

**РАЗДЕЛ II****ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В УПРАВЛЕНИИ МАКРОСИСТЕМАМИ****Информационное моделирование  
в задачах снижения рисков  
природного и техногенного характера\***

В. Б. Бритков, Ю. В. Ноздрин

*Институт системного анализа РАН, Москва***Введение**

Для более эффективного управления сложными плохо формализуемыми процессами, такими как снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций [1] природного и техногенного характера необходима интеллектуализация методов принятия решений, в частности путем интеграции информационно-аналитических ресурсов [2].

Рассматриваются задачи повышения эффективности применения информационных технологий обеспечения фундаментальных и прикладных исследований для построения средств информационной моделирования в системах поддержки принятия решений в этой области. Одной из актуальных проблем эффективного использования распределенных информационно-вычислительных ресурсов является интеграция современных

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 07-01-00662).

направлений информационно-вычислительных технологий — GIS, Web и GRID-технологий [3]. Сейчас возникает задача принимать во внимание предстоящего появления нового поколения Интернет технологий — GGG (Giant Global Graph или Global Gnoseology Graph).

Решение этих вопросов актуальны для ряда проектов, в которых участвует ИСА РАН:

- Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года» [4].
- Программа фундаментальных исследований Президиума РАН «Разработка фундаментальных основ создания научной распределенной информационно вычислительной среды на основе технологий GRID» (Направление: «Электронная Земля: научные информационные ресурсы, и информационно-коммуникационные технологии»).
- Исследования по созданию «Государственной единой системы информации об обстановке в Мировом океане» (ЕСИМО) Федеральной целевой программы «Мировой океан».

Задача состоит в том, что разработать общий (системный) подход (технология, методологию) к этим разным, но по ряду признаков похожих задачам [5].

Характерной проблемой решения этих задач является тот факт, что входная информация в общем случае слабо структурирована. Поскольку на сегодняшний день не существует единых форматов, к которым преобразуются данные, полученные из различных источников создаются классы обрабатываемой информации, которые описываются в виде метаинформации. Мета данные и мета информация в задачах такого типа становится неотъемлемым элементом формализации задачи [6].

Рассматриваемый подход апробировался на примере Интернет-ресурса: «Система анализа гидрофизических полей на географической карте». Система представляет собой разновидность GIS системы, которая работает через веб-сервисы на основе распределенных вычислений (элементы Grid). Эта система включена в качестве ресурсов в проекты «Электронная Земля» и ЕСИМО. Система состоит из двух функциональных модулей — картографическая подсистема и многомерная база данных. Картографическая система дает карту рельефа произвольного района земной поверхности в меркаторской проекции. Система располагает возможности просмотра любого района, содержащегося в исходном районе. Система позволяет строить широтные и меридиональные разрезы. Реализована идеология многомерной базы данных и система работает с многомерными

кубами. Система предназначена для работы с геофизическими данными и для отображения на географической карте имеет специфику. В качестве осей многомерного куба используются географическая широта и долгота (в градусах) глубина (или высота в метрах) и время. База данных позволяет запросы на разрезы куба по широте и долготе, а также на запрос по глубине в точке.

Несмотря на то что рассматриваемые проекты возникли в разное время и разных ведомствах, удалось построить архитектуру системы, которая позволила включить ее в оба проекта, хотя исходные требования в проектах отличались.

## 1. Интеграция информационно-аналитических ресурсов в задачах поддержки принятия решения

Интеграция различных программных средств и информационных ресурсов является одной из основных современных тенденций развития информационных технологий. Единого подхода для осуществления интеграции нет, однако на сегодняшний день существует большое количество различных технологий, позволяющих решать данную задачу. Выбор используемого подхода зависит от характера рассматриваемой проблемы.

Интеграция информационно-аналитических ресурсов в задачах поддержки принятия решения является одним из основных путей повышения эффективности применения современных информационных технологий. Одним из таких подходов являются методы интеграции информационных и аналитических ресурсов в распределенной вычислительной среде, основанной на применении технологии GRID. Для эффективного использования распределенных информационно-вычислительных ресурсов необходимо использование всех возможностей и, прежде всего, интеграция информационных технологий: GIS, Web и GRID-технологий, предназначенных для обеспечения в режиме онлайн работы с распределенными базами данных и вычислительными ресурсами.

