

Научная информационная система «Активная сейсмология»*

© А.П. Григорюк, Л.П. Брагинская

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск
ludmila@opg.sccc.ru

Аннотация

Представлены архитектура, интерфейс и основные пользовательские сервисы научной информационной системы (НИС) «Активная сейсмология» с функциями социальной сети, разработанной авторами статьи. НИС предназначена для информационной поддержки теоретических и прикладных исследований в области активной сейсмологии и в смежных областях.

1 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, отвечают традициям научного сообщества, в котором всегда были важны взаимная оценка коллег и признание ими достигнутых результатов.

Инициатива исследовательских учреждений по организации открытого доступа к результатам исследований активно поддерживается международным научным сообществом [3].

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 [5], 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 сообщества 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.

2 Предметная область

В последние десятилетия среди методов дистанционного зондирования Земли широкое развитие получили методы активного геофизического мониторинга, основанные на исследовании отклика литосферы на искусственные воздействия различной физической природы. Определение основных закономерностей изменения геофизических полей, выделение их аномалий являются основой решения широкого спектра прогностических задач, способствуют лучшему пониманию природы происходящих в литосфере геодинамических процессов.

Одним из направлений таких исследований является метод активной сейсмологии [1], в котором в качестве источника сейсмических волн используются мощные механические вибраторы. Значительная возмущающая сила, развиваемая источником (до 100 тс), длительные (до нескольких часов) сеансы излучения и прецизионные системы управления и регистрации обеспечивают наблюдаемый волновой эффект (сейсмограммы), сравнимый со средним землетрясением. Проведенные полевые эксперименты показали возможность получения качественных сейсмограмм на расстояниях до 500 км и регистрацию гармонических сигналов на расстояниях до 2000 км.

Труды 12^й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL'2010, Казань, Россия, 2010

К безусловным достоинствам метода можно отнести контролируемость и повторяемость процесса излучения и полную экологическую безопасность, которая позволяет вести экспериментальные работы даже вблизи населенных пунктов.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН участвует, начиная с 1995 г., в экспериментальных работах по активному вибросейсмическому мониторингу литосферы в сейсмоопасных районах России.

В 1995 г. при участии нескольких институтов СО РАН и ERI – Института исследований землетрясений Японии – был проведен эксперимент, в котором впервые в мировой практике были получены трехкомпонентные данные для детального исследования вибросейсмического поля от нескольких мощных источников на различных удалениях от них. Пройден профиль длиной 95 км, с шагом около 5 км с двумя дополнительными точками в направлении профиля на расстояниях 120 и 160 км. Кроме того, в других направлениях от источника были поставлены точки наблюдения на расстояниях 20, 60 и 312 км. Этот эксперимент был чрезвычайно важен для понимания возможности использования сверхмощных вибраторов для постоянного слежения за напряженно-деформированным состоянием среды в сейсмоопасных зонах.

В 1996 – 1997 гг. ИВМиМГ СО РАН был поставлен ряд экспериментов по регистрации сигналов от низкочастотных вибрационных источников на расстоянии 300 – 400 км с целью выявления малых вариаций пространственно-временных характеристик сейсмического поля. Исследовались влияния приливных деформаций земной коры на скорости сейсмических волн.

В 2000 – 2001 гг. был проведен ряд экспериментальных работ по регистрации карьерных взрывов. Эксперименты основывались на принципе взаимности в цепи «излучатель – приемник». В первом

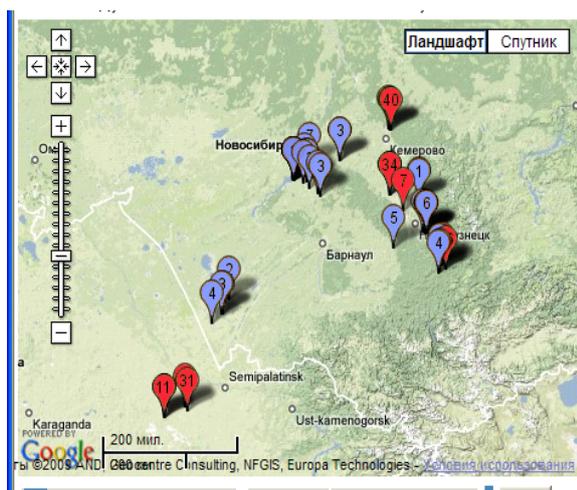
случае в качестве источников излучения были выбраны карьерные взрывы, которые проводятся на открытых угольных разрезах Кемеровской области. Во втором случае в качестве источника сейсмических колебаний был выбран центробежный вибратор ЦВ-100, базирующийся на полигоне Быстровка НСО.

В 2000 – 2009 гг. были проведены крупномасштабные эксперименты по активному вибромониторингу в районах Новосибирска и озера Байкал. Эксперимент «Круг» заключался в регистрации волнового поля мощного вибратора по различным азимутальным направлениям на равных удалениях. Исследовалось формирование волнового поля вибратора в районах с различной геологической структурой. В экспериментах «Байкал» полевые работы проводились в южной части Байкала, в качестве источника использовался 100-тонный сейсмический вибратор на вибросейсмическом полигоне п. Бабушкин.

