

УДК 622.277.3; 622.278

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АКТИВНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

А. П. Григорюк, Л. П. Брагинская

THE INFORMATIONAL SYSTEM FOR COMPLEX SUPPORT OF SCIENTIFIC INVESTIGATIONS IN ACTIVE SEISMOLOGY

A. P. Grigoriuk, L. P. Braginskaya

В работе представлены архитектура, интерфейс и основные пользовательские сервисы Интернет-ориентированной научной информационной системы для поддержки теоретических и экспериментальных исследований в области активной сейсмологии с функциями социальной сети.

Основными компонентами ИИС являются: информационно-вычислительная система (ИВС), обеспечивающая пользователей многопараметрическим поисковым, вычислительно-аналитическим и ГИС сервисами для работы с данными сейсмического мониторинга в режиме on-line; пополняемая пользователями база данных научных работ – электронная библиотека; пополняемый пользователями библиографический каталог. В настоящее время ресурс доступен по адресу: <http://opg.sssc.ru>.

Architecture, interface and the basic user services of the Internet oriented scientific informational system (SIS) with social network functions for the theoretical and experimental research in active seismology are reported. The main components of SIS comprise the informational and computing system, which supplies the users with multi-parametrical search, digital analytic and GIS services for on-line seismic data monitoring; the e-library and bibliography replenished by users. At present the informational system can be found at <http://opg.sssc.ru>.

Ключевые слова: сейсмология, вычислительные информационные системы, базы данных.

Keywords: seismology, informational computing system, database.

Введение

Современные веб-технологии, известные как технологии веб 2.0, позволяют не просто лучше обслуживать информационные потребности пользователя сети, но и активно вовлекают его во взаимодействие – как с другими пользователями, так и с самими информационными ресурсами. Для научного сообщества социальные технологии веб 2.0 представляют особый интерес. Они позволяют расширить формат профессионального взаимодействия, выводят его на глобальный уровень, стимулируют творческие способности каждого из участников процесса и – что самое существенное – они отвечают традициям научного сообщества, в котором всегда была важна взаимная оценка коллег и признание ими достигнутых результатов.

Инициатива исследовательских организаций по организации открытого доступа к результатам исследований активно поддерживается международным научным сообществом [7].

В настоящее время все большее развитие получают специализированные (для определенной предметной области) информационные системы, обеспечивающие доступ к научным знаниям, включая научные публикации, научные отчеты, базы данных, вычислительные ресурсы, нормативные и другие документы. Эти системы предназначены для таких категорий пользователей, как ученые и эксперты (доступ к научным результатам, научные коммуникации), преподаватели и студенты (образовательный процесс). Как отмечается в [6], процессы развития таких информационных систем создают особую виртуальную среду для научных исследований. В этих процессах можно выделить три логически связанные компоненты:

- 1) развитие программно-технических средств поддержки исследований (новый инструментарий);
- 2) использование новых инструментальных средств для совершенствования методов работы исследователей и их профессиональных взаимодействий (новые практики);
- 3) повышение эффективности организационных форм научно-исследовательской деятельности посредством использования нового инструментария и новых методов работы (новая форма организации общества исследователей).

В данной работе на примере виртуальной рабочей среды для поддержки теоретических и экспериментальных исследований в области активной сейсмологии проиллюстрировано использование всех перечисленных выше механизмов для организации эффективного взаимодействия и доступа к научной информации исследователей, работающих в конкретной предметной области.

Постановка задачи

Активная сейсмология является новым направлением в геофизике, в котором для изучения строения земной коры и исследования геодинамических процессов в зонах землетрясений и вулканов используются управляемые источники сейсмических волн — мощные сейсмические вибраторы, гидромеханические и

электромагнитные импульсные источники [1]. В последние годы к методам активной сейсмологии так же относят экспериментальные работы, в которых регистрируется сейсмическое поле природных источников по технологии, определенной конкретной задачей геофизики, например сейсмозмиссионная томография вулканических структур с использованием сейсмического шума из активной области вулкана. В 2010 г. был проведен уникальный эксперимент по регистрации сейсмического шума методом «сейсмической антенны» в штольне Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН.

