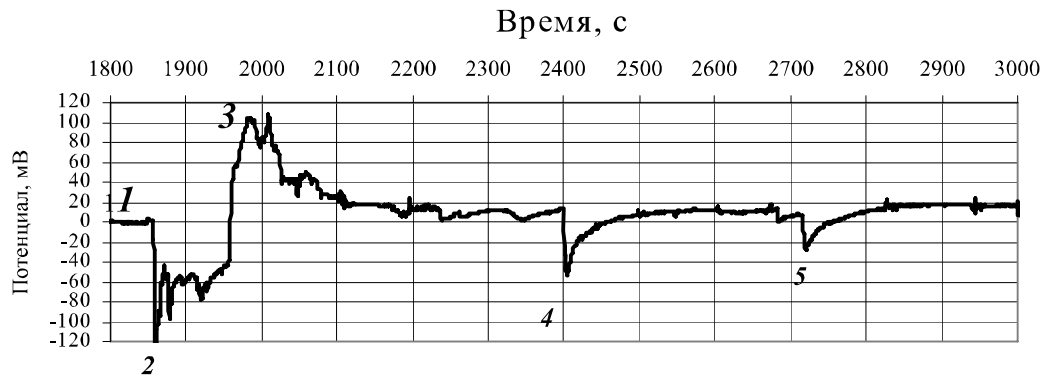


Рисунок 5 – График изменения потенциала при перемещении влаги в оползнеопасной глине: 1 - начальный момент; 2, 4, и 5 – поглощение влаги; 3 – испарение влаги

Использование данной методики позволяет не только регистрировать сигнал, но и передавать его на большие расстояния от объекта наблюдения, а в сочетании с ГИС «ГеоМарк» – осуществлять непрерывный мониторинг состояния оползня.

Бibliографический список:

1. Беспалова О.М., Рудько Г.І., Скакун В.О. № 5, 24 жовтня 2004. Методичні основи інженерного захисту території від зсувів // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – № 5.
2. Огородник И.Н., Олиферов А.Н. Локальная геоинформационная система (ГИС) "Опасные стихийные процессы" (на примере юго-восточного Крыма). XXXI Международная конференция «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе». – Ялта-Гурзуф, 18-27 мая 2004.
3. Анциферов А.В., Воробьев С.А., Глухов А.А., Набокова В.В. Опыт применения геоинформационных систем для создания электронной горной графической документации. // Сборник докладов международной научно-технической конференции. – Донецк, 1-3 октября 2003 г.
4. Декларацийний патент 16361, Україна, G01 N5/00. Спосіб вимірювання вологості і гідродинамічних процесів зсувонебезпечних ґрунтів. / А.В. Анциферов, В.О. Канін, О.О. Пащенко, О.В. Пащенко. U 2005 12193. Заявлено 19.12.2005. Опубліковано 15.08.2006. Бюл. № 8.
5. Декларацийний патент 13982, Україна, E02D 29/02, E02D 17/20. Спосіб зміцнення зсувонебезпечних схипів, що містять глинисті мінерали. / А.В. Анциферов, В.О. Канін, О.О. Пащенко, О.В. Пащенко. U 2005 11311 Заявлено 29.11.2005. Опубліковано 17.04.2006. Бюл. № 4.