

INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ACTIVE SEISMOLOGY

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

Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS
630090, Novosibirsk, Russia

The paper discusses the principles of organizing an Internet resource for informational and analytical support for theoretical and applied research in the field of active seismology and related fields of science. Active seismology is one of the modern directions of studying the structure of the Earth's crust and geodynamic processes in seismically active zones. The development of active seismology with powerful vibration sources of seismic waves was started in the 70s of the last century by the RAS scientific program „Vibrational Sounding of the Earth“, which was carried out by the Institutes of the SB RAS under the guidance of academician A. S. Alekseev.

As with many other scientific fields, research in the field of active seismology is characterized by a growth of data arrays obtained as a result of computational and field experiments, therefore services that provide effective access to both the data obtained from field and computational experiments and to the means of their analysis are important and in demand. With many heterogeneous data sources, there is the task of organizing an infrastructure that allows not only to accumulate information for its reuse in various studies, but also to systematize the knowledge and data of the subject area, to provide meaningful access and preliminary analysis of data.

The paper proposes a method for solving the problem of information support for research in active seismology by building an intellectual thematic Internet resource. The architecture of an Internet resource can be represented as two interacting subsystems.

The first subsystem — Scientific Information System (SIS) „Active Seismology“ — provides users with access to the data obtained during field and computational experiments on the vibrational sounding of the Earth's and to the tools for the analysis, and also includes a thematic electronic library replenished by users, containing reports, full texts of articles and other documents.

The main components of the SIS „Active Seismology“ are: the Informatics-computational system (ICS) „Vibrational Sounding of the Earth“, Database of results of computational experiments (Synthetic seismograms), Archive of wave field images (Wave fields), Database of scientific works — electronic library and bibliographic catalog.

(ICS) „Vibrational Sounding of the Earth“ provides the following main functions: obtaining from the database detailed information on any of the experiments performed; index and parametric search of seismic trace simultaneously by 18 parameters of vibrosounding; automatic construction of interactive maps with search results with seismic sources and recorders marked on them; interactive analysis of seismic signals in the time, frequency, time-frequency and spatial domains. The analysis is carried out online with the results displayed in the user's web browser.

The second subsystem — the Knowledge Portal — is intended both for systematization of the given subject area as a whole, and heterogeneous data and means of their processing, presented in the SIS „Active Seismology“. The basis of the portal's knowledge system is ontology and the associated description of the corresponding network resources.

Ontology is a description of active seismology, as a scientific section of geophysics, and a description of scientific activities related to this discipline. The ontology of active seismology was created according to the method developed in the Laboratory of artificial intelligence of the Institute of Informatics

Systems SB RAS. The portal ontology introduces formal descriptions of domain concepts in the form of classes of objects and relations between them, thereby defining structures for representing real objects and their connections. Accordingly, the data on the portal is presented in the form of a semantic network, i.e. as many different types of interconnected information objects. Substantial access to systematized knowledge and information resources is provided with the help of the advanced navigation and search tools provided by the portal, the operation of which is also based on ontology.

Information objects are presented on the Portal pages by hyperlinks. The Knowledge Portal on hyperlinks allows you to refer to the sections of the SIS „Active Seismology“, including the ICS „Vibrational Sounding of the Earth“.

The use of ontology as a conceptual basis of a scientific Internet resource allowed to create an effective information-analytical environment convenient for researchers in the field of active seismology and related branches of scientific knowledge, since the knowledge and data presented in it as objects and relations between them is the most natural to man. The Internet resource is available at <http://opg.sccc.ru/>.

Key words: active seismology, ontology, knowledge portal, information-computing system.

