

# Веб портал АТМОС, как основа для выполнения интегрированных исследований по окружающей среде Сибири\*

ГОРДОВ Е.П.

*Сибирский центр климато-экологических исследований и образования*

ЛЫКОСОВ В.Н.

*Институт вычислительной математики РАН*

ФАЗЛИЕВ А.З.

*Институт оптики атмосферы СО РАН*

29 января 2004 г.

Web portal on atmospheric environment is developed by international consortium as a bi-lingual information resource in area of atmospheric physics and chemistry and in related domain air quality assessment and management. It opens an access to integrated thematic information, environmental data, models and results of particular situations studies as well as to relevant information and educational resources for professional community, students and general public. The portal has all typical component and services like collections of links, user group registration, discussion forum, etc. Also it has specific scientific services and instruments, which are on-line access to models and algorithms, thematic data collections and extensive educational resources of different level. The portal is designed as a set of interrelated scientific sites, devoted to areas of Atmospheric Sciences (chemistry, spectroscopy, radiation, aerosols, solar-terrestrial interrelations, climatic models, etc.) and sites describing domain of air quality assessment and management and providing environmental information on two Siberia regions, which are Lake Baikal and West Siberia Lowland. Each scientific site is an information-computational system designed in Internet technologies. It allow user to get thematic information as well as to perform relevant computations in his own or neighboring area of expertise on the base of structured data collections on Siberian environment included into the portal sites. Namely this makes the portal quite an appropriate instrument for performance of investigations within interdisciplinary research projects devoted to environmental studies in Siberia. Also middleware developed in course of the ATMOS project performance, namely site engine, content management system and web services allows one to construct an information-computational site as a part of a management system for such project as well as its information-computational infrastructure. First steps in this direction are done within framework of the Integrated Project No 138 of SB RAS "Siberian Geosphere — Biosphere Program: integrated regional study of contemporary natural and climatic changes". INTAS grant 00189 and SB RAS IP No 138 support is acknowledged.

---

\*Работа выполнена при поддержке грантом ИНТАС 00189 и ИП СО РАН №138.

## 1. Введение

Среди проектов ориентированных на создание средств коллективной работы с информационными ресурсами и математическими моделями процессов свойственных системе Земля выделяются четыре проекта выполняемые в настоящее время в США, Японии и ряде европейских государств (некоторые детали этих проектов описаны в нашей статье [1] в данном номере журнала). Одной из центральных технических задач в этих проектах является задача интеграции разных математических моделей в различные комбинации, которые бы позволили бы исследователям не задумываться о технических проблемах сопряжения входных и выходных данных этих моделей. Каждая из математических моделей, используемых в проектах, в свою очередь, интегрирует множество физических и химических процессов. Детализацией механизмов этих процессов занимаются в мире сотни исследовательских групп, и, следовательно, существует также проблема дезинтеграции крупных моделей, модификация их составных частей и сборка разных вариантов. Такого рода задача на современном этапе развития моделирования в сети Интернет не решена.

В проекте ATMOS вычислительные задачи разбиты на элементарные этапы, которые пользователь может контролировать (за исключением задач, связанных с исследованием климата и атмосферной радиации) в диалоговом режиме.

## 2. ATMOS — научный портал для исследователей атмосферы

Основная идея при проектировании портала заключалась в создании среды обеспечивающей исследователя атмосферы данными и инструментами, имеющимися в распоряжении участников проекта. Естественно, такая среда предполагалась быть реализованной средствами Интернет технологий. Информационные ресурсы и вычислительные сервисы участников проекта включали в себя:

1. Данные об измерениях параметров атмосферы над территорией Сибири, получаемые в ИОА СО РАН, ИОМ СО РАН и ИСЗФ СО РАН.
2. Вычислительные модели и связанный с ними аналитический инструментарий
3. Образовательные компоненты, ориентированные на студентов и население
4. Детальное описание озера Байкал и Западно-Сибирской низменности.

### 2.1. Развитие программных средств

Для реализации технической части проекта потребовалось создать промежуточное программное обеспечение, обеспечивающее функционирование портала как многопользовательской системы, ориентированной на решение прикладных задач с доступом по сети Интернет. Структура портала и промежуточного программного обеспечения показана на рис. 1.

