

УДК 550.34

## НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АКТИВНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ» ДЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2015 Л.П. Брагинская, А.П. Григорюк, В.В. Ковалевский

*Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,  
Новосибирск, 630090; e-mail: ludmila@opg.sccc.ru*

В работе представлена веб-ориентированная Научная Информационная Система (НИС) «Активная сейсмология» для комплексного информационного обеспечения теоретических и экспериментальных исследований в новом направлении геофизики, в котором при изучении строения земной коры и исследования геодинамических процессов в зонах землетрясений и вулканов используются управляемые источники сейсмических волн. Основной задачей НИС является получение, интеграция и предоставление данных и знаний в интересах фундаментальных научных исследований физики сейсмического процесса, изучения глубинного строения геологической среды, мониторинга природных сейсмических и вулканических процессов. НИС «Активная сейсмология» охватывает все основные этапы научных исследований в активной сейсмологии: эксперимент, моделирование, библиографию, публикацию результатов и их обсуждение. Ресурс доступен по адресу <http://opg.sccc.ru>.

*Ключевые слова: научные информационные системы, базы данных, базы знаний, сейсмология.*

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во многих отраслях науки сложилась такая ситуация, в которой важные результаты теоретических и экспериментальных научных исследований остаются доступными довольно узкому кругу ученых и специалистов. Одним из недостатков доступа к этим знаниям является плохая систематизированность и слабая структурированность больших объемов информации в сети Интернет, ее распределенность по разным Интернет-ресурсам. Таким образом, актуальной задачей становится создание специализированных тематических интернет-порталов, ориентированных на работу с большим количеством разнообразных информационных и вычислительных ресурсов, определенных потребностями пользователей предметной области.

Пользователям научных информационных систем (НИС) необходимы следующие ресурсы (Кулагин, Лопатенко, 2002): научные организации и проекты, научные результаты, технологии, патенты, программы фондов, экспертные оценки, электронные библиотеки, базы данных, вычислительные ресурсы. Пользователи

и их потребности определяют основные виды сервисов, которые должны предоставлять НИС: повторное использование научных разработок, методологий, технологий, поиск информации, организация горизонтальных и вертикальных связей между организациями, архивное хранение информации, службы уведомления.

В настоящее время НИС строятся на базе трехслойной модели: слой данных и вычислений, слой метаданных (информации) и слой знаний (Привезенцев, Фазлиев, 2011).

В данной работе рассмотрены принципы организации эффективного взаимодействия и доступа к научной информации исследователей, работающих в конкретной предметной области наук о Земле – активной сейсмологии.

### ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ

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 электромаг-

нитные импульсные источники (Алексеев и др., 2004)

Последние три десятилетия работы по активной сейсмологии проводятся в России, Японии, Китае, США, европейских странах (Active ..., 2010).

С участием Института вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ) СО РАН экспериментальные исследования по наблюдению за состоянием литосферы проводились на обширных территориях России: вибросейсмический мониторинг литосферы в Алтае-Саянском регионе, Таманской гряде-вулканической провинции, в Монголо-Сибирском регионе в зоне сочленения Байкальского рифта и Центрально-Азиатского подвижного пояса, в районе вулкана Эльбрус.

В период 2010-2014 гг. получили значительное развитие методы активной сейсмологии, в частности, многовекторный вибросейсмический мониторинг сейсмогенных территорий и исследования геодинамических процессов в активированных зонах вулканов (Алексеев и др., 2004; Active ..., 2010). Методической основой работ является регистрация вибросейсмических сигналов на региональных профилях длиной до 500 км малыми сейсмическими группами (антеннами) с трехкомпонентными сейсмоприемниками и использование специализированного программного обеспечения для выделения вибрационных зондирующих сигналов и пространственной селекции приходящих волн на больших расстояниях.

К настоящему времени в области активной сейсмологии накоплен большой объем информации по всем составляющим метода. Эта информация представлена в разрозненных источниках – статьях, монографиях, отчетах, материалах конференций.

На сегодняшний день на территории РФ активно работают два вибросейсмических полигона: Южнобайкальский в п. Бабушкин на Байкале, и Быстровский в п. Быстровка Новосибирской области. Исследователи, в том числе и зарубежные, работающие на этих полигонах, вовлечены в тесное взаимодействие (рис. 1).