References

1. Alekseev A. S., Glinskii B. M., Kovalevskii V. V. et al. Aktivnaya seismologiya s moshnimi vibratsionnimi istochnikami. Editor in Chief G.M. Tsibulchik. Novosibirsk: Inst. of Comp. Math. and Math. Geoph. Publ., GEO SB RAS Publ., 2004.
2. Gruber T. R. A translation approach to portable ontologies // Knowledge Acquisition. 1993. N 5 (2). P. 199–220.
3. Zagorulko Y., Zagorulko G. Ontology-Based Technology for Development of Intelligent Scientific Internet Resources // Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques. Proceedings of the 14th International Conference, SoMet 2015, Naples, Italy, September 15–17, 2015. Communications in Computer and Information Science. 2015. Vol. 532, Springer Intern. Publishing Switzerland 2015. P. 227–241/
4. Braginskaya L., Kovalevsky V., Grigoryuk A. Structure and services of the information support system for vibroseismic researches // All-Russian Conference SDM-2017 CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2033, Published: 2016.
5. Zagorulko Y. A., Borovikova O., Zagorulko G. Primenenie patternov ontologicheskogo proektirovaniya pri pazrabortke ontologiy nauchnih predmetnih oblastey // DAMDID/RCDL. 2017. P. 258–265.
6. Braginskaya L., Kovalevsky V., Grigoryuk A., Zagorulko G. Ontological approach to information support of investigations in active seismology // Computer Technology and Applications (RPC), 2017. Second Russia and Pacific Conference.
7. Braginskaya L., Grigoryuk A., Kovalevsky V. Struktura i servisi informatsionnoy podderzhki vibroseismicheskikh issledovaniy // Obrabotka prostranstvennykh danih v zadachah monitoring prirodnykh i antropogennykh protsessov (SDM-2017) Sbornik trudov vserossiyskoy konferentsii. 29–31 avgusta 2017, Berdsk. Novosibirsk: ICT SB RAS, 2017. P. 241–245 [El. res.]: [http://conf.nsc.ru/files/conferences/SDM-2017/416796/\(S3\)BraginskayaLP.pdf](http://conf.nsc.ru/files/conferences/SDM-2017/416796/(S3)BraginskayaLP.pdf)
8. Grigoryuk A. P., Kratov S. V. Data Experiments Management on Web- Technologies Basis // In Proceedings of the 12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE 2014, Novosibirsk, October 2014. Vol. 3. P. 259–261.

ИНФОРМАЦИОННАЯ И АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АКТИВНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ

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

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
630090, Новосибирск, Россия

УДК 550.34

В работе рассмотрены принципы организации интернет-ресурса для информационной и аналитической поддержки теоретических и прикладных исследований в области активной сейсмологии и в смежных областях науки.

Архитектуру ресурса можно представить в виде двух взаимодействующих подсистем. Первая из них — научная информационная система (НИС) „Активная сейсмология“ — обеспечивает доступ к данным, полученным в ходе полевых и вычислительных экспериментов по активной сейсмологии. Вторая — портал знаний — обеспечивает интеграцию и содержательный доступ к знаниям и данным предметной области. Концептуальным базисом информационной модели портала знаний является онтология предметной области „Активная сейсмология“.

Ключевые слова: активная сейсмология, онтология, портал знаний, информационно-вычислительная система.

Введение. Активная сейсмология [1] является одним из современных направлений изучения строения земной коры и геодинамических процессов в сейсмоактивных зонах. Исследования по методике активной сейсмологии включают регистрацию волновых полей от управляемых источников сейсмических волн, обработку экспериментальных данных, математическое моделирование полных волновых полей для скоростных моделей земной коры, анализ и сравнение экспериментальных и синтетических данных, экспертную оценку и интерпретацию результатов наблюдений. Начало развития активной сейсмологии с мощными вибрационными источниками сейсмических волн было положено в 70-х годах прошлого века научной программой РАН „Вибрационное просвечивание Земли“, которая выполнялась институтами СО РАН под руководством академика А. С. Алексеева.

Особенностью сервисов информационной поддержки научных коллективов является то, что для эффективных исследований они должны обеспечивать пользователей максимально подробным представлением информации не только о результатах деятельности, но и о предмете деятельности, методах исследований, об организациях и персонах, занимающихся этой деятельностью, а также предоставлять возможность устанавливать контакты. Как и для многих других научных направлений, для исследований в области активной сейсмологии характерен постоянный рост массивов данных, получаемых в результате вычислительных и натурных экспериментов, поэтому весьма актуальны сервисы, обеспечивающие эффективный доступ как к данным, полученным в ходе натурных и вычислительных экспериментов, так и к средствам их анализа.

Такое значимое направление исследований в области активной сейсмологии как математическое моделирование полных волновых полей связано с задачей выбора адекватных моделей земной коры, полученных различными геофизическими методами. Задачи интерпретации и экспертной оценки результатов экспериментов по активной сейсмологии требуют значительного объема справочных и иных текстовых материалов. Эффективное планирование полевых экспериментов по регистрации волнового вибросейсмического поля зависит не только от доступности данных наблюдения, если таковые уже проводились в районе предполагаемых работ, но и от учета комплекса дополнительных сведений о регионе, в этом случае особенно важны удобные пользовательские ГИС-сервисы.

При множестве неоднородных источников данных встает задача организации инфраструктуры, позволяющей не просто накапливать информацию для ее повторного использования в различных исследованиях, но и способной систематизировать знания и данные предметной области, обеспечивать содержательный доступ и предварительный анализ данных.

В данной работе предложен онтологический подход к организации научной инфраструктуры для исследований в области активной сейсмологии, который обеспечивает интеграцию разнородных информационных ресурсов без их физического слияния. Предложенный авторами подход обеспечивает содержательный доступ к цифровым научным данным по активной сейсмологии, а также позволяет исследователям получить наиболее полное представление как о предмете исследования и результатах исследований, так и о научной деятельности и персонах, развивающих различные методы предметной области.