Аппаратная часть включает в себя три компонента: сервер баз данных, сервер приложений и кластер (см. Таблицу 1 ниже), ориентированный на решение задач по атмосферной химии и климату.

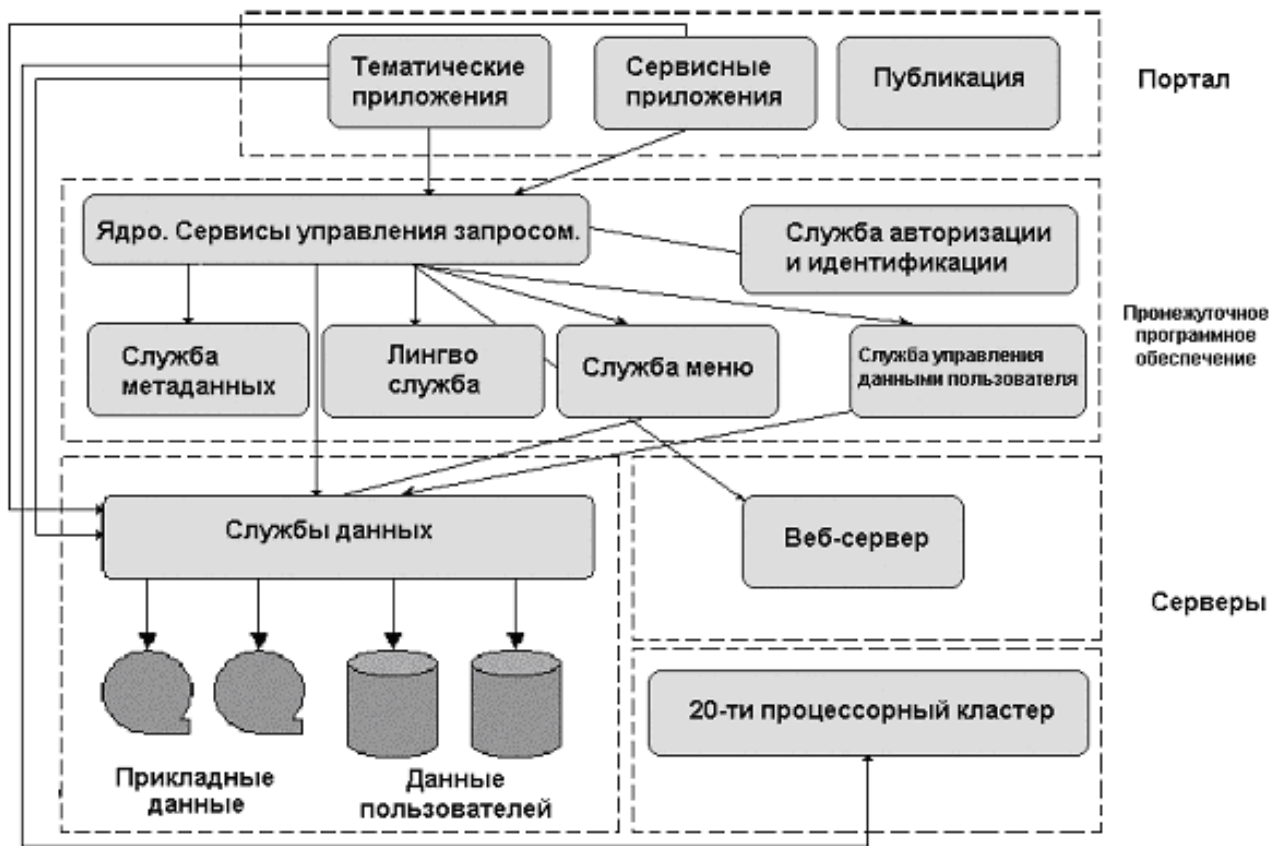


Рис. 1. Структура портала и промежуточного программного обеспечения

Промежуточное программное обеспечение состояло из ядра, выполняющего диспетчерские функции по обработке каждого запроса пользователя [2] и ряда сервисов. Часть из сервисов показана на рис. 1. Служба меню, например, обеспечивала формирование меню для диалоговой системы на основе прикладной логики, создаваемой для каждого предметного сайта. Служба управления данными пользователя обеспечивала целостность данных пользователя в процессе его работы с вычислительной частью предметного сайта. Лингво-служба предназначалась для обеспечения многоязычного представления информации на сайте и меню.

