

Рис.1 График колебания смещения грунтовой толщи

Полученные результаты численного эксперимента являются основой для их использования в целях сейсмического микрорайонирования территорий и сейсмостойкого строительства горных предприятий.

#### Литература

1. Конюх Г.В., Михайленко Б.Г. Комплексирование метода прямых и конечных интегральных преобразований при решении прямых динамических задач сейсмоки. Сб. докладов VII Всероссийской школы-семинара «Современные проблемы математического моделирования». Изд-во РГУ, Ростов-на-Дону, 1997г., с.66-70.
2. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. Москва, «Наука», 1989 г.

#### Интернет-портал «Геология»: принципы работы и архитектура

В.М. Ряховский<sup>1</sup>, Н.Ю. Щульга<sup>2</sup>, А.М. Асавин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН

<sup>2</sup>Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН

<sup>3</sup>Институт геохимии и аналитической химии РАН

Информационная поддержка научных исследований в настоящее время представляет собой отдельную задачу, требующую решения на стыке информатики и методологии естественных наук о Земле. Основной особенностью наук о Земле является пространственная детерминированность данных, в основе которых лежат географические объекты различного масштаба от локального геологического тела до Земного шара в целом. Задачей информатики при этом становится синтез и интегральный анализ большого объема многоаспектных пространственных данных и сопоставление результатов исследований для выявления общих закономерностей геологических процессов в пространственно-временных координатах на локальном, региональном и глобальном уровнях. Для решения поставленных задач необходимо привлекать достижения современных геоинформационных технологий – распределенные ГИС, представляющие собой распределенные базы данных, распределенные вычисления, и стандарты взаимодействия открытых систем, а также создание на специализированных порталах инфраструктуры пространственных данных (ИПД). Именно ИПД позволит решить проблемы электронного обмена пространственными данными между порталами разной специализации, а также обеспечит массовый доступ к картографическим материалам на основе современных информационно-коммуникационных технологий (Интернет). Развитие этих направлений приведет к снижению дублирования работ за счет автоматизации координации пользователей и приведет к более рациональному использованию информационных потоков.

В настоящее время под электронной геологической картой подразумевается «базы данных». Изменились методы представления геологической информации, методы доступа к ней, методы обработки и визуализации. Теперь карта это даже не многослойная конструкция из шейп-файлов или слоев SDE, а динамичное изображение, собираемое из различных источников (порталов) по всему миру. В последнее десятилетие в США и других странах для ИПД разработаны необходимые стандарты и соответствующее программное обеспечение, что дает возможность перейти от решения частных задач к обобщенному видению проблемы. Однако, в своем традиционном виде геологическая карта отнюдь не потеряла своего значения, но ускорение информационных потоков и их расширение в настоящее время требует принципиально новых способов обработки информации. Исследователь с одной стороны должен оператив-

но осваивать появляющиеся новые данные (приспособить их к прежней, устоявшейся картине представлений о геологических процессах), а с другой стороны попытаться согласовать имеющиеся данные с теоретическими моделями и новыми наблюдениями.

В общем виде ИПД – это не система и не проект. Это, прежде всего принципы, на основе которых строятся конкретные системы и реализуются конкретные проекты. В концепции должно быть закреплено внедрение стандартов обмена геоданными и создание общедоступного каталога (база метаданных) геоинформационных ресурсов, без которого невозможно обеспечить эффективный поиск требуемых информационных материалов. С учетом новых оригинальных материалов, накопленных в последние годы, по геохимии изотопов, позволяющих рассматривать баланс потоков вещества из мантии; данных по сейсмической томографии глубинного строения Земли, интерпретация которых приводит к уточнению и корректировке известных тектонических моделей, а также на основе современных представлений о химической неоднородности мантии можно развивать исследования на новом уровне об эволюции геологических процессов в пространственно-временных координатах.

Данная работа посвящена тем возможностям и решениям информатики, которые позволяют выйти на новый уровень интегрального анализа распределенных данных подключенных к источникам информации Мировой научной системы. При этом создаются комфортные условия для пользователей не являющихся специалистами в области информационных технологий.