Онтологический инжиниринг предметной области „Активная сейсмология“. Для интегрированного описания данных и знаний определенной предметной области существуют различные подходы, но наиболее широкое распространение в решении проблем интеграции информационных ресурсов в настоящее время получили онтологии. По определению Грубера [2], онтология — это спецификация концептуализации, при этом под концептуализацией имеется в виду не только сбор понятий предметной области, но и всей информации, касающейся понятий: свойства, отношения, ограничения.

Онтология активной сейсмологии [3] строится согласно методике [4], разработанной в лаборатории искусственного интеллекта ИСИ СО РАН, на основе двух базовых онтологий — онтологии научной деятельности и онтологии научного знания. Онтология научной деятельности включает набор концептов (понятий, классов), относящихся к организации научной деятельности в области активной сейсмологии, таких как *Персона, Организация, Событие, Деятельность, Публикация*. Данный набор концептов используется для описания участников научной деятельности, мероприятий, проектов, различного типа публикаций.

Специфическими классами онтологии научной деятельности в активной сейсмологии являются *Экспедиционные работы, Полевые эксперименты*. Кроме набора концептов, онтологию составляют набор бинарных связей (отношений) между концептами и набор экземпляров классов — записей данных, соответствующих классу или отношению. Так, к примеру, к классу *Персоны* относится — экземпляр *Ковалевский Валерий Викторович*, который связан отношением *руководит* с экземпляром *Экспедиция „Улан-Удэ–Улан-Батор“* класса *Экспедиционные работы*.

Вторая базовая онтология — онтология научного знания — содержит классы, задающие структуры для описания таких понятий в активной сейсмологии как *Раздел науки, Метод исследования, Объект исследования, Предмет исследования, Научный результат*.