Число узлов	10
Число процессоров	20
Межузловой коммутатор	3 Com Gigabit Ethernet SuperStack 4900
Операционная система	RedHat Linux 7.1
Конфигурация центрального узла	2*Pentium III 1Ghz, RAM 1Gb, 3HDD
Конфигурация узла	2*Pentium III 1Ghz, RAM 1Gb
Тест производительности (Linpack, Benchmark for Distributed-Memory Computers (размерность 30000*30000))	11.5Gfp

Таблица 1. Параметры кластера

Тематические приложения были организованы в виде девяти сайтов. Их перечень приведен в Таблице 2. Сайты разделены на две группы: физика и химия атмосферы, атмосфера и ее влияние на окружающую среду. Тематические сайты, представленные в портале, разделяются по типу. Те сайты, на которых проводятся вычисления, отнесены к информационно-вычислительным системам (ИВС), все прочие, к информационным системам (ИС). К сервисным приложениям относятся словари терминов (сл.), библиография (иб.), Интернет-ссылки (веб-с) и руководство пользователя (рп). На ряде сайтов размещены электронные монографии [3-10] ранее опубликованные в печати.

## 2.2. Тематические сайты группы Физика и химия атмосферы

Каждый сайт этой группы опирается на базы данных или наборы данных характерные для предметной области. Вычислительные модели доступ к которым возможен в портале после регистрации включают в себя 3D модель атмосферы ИВМ РАН для исследования климата, модель, описывающую взаимодействия атмосферы, почвы, снега и растительности, модель рассеяния света на сферических частицах, модель длинно- и коротко-волнового излучения и т.д. В группу входит шесть сайтов. Ниже представлено краткое описание трех из них.

### 2.2.1. Гелио-геофизические измерения в Сибири

Сайт ориентирован на представление данных измерений, проводимых в ИОА СО РАН и ИСЗФ СО РАН в разных слоях атмосферы. На нем представлены почасовые измерения, проводимые на аэрозольной станции ИОА СО РАН (температура, влажность, концентрация аэрозольных частиц, массовое содержание сажи, коэффициент направленного светорассеяния), поминутные измерения давления и компонент магнитного поля Земли в Иркутске, ежедневные измерения УФ излучения Солнца и фотографии Солнца с большого

Тема сайта	Тип	Наличие сервисов	Монография
<b>Физика и химия атмосферы</b>			
Атмосферная химия ( <a href="http://atchem.atmos.iao.ru">http://atchem.atmos.iao.ru</a> )	ИВС	сл., биб., веб-с., рп.	[3]
Атмосферная спектроскопия ( <a href="http://saga.atmos.iao.ru">http://saga.atmos.iao.ru</a> )	ИВС	сл., биб., веб-с., рп.	[4]
Атмосферный аэрозоль ( <a href="http://aerosol.atmos.iao.ru">http://aerosol.atmos.iao.ru</a> )	ИВС	сл., биб., веб-с., рп.	[5-7]
Атмосферная радиация ( <a href="http://atrad.atmos.iao.ru">http://atrad.atmos.iao.ru</a> )	ИВС	сл., биб., веб-с., рп.	[8]
Климат ( <a href="http://climate.atmos.iao.ru">http://climate.atmos.iao.ru</a> )	ИВС	сл., биб., веб-с., рп.	[9]
Гелио-геофизические измерения в Сибири ( <a href="http://solter.atmos.iao.ru">http://solter.atmos.iao.ru</a> , <a href="http://solter.iszf.irk.ru">http://solter.iszf.irk.ru</a> )	ИС	веб-с., рп.	
<b>Атмосфера и ее влияние на окружающую среду</b>			
Озеро Байкал ( <a href="http://baikal.iszf.irk.ru">http://baikal.iszf.irk.ru</a> , <a href="http://baikal.atmos.scert.ru">http://baikal.atmos.scert.ru</a> )	ИС		[10]
Западно-Сибирская низменность ( <a href="http://west-sib.atmos.scert.ru">http://west-sib.atmos.scert.ru</a> )	ИС		[11]
Оценка риска и управление качеством воздуха ( <a href="http://www.ess.co.at/AIR-EIA">http://www.ess.co.at/AIR-EIA</a> , <a href="http://ess.atmos.scert.ru">http://ess.atmos.scert.ru</a> )	ИС		