Одним из методов представления карт в Интернете является использование специализированного открытого программного обеспечения поддерживающий открытый стандарт OGC. Стандарт OGC (Open GIS Consortium) разработан примерно 3 года назад [2002-2003гг] и представляет собой достаточно полное описание методов и форм и метаданных позволяющих представить различные векторные картографические покрытия. Несмотря на некоторую сложность этого метода, он характеризуется универсальностью и достаточно широко распространен в Интернет-сообществе. Программные продукты, реализующие часть этой спецификации относящиеся к подготовке растеризованных картографических объектов получили наименование WMS (Web Map Server) серверов. Часто параллельно им поддерживается работа сервисов предоставляющих атрибутивную информацию, связанную с картографическими элементами и слоями, (например адресную информацию). Такие сервисы называют WFS (Web Feature Server) серверами. Все протоколы Open GIS Consortium инкапсулированы в HTTP-протокол, что дает пользователю возможность работать с картографической информацией используя произвольный Web-клиент, или специализированное Internet GIS приложение. Картографическая информация можно хранить в файлах стандартного формата или в виде записей в базе данных, которые, используя тривиальные преобразования, могут быть представлены в виде объектов языков GML или ArcXML (спецификация пакета ArcIMS фирмы ESRI).

*Таким образом, архитектура разработанного портала «Геология» состоит в следующем (см. рис.1): Существующие ГИС-пользователи посредством протокола WMS или WFS обращаются к серверу Карт (Mapserver v.4.8.) который обрабатывает информацию о слое карты, хранящуюся на сервере в виде файлов или таблицы в базе данных под управлением СУБД PostgreSQL. Запрос пользователя через CGI-интерфейс, или через интерфейс одного из транслируемых языков поддерживаемых web-сервером, приводится на язык запросов к mapserver, а получаемый ответ пересылается обратно клиенту, который, в зависимости от программы отправившей запрос, может быть отображен либо в web-браузере клиента, либо в специализированной программе, которая с одной стороны не обладает функциональными возможностями полноценной GIS-системы, но которой необходимо получать различные слои карт, а так же дополнительную информацию, необходимую для обработки полученных изображений в том виде, в каком это требуется пользователю. Подобная функциональность традиционно осуществляются через web-сервисы (то есть набор программных интерфейсов, к которым можно по стандартизированному расширению http-протокола обращаться и получать информацию с любой машины, подключенной к сети Интернет.)*

### **Базы Данных**

Второй составляющей портала являются базы данных различной тематики. Их объединяет то, что хранящаяся информация в атрибутивных таблицах имеет привязку к географическим координатам. Через значение полей, содержащих географические координаты, данные связываются с картографической информацией обрабатываемой WMS сервером. Таким образом, можно использовать Интернет карты для генерации запросов к базам данных по пространственным признакам, совмещать данные из разных тематических баз данных, визуализировать информацию из базы данных, вводя зависимость вида и размера символов, отображающих то или иное скалярное покрытие от величины этих покрытий. Эти методы продемонстрированы на портале «Геология» на примере базы данных по крупным и суперкрупным месторождениям. Собственно взаимодействие баз данных на портале не представляет сложности, могут использоваться как базы установленные непосредственно на данном сервере либо доступные через удаленный интерфейс ODBC, RDBMS.

### **Текстовая информация.**

Последний блок данных на портале достаточно традиционен и представляет собой HTML страницы с различными WEB дополнениями, в основном предназначенными для поясняющих и вспомогательных целей. Мы разрабатываем открытый инструмент хранения и обработки данных пригодный для исполь-

зования широким кругам исследователей. Фактически каждая карта помимо изображения содержит еще и смысловое описание в виде блока текста в различной степени структурированного. Это объяснительная записка к карте и описание ее легенды, источников и системы условных обозначений.

#### **Анализ информации и расчетные процедуры.**

Оригинальной частью портала является блок обработки и анализа данных. Именно этот блок позволяет проводить интегральный анализ взаимосвязей отдельных слоев земной коры и выявлять закономерности, а, учитывая многоаспектные геолого-геофизические данные, проводить исследования зависимостей глубинного строения земной коры с современными геодинамическими процессами. За последние годы появились обобщенные данные ГСЗ по глубинному строению Земли на глобальном уровне, а также цифровая модель рельефа, гравитационное и магнитное поля и др., что в свою очередь дает возможность развивать идеи распределенной обработки геолого-геофизической информации. Идея в наиболее общем виде состоит, в том, чтобы использовать удаленные расчетные ресурсы суперкомпьютерных центров для решения геофизических задач требующих большого объема вычислений, причем эти центры предварительно связываются в единую логическую сеть, доступ к которой осуществляется через программный интерфейс реализующий алгоритм параллельных вычислений. Это будет огромным прорывом в области использования расчетных методов в геолого-геофизических исследованиях глубинного строения земной коры, поскольку появятся принципиально новая возможность решения геологических и геодинамических задач с использованием неограниченной вычислительной мощности в режиме удаленного доступа.