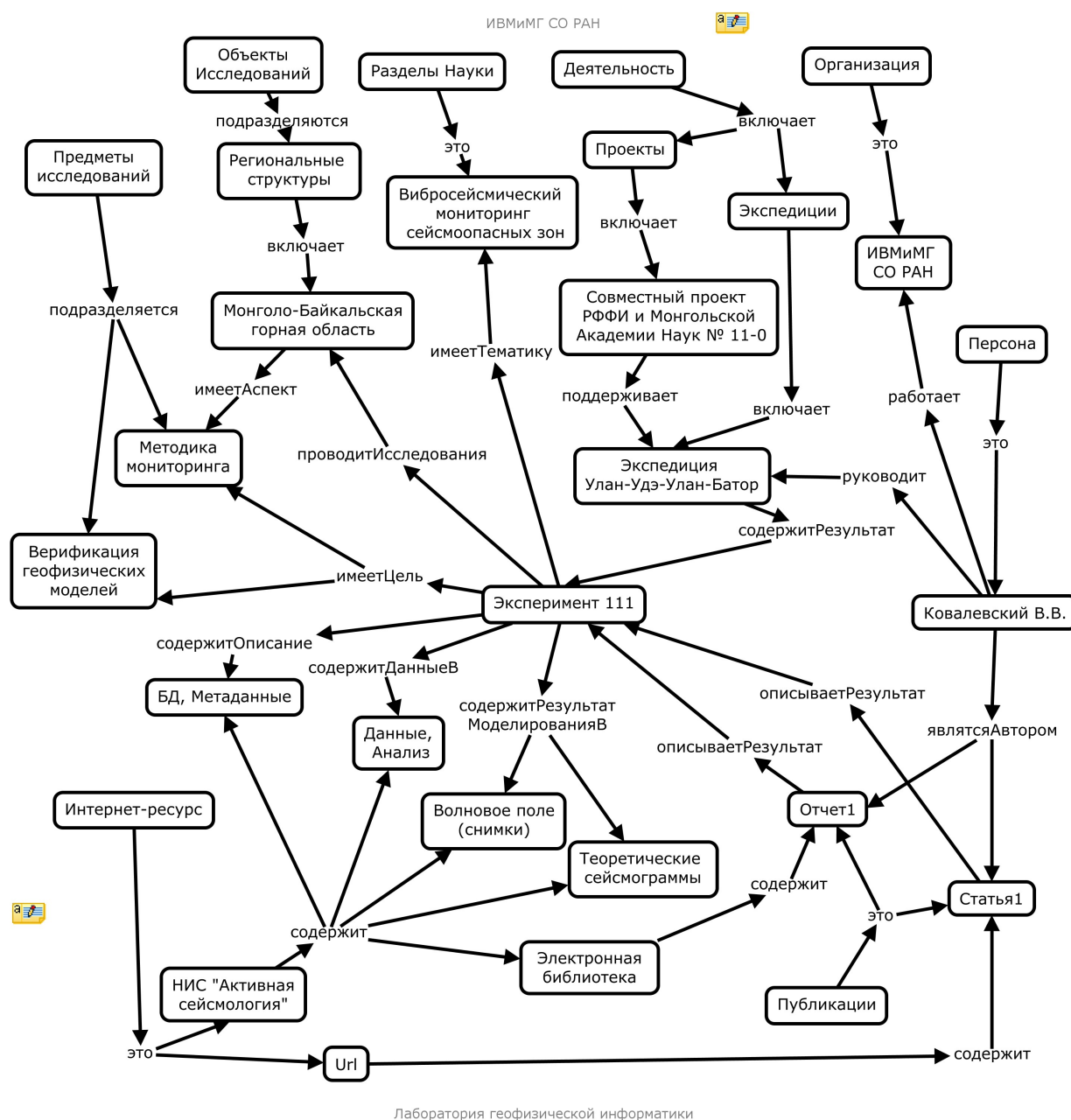


Рис. 1. Фрагмент онтологии активной сейсмологии

Для описания научных предметных областей требуется уметь единообразно представлять используемые в них понятия и их свойства. На протяжении последних десяти лет интенсивно развивается подход, базирующийся на применении паттернов онтологического проектирования [5]. При разработке онтологии активной сейсмологии были использованы паттерны представления основных понятий и отношений базовых онтологий. Так паттерн для описания объекта исследования должен содержать такие обязательные классы, как *Предмет Исследования*, *Деятельность*, *Раздел науки*, а экземпляры этих классов должны быть связаны с объектом исследования отношениями *имеетАспект*, *исследуетсяВ* и *изучаетсяВ*. Паттерн описания научного результата включает обязательные классы *Дея-*

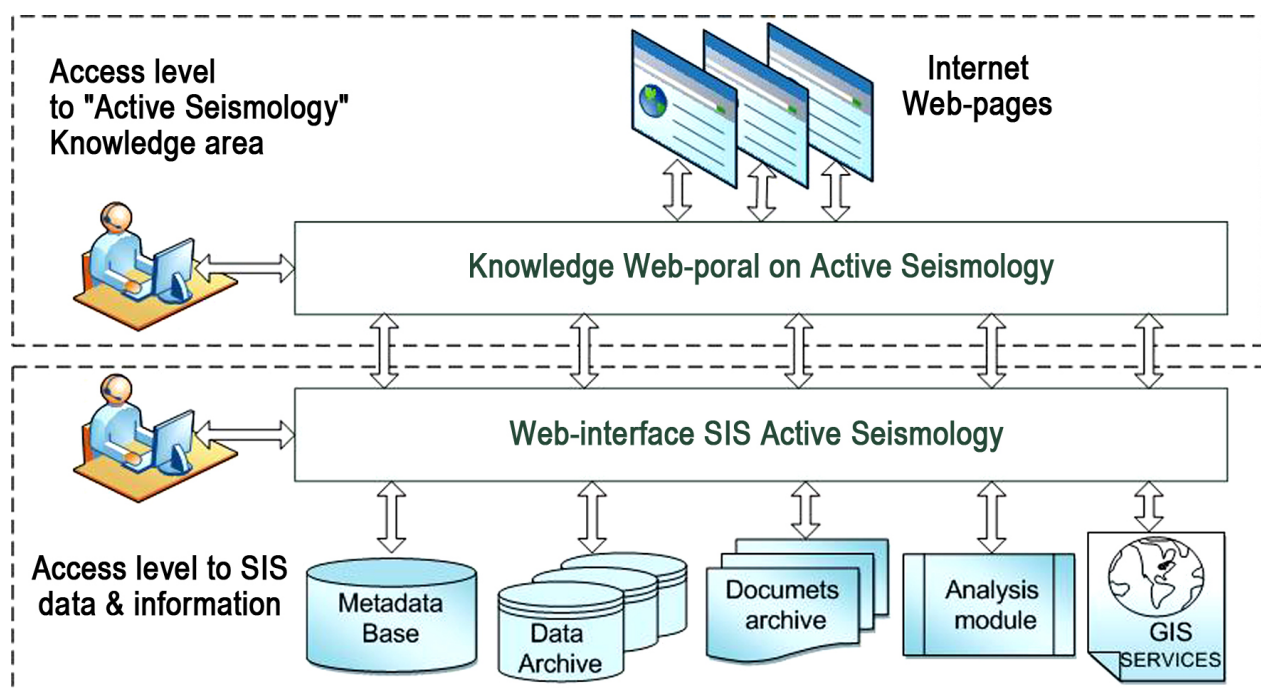


Рис. 2. Архитектура интернет-ресурса

тельность, Раздел науки, Предмет исследования, Персона, Организация, Публикация с соответствующими отношениями: являетсяРезультатом, имеетАвтора, имеетТематику, описываетВ.

