



УДК 550.34.013.4

© 2011 г. **И.В. Епанешникова**, канд. техн. наук,
В.В. Ветохин

(Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ СРЕДЫ В ПАКЕТЕ GNUPLOT

Предложена методика визуализации численных данных о состоянии земной среды между сейсмическими станциями и построения с помощью свободного программного обеспечения GNU/Linux и Gnuplot двухмерных и трехмерных графиков на основе использования зарегистрированных волновых форм землетрясений.

Ключевые слова: землетрясение, моделирование, визуализация данных, свободное программное обеспечение.

Введение

Операционная система GNU/Linux все шире используется в научных исследованиях, так как к настоящему моменту разработан бесплатный и свободно доступный инструментарий, позволяющий производить математические вычисления и визуализацию данных всем научным работникам вне зависимости от уровня материального дохода.

Если в качестве инструмента для построения графиков взять программу Gnuplot, а в качестве командной оболочки bash, можно автоматизировать выполнение требуемых задач, как показано в работах [1] и [2]. Gnuplot, работая в режиме командной строки, позволяет передавать как непосредственно функции в математическом виде, которые необходимо построить, так и ссылку на файл в определенном формате, содержащий измерительные данные, что расширяет возможности ее применения, как описано в работе [3].

Существуют два способа взаимодействия пользователя с Gnuplot: интерактивный и пакетный. В первом случае команды задаются непосредственно в командной строке программы Gnuplot, что позволяет проследить за результатами выполнения каждого шага. Однако этот способ неудобен при необходимости провести достаточно большое количество операций. В пакетном режиме команды, заданные в файле, выполняются последовательно.

Команды для Gnuplot можно условно поделить на два класса – вспомогательные, которые устанавливают необходимый набор параметров, и исполняющие, т.е. выполняющие построение графиков.

Результаты построений

В работе [4] предложен интегральный критерий вынужденной собственной колебательной активности участка земной среды между двумя сейсмическими станциями, инициированной внешним по отношению к этим двум станциям землетрясением. Каждая станция для каждого зарегистрированного землетрясения предоставляла три волновые формы – ВНЕ, ВНН (колебания по двум ортогональным осям EW, NS в горизонтальной плоскости) и ВНЗ (колебания по нормали к поверхности). На рис. 1 приведена типовая волновая форма (ВНЗ), зарегистрированная сейсмической станцией GZH в Китае от землетрясения, характеристики которого представлены в таблице (первая строка) [5].

| № п/п | Дата | Время | Широта | Долгота | Глубина, км | Магнитуда | Число суток от начала года |
|-------|----------|----------|--------|---------|-------------|-----------|----------------------------|
| 1 | 14.04.08 | 15.39.42 | 22.79 | 121.50 | 17.2 | 5.0 | 105 |
| 2 | 10.05.08 | 19.41.58 | 24.01 | 122.58 | 10 | 5.3 | 131 |