В результате взаимодействий сформировался интерес к следующим сервисам научных тематических порталов:

- доступ к актуальной информации о научных достижениях в активной сейсмологии;
- доступ к результатам исследований (статьям, отчетам, материалам конференций и т.д.);
- доступ к результатам полевых экспериментов;
- использование созданных технологий вычислительного анализа экспериментальных данных и результатов математического модели-

рования с целью сохранения финансов и времени научных коллективов;

- формирование научных коллективов, возможно состоящих из множества распределенных групп;

- идентификация финансирующих организаций для исследований;

- поиск партнеров для организации научной деятельности.

Разработанная авторами данной статьи НИС «Активная сейсмология» (Григорюк, Брагинская, 2012; Ковалевский и др., 2013) предоставляет пользователям необходимые сервисы и охватывает все основные этапы научных исследований: эксперимент, моделирование, библиографию, публикацию результатов и их обсуждение.

Организована НИС на принципах Web 2.0, в качестве системы управления содержимым выбрана CMS Joomla.

### СЛОЙ ДАННЫХ И ВЫЧИСЛЕНИЙ

В результате многолетнего вибросейсмического мониторинга в ИВМиМГ СО РАН 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 и управления этим экспериментальным материалом была разработана информационно-вычислительная система (ИВС) «Вибросейсмическое просвещение Земли» (Grigoryuk, Kratov, 2014).

Система имеет архитектуру клиент-сервер, в соответствии с которой хранение и обработка данных производится на стороне сервера. Пользователи формируют запросы на поиск и анализ данных и получают готовый результат в режиме онлайн с помощью стандартного веб-

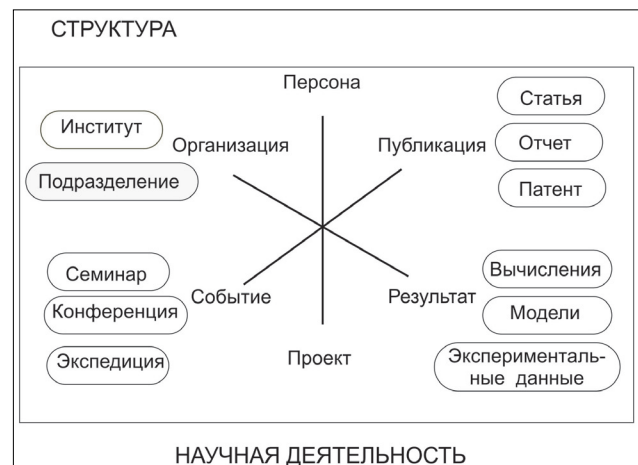


Рис.1. Структура предметной области.

браузера. ИВС содержит структурированный файловый архив зарегистрированных сейсмических сигналов, базу метаданных экспериментов, веб-приложение и гео-информационную (ГИС) подсистему.

Файловый архив ИВС содержит более 50000 сейсмограмм, полученных в ходе экспериментов 1996-2014 гг.

Веб-приложение обеспечивает взаимодействие пользователей с системой, атрибутивный поиск и извлечение соответствующих файлов (сейсмограмм) из архива, атрибутивный поиск и запуск вычислительного приложения, мониторинг выполнения и визуализацию результатов (рис. 2).

Подсистема ГИС формирует по результатам запроса интерактивную карту района проведения экспериментальных работ, на которых

обозначены пункты излучения и регистрации сейсмических сигналов.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ СЛОЙ

Информационный слой ИВС содержит базу данных, в которой хранятся краткое описание экспериментов и метаданные (тип сейсмического источника, параметры излучаемого им сигнала, параметры регистратора, географические координаты источника и регистратора). Пользователи имеют непосредственный доступ к этим данным (рис. 3).

Персональная информация об участниках (зарегистрированных пользователях) ИВС хранится в пользовательских профилях системы.