Использование паттернов заметно облегчило трудоемкий процесс проектирования онтологии, способствовало единообразию в описании концептов предметной области и отношений между ними. На рис.1 представлен фрагмент онтологии активной сейсмологии, описывающий экземпляр *Эксперимент 111 „ Байкал-Улан-Батор“* класса *Полевые эксперименты*.

Разработка онтологии является итеративным процессом. Составленная онтология уточняется экспертами, могут добавляться экземпляры и классы, изменяться отношения.

Интеллектуальная среда для поддержки научных исследований в активной сейсмологии. В лаборатории геофизической информатики ИВМ и МГ СО РАН разработана инфраструктура поддержки исследований в области активной сейсмологии. Архитектуру этой среды можно представить как интернет-ресурс, состоящий из двух взаимодействующих подсистем (рис. 2). Первая из них — Научная информационная система (НИС) „Активная сейсмология“ [7] — обеспечивает доступ пользователей к данным, полученным в ходе полевых и вычислительных экспериментов по средствам их анализа, а также включает в себя пополняемую пользователями тематическую электронную библиотеку, содержащую отчеты, полные тексты статей и другие документы.

Вторая — Портал знаний — предназначена как для систематизации данной предметной области в целом, так и разнородных данных и средств их обработки, представленных в НИС „Активная сейсмология“.

Название результата	111 Эксперимент «Профиль Байкал-Улан-Батор»
Аббревиатура	
Связи объекта	
← имеетЦель →	
ПредметИсследования	Язык
Верификация геофизических моделей среды	↕
Методика мониторинга	↕
← имеетАвтораРезультатОрганизация →	
Организация	
Бурятский филиал Геофизической службы СО РАН	↕
Геологический институт Сибирского Отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН)	↕
Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (ИВМиМГ СО РАН)	↕
Исследовательский центр астрономии и геофизики МАН	↕
← имеетАвтораРезультатПерсона →	
Персона	
Авторов (С.А.)	↕
Брагинская (Л.П.)	↕
Григорюк (А.П.)	↕
Ковалевский (В.В.)	↕
Одонбаатар С.	↕
(Всего: 7)	↕
← имеетРезультатТематику →	
РазделНауки	
Активная сейсмология	↕
Вибросейсмический мониторинг сейсмоопасных зон	↕
← проводитИсследование →	
ОбъектИсследования	
Монголо-Байкальская горная область	↕
← содержитДанныеВ →	
Экспериментальные данные (в ИВС "Вибропросвечивание")	
111- данные эксперимента №111(визуализация, анализ)	↕
← содержитОписаниеВ →	
Базы данных	
БД «Эксперимент-111»	↕
← содержитРезультатМоделированияВ →	
НаучныйРезультат Продукт	
Волновое поле профиля Улан-Удэ-Улан-Батор	↕
Синтетические сейсмограммы профиля Улан-Батор-Улан-Удэ	↕
← содержитРезультат →	
ИнтернетРесурс	
НИС «Активная сейсмология»	↕
Обратные связи объекта	
← описываетРезультат →	
Публикация	
N. Thybo (Lower crustal intrusions beneath the southern Baikal Rift Zone: Evidence from full-waveform modelling of wide-angle seismic data)	↕
Караваев (Д.А.), Ковалевский (В.В.), Фатьянов (А.Г.) (ВЕРИФИКАЦИЯ СКОРОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА, ПОСТРОЕННЫХ ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТОВ BEST И PASSCAL)	↕
Брагинская (Л.П.), Григорюк (А.П.), Ковалевский (В.В.), Тубанов (Вибросейсмические исследования на 500-км профиле Бабушкин, Байкал Улан-Батор, Монголия)	↕
Брагинская (Л.П.), Ковалевский (В.В.) (Отчет по полевым экспедиционным работам на профиле Улан-Удэ - Улан-Батор)	↕
Мординова (Трехмерная модель юга Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий по обменным волнам)	↕
(Всего: 6)	↕
← содержитРезультатДеятельности →	
Деятельность	
Интеграционный проект СО РАН 54 «Развитие методов математического моделирования геофизических полей и экспериментальные исследования геодинамических процессов в сейсмоопасных и вулканических зонах»	↕
Программа Президиума РАН 4. Природная среда России: адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики. Проект ИВМиМГ СО РАН 4.9. Природная среда России: проблемы моделирования сейсмоопасных зон, мониторинга загрязнения окружающей среды и изменения климата. 2012-2014 гг.	↕
Проект СО РАН 4.9 «Исследования строения земной коры и геодинамических процессов в южной части Байкальской рифтовой зоны и северной Монголии вибросейсмическими методами»	↕
Совместный проект РФФИ и Монгольской Академии Наук № 11-05-92215 «Исследование характеристик волнового поля мощного вибратора для целей вибросейсмического зондирования глубинных структур Монголо-Сибирского региона»	↕