Таблица 2. Перечень тематических приложений

солнечного телескопа ИСЗФ СО РАН. На рис. 2 показан интерфейс для работы с данными аэрозольной станции. Пользователю предоставлена возможность получения данных в графическом виде за последние сутки, неделю и месяц.

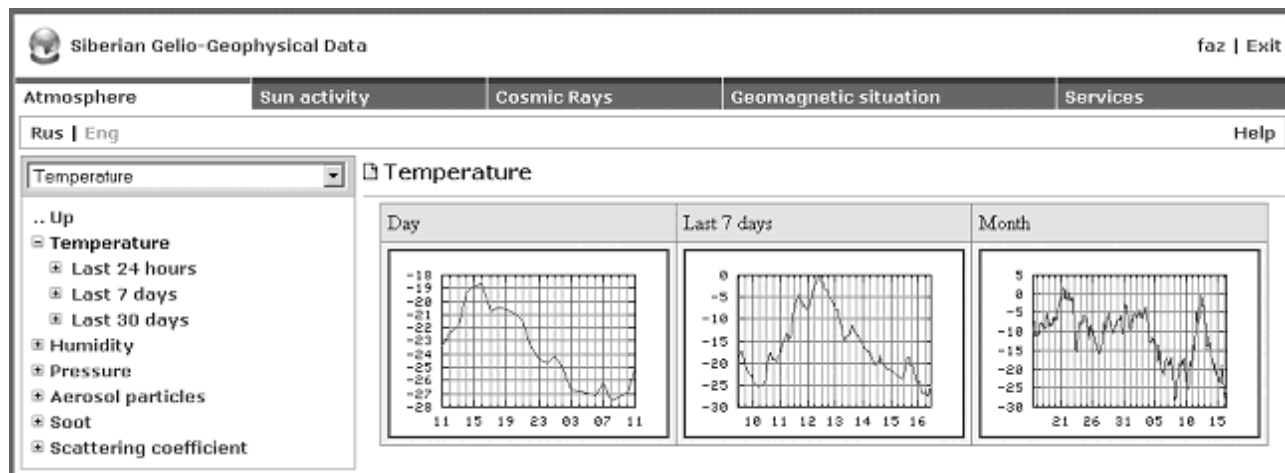


Рис. 2. Интерфейс для работы с данными аэрозольной станции ИОА СО РАН.

### 2.2.2. Атмосферная спектроскопия

Основой информационной системы являются два банка спектральных данных (Nitran и Geisa) [12, 13]. Пользователь может моделировать спектральные свойства изолированной молекулы и молекулярного газа (как однородного по составу, так и разнородного). Расчетные данные могут быть представлены в табличном и графическом виде. Графическое представление данных осуществляется как средствами графики низкого уровня, когда клиенту предоставляется только изображение, так и средствами графики высокого уровня, когда пользователь, получив по сети массив данных, может обрабатывать его меняя способы представления, масштаб, наборы кривых и т.д. На рис. 3 приведен пример графического представления спектра молекулы углекислого газа. Позиционирование манипулятора на любой из спектральных линий приводит к появлению численных значений частоты центра линии и ее интенсивности. В ИВС содержится и ряд других сервисов.

### 2.2.3. Атмосферная химия

Информационно-вычислительная система «Атмосферная химия», предназначена для организации доступа к базе данных по атмосферным химическим реакциям, вывода кинетических уравнений по выбранному пользователем набору реакций, проведения качественного анализа полученных кинетических уравнений.