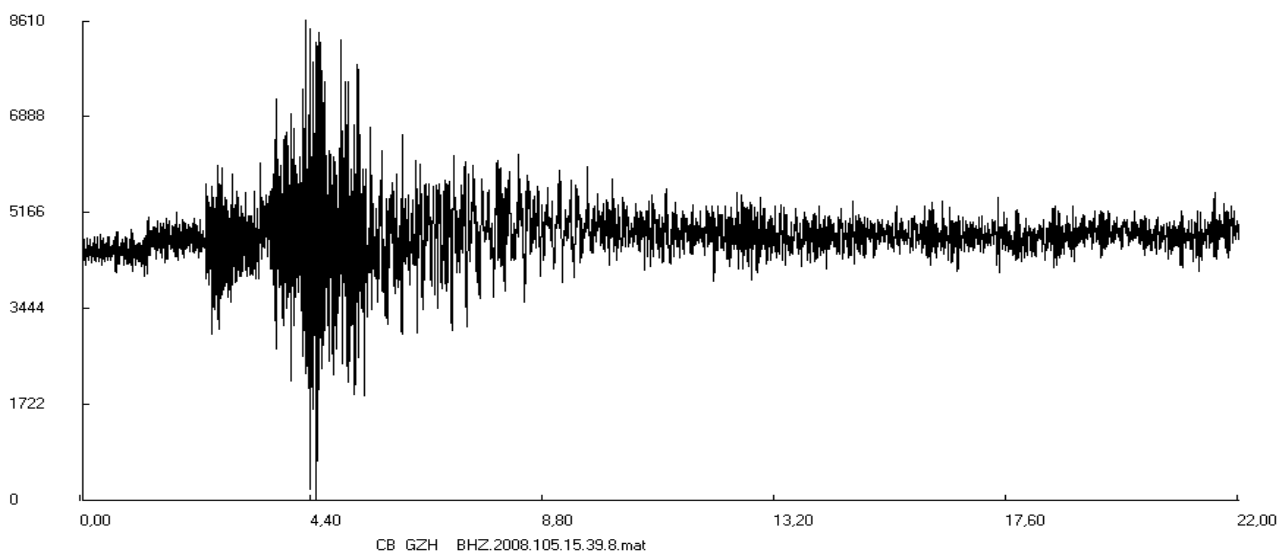


Рис. 1. Волновая форма от землетрясения.

По методике, изложенной в работах [4, 6, 7], были рассчитаны интегральные квазиамплитудно-частотные характеристики (ИКАЧХ) от землетрясений (данные из таблицы) для ряда сейсмических станций Китая, расположение которых показано на рис. 2. На рис. 3 и 4 представлены значения критерия ИКЧХ на этапах 105 и 131 дней от начала 2008 г. Звездочкой на обоих рисунках обозначен эпицентр будущего землетрясения (12.05.2008, 06:28:00, 31.08N 103.27E, магнитуда – 8, глубина – 10км, провинция Сычуань, 133 суток от начала года). Как видно из рисунков, критерий ИКЧХ сначала возрастает с ростом напряжений в земной среде (131 день от начала года), а затем, при дальнейшем росте напряжений и переходе пород в стадию разрушения, уменьшается, отчетливо обозначая линейную зону существующего (или формирующегося) разлома (131 день от начала года), в южной части которого затем произошло землетрясение.

Такое поведение критерия ИКАЧХ хорошо согласуется с результатами экспериментов по нагружению горных пород вплоть до их разрушения [8].

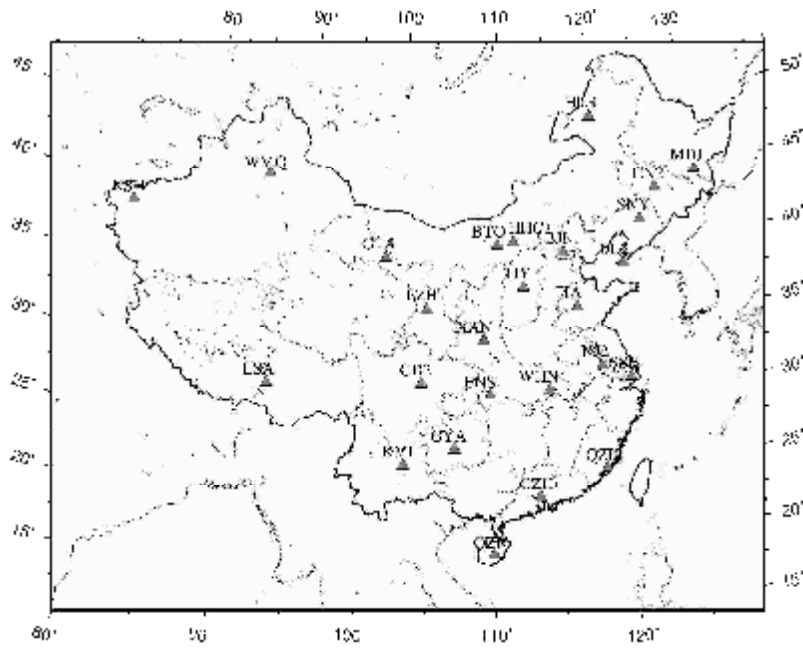


Рис. 2. Сейсмические станции Китая.

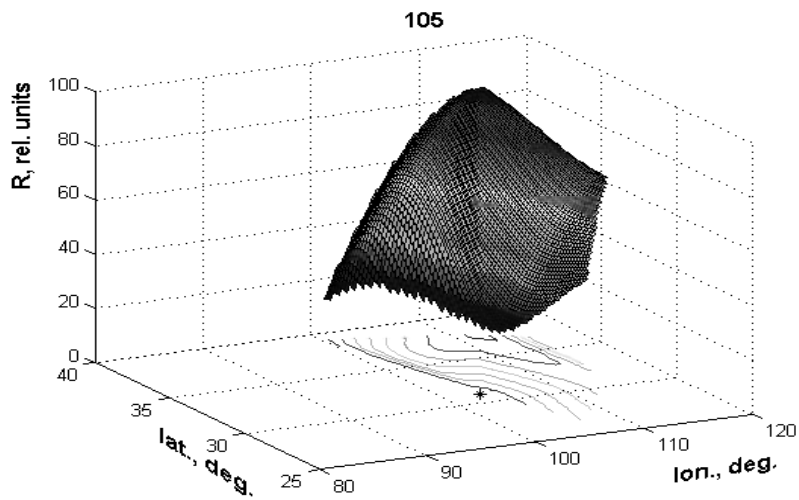


Рис. 3. Поверхность ИКАЧХ на этапе 105 дней от начала года.