Информация о научных организациях, научных мероприятиях и проектах представлена

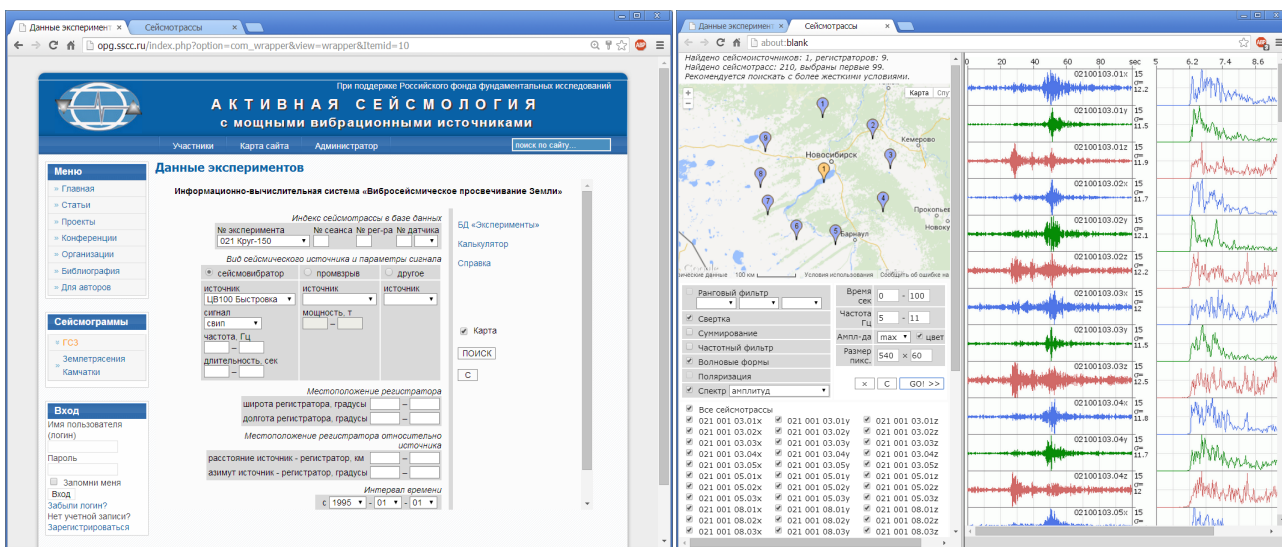


Рис. 2. Поисковые формы ИВС. Результаты поиска и анализа сейсмограмм.