#### **Информационное наполнение портала**

Текущее состояние портала отражено на рис.2. Фактически, это пока первые примеры использования разработанной технологии, и мы планируем значительно увеличить объем хранимых данных и тематику исследований. В портале представлены исследования в области наук о Земле, глобального и регионального характера, прежде всего имеющие пространственную привязку – это картографические материалы различной направленности (металлогенетические, геохимические, геодинамические, геофизические). Тематические базы данных представленные на сервере –«PROBA» (по петрохимии, геохимии и изотопии магматических горных пород), «SMB\_grim» (геохимия первичных расплавов внутриплитного магматизма), база по палеомагнитным наблюдениям, база данных по крупным и суперкрупным месторождениям мира также тесно связаны с соответствующими картами, дополняя и углубляя представленную на картах информацию. Развиваемое нами направление информационного контента портала, отличает представленную разработку от аналогичных зарубежных и отечественных серверов в Интернете. Вторым отличием нашего подхода является стремление представить исходные материалы проведенных исследований. Многие блоки информации могут быть загружены пользователем для проведения собственных исследований, а остальные предполагается сделать доступными в ходе дальнейшей разработки системы. При этом обязательным условием представления материалов является сохранение всей информации об их первичном и вторичном авторском праве. В ряде случаев, если авторы материалов заинтересованы в представлении информации на своих собственных серверах, мы можем, используя разработанные технологии, и удаленный доступ к базам данных организовывать выходной канал пользовательского интерфейса, только через их IP-адреса, путем передачи ссылок на готовый Интернет проект по закрытому каналу владельцам информации.

Стратегически развитие портала, по нашим представлениям, должно быть основано на широком совмещении обзорных, карт разной тематики и более детальных проектов посвященных решению региональных геологических задач различной тематики. Это позволит широко использовать решения найденные на конкретных полигонах в других местах, и расширит применение достижений фундаментальных научных исследований, позволит рассматривать природные объекты комплексно. Одновременно сбор материалов по другим регионам значительно упростится с расширением списка участников портала. Возможно, найдутся коллективы желающие организовать аналогичные порталы в своих центрах. Мы со своей стороны готовы оказать всемерную поддержку и консультации таким исследователям. Авторы надеются, что предлагаемая работа поможет активизировать разработку портала «Геология», расширит спектр решаемых задач и список его участников.

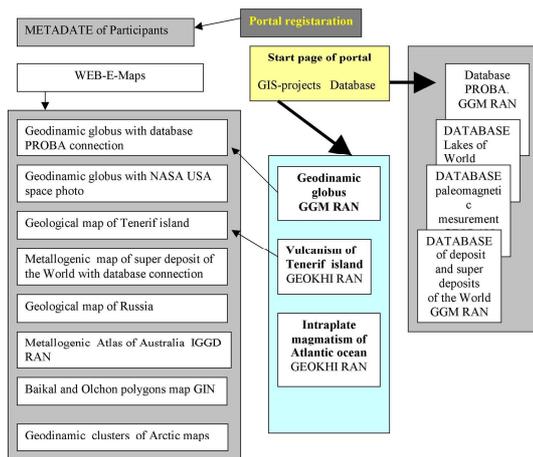


Рисунок 1.1 Логическая структура портала геология и информационные ресурсы портала

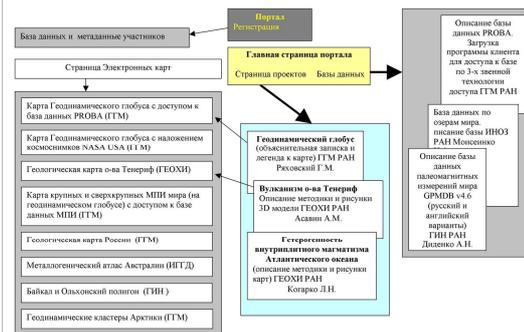


Рисунок 2.1 Информационное наполнение портала