

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СВЯЗИ С МОНИТОРИНГОМ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

**А. Д. Гвишиани¹, Ж. Злотники², С. М. Агаян¹, Ш. Р. Богоутдинов¹,
М. В. Родкин¹**

¹*Геофизический центр РАН, Москва*

²*Институт Клермон-Ферра, Франция*

Для снижения рисков от опасных природных явлений в настоящее время создаются обширные сети мониторинга, поставляющие большие объемы разнообразной геофизической информации. В большинстве случаев характер получаемой информации довольно сложен и обработка результатов мониторинга предполагает визуальный анализ данных квалифицированным экспертом. При этом необходимость своевременного предупреждения возможных природных рисков предполагает, что информация должна обрабатываться в режиме близком к реальному времени. Практическая реализация таких требований при визуальной экспертной обработке больших объемов информации встречает серьезные затруднения. Отсюда встает задача автоматизации процесса обработки, заменяющей (или резко облегчающей) работу эксперта. При этом существенно, что процедура обработки данных обычно только отчасти допускает строгую формализацию; по сути, обработка должна имитировать работу эксперта, производящего анализ информации на основании своих не вполне четких качественных критериев.

Нами предлагается подход, обеспечивающий альтернативу визуальному анализу информации экспертом. Предлагаемые алгоритмы анализа данных (осуществляющие автоматизированное распознавание нечетко сформулированных образов) строятся на основе методов нечеткой логики и статистики и осуществляют морфологический анализ временных рядов с целью выделения в них участков записи с некоторым заданным характером сигнала. Метод допускает быструю переналадку программы распознавания, при этом в качестве образца для распознавания могут использоваться некий типичный (образцовый) участок реальной записи или некоторый формулируемый экспертом идеальный образ. Предложены, программно реализованы и проверены на модельных примерах два алгоритма такого распознавания. Алгоритмы были использованы для анализа временных рядов значений геоэлектрического потенциала по данным мониторинга активности вулкана Фурнез для интервалов времени в окрестности сильного извержения 1998 г. Результаты применения алгоритмов показали возможность выделения аномальных участков записи и диверсификацию аномалий на несколько типов, предположительно отвечающих разным физическим воздействиям (сильные атмосферные осадки, всплески гидротермальной активности). Предложенные алгоритмы могут быть использованы в системе мониторинга (для автоматизации работы эксперта) и/или с исследовательскими целями - для выявления характерных морфологических последовательностей в длинных рядах данных.

APPLICATION OF FUZZY-LOGIC-BASED ALGORITHMS FOR ANALYSIS OF GEOELECTRIC DATA IN CONNECTION WITH MONITORING OF VOLCANIC ACTIVITY

**Alexei D. Gvishiani¹, Jack Zlotniki², Sergei Agayan¹, Shamil Bogoutdinov¹,
Mikhail V. Rodkin¹**

¹*Geophysical centre RAS, Molodezhnaya 3, Moscow*

²*CNRS, Clermon-Ferrand, France*

For reduction of risks from the dangerous natural phenomena different monitoring systems delivering extensive volumes of geophysical data are in work and construction. In most cases character of obtained data is rather complicated and the qualified experts are expected to carry out visual examination of data. The necessity of a timely warning of possible risks assumes that the information should be processed in a near real time regime. Practical realization of these requirements meets serious difficulties. Thus, the problem of automation (or facilitating) of expert visual data processing takes place. Moreover, the procedure of data processing usually only partly implies strict formalization. As a matter of fact, automatic data processing should imitate work of the expert making analysis of data on the basis of personal qualitative criteria.

We offer the approach providing alternative to the visual analysis of data by expert. The used algorithms of data processing (carrying out automated fuzzy pattern recognition) are elaborated on the basis of fuzzy-logics and statistics. These algorithms carry out the morphological examination of 1-D data rows with the purpose of allocating in them the segments of record with the needed character features of a signal. The method supposes fast readjustment of the recognition program. Both a sample of a real record or some ideal pattern formulated by expert can be used to formulate procedure of recognition. Algorithms were applied to the electric self-potential (SP) monitoring data of the activity of La Fournaise volcano (Reunion Island) in a vicinity of strong eruption occurring in 1998. Results of the application of algorithms had shown an opportunity of allocation of anomalies in monitoring data and distinguishing between anomalies of different kind corresponding to different physical influences (a strong atmospheric precipitation, and splashes of hydrothermal activity). The algorithms can be used in systems of monitoring (for automation of work of expert) and/or with the research purposes - for revealing characteristic morphological sequences in long rows of data.