Последние три десятилетия работы по активной сейсмологии проводятся в России, Японии, Китае, США, европейских странах. В России в рамках экспериментальных исследований проводился вибросейсмический мониторинг литосферы в Алтае-Саянском регионе, Байкальской рифтовой зоне и Таманской грязевулканической провинции. В Японии с вибросейсмической системой ACCROSS проводится мониторинг сейсмоопасных и разломных зон земной коры. В области активной сейсмологии накоплен большой объем информации по всем составляющим метода, включая вопросы теории метода, создания управляемых источников, результатов экспериментальных работ, методов математического моделирования, который представлен в разрозненных источниках – статьях, монографиях, отчетах, на сайтах институтов и др.

Разработанная авторами доклада информационная система обеспечивает структурирование этой информации и доступ к ней в рамках одного Интернет-ресурса для комплексной поддержки научных исследований в области активной сейсмологии.

НИС «Активная сейсмология» существенно расширила круг исследователей, использующих экспериментальные данные для развития методов обработки и интерпретации вибросейсмических данных, математического моделирования и т. п.

Управление экспериментальными данными

ИВМиМГ СО РАН участвует в экспериментах по активному мониторингу ли, начиная с 1995 г. В результате этой работы был накоплен уникальный архив данных полевых экспериментов, включающий архив файлов волновых форм и сопутствующей информации (тип сейсмического источника, параметры излучаемого им сигнала, параметры регистратора, географические координаты источника и регистратора и т. д.). Для доступа к этому экспериментальному материалу была разработана информационно-вычислительная система (ИВС) «Вибросейсмическое просвечивание Земли» [2]. ИВС обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- получение из базы данных подробной информации по любому из проведенных экспериментов;
- индексный и параметрический поиск сеймотрасс одновременно по 18 параметрам вибропросвечивания;
- автоматическое построение по результатам поиска интерактивных карт с обозначенными на них сейсмическими источниками и регистраторами;
- интерактивный анализ сейсмических сигналов во временной, частотной, частотно-временной и пространственной областях. Анализ осуществляется в режиме онлайн с отображением результатов в веб-браузере пользователя.

По своей структуре и функциям ИВС «Вибросейсмическое просвечивание Земли» в рамках современной терминологии может быть отнесена к центрам научных данных. Стиль работы в таких центрах состоит в посылке запросов приложениям, выполняемым на сервере, и получении ответов, а не в массовом копировании необработанных данных на локальный компьютер для дальнейшего анализа [9].

Вычислительная подсистема представляет собой приложение, выполняемое непосредственно в среде операционной системы сервера. Для обеспечения необходимого для on-line режима быстрогодействия при обработке данных ресурсоемкие вычислительные процедуры могут выполняться программно-аппаратным модулем на основе архитектуры CUDA. В модуле применяются графические процессоры (GPU) и математические библиотеки компании NVIDIA [3]. За счет многоядерной параллельной архитектуры GPU превосходят по быстродействию процессоры общего назначения (CPU) на 1 – 3 порядка при выполнении большинства вычислительных процедур.

Концептуальные основы, заложенные при разработке ИВС, позволяют создавать аналогичные системы управления экспериментальными данными в любой предметной области.

Предоставление в режиме онлайн экспериментальных данных и предлагаемые сервисы ИВС являются привлекательной особенностью предлагаемой научно-информационной системы.

На наш взгляд, активное формирование круга пользователей Интернет-ресурса «Активная сейсмология» происходит благодаря заинтересованности коллег в доступе к данным полевых экспериментов.



Рис. 1. Главная страница системы и работа с данными экспериментов

Управление геопространственными данными

Во многих научных областях (геофизика, экология и т. д.) исследователи имеют дело с пространственно обусловленными данными или геопространственными данными. Поэтому архитектура ИВС должна предусматривать подсистему управления геоданными и картографическую подсистему.

