

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЭКОЛОГИИ,
ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГИДРОГЕОЛОГИИ
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЕРГЕЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Устойчивое развитие: задачи
геоэкологии (инженерно-геологические,
гидрогеологические и
геокриологические аспекты)

Выпуск 15

Молодежная конференция

Материалы годичной сессии
Научного совета РАН по проблемам геоэкологии,
инженерной геологии и гидрогеологии
(21–22 марта 2013 г.)

Москва
Российский университет дружбы народов
2013

УДК 528.48:556.3:624.131(063)
ББК 26.326/9
С 32

*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (грант №13-05-06004)*

Редакционная коллегия:
В.И. Осипов (ответственный редактор),
О.Н. Еремина (ответственный секретарь),
Г.И. Батрак, И.В. Галицкая, В.Г. Заиканов,
В.Н. Кутергин, Г.П. Постоев, Д.О. Сергеев

С 32 Сергеевские чтения. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты). Молодежная конференция. Выпуск 15. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (21–22 марта 2013 г.). – М.: РУДН, 2013. – 495 с.: ил.

ISBN 978-5-209-05421-4

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых исследователей, представленные на пятнадцатую ежегодную конференцию «Сергеевские чтения» памяти академика Е.М. Сергеева (г. Москва, 21-22 марта 2013 г.). Чтения посвящены обсуждению задач геоэкологии, инженерной геологии, гидрогеологии и геокриологии для обеспечения устойчивого развития на современном этапе. Темы докладов объединены в следующие секции: грунтоведение, механика и техническая мелиорация грунтов; оценка опасности и риска природных и природно-техногенных процессов; загрязнение природной среды; геоэкологические и инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий и промышленных объектов; гидрогеологические проблемы геоэкологии; геоэкологические проблемы криолитозоны.

ISBN 978-5-209-05421-4

УДК 528.48:556.3:624.131(063)
ББК 26.326/9

© Научный совет РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии
и гидрогеологии, 2013
© Коллектив авторов, 2013
© Российский университет дружбы народов, Издательство, 2013

активную фазу третичной ползучести. Заключительные стадии развития оползней здесь прогнозировать в настоящее время трудно. Радикально проблема может быть решена путём оснащения горных склонов, находящихся в стадии третичной ползучести, автоматизированными системами геоконтроля оползневых смещений и срочного оповещения об оползневой опасности, как это было сделано в Майлуу-Суу [1].

Литература

1. Алёшин Ю.Г., Торгоев И.А., Лосев В.А., Кошоев М.К. Локальная сеть геомониторинга оползневой опасности в г. Майлуу-Суу / Вопросы геомеханики и разработки месторождений полезных ископаемых. Научные труды № 1. – Бишкек: «Илим», 1997. – С. 82–89.
2. Маслов Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1982. – 511 с.
3. Saito M. Evidential study on forecasting occurrence of slope failure // OYO Technical Report. – Tokyo, 1979. – No 1. – P 1-23.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ РАЙОНОВ ШИЛЛАТО И КАЛЬТАВУТУРО (о. СИЦИЛИЯ)

В. Анъези¹, Д. Костанзо¹, М.В. Минина², В.А. Королев²,
Э. Ротильяно¹

¹ Университет Палермо, департамент геологии и геодезии; 90123, Италия, Палермо, Виа Аркирафи. E-mail: costanzodario@gmail.com, valerio.agnesi@unipa.it

² МГУ им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии; 119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1.
E-mail: minina86@yandex.ru, korolev@geol.msu.ru

В настоящее время одной из актуальных проблем инженерной геологии является оценка значимости факторов оползнеобразования. Мировой опыт инженеров-геологов показывает, что для решения этих задач достаточно эффективными являются методы математической статистики [2, 3].

В данной работе рассмотрены вопросы оценки значимости факторов оползнеобразования с применением двух непараметрических методов математической статистики. В качестве области исследования были выбраны территории районов Шиллато и Кальтавутуро, которые расположены в северо-западной части острова Сицилия (Италия).