Анализ локальных химических процессов в атмосферных условиях структурирован таким образом:

1. Выбор реакций или/и циклов из баз данных (формирование химической системы);
2. Вывод кинетических уравнений и их корректировка для открытых систем;

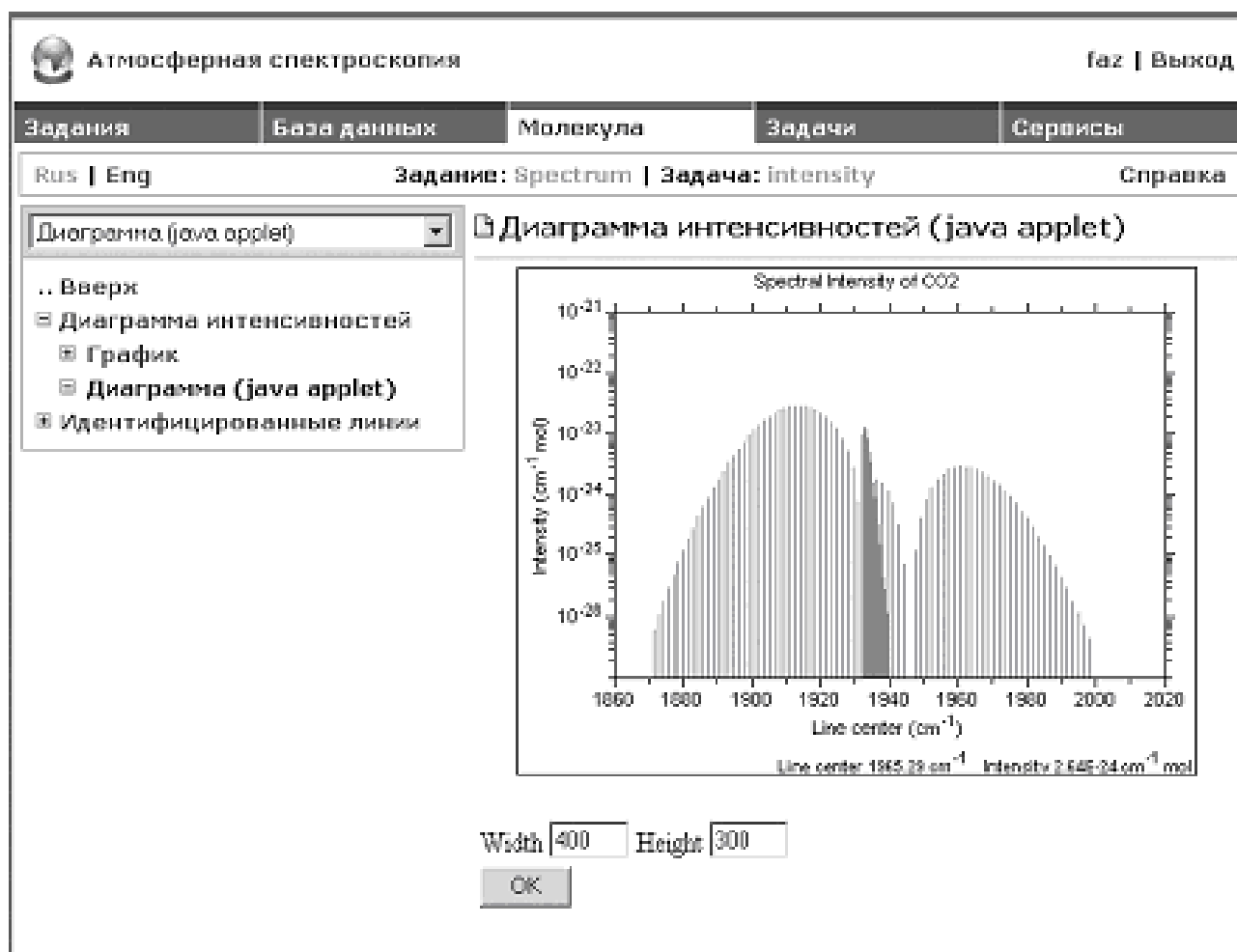


Рис. 3. Графика высокого уровня. Диаграмма интенсивностей молекулы CO<sub>2</sub>.