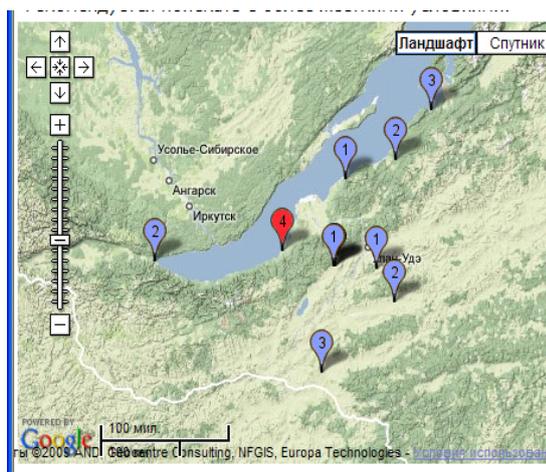
В 2005 году была проведена комплексная эколого-геофизическая экспедиция ИВМиМГ СО РАН, КУБГУ Минобразования и науки РФ и Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН по экспериментальному вибросейсмическому зондированию грязевого вулкана Шуго Таманской грязевулканической провинции. В качестве источника использовался передвижной 10-тонный сейсмический вибратор.

В 2007 г. Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН продолжил изучение грязевого вулканизма с использованием естественного микросейсмического поля. Исследовался вулкан г. Карabetова.

В 2008 г. ИВМиМГ СО РАН и КУБГУ продолжили исследования этого вулкана методами сейсмической томографии с использованием в качестве источника передвижного 10-тонного сейсмического вибратора.



Карта экспериментальных работ по регистрации карьерных взрывов



Карта экспериментальных работ по мониторингу Байкала

В 2010 г. был проведен уникальный эксперимент по регистрации сейсмического шума методом «сейсмической антенны» в штольне Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН.

3 Постановка задачи

В результате полевых работ в ИВМиМГ был накоплен уникальный архив данных экспериментов (около 40), включающий архив файлов волновых форм (более 30000 сеймотрасс) и сопутствующей информации (тип сейсмического источника, параметры излучаемого им сигнала, параметры регистратора, географические координаты источника и регистратора и т. д.). Но архив не был структурирован, файлы волновых форм имели различный формат, определявшийся различными типами применяемых регистраторов, сопутствующая информация хранилась в произвольной форме. Всё это затрудняло поиск необходимой информации в архиве. Таким образом, встала задача создания системы, которая могла бы обеспечить быстрый доступ к файлам волновых формы по заданным параметрам поиска и интерактивный анализ волновых форм в онлайн-режиме. Эта задача была решена посредством создания информационно-вычислительной системы «Вибросейсмическое просвещение Земли» (<http://opg.sscc.ru/db>).

Созданная ИВС существенно расширила круг исследователей, использующих экспериментальные данные для развития методов обработки и интерпретации вибросейсмических данных, математического моделирования и т. п. Однако ИВС не обеспечивала доступа к научным результатам этих исследований. Кроме того, ИВС в недостаточной форме соответствовала потребностям исследователей, представляющих различные регионы России, в научных коммуникациях. Таким образом, встала следующая задача – задача создания НИС, которая бы интегрировала научные знания в области активной сейсмологии и смежных областях и отвечала бы современным требованиям научных коммуникаций.

4 Управление экспериментальными данными

Организация доступа к экспериментальным данным в режиме онлайн является важной задачей, которая была решена при создании виртуальной рабочей среды. Одним из модулей НИС «Активная сейсмология» является информационно-вычислительная система (ИВС) [2], которая 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 вибропросвещения;
- 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 данная ИВС 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 [6].

ИВС использует СУБД MySQL, картографическая подсистема реализована на базе сервиса Google Maps. Вычислительная подсистема представляет собой приложение, выполняемое непосредственно в среде операционной системы сервера. Для обеспечения достаточного для онлайн-режима быстродействия приложение написано на языке C++ и использует программные библиотеки с низкоуровневой оптимизацией Intel Performance Libraries [3].

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 научно-информационной системы «Активная сейсмология».

На наш взгляд, активное формирование круга участников НИС, которое мы сейчас наблюдаем, во многом происходит благодаря заинтересованности коллег в доступе к данным полевых экспериментов.

5 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 НИС «Активная сейсмология» 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 системы в соответствии с требованиями современных информационно-коммуникационных

технологий. Ниже перечислены дополнительные Joomla-компоненты, которые были использованы при создании НИС «Активная сейсмология».

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 библиографического каталога научных публикаций. Имеется возможность вставлять в статьи НИС 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 опубликованным статьям, но и разворачивать обсуждение в формате форума.

Mime Tex – компонент для включения в текст статей 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 НИС «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.