Основным преимуществом такого подхода является то, что при обработке данных владелец данных сохраняет контроль над ними, а разработчик ГИС осуществляет контроль над программным продуктом, что обеспечивает актуализацию информационно-аналитических ресурсов. Таким образом, данный подход позволяет интегрировать ресурсы различной структуры и принадлежащие различным владельцам, а возможность сохранения конфиденциальности информации делает возможным включение в состав пользователей системы организаций из различных отраслей.

## 2. Интеграция ресурсов в геоинформационных задачах проекта «Электронная Земля»

Одной из задач, поставленных в рамках проекта «Электронная Земля», является организация доступа пользователей к существующим средствам обработки геоданных и соответствующей вычислительной инфраструктуре ГРИД, обеспечивающей необходимые вычислительные мощности для запуска ресурсоемких задач.

Одним из удобных способов взаимодействия пользователя с ГРИД является использование проблемно-ориентированных веб-интерфейсов (т. н. ГРИД-порталов), скрывающих от пользователя детали взаимодействия с ГРИД-инфраструктурой. Схема взаимодействия портала с ГРИД-системой основана на фиксации задачи на стороне ГРИД и использовании минимального числа параметризационных настроек, определяемых пользователем через веб-интерфейс портала.

Как правило, портал самостоятельно формирует низкоуровневые ГРИД-задания, находит подходящие ресурсы, осуществляет запуск заданий и контроль их выполнения. В настоящей работе был реализован другой, более гибкий подход, заключающийся в создании отдельного высокоуровневого сервиса обработки геоданных, выполняющего роль «брокера» между порталом и ГРИД. Данная схема базируется на использовании сервис-ориентированного подхода, в рамках которого достигается переход от монолитных распределенных приложений к приложениям, состоящим из набора слабо связанных распределенных компонентов, обнаруживаемых динамически в сети.

Классы Grid-приложений, представляющие интерес для проекта «Электронная Земля»:

— *обработка больших объемов данных (Data-intensive computing)*: вычисления с привлечением больших объемов распределенных данных (например, метеорологическое прогнозирование);

— *коллективные вычисления (Collaborative computing)* — поддержка коммуникации и совместной работы нескольких удаленных участников (например, совместное проектирование и разработка ГИС-проектов) — виртуальные лаборатории.

### а) Обработка больших объемов данных

Данный класс задач связан с синтезом новой информации из данных, размещенных в географически распределенных хранилищах, цифровых библиотеках и базах данных. Процесс анализа данных зачастую требует больших вычислительных мощностей и высокопропускных каналов связи.

Ожидается, что предстоящие эксперименты в области физики высоких энергий будут производить терабайты данных в день или около петабайта за год. Сложные запросы, используемые для поиска «интересной» информации, могут потребовать доступа к большим массивам «сырых» данных. Принимающие в исследованиях ученые и коллективы широко распределены географически, поэтому системы хранения данных также с большой вероятностью будут являться распределенными.

Другой областью исследований, генерирующей большие объемы экспериментальных данных, являются астрономические наблюдения. При этом данные также распределены по множеству баз данных отдельных обсерваторий и т. д. Проект *Digital Sky Survey* должен объединить отдельные источники данных и сделать их доступными для широкого круга исследователей, предоставляя средства для анализа распределенных данных.

Современные метеорологические системы прогнозирования широко используют сбор и анализ данных для объединения результатов дистанционных измерений со спутников. Данный процесс может включать перемещение и обработку гигабайтов данных. С точки зрения архитектуры наиболее важными здесь являются вопросы, связанные с планированием и организацией сложных, интенсивных потоков данных. Как правило, системы данного типа имеют иерархическую структуру, включающую несколько уровней хранилищ данных.

### б) Коллективные вычисления

Приложения данного класса связаны в первую очередь с организацией и повышением эффективности взаимодействия людей в процессе работы над общей задачей. Эти приложения часто включают в себя понятие *виртуального разделяемого пространства*. Многие приложения обеспечивают совместное использование таких ресурсов, как архивы данных и имитационные модели. В этом случае они также имеют общие характеристики с рассмотренными до этого классами приложений.

