

Информационная поддержка научных исследований в области активной сейсмологии*

В.В. Ковалевский, Л.П. Брагинская, А.П. Григорюк

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
kovalevsky@sscc.ru, ludmila@opg.sscc.ru, and@opg.sscc.ru

Аннотация

Рассмотрены вопросы информационной поддержки научных исследований в области активной сейсмологии — направления экспериментальной геофизики, активно развивающегося в последние десятилетия. Представлена web-ориентированная информационно-аналитическая система с функциями социальной сети, которая обеспечивает пользователей многопараметрическим поисковым, вычислительно-аналитическим и ГИС сервисами для работы в режиме on-line с данными вибросейсмического мониторинга, а также включает в себя пополняемые пользователями базу данных научных работ — электронную библиотеку и библиографический каталог по тематике активной сейсмологии и смежных дисциплин. В настоящее время ресурс доступен по адресу <http://opg.sscc.ru>.

1. Введение

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 [4], процессы развития таких информационных систем создают особую виртуальную среду для научных исследований. Инициатива исследовательских организаций по организации открытого доступа к результатам исследований активно поддерживается международным научным сообществом [5].

Современные информационные системы базируются на технологиях Web 2.0, благодаря которым пользователи имеют возможность быть не только потребителями знаний, но и активно сотрудничать в их формировании.

В данной работе рассмотрены вопросы организации эффективного взаимодействия и доступа к научной информации пользователей, работающих в области активной сейсмологии. Представлены архитектура, интерфейс и основные пользовательские сервисы информационной системы (ИС) «Активная сейсмология», которая охватывает все этапы исследований: эксперимент, анализ экспериментальных данных, публикацию результатов научных исследований и возможность их обсуждения профессиональным сообществом, а также предоставляет возможность формирования виртуальных исследовательских коллективов.

2. Предметная область

Последние 30 лет в экспериментальной геофизике активно развивается новое направление — активная сейсмология, в котором для изучения строения земной коры и верхней мантии, а также исследования геодинамических процессов в зонах землетрясений и вулканов используются управляемые источники сейсмических волн — мощные сейсмические вибраторы, гидромеханические и электромагнитные импульсные источники [1]. Это направление сформировалось в рамках научной программы «Вибрационное просвечивание Земли», выполнявшейся в Сибирском отделении РАН в 1970–90 гг. под руководством академика А.С. Алексеева. За эти годы была создана экспериментальная база метода — мощные сейсмические вибраторы, системы регистрации вибрационных сигналов и системы компьютерной обработки вибросейсмических данных, а также выполнен большой объем экспериментов по вибрационному зондированию Земли в различных регионах России [6].

В настоящее время работы по активной сейсмологии проводятся в России, Японии, Китае, США, европейских странах. В Японии с вибросейсмической системой ACCROSS проводится мониторинг сейсмоопасных и разломных зон земной коры. В США в зоне разлома Сан-Андреас проводится мониторинг напряженного состояния разлома с использованием сейсморазведочных вибраторов. С участием ИВМиМГ СО РАН в рамках экспериментальных исследований проводился вибросейсмический мониторинг литосферы в Алтае-Саянском регионе, Байкальской рифтовой зоне, Таманской гря-

Интернет и современное общество: сборник научных статей XVI Всероссийской объединенной конференции IMS-2013, Санкт-Петербург, 9 - 11 октября 2013 г.

зевулканической провинции, на профиле Улан-Удэ – Улан-Батор.