Рис. 3. Страница Портала

Основные компоненты НИС „Активная сейсмология“:

1) Информационно-вычислительная система по глубинному сейсмическому просвечиванию Земли (ИВС „Вибросейсмическое просвечивание Земли“) [7], которая обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- получение из базы данных подробной информации по любому из проведенных экспериментов;
- индексный и параметрический поиск сейсмотрасс 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.

2) База данных результатов вычислительных экспериментов (синтетические сейсмограммы).

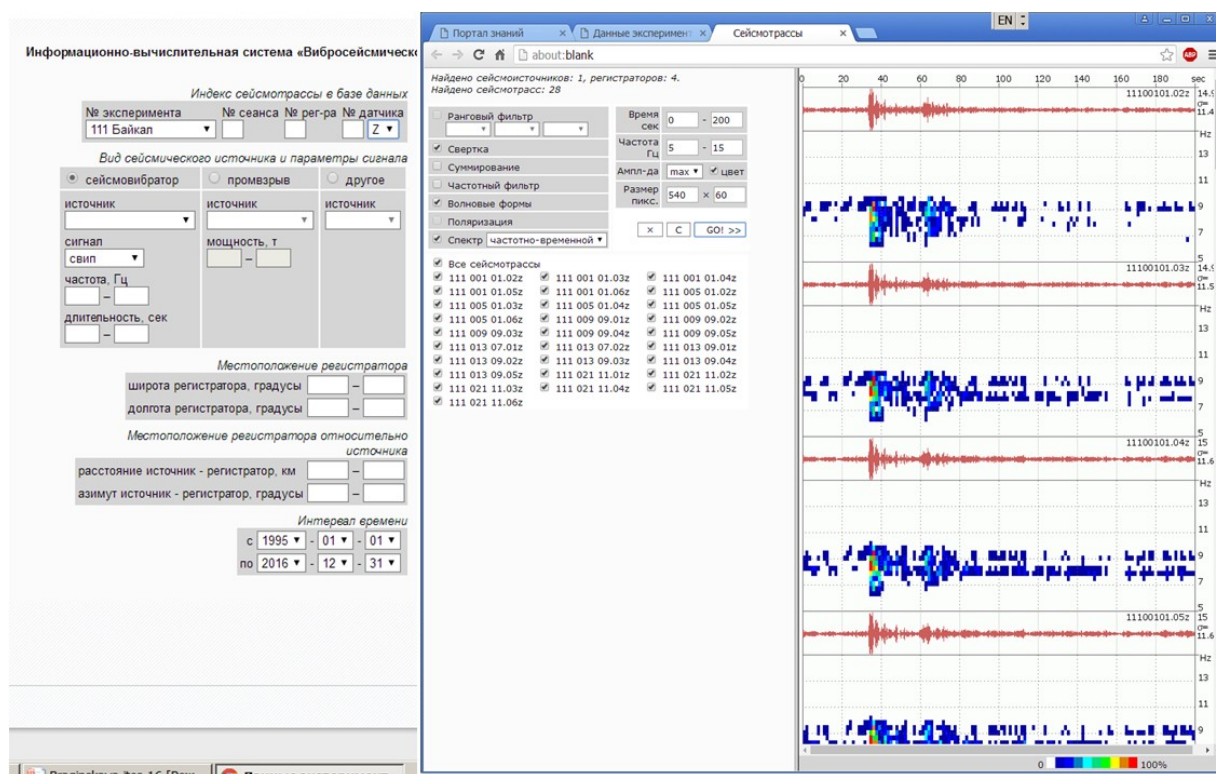


Рис. 4. Форма пользовательского запроса к ИВС
„Вибрационное просвечивание земли“ и результат его выполнения

3) Архив снимков волнового поля (волновые поля).

В архивах представлены файлы волновых форм синтетических сейсмограмм и снимки волновых полей, которые являются результатами математического моделирования с использованием высокопроизводительных кластеров Сибирского суперкомпьютерного центра.

4) Пополняемая пользователями база данных научных работ — электронная библиотека — и пополняемый пользователями библиографический каталог. Для зарегистрированных пользователей предусмотрена возможность комментирования статей и установления контактов с авторами.

Портал знаний обеспечивает целостное представление знаний о предметной области, устанавливает взаимосвязи между относящимися к этой науке событиями, объектами, результатами и методами исследования и обеспечивает доступ к ним через Интернет. Концептуальным базисом информационной модели портала знаний является онтология активной сейсмологии.