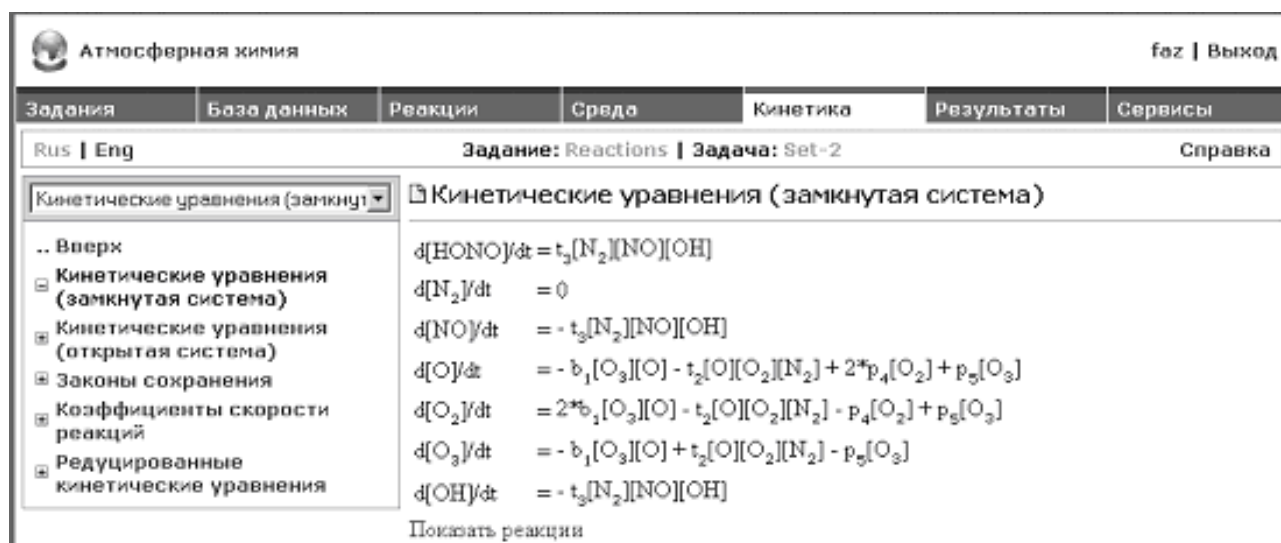


Рис. 4. Вывод кинетических уравнений.

3. Задание атмосферных условий, при которых проводится анализ (высота, температура, давление, солнечная постоянная, статистическая модель атмосферы, альbedo отражающей поверхности и т.д.);
4. Вычисление коэффициентов скорости реакций;
5. Определение стационарных состояний химической системы и временных характеристик им соответствующих;
6. Построение зависимостей концентраций атмосферных веществ от времени;
7. Построение фазовых портретов химической системы (для анализа возможных сценариев динамического поведения).

Построена диалоговая система, позволяющая проводить моделирование химических процессов в атмосфере, по приведенной выше схеме. На рис. 4 показан этап вывода кинетических уравнений по заданному пользователем набору химических реакций.

### **2.3. Тематические сайты группы Атмосфера и ее влияние на окружающую среду**

#### **2.3.1. Загрязнение воздуха и оценка его влияния на окружающую среду**

Сайт портала, посвященный этим вопросам, является русскоязычной репликой сайта, разработанного координатором проекта (фирмой ESS) в ходе выполнения проекта Программы INFO 2000 (<http://www.ess.co.at/AIR-EIA>). Это мультимедийный информационный ресурс, открывающий интерактивный доступ к собранной информации по оценке влияния атмосферных примесей на окружающую среду. Помимо общей информации здесь существенную роль играет образовательная компонента. В частности, пользователь может в онлайн-режиме рассчитывать распределение примесей от выбранных источников в атмосфере и определять их влияние на качество воздуха в конкретном районе города. В качестве основы этих вычислений использованы реальные данные для ряда европейских городов, полученные в ходе выполнения проектов ЕС MUTATE, GAIA и ECOSIM.