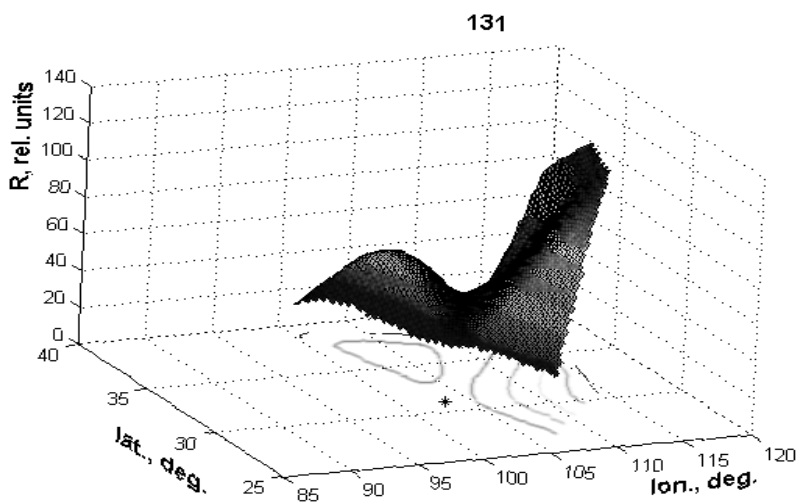


Рис. 4. Поверхность ИКАЧХ на этапе 131 день от начала года.

Заключение

Показана возможность использования инструмента Gnuplot для решения ряда задач визуализации. Данный программный продукт удобен в использовании, хорошо документирован и свободно распространяется без ограничений, что позволяет широко использовать его в различных научных и образовательных учреждениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Конник М.В.* Строим научные графики с помощью GNUplot. URL: <http://mydebianblog.blogspot.com/2006/08/gnuplot.html>
2. *Kawano Hiroki.* GNUplot: not so Frequently Asked Questions. URL: <http://t16web.lanl.gov/Kawano/gnuplot/general-e.html>.
3. *Nishanth R. Sastry.* Visualize your data with gnuplot. URL: <http://www.ibm.com/developerworks/library/l-gnuplot>.
4. *Епанешников В.Д., Епанешникова И.В.* О возможности мониторинга состояния земной среды в период подготовки землетрясения // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2010. – № 7. – С.13-20.
5. World Data Center for Seismology, Beijing. URL: http://www.csndmc.ac.cn/wdc4seis@bj/earthquakes/csn_wilber.jsp. (дата обращения 14.07.2009).
6. *Епанешникова И.В.* Модель идентификации параметров линейных систем автоматического регулирования. // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2008. – № 10. – С.50-53.
7. *Епанешникова И.В.* Переход из временной области в частотную при идентификации параметров систем автоматического регулирования. // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. – № 2. – С.51-53.
8. Институт горного дела СО РАН. Лаборатория разрушения горных пород. URL: <http://www.misd.nsc.ru/guide/laboratories/22008>. (дата обращения 17.01.09).

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.В.Бушмановым

E-mail:

Ветохин В.В.. – vvvetohin@mail.ru.

Интернет-конференция по проблемам теории и практики управления (<http://ubs.mtas.ru/forum>)

На этом форуме обсуждаются научные публикации, связанные с применением математических моделей в управлении сложными (большими) системами. Для размещения новой публикации воспользуйтесь ссылкой "Подать статью" сверху. С помощью той же ссылки подаются статьи для публикации в сборнике "Управление большими системами". Все подаваемые в сборник статьи автоматически публикуются в этой Интернет-конференции, но можно подать статью на конференцию, не подавая ее в сборник.

Появление статьи в Интернет-конференции не говорит о том, что она опубликована или будет опубликована в сборнике "Управление большими системами". Статьи Интернет-конференции публикуются в первоначальной авторской редакции. Изменения, вносимые в статью редколлегией сборника в процессе ее рассмотрения, не отображаются автоматически в Интернет-конференции. Авторы статей могут внести соответствующие изменения вручную.