Онтология портала вводит формальные описания понятий предметной области в виде классов объектов и отношений между ними, тем самым задавая структуры для представления реальных объектов и их связей. В соответствии с этим данные на портале представлены в виде семантической сети, т.е. как множество разнотипных взаимосвязанных информационных объектов. Содержательный доступ к систематизированным знаниям и информационным ресурсам обеспечивается с помощью предоставляемых порталом развитых средств навигации и поиска, функционирование которых также базируется на онтологии.

На рис. 3 представлена страница Портала, соответствующая фрагменту онтологии рис. 1.

Информационные объекты представлены на странице Портала гиперссылками. Портал знаний по гиперссылкам позволяет обратиться к разделам НИС „Активная сейсмология“, в том числе и к ИВС „Вибросейсмическое просвечивание Земли“. Обращение к экспериментальным данным и средствам анализа производится внутри оболочки ИВС через оформление запроса. Пример пользовательского запроса и результат его выполнения приведены на рис. 4. В результате запроса пользователь получает подробную информацию об эксперименте и результаты статистического анализа выбранных сейсмограмм.

Заключение. Разработанная научная инфраструктура информационной и аналитической поддержки в области активной сейсмологии обеспечивает интеграцию тематических информационных ресурсов и содержательный доступ к результатам полевых и вычислительных экспериментов по активному вибросейсмическому мониторингу, интерактивный анализ данных, автоматическое построение интерактивных карт районов полевых работ. Взаимосвязь между деятельностью исследователей, результатами этой деятельности, персонами и организациями, осуществляющими исследования в области активной сейсмологии, обеспечивает Портал знаний, ядром которого является онтология, построенная группой экспертов, работающих в различных направлениях активной сейсмологии. На основе онтологии организуется удобная навигация по научным знаниям, а также содержательный поиск данных и средств их анализа.

Использование онтологии в качестве концептуальной основы научного интернет-ресурса позволило создать эффективную информационно-аналитическую среду, удобную для исследователей смежных отраслей научного знания, так как принятое в ней представление знаний и данных в виде объектов и отношений между ними, является наиболее естественным для человека. Интернет-ресурс доступен по адресу <http://org.sssc.ru/>.

Список литературы

1. Alekseev A. S., Glinskii B. M., Kovalevskii V. V. et al. Active Seismology with Powerful Vibrational Sources. Editor in Chief G. M. Tsibulchik. Novosibirsk: Inst. of Comp. Math. and Math. Geoph. Publ., GEO SB RAS Publ., 2004.
2. Gruber T. R. A translation approach to portable ontologies // Knowledge Acquisition. 1993. N 5 (2). P. 199–220.
3. Zagorulko Yu., Zagorulko G. Ontology-Based Technology for Development of Intelligent Scientific Internet Resources. Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques // Proceedings of the 14th International Conference, SoMet 2015, Naples, Italy, September 15–17, 2015. Communications in Computer and Information Science. 2015. Vol. 532, P. 227– 241
4. Braginskaya L., Kovalevsky V., Grigoryuk A. Structure and services of the information support system for vibroseismic researches // All-Russian Conference SDM-2017 CEUR Workshop Proceedings. 2016. Vol. 2033.
5. Zagorulko Yu. A., Borovikova O., Zagorulko G. Применение паттернов онтологического проектирования при разработке онтологий научных предметных областей (Application of Ontology Design Patterns in the Development of the Ontologies of Scientific Subject Domains) // DAMDID/RCDL. 2017. P. 258–265.
6. Braginskaya L., Kovalevsky V., Grigoryuk A. Zagorulko G. Ontological approach to information support of investigations in active seismology // Computer Technology and Applications (RPC), 2017. Second Russia and Pacific Conference on Publication Year: 2017

7. Брагинская Л. П., Григорюк А. П., Ковалевский В. В. Структура и сервисы системы информационной поддержки виброрейсмических исследований // Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов (SDM-2017). Сборник трудов всероссийской конференции. 29–31 августа 2017 г., г. Бердск. Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. С. 241–245. [Электронный ресурс]: [http://conf.nsc.ru/files/conferences/SDM-2017/416796/\(S3\)BraginskayaLP.pdf](http://conf.nsc.ru/files/conferences/SDM-2017/416796/(S3)BraginskayaLP.pdf)

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



Брагинская Людмила Петровна — ведущий программист лаборатории геофизической информатики Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, e-mail:

ludmila@opg.sscs.ru, тел.: +7-913- 894-47-91.