В сейсмологии основным источником волн является землетрясение — природный процесс, не управляемый ни по времени, ни по месту возникновения, ни по энергетике. С применением мощных сейсмических вибраторов были разработаны новые геотехнологии, которые позволяют избежать ряда ограничительных обстоятельств сейсмологии землетрясений и больших взрывов. В то же время, несколько десятков минут работы 100-тонного сейсмического вибратора по энергетической эффективности эквивалентны среднему землетрясению. Вибрационные геотехнологии имеют следующие преимущества [1]:

- точно определенные координаты источника и времени его работы;
- повторяемость эксперимента;
- возможность возбуждения колебаний с заданными параметрами;
- возможность автоматизации управления экспериментом;
- повсеместность применения;
- экологическая безопасность, т.к. регистрируемый сигнал находится под микросейсмами, а необходимые соотношения сигнал/шум обеспечиваются накоплением.

К методам активной сейсмологии также относят экспериментальные работы, в которых регистрируется сейсмическое поле природных источников по технологии, определенной конкретной задачей геофизики, например сейсмоэмиссионная томография вулканических структур с регистрацией микросейсмических событий из активной области вулкана. К таким работам можно отнести уникальный эксперимент по регистрации низкоэнергетических сейсмических событий в районе Эльбрусского вулканического центра, проведенный ИВМиМГ СО РАН в 2010 г. с использованием впервые созданной 2,5-километровой сейсмической антенны в штольне Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН.

3. Постановка задачи

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 научных организаций и др.

С целью интеграции тематических информационных и вычислительных ресурсов авторами данной статьи была разработана информационная система (ИС) «Активная сейсмология», представляющая собой интернет-ресурс, основанный на принципах Web 2.0. Основной задачей ИС «Активная сейсмология» является получение, интеграция и предоставление данных и знаний в интересах фундаментальных научных исследований глубинного строе-

ния геологической среды, физики сейсмического процесса, изучения пространственного распределения очагов сейсмических событий, уточнения формы и размеров локальных магматических структур. Также задачей ИС является развитие методов обработки и интерпретации многопараметрических геофизических данных с использованием новых информационных технологий.

4. Структура и пользовательские сервисы ИС «Активная сейсмология»

Для создания ИС была использована CMS Joomla. 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 и тонкая настройка системы под задачи разработчика позволяют расширять функциональность в соответствии со спецификой интернет-ресурса.

Информационная система «Активная сейсмология» предоставляет пользователям перечисленные ниже основные сервисы.

База данных научных работ — электронная библиотека, содержащая тезисы и полные тексты статей, комментарии, информацию об авторах и научных организациях. 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 вибросейсмического мониторинга;
- Информационные технологии.

Тематический библиографический каталог публикаций с возможностью поиска по авторам, названию, году издания.

Сервис комментариев для обсуждения размещенных на сайте статей.

Специализированная социальная сеть для установления личных контактов между пользователями и организации виртуальных рабочих групп.

Сервисы доступа к экспериментальным данным в режиме on-line (информационно-вычислительные системы).

Также на страницах сайта представлена информация об организациях, занимающихся научными исследованиями в области активной сейсмологии с применением мощных вибрационных источников, конференциях по данной тематике и проектах с участием ИВМиМГ СО РАН.