Шиллато и Кальтавутуро являются крупными районами о.Сицилия, их площадь составляет около 200 км². Данная территория сложена глинами, из-

вестняками, песчаниками, конгломератами, сланцами, образованными в период времени от триаса до плейстоцена. В пределах Шиллато и Кальтавутуро развито очень много крупных по площади оползней, размером до 0,5 км². Оползни по механизму смещения делятся на 2 типа: оползни-течения и оползни-сдвига [1].

Развитая дорожная сеть в пределах исследуемых районов чрезвычайно сильно подвержена оползневому процессу. В результате активизации оползней в особенности в зимний период времени происходит, во-первых, деформация дорожного полотна (рис. 1), во-вторых, разрушение защитных инженерных сооружений (рис. 2).

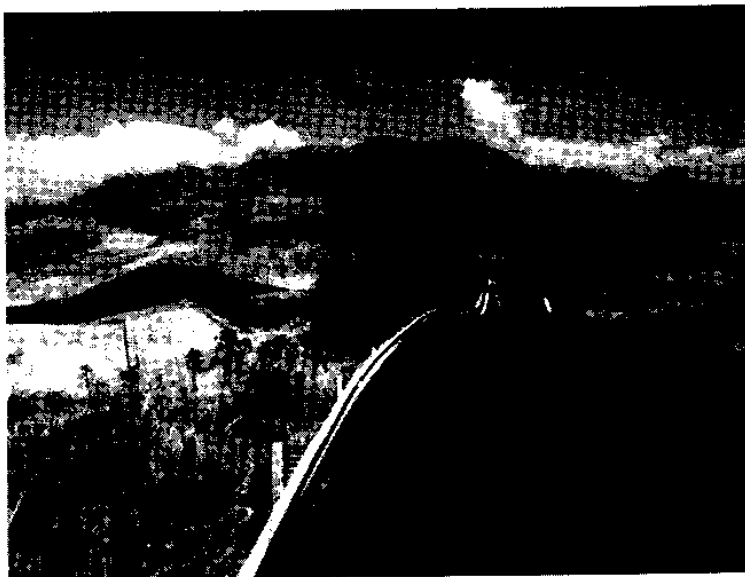


Рис. 1. Деформация дорожного полотна

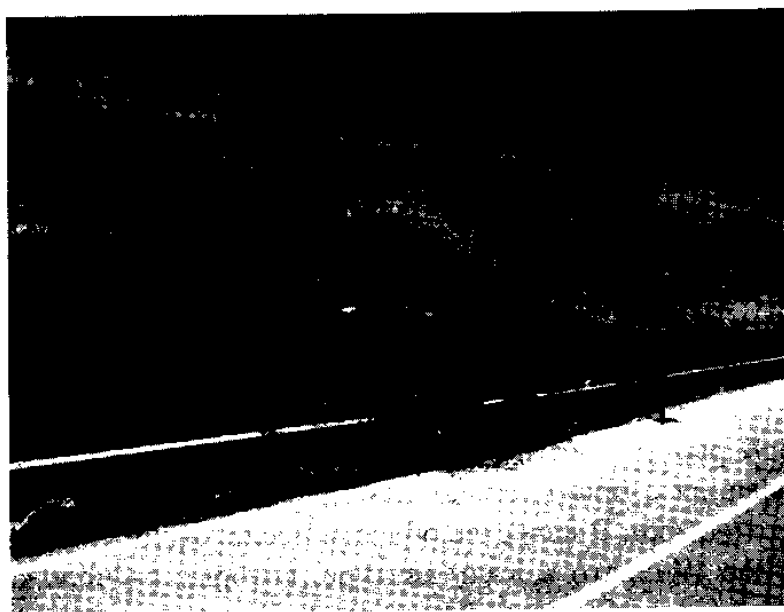


Рис. 2. Наползание оползневых масс на подпорную стену

В результате проведенных полевых инженерно-геологических исследований, лабораторных работ и дешифрирования аэрофотоснимков В. Аньези, Т. Макалузо и др. на территории районов Шиллато и Кальтавутуро в 1999 году были откартированы 233 оползневых тела [1]. В результате анализа более современных космических снимков (2008 г.), представленных в Google Earth™, границы оползневых тел были подкорректированы, а также дополнительно было откартировано 55 новообразованных оползней [2].

Следующий этап исследований заключался в анализе факторов оползнеобразования, таких как литологический состав грунтов, физико-механические свойства грунтов, уклон (рис. 3) и экспозиция склонов, характер поверхности территории, степень подверженности эрозионному процессу территории, степень её увлажнения, топографические параметры территории.

