

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ, ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ С СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ РЕГИОНА

Н.М. Булаева, Д.Н. Кобзаренко, С.Я. Аскеров

*Институт проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН  
367030, Респ. Дагестан, г.Махачкала, пр.И.Шамиля, 39а  
E-mails: musa@dinet.ru, bulaeva@iwt.ru, kobzarenko@iwt.ru*

В работе приводятся результаты исследований по возможности использования дистанционных данных в качестве одного из предвестников землетрясения. Рассматриваются основные компоненты и структура географической информационной системы (ГИС) изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона. Приводится конкретный пример исследования динамики приповерхностного температурного поля во время всплесков сейсмической активности в Дылымской зоне Дагестана на основе космических изображений NOAA.

Одним из прикладных аспектов применения результатов сопряженного мониторинга теплового поля, выполняемого на базе геоинформационных технологий, является задача изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона [1]. Решив эту задачу, дистанционные данные можно использовать как один из предвестников землетрясения. Для решения поставленной задачи необходимо, по крайней мере, создание трех основных компонентов: электронной библиотеки или базы данных по сейсмическим событиям региона, электронного банка температурных данных во времени и единой картографической основы. Объединение этих компонентов в единое целое есть задача построения ГИС изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью региона, над которой ведется активная работа (рис. 1).

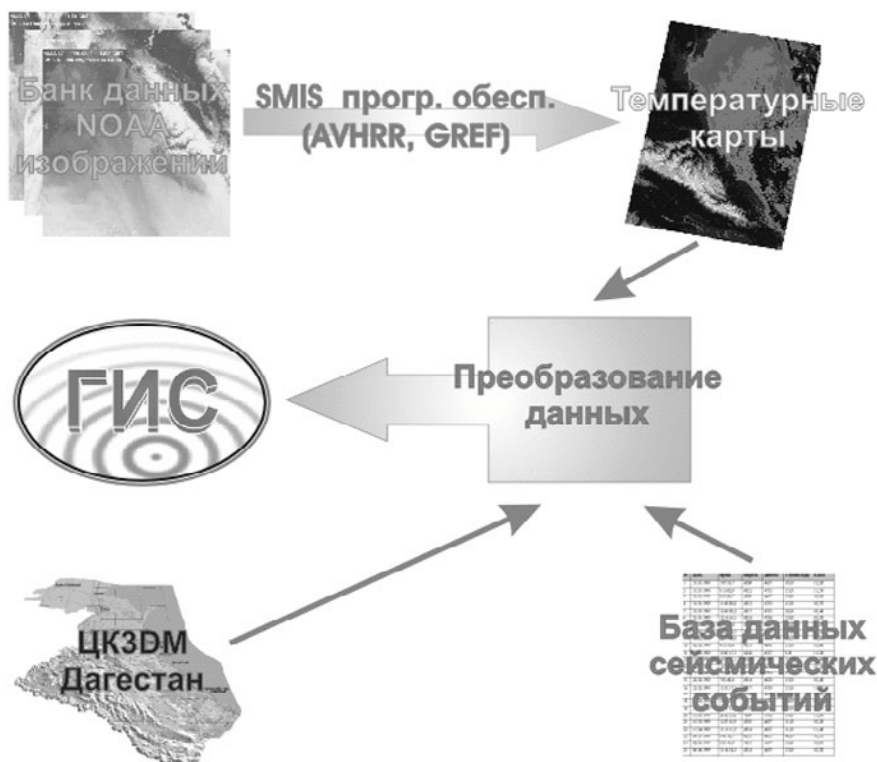


Рис.1. ГИС изучения взаимосвязи теплового поля с сейсмической активностью.

За период 1999-2003гг. все эти компоненты нами реализованы. Создана база данных очагов землетрясений на территории Восточного Предкавказья за период 1969-2003гг., которая постоянно пополняется (основные источники данных – оперативные каталоги ЦОМЭ ГС РАН) [2]. Создан банк дистанционных данных по изучаемому региону, куда вошли изображения с искусственных спутников Земли NOAA за период 1996-2003гг. (источник данных – лаборатория поддержки космического мониторинга ИКИ РАН [6]). Ведется работа по созданию банка температурных данных, привязанных к единой географической сетке на базе снимков NOAA. Разработана технология построения и визуализации цифровых картографических 3D-моделей, которая позволяет привести разнородную и разнотематическую информацию в единую структуру и интегрировать ее в модель для последующего анализа [3]. В рамках этой технологии построена цифровая

картографическая 3D-модель Республики Дагестан на базе карты масштаба 1:500000, которая используется в качестве картографической основы для проведения исследований.