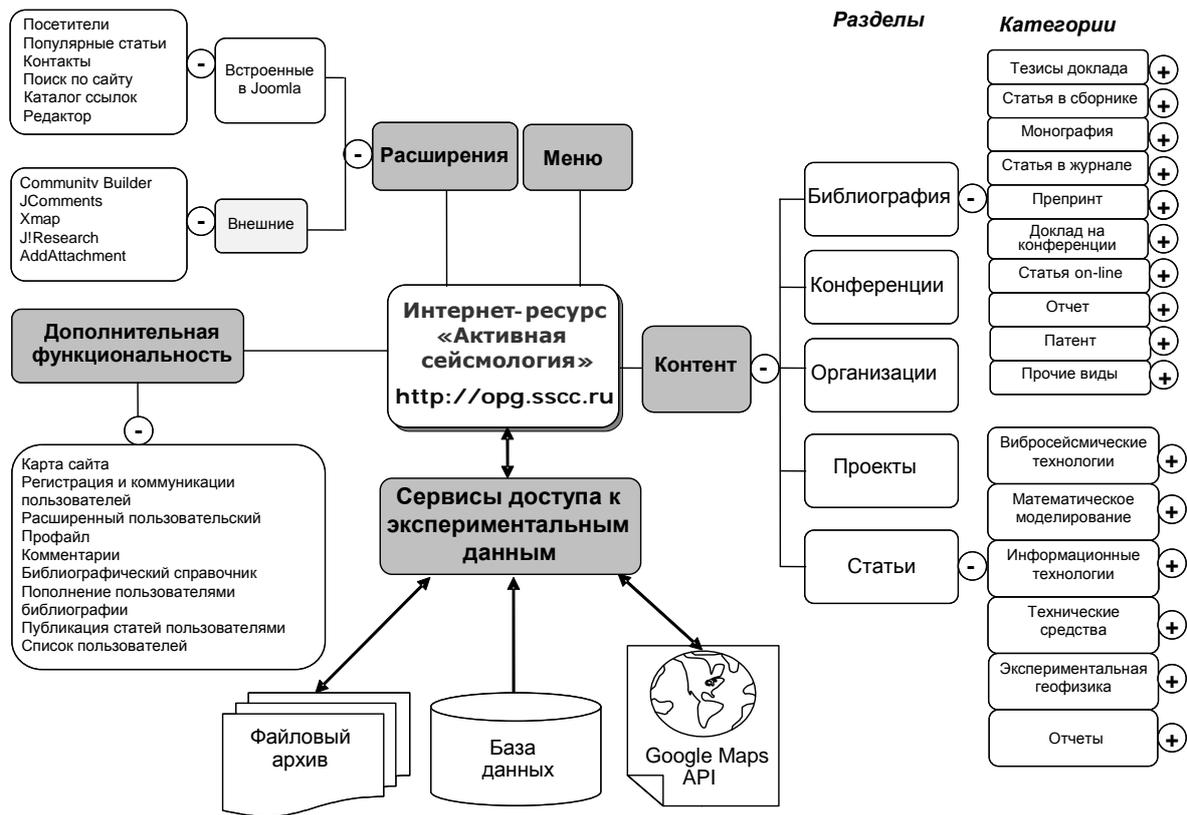


Рис. 1. Структурная схема Информационной системы «Активная сейсмология»

На рис 1. Представлена структурная схема интернет-ресурса.

4. Информационно-вычислительная система

Интернет-ресурс включает в себя две информационно-вычислительные системы (ИВС): «Вибросейсмическое просвещение Земли» [2] и «Землетрясения Камчатки» [3]. Обе ИВС построены на основе архитектуры клиент-сервер и состоят из файлового архив зарегистрированных сейсмических сигналов, базы метаданных экспериментов и Web приложения.

Файловый архив ИВС «Вибросейсмическое просвещение Земли» содержит порядка 50000 сейсмотрасс, полученных в ходе экспериментов по вибропросвечиванию, проводимых ИВМиМГ СО РАН на протяжении 1996–2012 гг. Справочная информация по этим экспериментам и метаданные хранятся в базе данных системы.

Файловый архив ИВС «Землетрясения Камчатки» содержит более 80000 волновых форм землетрясений, зарегистрированных сетью цифровых сейсмических станций Геофизической службы РАН (КФ ГС РАН) в ходе сейсмического мониторинга Камчатки за 1996–2006 гг. Каталог землетрясений,

информация о сейсмостанциях и параметры сейсмометрических каналов хранятся в базе данных.

Web-приложение обеих ИВС обеспечивает формирование параметрических и индексных запросов к базе данных, извлечение соответствующих файлов из архива, анализ и визуализацию сейсмических сигналов в соответствии с заданными параметрами. Полученные результаты в графической и символьной форме возвращаются пользователю. Обе ИВС имеют подсистему ГИС для формирования по результатам запроса интерактивных карт с обозначенными на них источниками и регистраторами сейсмических сигналов.