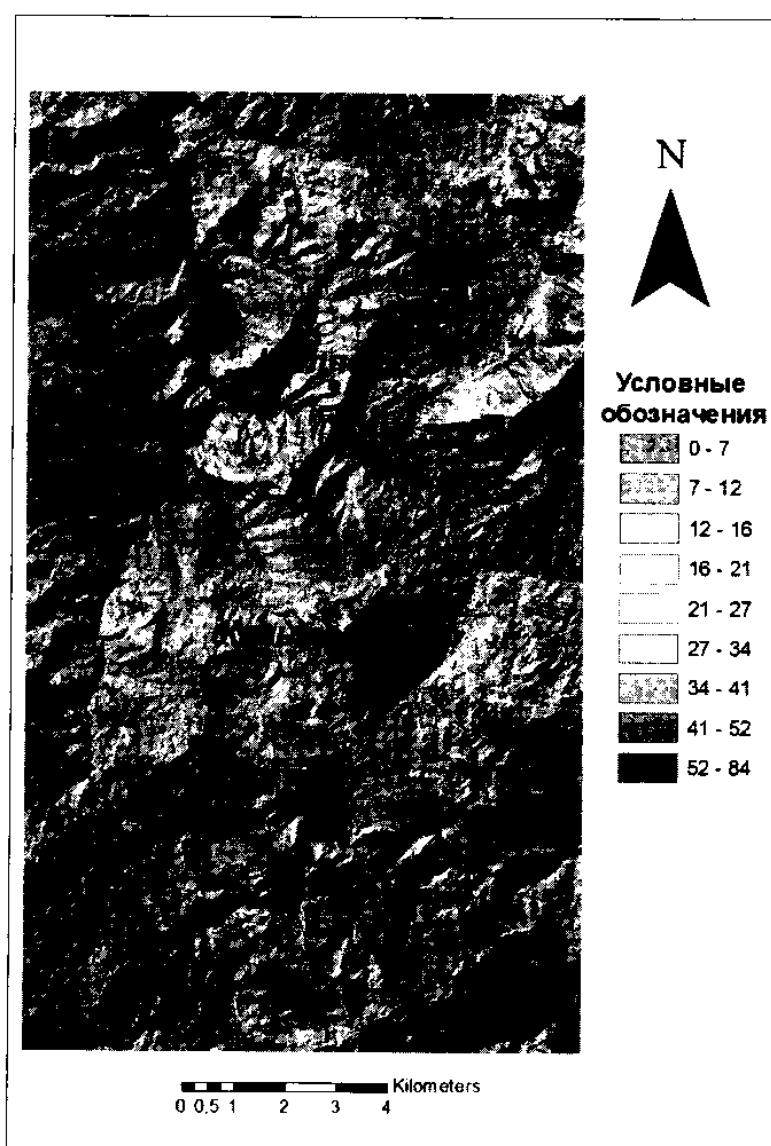


Рис. 3. Фактор оползнеобразования – уклон склонов (град.)

Затем с помощью программы ArcMap растровые изображения выше-описанных факторов были скомбинированы. Полученное общее растровое изображение, атрибутивная база данных которого сочетала в себе значения всех факторов оползнеобразования, было разбито на 1827 геоморфологических участка. Каждой выделенной таким образом единице территории соответствовали собственные значения всех факторов оползнеобразования.

Далее были разработаны 2 разные модели – диагностические территории, учитывающие различные участки активизации оползневой процессу. В первом случае, диагностическая территория представляла собой всю зону, подверженную оползневому процессу (area rupture – AR). Во втором случае – только центральную точку зоны, подверженной оползневому процессу (centroid of landslide – LC).

Закономерности расположения участков активизации оползней в зависимости от развитых инженерно-геологических условий были проанализированы с применением: 1) метода логической регрессии (Forward Logistic Regression – FLR) в статистической программе TANAGRA; 2) метода многомерных адаптивных регрессионных сплайнов (Multivariate Adaptive Regression Splines – MARS) в программе STATISTIKA. В результате, во-первых, были выделены главнейшие факторы оползнеобразования такие как, крутизна и протяженность склонов, особенности землепользования, литологический состав грунтов, физико-механические свойства грунтов, продольная кривизна склона и индекс эродированности. Во-вторых, было установлено, что выбор в качестве диагностической территории – центральной точки оползневой массы показал наиболее достоверные результаты. Такой вывод был сделан на основе анализа показателя AUC (Area under curve – область под линией), рассчитанного методом логической регрессии в программе TANAGRA.