Для комплексной визуализации и интерпретации данных моделирования необходимо создание единого программного обеспечения, которое должно решать следующие основные задачи:

- управления банком температурных данных и банком данных сейсмических событий в регионе;
- визуализации температурных данных и данных очагов сейсмических событий во времени на картографической основе (цифровая картографическая 3D-модель Республики Дагестан);
- выполнения математической обработки визуализируемых данных с целью не только качественной, но и количественной их оценки для последующей интерпретации.

Частично реализовав описанные выше компоненты ГИС, нами проведено исследование динамики температурного поля в районе Дылым-Дубки во время землетрясения 1999г., которое выявило закономерности изменения температурного поля в дневное и ночное время суток во время всплесков сейсмической активности [4]. Подробные исследования тепловых аномалий во время землетрясений по данным спутника NOAA проведены для Китая, Японии и Европы [5]. В этих исследованиях показано, что тепловые аномалии появляются от 6 до 24 дней до землетрясения и остаются еще около недели после. Они приурочены к землетрясениям с магнитудой более 4.7 и глубиной менее 60км. Амплитуда аномалии находится в пределах от 3 до 7°C. Для проведения исследований из базы данных по сейсмическим событиям произведена выборка сейсмических очагов, относящихся к землетрясению 1999г. в Дубках за период с 1 января по 28 февраля 1999г.. Наиболее сильные толчки, зафиксированные за этот период: 31 января 5:07 (по Гринвичу) с энергетическим классом 13.2 – основной и 21 февраля 18:14 с энергетическим классом 11.9 – наиболее сильный афтершок. Всплески сейсмической активности делятся на два периода: 31 января – 4 февраля (рис. 2) и 21 – 26 февраля.

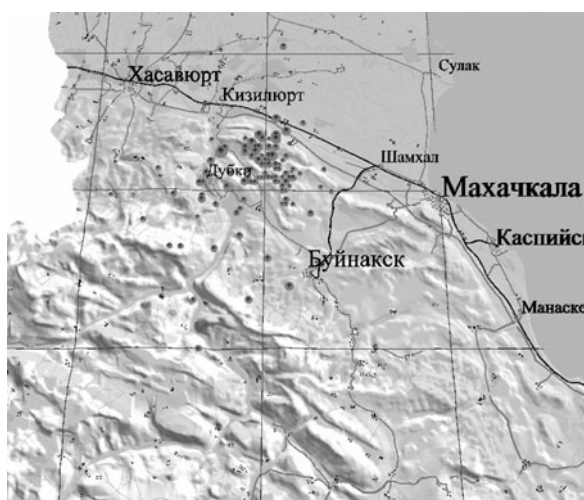


Рис.2. Эпицентры очагов землетрясения в Дубках за период: 22 января – 4 февраля 1999г.

Температурные данные, полученные с помощью программы AVHRR [6], по каждому космическому изображению были преобразованы в серию специализированных форматов тематической окраски рельефа (PNT) цифровой картографической 3D-модели. В результате моделирования созданы две серии растровых изображений, отдельно для дневных и ночных снимков, с едиными параметрами обзора (район Дубков) и раскраской рельефа модели в псевдоцвета в соответствии с температурой.

Особенностью моделирования является то, что созданы единая цветовая палитра и соответствующие ей значения температуры для каждой серии изображений, что позволяет отслеживать не только локальные аномалии в рамках одного снимка, но и температурные изменения от снимка к снимку. Так как тепловое излучение от земной поверхности в дневное время суток при солнечном излучении включает отраженную составляющую солнечной энергии, тепло объектов нагретых солнечным излучением и др., то весьма интересными представляются результаты ночной съемки, для которой тепловое излучение преимущественно зависит от теплового излучения земной коры. На рис.3 представлена последовательность изображений на основе снимков: 22, 24, 27 и 29 января. Время съемки по Гринвичу от 2:19 до 3:14 (по местному времени 5:19 – 6:14) - предрассветные часы.

Полученные результаты моделирования позволили провести сопоставительный анализ температурных данных применительно к сейсмическому режиму в районе Дубков за период январь – февраль 1999г. А использованная в моделировании цифровая картографическая 3D-модель и ее составляющая цифровая модель рельефа наглядно продемонстрировали разломные зоны, проходящие в районе сейсмической активности. Было показано, что моделирование геотермического процесса в динамике имеет большое значение для мониторинга экологического риска региона.