Типичными примерами подобных приложений являются системы поддержки проектирования, позволяющие нескольким разработчикам взаимодействовать друг с другом и моделью проектируемой системы, зачастую с использованием технологий виртуальной реальности. Также можно отметить системы, поддерживающие визуализацию и совместный просмотр больших объемов данных, а также различные обучающие системы.

### в) Информационное пространство проекта «Электронная Земля»

Информационная поддержка проекта «Электронная Земля» реализуется через сеть распределенных узлов системы — взаимосвязанных порталов, поддерживаемых группами научных учреждений РАН — участников проекта, представляет собой *распределенную инфраструктуру*, взаимодействие в которой основано на общей политике обмена метаинформацией и ресурсами (рис. 1). При этом каждый портал отвечает за определенную предметную и проблемно-тематическую область, либо за отдельные программно-технологические аспекты функционирования всей информационно-аналитической среды.

Порталы имеют иерархическую информационно-технологическую архитектуру с многоуровневой системой управления доступом авторизованного пользователя к ресурсам, обеспечивают соответствующие интерфейсы к средствам решения определенных задач и сценарии выполнения пользовательских заданий. Порталы тем самым в значительной степени сохраняют свою автономность. Этим достигается оптимизация затрат

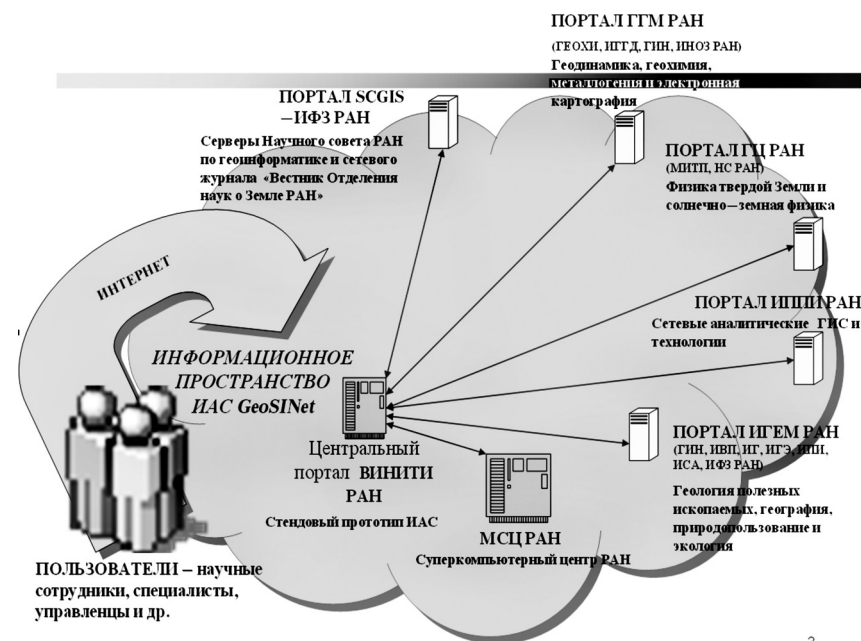


Рис. 1. Информационное пространство проекта «Электронная Земля»

на информационное обслуживание и поддержку интегрированных решений в распределенной инфраструктуре.

Эти порталы предоставляют также средства для совместной (командной) внутренней и внешней работы членов виртуальной организации по использованию ресурсов, технологий и оборудования, а также обеспечивают доступ стратегических пользователей (не членов виртуальной организации), что существенно повышает оперативность поддержки и развития единого информационного пространства системы.

### 3. Интеграция ресурсов для создания «Государственной единой системы информации об обстановке в Мировом океане» (ЕСИМО) Федеральной целевой программы «Мировой океан»

В решении задачи построения информационного пространства по данным о Мировом океане участвуют десятки организаций со своими информационными и аналитическими ресурсами. Для получения необходимой информации пользователем необходима интеграция распределенных гетерогенных ресурсов (рис. 2).

Одним из средств решения этой задачи является разработанная в ИСА РАН аналитическая система «Архимед» — визуализация гидрофизических полей на географической. Система реализована на C-builder 6.0 и является веб-ресурсом, установленным на сервере приложений «Байконур».