Известно, что чем выше значение AUC, тем достовернее и надежнее считается модель [3]. Построенные модели с использованием в качестве диагностической зоны центральной точки оползневой массы имеют AUC равный 0,722, а модели, реализованные с использованием всей области, подверженной оползневому процессу – AUC равный 0,693 (рис. 4). Это свидетельствует о том, что модель, учитывающая в качестве диагностической территории центральную точку, является достовернее и надежнее, так как значение AUC у нее выше.

Такой же результат оценки параметра AUC показал метод MARS, примененный в программе STATISTIKA (AUC для центральной точки оползня более 0,90, AUC для всего оползневой участка 0,84). Погрешность (GCV) составила менее 9%.

Применение математических статистических непараметрических методов, описанное в данной работе, позволяет учесть комплексность изучаемой территории и взаимозависимость множества параметров окружающей среды и оползней.

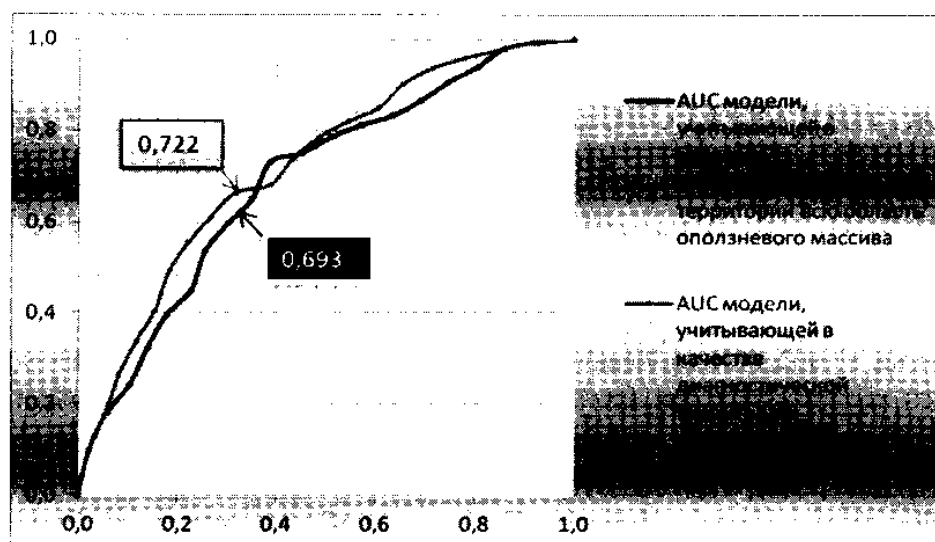


Рис. 4. График параметра AUC

В результате исследований были выделены главнейшие факторы оползнеобразования, а также было установлено, что использование в качестве диагностической территории центральной точки оползневого массива дает более достоверные результаты, что позволяет определенным способом экономить как время, так и финансовые ресурсы и, прежде всего, в значительной степени сократить количество ошибок, благодаря минимальному вмешательству субъективного фактора испытателя.

Также важным выводом является то обстоятельство, что подход, описанный в данной работе, можно использовать и на других территориях, в пределах которых распространены крупные оползневые тела. Кроме того, полученную модель можно экстраполировать на близлежащие территории в целях экономии материальных средств и времени.

Литература

1. Agnesi V., Di Maggio C., Macaluso T., Marino S., Monteleone S., Pipitone G. Carte geomorfologiche di Scillato e Caltuvuturo. Palermo: Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo, 1999, p. 16.
2. Costanzo D., Cappadonia C., Conoscenti C., Rotigliano D. Exporting a Google EarthTM aided earth-flow susceptibility model: a test in central Sicily//Nat Hazards. 2011. Vol. 1. №1, p. 1–12.
3. Guzzetti F. Landslide hazard and risk assessment, Italy, Erscheinungsjahr, 2006, p. 373.