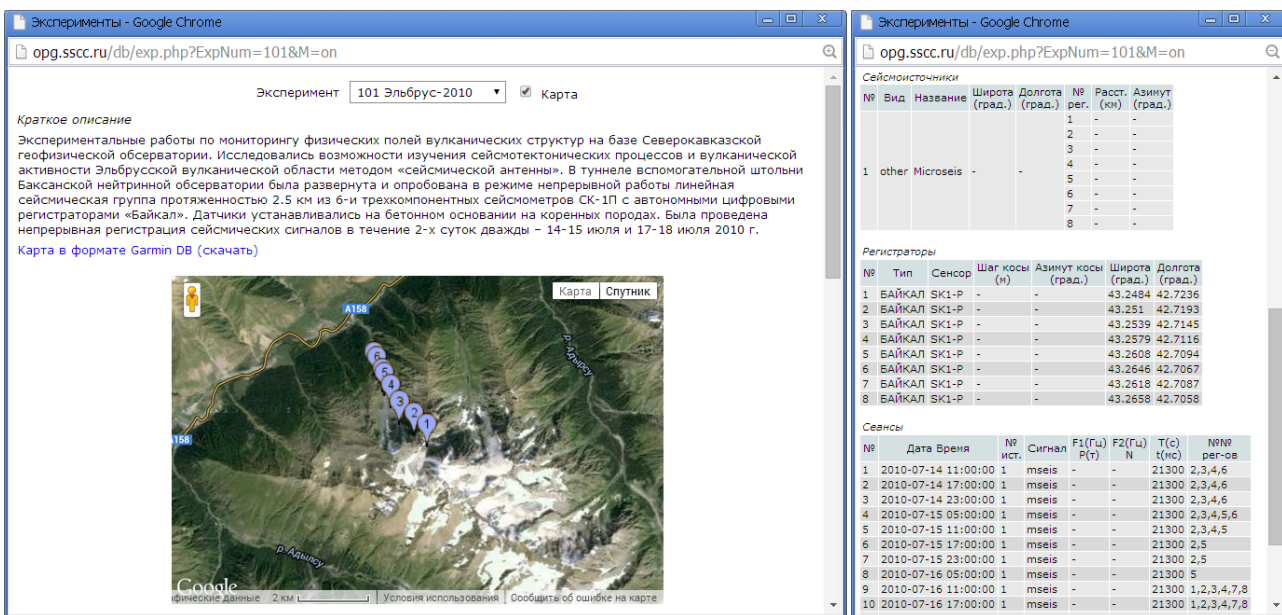


Рис. 3. Справочная информация базы данных эксперимента.

в НИС гипертекстовыми ссылками. Дальнейшая систематизация этой информации будет вестись на основе онтологического подхода.

### СЛОЙ ЗНАНИЙ

В состав НИС входят тематический библиографический каталог публикаций (более 600 единиц) и пополняемая пользователями база данных научных работ – электронная библиотека, содержащая тезисы и полнотекстовые статьи, комментарии, информацию об авторах и организациях. Дальнейшее развитие НИС авторы связывают не только с дальнейшим наполнением собственной электронной библиотеки, но и организацией навигации по заранее размеченным (проиндексированным) ресурсам, размещенным в сети Интернет.

Реорганизация НИС становится возможной благодаря выбору онтологии в качестве концептуальной основы и информационной модели портала знаний (Загоруйко, Боровикова, 2002).

На сегодняшний день авторами созданы формальные описания понятий предметной области в виде классов объектов и отношений между ними (рис. 4).

### ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Современные веб-технологии, известные как технологии Web 2.0, дают возможность пользователю сети вступать в активное взаимодействие и с другими пользователями, и с самими информационными ресурсами. Организованная на этих принципах НИС «Активная сейсмология» позволяет участникам портала устанавливать личные контакты и организовывать виртуальные группы. Организованная НИС рассылка позволяет информировать коллег о

тематических мероприятиях: конференциях, семинарах.

В настоящее время статус автора в системе имеют более пятидесяти ученых, представляющих все основные научные организации РФ, в которых развивают методы активной сейсмологии и все основные разделы предметной области. Авторы имеют возможность в интерактивном режиме пополнять электронную библиотеку своими статьями и другими научными материалами.

Сформировавшаяся инициативная группа участников НИС, по мнению авторов, способна провести объективную экспертизу и дать рекомендации по совершенствованию структуры онтологии «Активной сейсмологии», а также провести оценку массива текстовой информации на предмет полноты и достоверности предоставления знаний предметной области.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной особенностью НИС «Активная сейсмология» является ее 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. Предоставленные в открытом доступе экспериментальные данные и предлагаемые пользователям сервисы НИС существенно расширили географию и число исследователей, использующих экспериментальные данные для развития методов обработки и интерпретации вибросейсмических данных, математического моделирования и других задач. На сайте <http://org.sssc.ru> представлены все Российские научные организации, работающие в данной проблематике.