Система состоит из двух функциональных модулей — картографическая подсистема и многомерная база данных.

Картографическая система дает карту рельефа произвольного района земной поверхности в меркаторской проекции. Начальный район карты совпадает с районом данных, которые будут отображены на карте (рис. 3).

Система располагает возможности просмотра любого района, содержащегося в начальном районе.

В основе карты лежит 2-минутная оцифровка всего земного шара.

При просмотре района система определяет максимальные значения глубины и высоты, создает цветовую палитру для материка и для океана. Количество уровней на материке и на океане задается при настройке системы.

Кроме того, система может рисовать векторную графику — в настоящий момент береговую черту, реки и озера.

Система позволяет строить широтные и меридианные разрезы. Выбор координат разреза задается мышью.

В этом случае картографическая часть строит профиль дна.

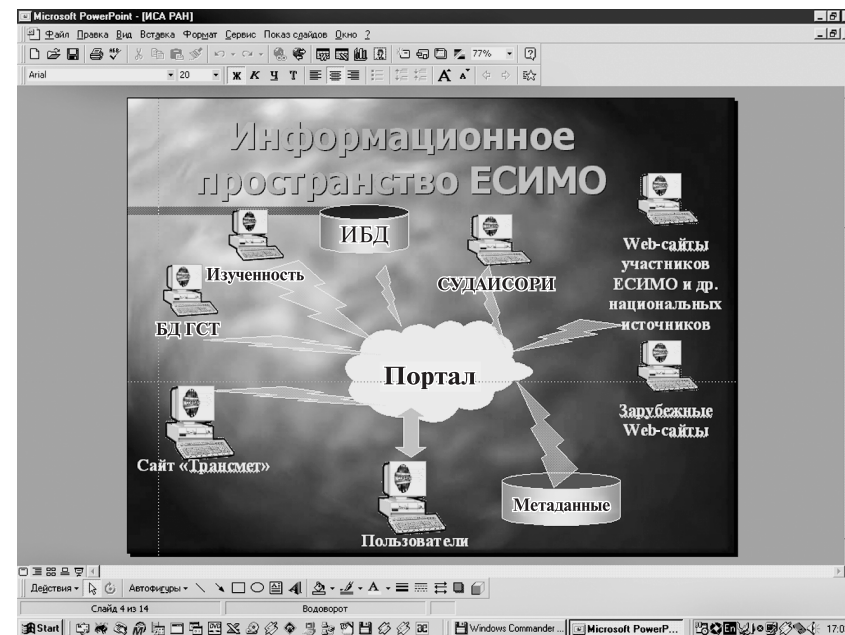


Рис. 2. Информационное пространство ЕСИМО

Для того чтобы получить значение глубины или высоты в данной точке пользователь должен указать ее мышью.

Для указания подрайона в данном районе пользователь должен указать два противоположных угла района.

Пользователь может углубляться неограниченно в подрайоны и возвращаться обратно в верхний район.

Система реализует идеологию многомерной базы данных и работает с многомерными кубами. В качестве осей многомерного куба используются географическая широта и долгота (в градусах) глубина (или высота в метрах) и время (с точностью до дня).

База данных позволяет запросы на разрезы куба по широте и долготы, а также на запрос по глубине в точке. В базе данных хранятся климатические данные как-то температура, соленость и плотность морской воды. Система реализована для скалярных физических полей на регулярной сетке. Система имеет расчетные характеристики плотность морской воды и скорость звука в морской воде.

Основным режимом работы системы является режим отображения скалярного поля (например, температуры морской воды) на географиче-