Большинство современных СУБД, как коммерческих, так и свободно распространяемых, поддерживают класс пространственных данных непосредственно или с помощью специальных расширений. Картографические сервисы, в частности web-сервисы, до недавнего времени строились преимущественно на основе специализированного серверного ПО, позволяющего публиковать в сети Интернет карты, сопровождаемые базовым ГИС-инструментарием. Однако, в последние годы в Интернете все большее распространение получают гибридные ГИС. В таких системах геоданные из прикладной базы данных интегрируются с картографическим сервисом, предоставляемым специализированным web-сервером. На сегодняшний день наиболее развитым картографическим web-сервисом является Google Maps компании Google [4, 5]. Сервис базируется на данных дистанционного зондирования (спектрозональные снимки со спутников Landsat, SPOT, Quickbird с разрешением до 0.68 м), совмещенных с топографическими картами в проекции Меркатора. Компания Google предоставляет пользователям интерфейс Google Maps API в виде классов объектов JavaScript для генерации карт и нанесения на них собственных маркеров, контуров, а также готовых слоев в формате KML. Данные для отображения могут находиться как непосредственно в коде web-страниц, так и во внешних XML и KML файлах. Схема взаимодействия сервера ИВС, сервера Google Maps и клиентского браузера показана на рис. 2.

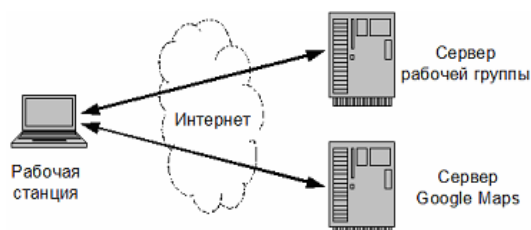


Рис. 2. Структура гибридной ГИС

Управление публикациями и организация социальной сети

Как уже отмечалось, Интернет-ресурс, обеспечивающий функционирование виртуальной рабочей среды, основан на принципах веб 2.0, согласно которым пользователи принимают непосредственное участие как в создании контента (содержимого ресурса), так и в организации научных коммуникаций. Для создания подобных ресурсов существует специализированное серверное программное обеспечение, называемое системами управления содержимым — CMS (Content Management System).

В результате сравнительного анализа различных систем управления содержимым было решено строить Интернет-ресурс на базе CMS Joomla [5]. Данная CMS распространяется по лицензии GNU/GPL (свободное программное обеспечение) и ориентирована в первую очередь на создание сайтов электронных публикаций. Для работы Joomla требуется PHP-интерпретатор и СУБД MySQL – также свободное программное обеспечение. Наличие большого количества дополнительных Joomla-компонентов позволяет расширять функциональность ресурса в соответствии с требованиями современных информационно-коммуникационных технологий. Ниже перечислены дополнительные Joomla-компоненты, которые были использованы при создании Интернет-ресурса.

Community Builder — компонент для управления пользователями и организации связей между ними, используется для создания и поддержки онлайн-сообществ. Основные функции компонента:

- расширенное управление регистрацией пользователей, создание дополнительных полей в профайле, например, списка опубликованных статей;
- организация контактов между пользователями, создание рабочих групп;
- поддержка систем личных сообщений (PMS), почтовых рассылок, блогов пользователей.

J!Research — компонент для организации на сайте библиографического каталога научных публикаций. Имеется возможность вставлять в материалы сайта ссылки на записи каталога и автоматически генерировать список литературы. Компонент позволяет пользователям добавлять записи как через веб-форму, так и импортировать библиографическую базу данных из bib-файла. Предусмотрен импорт/экспорт из форматов BibTeX, MODS, RIS. Компонент обеспечивает поиск, сортировку, выборку по любому из полей: автор, издание, год публикации и т. п.

JComments – компонент позволяет пользователям не только оставлять комментарии к различным материалам, размещенным на сайте, но и разворачивать обсуждение в формате форума.

Mime Tex – компонент для включения в размещаемые на сайте материалы математических выражений в формате LaTeX.

Attachments – компонент для загрузки и публикации материалов в формате PDF. Таким образом, пользователь может в онлайн-редакторе набрать часть статьи или краткую аннотацию, а полный текст статьи или дополнительные материалы «прикрепить» в виде файла PDF.

Пользователи Интернет-ресурса «Активная сейсмология» имеют возможность в интерактивном режиме публиковать статьи и другие материалы в одном из следующих разделов:

- вибросейсмические технологии;
- математическое моделирование;
- экспериментальная геофизика;
- вулканология и сейсмология;
- технические средства;
- информационные технологии.

Структурная схема НИС «Активная сейсмология» приведена ниже.