Людмила Брагинская окончила Сибирскую государственную геодезическую академию по специальности „Аэрофотогеодезия“. В лаборатории геофизической информатики работает с 1985 года, сначала в должности инженера, затем в должности программиста, а начиная с 2007 г. в должности ведущего программиста. Область научных интересов связана с экспериментальными исследованиями в активной сейсмологии, обработкой полевых данных, полученных в результате виброрейсмического зондирования Земли и мониторинга геодинамических процессов, а также онтологическим моделированием и интеграцией знаний в области активной сейсмологии. Автор и соавтор более 40 научных работ. Была руководителем инициативного проекта РФФИ и участником многочисленных экспедиционных и инициативных проектов РФФИ, РАН и СО РАН.

Lyudmila Braginskaya — Leading Programmer of the Laboratory of Geophysical Informatics at the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, e-mail: ludmila@opg.sscs.ru, tel.: + 7-913- 894-47-91.

Lyudmila Braginskaya graduated the Siberian State Academy of Geodesy with a degree in specialty in „Aerophotogeodesy“. In the Laboratory of Geophysical Informatics she has been working since 1985, at the beginning as an engineer, then as a programmer, and since 2007,

as a leading programmer. Her research interests are related to experimental research in active seismology, processing of field data obtained as a result of vibroseismic sounding of the Earth and monitoring of geodynamic processes, as well as ontological modeling and integration of knowledge in the field of active seismology. Author and co-author of more than 40 scientific papers. She was the head of the initiative project of the RFBR and participated in numerous expeditionary and initiative projects of RFBR, RAS and SB RAS.



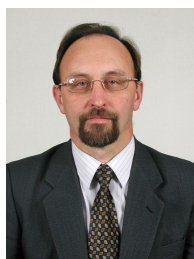
Григорюк Андрей Павлович — научный сотрудник Лаборатории геофизической информатики Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, e-mail: and@opg.sscs.ru, тел.: +7 (383) 330-87-43.

Андрей Григорюк окончил факультет радиотехники и электроники Новосибирского государственного технического университета в 1976 г. С 1976 г. работал на различных предприятиях в должности инженера и программиста. В Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН работает с 1993 г. Область научных интересов: экспериментальные исследования в активной сейсмологии, виброрейсмические методы зондирования Земли и мониторинга геодинамических процессов, аппаратные и программные комплексы для геофизических исследований. Автор и соавтор более 50 научных работ, программного комплекса для обработки сейсмических данных.

Andrey Grigoruk — Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Researcher, Laboratory of Geophysical

Informatics, e-mail: and@opg.sssc.ru, tel : +7 383 330-87-43.

Andrey Grigoruk graduated Faculty of Radio Engineering and Electronics of the Novosibirsk State Technical University in 1976. From 1976, he worked at various enterprises as an engineer and programmer. He has been working at the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the SB RAS since 1993. Research interests: experimental research in active seismology, vibroseismic methods of Earth's sounding and monitoring of geodynamic processes, hardware and software systems for geophysical research. Author and co-author of more than 50 scientific papers, of software package for seismic data processing.



Ковалевский Валерий Викторович — д-р. техн. наук, заместитель директора по научной работе Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, главный научный сотрудник лаборатории геофизической информатики, e-mail: kovalevsky@sssc.ru, тел.: +7 383 330-71-96.

Research interests: mathematical modeling, numerical methods and program complexes. Author and co-author of more than 150 scientific papers, 10 inventions.

Валерий Ковалевский окончил с отличием физический факультет Новосибирского государственного университета в 1975 г. С 1976 г. — сотрудник Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН. В Институте вычислительной математики и математической геофизики СО РАН работает с 1986 г. В 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 2006 г. докторскую диссертацию по специальности

05.13.18. — „Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ“. Область научных интересов: математическое моделирование и экспериментальные исследования в активной сейсмологии, вибросейсмические методы зондирования Земли и мониторинга геодинамических процессов, информационные технологии в геофизических исследованиях. Автор и соавтор более 150 научных работ, 10 изобретений.

Valeriy Kovalevsky — Dr. Tech. Sci., Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Research, Chief Researcher, Laboratory of Geophysical Informatics, e-mail: kovalevsky@sssc.ru, tel .: +7 383 330-71-96.

Valeriy Kovalevskiy graduated with honors Physics Department of the Novosibirsk State University in 1975. From 1976 — researcher at Institute of Hydrodynamics M.A. Lavrentyeva SB RAS. He has been working at the Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics of the SB RAS since 1986. Ph.D. degree in Technical Science (1986). Doctor of Technical Sciences degree (2006) on the specialty 05.13.18. „ Mathematical modeling, numerical methods and program complexes“. Research interests: mathematical modeling and experimental research in active seismology, vibroseismic methods of Earth's sounding and monitoring of geodynamic processes, information technology in geophysical research. Author and co-author of more than 150 scientific papers, 10 inventions.

Дата поступления — 30.09.2018