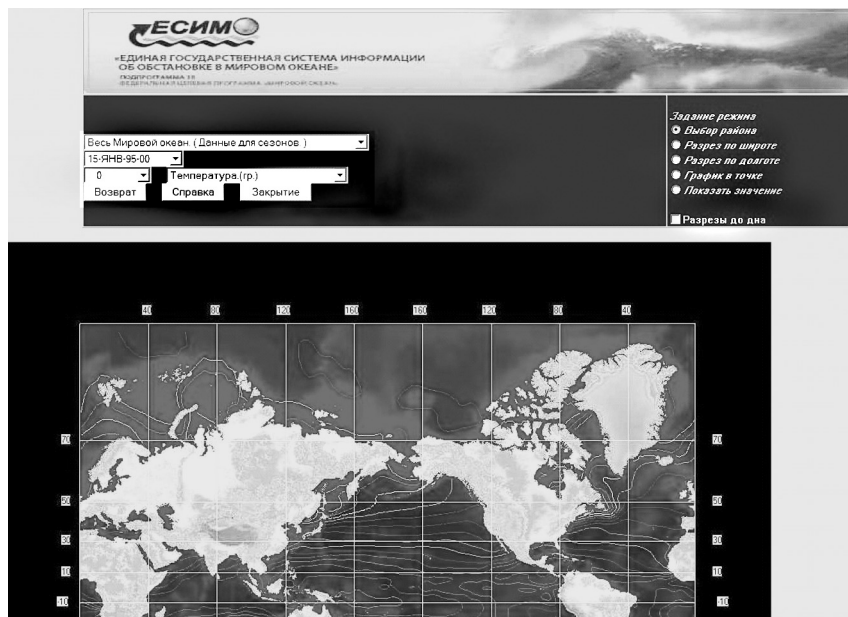


Рис. 3. Пример работы аналитической системы «Архимед»

ской карте в виде изолиний. На изолинии отведено 16 уровней. Значения на уровнях выбираются автоматически исходя из минимального и максимального значения параметра в районе. Изолинии строятся для одного параметра. Если база данных имеет несколько параметров — пользователь может сменить параметр, если несколько глубин (горизонтов) — сменить горизонт, если несколько времен — то сменить время. При скалывании какой-либо точки мышью в режиме разреза на фиксированной глубине — система сообщает координаты точки глубину (высоту) и значение параметра. Рассчитываемые системой изолинии специально не сглаживаются системой, а проводятся прямыми линиями на сетке.

## Заключение

Результаты работы используются для информационного моделирования в задачах снижения рисков, связанных с природной средой, в системном проектировании интегрированного доступа к информационным ресурсам по природной среде. В ходе исследований были получены результаты в нескольких направлениях интеграции информационно — аналитиче-

ских ресурсов о природной среде. Была реализована схема интеграции, при которой ресурсы функционируют на серверах их владельцев. Пользователь со своего рабочего места может исследовать актуализированные варианты комплексной обработки информационных и картографических ресурсов.

Была осуществлена связь между информационно-аналитической системой распределенной обработки данных по наукам о Земле — ИАС GeoSINet («Электронная Земля») и Федеральной программой создания Единой системы океанологической информации (ЕСИМО).

## Литература

1. Геловани В. А., Бритков В. Б. Глобальные модели. Глобалистика: Международный междисциплинарный энциклопедический словарь / Гл. ред.: И. И. Мазур, А. И. Чумаков. М.; СПб.; Нью-Йорк: ЕЛИМА, Питер, 2006. С. 226–228.
2. Бритков В. Б. Интеграция гетерогенных информационно-аналитических ресурсов в задачах поддержки принятия решений, связанных с природной средой. II-ая Всероссийская научная конференция «Теория и практика системной динамики». Материалы докладов. КНЦ РАН. Апатиты, 2007. С. 87–88.
3. Емельянов С. В., Афанасьев А. П., Волошинов В. В., Гринберг Я. Р., Кривцов В. Е. Реализация Grid-вычислений в среде IARnet // Информационные технологии и вычислительные системы. М.: Институт микропроцессорных вычислительных систем РАН, 2005. № 2. С. 61–75.
4. Малинецкий Г. Г. Самоорганизация, управление и будущее России. Будущее России в Зеркале синергетики. М.: КомКнига/URSS, 2006. 272 с.
5. Геловани В. А., Башлыков А. А., Бритков В. Б., Вязилов Е. Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нестандартных ситуациях с использованием современной информационной технологии. М.: URSS, 2001. 304 с.
6. Vladimir Britkov. Information-Analytical Resources Integration in Environmental Emergency Management. In: The International Emergency Management Society. Vol. 14. Ed. Alan Jones. 14th Annual International Conference Proceedings, Trogir, Split, Croatia. 2007. P. 108–115.