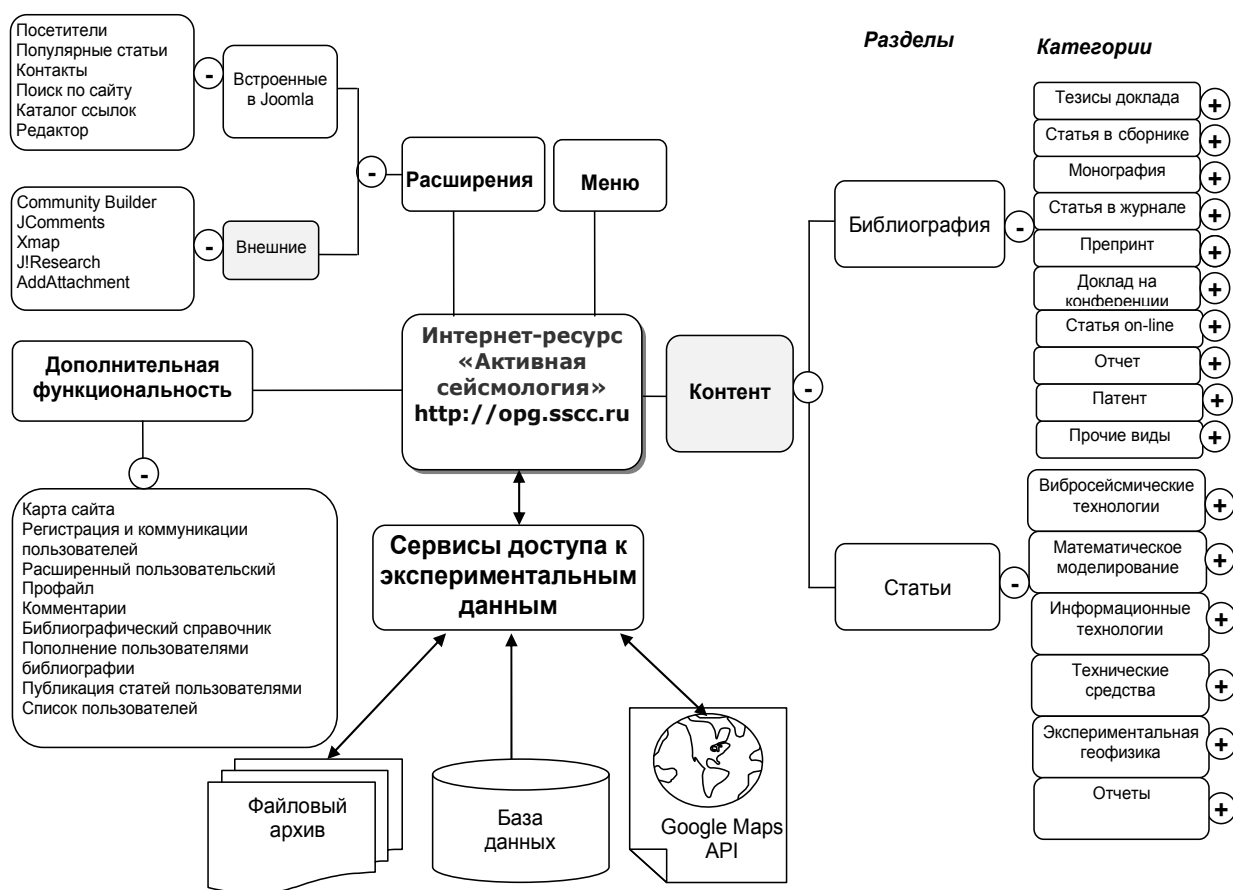


Рис. 3. Структурная схема НИС «Активная сейсмология»

Актуальность, полнота, достоверность происхождения документов

Основными пользователями НИС «Активная сейсмология» являются специалисты, работающие в вибросейсмической тематике или смежных областях. На сегодняшний день более 40 зарегистрированных участников публикуют свои статьи и участвуют в обсуждении работ коллег. Можно отметить, что в этом списке представлены все основные российские научные учреждения, работающие в данном направлении, что позволит обеспечить полноту и актуальность предоставляемой информации.

Особенно важным представляется участие в работе НИС ученых, которые являются основателями метода активной сейсмологии. Опубликованные ими статьи дают полное представление о теоретических основах вибросейсмического метода.

В разделе «Математическое моделирование» опубликован ряд работ, в которых приводятся результаты обработки данных вибросейсмических экспериментов, сравниваются результаты численного и натурного экспериментов.