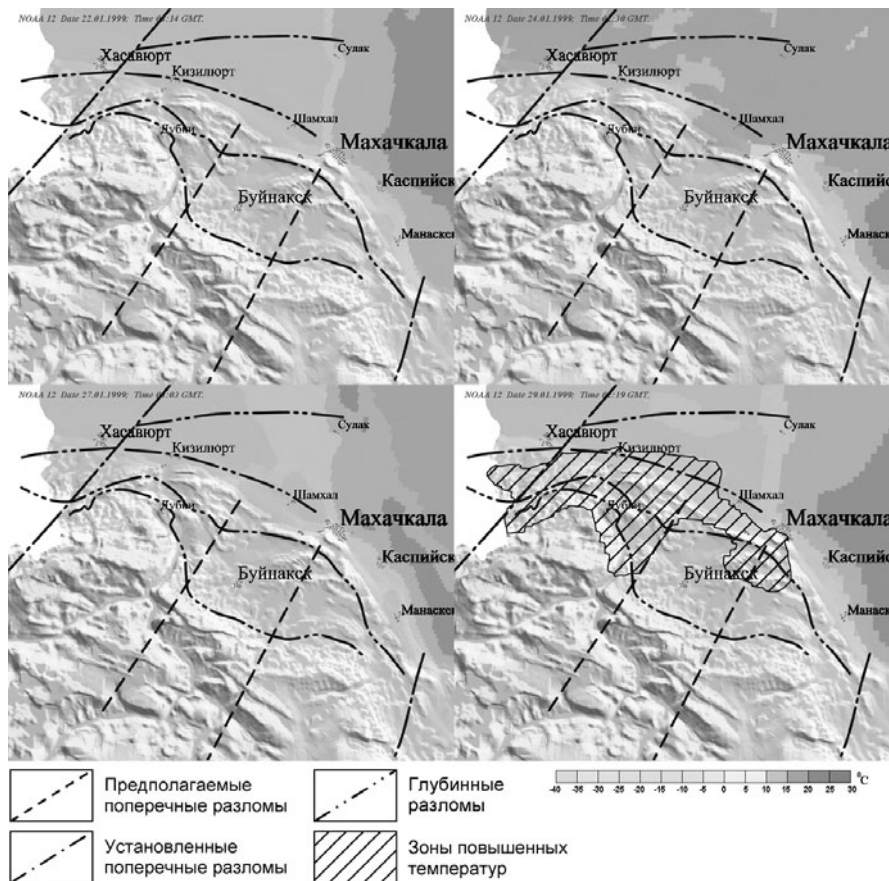


Рис.3. Псевдоцветные температурные изображения на основе снимков за 22, 24, 27 и 29 января 1999г. в предзакатные часы.

Одной из главных проблем, с которой приходится сталкиваться решая задачу получения данных приповерхностного температурного поля по комическим изображениям, является проблема облачного покрова. Особенно для зимнего периода, достаточно тяжело подобрать изображения с минимальным наличием облаков на изучаемой территории. Немного улучшить ситуацию можно с помощью интерполяции участков изображения закрытых облаками. Несколько методов интерполяции разработано и нами, но полностью снять эту проблему не возможно. Однако даже с небольшим количеством «чистых» изображений можно проводить дальнейшие исследования по изучению взаимосвязи приповерхностного температурного поля и сейсмической активности на базе дистанционных данных.

## Литература

1. *Ponomareva N.L., Bulaeva N.M., Tupik N.V., Kobzarenko D.N.* The connection between seismic events and thermal fields in region // International conference «The Earth's thermal field and related research methods», June 17-20 2002: Proceedings – Moscow, 2002. – P.208-211.
2. *Булаева Н.М., Тулик Н.В., Кобзаренко Д.Н., Пономарева Н.Л.* Разработка системы сбора и визуализации сейсмологической информации // Респ. конференция «Информационные и телекоммуникационные системы: интегрированные корпоративные сети», 10-12 октября 2001г.: Материалы –Махачкала, 2001. – С.199-208.
3. *Bulaeva N.M., Kudrjavitseva K.A., Kobzarenko D.N., Osmanov R.S.* Construction and visualization of digital cartographical 3D-models and their application for analysis of the geologic structure of East Ciscaucasia // International conference «GIS In Geology», Vernadsky State Geological Museum of RAS, 13-15 November 2002: Extended abstracts – M., 2002. – P.23-24.
4. *Булаева Н.М., Кобзаренко Д.Н., Османов Р.Ш., Аскеров С.Я.* Исследование связи приповерхностного температурного поля с сейсмической активностью центральной части Дагестанского клина на основе спутниковых данных NOAA // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2004. №16. С.29-36.
5. *Tronin A.A.* Thermal infrared satellite data for seismic area research (Japan, China and Europe) // International conference «The Earth's thermal field and related research methods», June 17-20 2002: Proceedings – Moscow, 2002. – P.280-283.
6. *Zakharov M.Yu., Loupian E.A., Mazurov A.A.* Program for AVHRR Data Processing on a Personal Computer // Earth Research from Space. 1993. №4. P.62-68.