6 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.

В настоящее время участниками НИС являются ученые и аспиранты не только институтов СО РАН, но и ДВО РАН, Камчатской геофизической службы, ИФЗ РАН, Кубанского госуниверситета, Кабардино-Балкарского госуниверситета и т. д.

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 натурального экспериментов.

В разделах «Вулканология и сейсмология» и «Экспериментальная геофизика» представлены результаты исследований, многие из которых не связаны с методом активной сейсмологии, но 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 НИС оставляет за собой право удалять материалы, не соответствующие объявленной тематике.

7 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 этого проекта является Соционет (www.socionet.ru), который на основе открытых

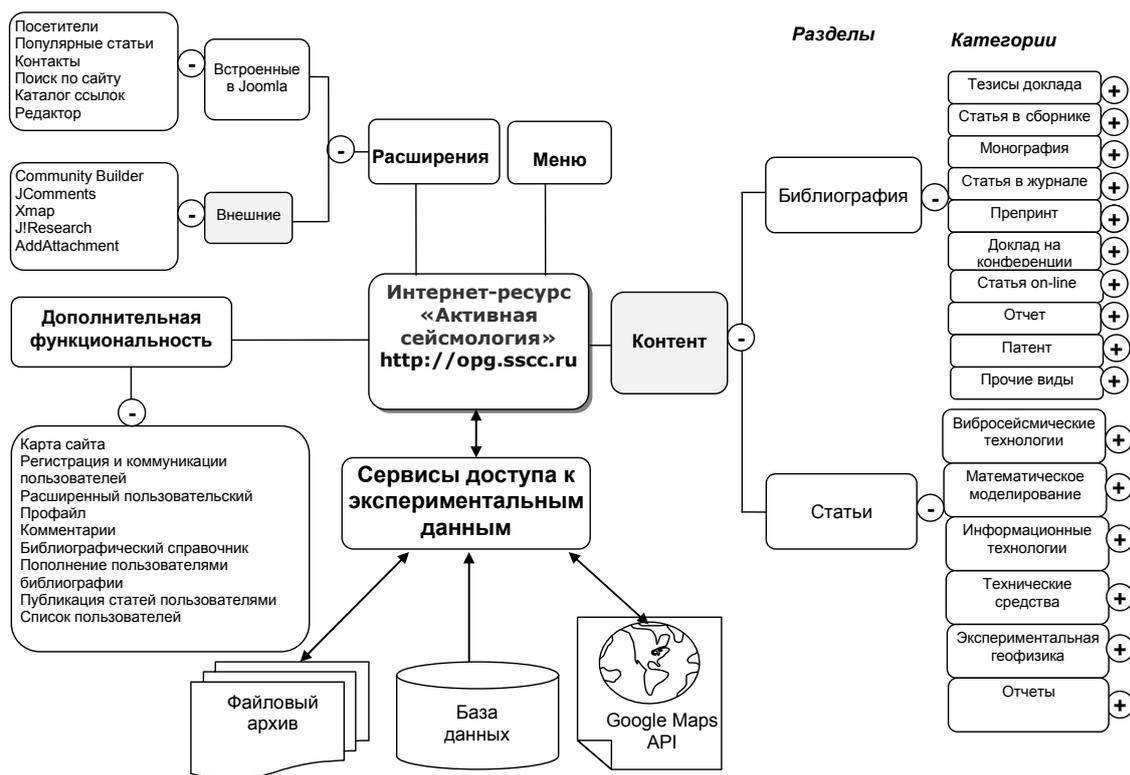


Рис. 1. Структурная схема НИС «Активная сейсмология»

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.scirepeople.ru, www.science-community.org/ru, www.all-science.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.

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. Управление данными вибросейсмического мониторинга // Мониторинг окружающей среды, геоэкология, дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия. Сб. материалов межд. науч.

конгресса «ГЕО-Сибирь-2007». – Новосибирск: СГГА, 2007. – Т. 3.

- [3] Лопатенко А.С. Современные научные информационные системы. Перспективы использования. – <http://derpi.tuwien.ac.at/~andrei/papers/dl2001-1.htm>.
- [4] Паринов С.И. Онлайнное будущее науки. – <http://infosoc.ru/2007/thes/part1/Parinov.pdf>.
- [5] Медведев М.М. Наука 2.0. – http://www.strf.ru/science.aspx?CatalogId=222&d_no=13726.
- [6] Gray J., Liu D.T., Nieto-Santisteban M., Szalay A., DeWitt D., Heber G. Scientific data management in the coming decade // SIGMOD Record. – Dec. 2005. – V. 34, No 4.

Research information system (RIS) "Active seismology with powerful vibration sources"

A.P. Grigoruk, L.P. Braginskaya

The paper presents the architecture, interface and basic user services of the research information system (RIS) with social community functions "Active seismology", developed by the authors of the article. RIS is designed to provide information support of the theoretical and applied research in the field of active seismology and related fields.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 09-07-00515)