По мнению авторов, именно предоставление в режиме on-line экспериментальных данных и предлагаемые сервисы ИВС являются привлекательной особенностью интернет-ресурса «Активная сейсмология». Немаловажно также, что для работы с системой пользователю требуется только стандартный web-браузер.

Основными пользователями интернет-ресурса «Активная сейсмология» являются специалисты, работающие в вибросейсмической тематике или смежных областях. Можно отметить, что пользователи представляют все основные российские научные учреждения, работающие в данном направлении, что позволяет обеспечить полноту и актуальность информации. Особенно важным представля-

ется участие в работе ресурса ученых, которые являются основателями метода активной сейсмологии. Опубликованные ими статьи дают полное представление о теоретических основах вибросейсмического метода.

5. Заключение

В работе представлены архитектура, интерфейс и основные пользовательские сервисы ИС «Активная сейсмология», предназначенной для информационной поддержки теоретических и экспериментальных исследований в области активной сейсмологии.

Информационная система «Активная сейсмология» охватывает все этапы исследований в области активной сейсмологии: предоставление доступа к экспериментальным данным, вычислительный анализ экспериментальных данных, публикация результатов научных исследований и возможность их обсуждения профессиональным сообществом.

Предоставленные в открытом доступе экспериментальные данные и предлагаемые пользователям сервисы ИС существенно расширили географию и число исследователей, использующих экспериментальные данные для развития методов обработки и интерпретации вибросейсмических данных, математического моделирования и т.п.

На сегодняшний день более 50 зарегистрированных участников публикуют свои статьи и участвуют в обсуждении работ коллег.

Соблюдение принципа технологической открытости ИС позволяют подключать новые базы данных, оперативно актуализировать имеющиеся базы данных, наращивать производительность вычислительно-аналитического модуля.

На сайте представлены все Российские научные организации, работающие в данной проблематике. В настоящее время ресурс доступен по адресу <http://opg.sssc.ru>.

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., Брагинская Л.П. Интернет-ресурс по вибросейсмическому мониторингу. Современное состояние и перспективы развития // Кузбасс-3: Сборник статей. Отдельный выпуск Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). М.: Горная книга, 2009. № 0В18. С. 34—38.
- [3] Брагинская Л.П. и др. Информационно-вычислительная система «Землетрясения Камчатки», доступная в сети интернет / Григорюк А.П., Кратов С.В., Чебров В.Н., Бахтиярова Г.М., Сергеев В.А., Пантюхин Е.А. // Труды

региональной научно-технической конференции «Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России». Петропавловск-Камчатский, 11–17 ноября 2007. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2008. С. 139—141.

- [4] Лопатенко А.С. Современные научные информационные системы. Перспективы использования. URL:<http://derpi.tuwien.ac.at/~andrei/papers/dl2001-1.htm>.
- [5] Паринов С.И. Онлайнное будущее науки // Труды X Всероссийской объединенной конференции «Интернет и современное общество». СПб.: Факультет филологии и искусств СПбГУ, 2007.
- [6] Методы активной сейсмологии в задачах мониторинга глубинного строения Земли / Б. Г. Михайленко [и др.] // Экстремальные природные явления и катастрофы. М., 2010. Т. 1: Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений. С. 89—130.

Informational support of research in active seismology

V.V. Kovalevsky L.P. Braginskaya, A.P. Grigoriuk

The paper discusses the issues of information support vibroseismic research — areas of Experimental Geophysics actively developed in recent decades. The presented information-analytical system with the functions of the social network provides users with a multi-variable search, computational and analytical and GIS services for use in on-line mode with the data vibroseismic monitoring, and includes reloadable users of a database of scientific publications — an electronic library and bibliographic catalog by subject of active seismology and related disciplines.

At present, the resource is available at <http://opg.sssc.ru>.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 09-07-00515, 12-05-00786, проектов СО РАН № 54, № 4.9-5