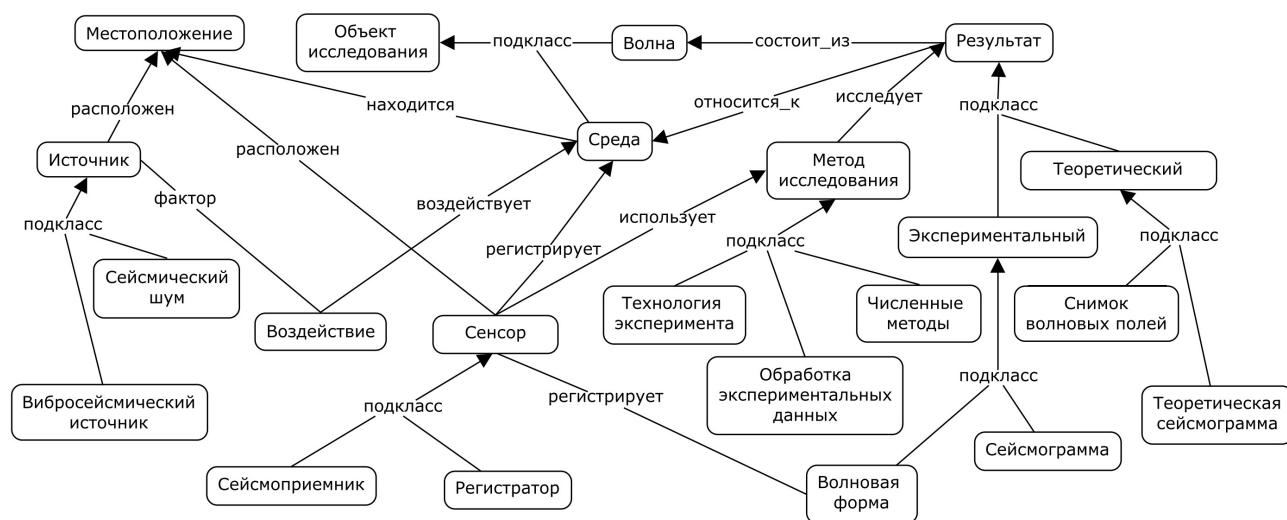


Рис. 4. Онтология «Активной сейсмологии».

Предполагаемое построение предметно-ориентированной онтологии в области активной сейсмологии должно способствовать интеграции разнородных информационных ресурсов в рамках НИС.

В настоящее время ресурс доступен по адресу <http://opg.sccc.ru>.

Коллектив авторов выражает благодарность Юрию Алексеевичу Загоруйко за консультации и искренний интерес к предметной области, Олесе Игнатьевне Боровиковой за графическое представление онтологии предметной области.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 12-05-00786 и № 14-07-00832.

#### Список литературы

*Алексеев А.С., Геза Н.И., Глинский Б.М. и др.* Активная сейсмология с мощными вибрационными источниками. Новосибирск: Филиал «Гео» Издательства СО РАН, 2004. 387 с.

*Боровикова О.И., Загоруйко Ю.А.* Организация порталов знаний на основе онтологий. // Труды международного семинара «Диалог 2002» Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии. Т. 2. Протвино, 2002: 76-82.

*Григорюк А.П., Брагинская Л.П.* Информационная система для комплексной поддержки научных исследований в области активной сейсмологии // Вестник КемГУ. 2012. № 4/2 (52). С. 43-48.

*Ковалевский В.В., Брагинская Л.П., Григорюк А.П.* Информационно-аналитическая система для вибросейсмических исследований. // Проблемы информатики. 2013. № 3. С. 22-29.

*Кулагин М.В., Лопатенко А.С.* Научные информационные системы и электронные библиотеки. Потребность в интеграции. // Библиотека в эпоху перемен. 2002. № 4. С. 105-114.

*Привезенцев А.И., Фазлиев А.З.* Базы знаний для описания информационных ресурсов в молекулярной спектроскопии. 1. Основные понятия <http://www.elbib.ru/index.php?page=elbib/rus/journal/2011/part1/PF>

*Active geophysical monitoring: Handbook of Geophysical Exploration / Editors Kasahara J., Korneev V., Zhdanov M.S. Elsevier: 2010. V. 40. 549 p.*

*Grigoryuk A.P., Kratov S.V.* Data Experiments Management on Web-Technologies Basis // 12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering: Proceedings. Novosibirsk. 2014. V. 3. P. 259-261.

## SCIENTIFIC INFORMATION SYSTEM «ACTIVE SEISMOLOGY» FOR INTEGRATED GEOPHYSICAL STUDIES

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

*Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk*

The paper presents a web-oriented Scientific Information System «Active Seismology» to provide comprehensive information theoretical and experimental research in a new field of Geophysics — the studying the crustal structure and the geodynamic processes in the areas of earthquakes and volcanoes using managed sources of seismic waves. The main objective of SIS is receiving, integration and provision of data and knowledge for fundamental physics research of seismic process, studying the deep structure of the geological environment, monitoring natural seismic and volcanic processes. SIS «Active Seismology» covers all major stages of research in active seismology: experiment, modeling, bibliography, publication of results and their discussion. Web resource is available at <http://opg.sccc.ru>.

*Keywords: scientific information system, database, knowledge base, seismology.*