Пользователями НИС являются не только ученые институтов СО РАН, но и ДВО РАН, Камчатской геофизической службы, КубГУ, ИФЗ РАН и т. д.

В разделах «Вулканология и сейсмология» и «Экспериментальная геофизика» представлены результаты исследований, многие из которых напрямую не связаны с методом активной сейсмологии. Общим является предмет исследования — сейсмичность Байкальской рифтовой зоны, Таманской грязевулканической провинции, вулкана Эльбрус и т.п.

НИС «Активная сейсмология» поддерживает два вида ввода данных: интерактивный ввод данных пользователями и административный ввод данных. Для интерактивного ввода проблема достоверности происхождения информации решается ограничением ввода документов только аутентифицированными пользователями. Администрация Интернет-ресурса оставляет за собой право удалять материалы, не соответствующие объявленной тематике.

Сравнение с зарубежными и российскими аналогами

Исторически одним из первых научных Интернет-ресурсов, имеющих функции социальной сети, может считаться научная библиотека Public Library of Science – PLoS (www.plosone.org), созданная в 2003 году в США в ответ на отказ издательств научных журналов открыть свои архивы. Одному из основателей этого ресурса принадлежит характерное высказывание: «Наука развивается не только потому, что

ученые делают эксперименты, но и потому, что они обсуждают эти эксперименты». Российским аналогом проекта является Соционет (www.socionet.ru), который на основе открытых стандартов организует процессы обмена знаниями в области гуманитарных наук.

Примером масштабной научно-образовательной сети, использующей самые современные Интернет-технологии может служить ресурс www.academia.edu. В последние несколько лет предпринимаются попытки создания аналогичных ресурсов, ориентированных на российских пользователей: www.scipeople.ru, www.science-community.org/ru, www.allscience.ru и другие.

Основным отличием научной информационной системы «Активная сейсмология» от перечисленных выше «глобальных» ресурсов является её ориентированность на конкретную область исследований. Мы полагаем, что находясь в пространстве узкоспециализированной научной сети, пользователи с большей вероятностью могут рассчитывать на налаживание связей и общение с коллегами, на получение комментариев и оценок от экспертов в данной области. Чем менее публично сообщество, тем сильнее вовлеченность участников – истина, хорошо известная исследователям социальных сетей.

Литература

1. Активная сейсмология с мощными вибрационными источниками / отв. ред. Г. М. Цибульчик. – Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН, Филиал «Гео» Издательства СО РАН, 2004.
2. Григорюк, А. П. Управление данными вибро-сейсмического мониторинга / А. П. Григорюк, Л. П. Брагинская // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия: сб. материалов Междунар. науч. конгресса «ГЕО-Сибирь-2007». – Т. 3. – Новосибирск: СГГА, 2007.
3. CUDA Zone [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html.
4. Google Maps API Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.google.com/apis/maps/documentation>.
5. Григорюк, А. П. Опыт веб-картографирования на основе сервиса Google Maps / А. П. Григорюк, Л. П. Брагинская // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия: сб. Междунар. науч. конгресса ГЕО-Сибирь-2008. – Т. 3. – Новосибирск: СГГА, 2008.
6. Лопатенко, А. С. Современные научные информационные системы. Перспективы использования. – Режим доступа: <http://derpi.tuwien.ac.at/~andrei/papers/dl2001-1.htm>.
7. Паринов, С. И. Онлайн-будущее науки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infosoc.ru/2007/thes/part1/Parinov.pdf>.
8. Медведев, М. М. Наука 2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.strf.ru/science.aspx?CatalogId=222&d_no=13726.
9. Scientific Data Management in the Coming Decade, J. Gray, D.T. Liu, M. Nieto-Santisteban, A. Szalay, D. DeWitt and G. Heber // SIGMOD Record. – Vol. 34. – № 4. – Dec. 2005.

Информация об авторах

Григорюк Андрей Павлович – научный сотрудник Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, and@opg.sgcc.ru

Grigoryuk Andrey Pavlovich – researcher at the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the Siberian Branch of the RAS.

Брагинская Людмила Петровна – ведущий программист, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, ludmila@opg.sgcc.ru

Braginskaya Ludmila Petrovna – leading programmer at the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the Siberian Branch of the RAS.