#### **2.3.2. Озеро Байкал**

Этот сайт содержит базовую информацию, как о самом уникальном природном комплексе, так и об окружающей его территории. В частности, здесь помещены первые результаты оценки состояния окружающей среды и влияния на нее хозяйственной деятельности, описан региональный климат и приведена другая информация, направленная на возрастание озабоченности населения и региональных управленцев экологическим состоянием комплекса.

#### **2.3.3. Западно-Сибирская низменность**

Этот сайт также содержит базовую информацию о территории, включая соответствующие гео-информационные системы и средства для работы с ними. Более детально представлена информация об еще одном уникальном природном объекте Сибири — Большом Васюганском болоте. В частности, здесь помещены первые результаты оценки его состояния и



влияния на региональный климат, полученные в ходе выполнения соответствующего интеграционного проекта СО РАН.

### **3. Использование портала при выполнении интегрированных региональных исследований окружающей среды**

Региональный аспект исследований окружающей среды в последнее время приобретает всё большее значение [14]. Он важен как для понимания основных тенденций ее изменения в условиях наблюдаемых глобальных изменений, так для понимания поведения системы Земля в целом. Интегрированные исследования должны определять связи между изменениями региональных биофизических, биохимических и антропогенных компонент и их последствиями на глобальном уровне. Развитие интегрированных региональных исследований (ИРИ) — это сейчас один из основных способов реконструирования поведения земной системы и инициирование ИРИ является важнейшей задачей международных программ по глобальным изменениям, включая МГБП.

Региональные исследования принципиально мультидисциплинарны и выполняются большим числом географически разнесенных коллективов исследователей. Например, единственный существующий сегодня пример ИРИ, крупномасштабный биосферно-атмосферный эксперимент в Амазонии, объединяет 80 тесно связанных и координируемых исследовательских групп, объединяющих 600 ученых из Северной и Южной Америки, Европы и Японии. Понятно, что без соответствующей информационно-вычислительной инфраструктуры, позволяющей исследователям эффективно получать знания и быстро достигать понимания огромных массивов данных об окружающей среде.

В рамках планируемого Международной геосферно-биосферной программой ИРИ по Северной Евразии в 2003 г. начато выполнение интеграционного проекта СО РАН «Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений». Этот проект нацелен на изучение основных процессов развития природно-территориальных комплексов региона с учетом взаимодействия между основными компонентами и, в конечном счете, на прогнозирование геосферно-биосферных изменений в Сибири в контексте устойчивого развития региона и выполняется группами исследователей из 19 организаций.

Конечно, портал АТМОС будет использоваться в ходе выполнения проекта, как источник ценной информации об окружающей среде региона. Кроме того, разработанное в ходе его создания промежуточное программное обеспечение [15], позволило нам достаточно просто создать информационную систему — научный сайт проекта (<http://sgbp.scert.ru>). нацеленную на научно-организационную поддержку выполнения проекта и улучшение координации работ его исполнителей. На сайте размещена общая информация о проекте и его ходе, о подобных национальных и международных проектах, о соответствующих национальных и международных программах. Структура открытой для свободного доступа части сайта показана на рисунке ниже.

Кроме того, сайт дает участникам проекта доступ к информационной системе предназначенной для ведения проекта и обмена накопленными партнерами информационными ресурсами. В качестве основы для этой цели используется разработанная ранее типовая интранет научного учреждения [16]. В ней размещаются подробные планы и отчеты всех



Рис. 5. Сайт проекта «Сибирская геосферно-биосферная программа».

участников проекта, полученные в ходе его выполнения результаты, включая результаты наблюдений и моделирования, а также собранные тематические информационные ресурсы.

## 4. Заключение

Веб портал АТМОС уже создает основу для интеграции накопленных отечественными исследователями разрозненных, и зачастую недоступных для других, информационно-вычислительных ресурсов в области наук об окружающей среде. Простейший путь к этому лежит через прямое использование разработанного промежуточного программного обеспечения для создания и управления контентом новых сайтов портала. В то же время с точки зрения организации информационно-вычислительной инфраструктуры современных исследований в области окружающей среды, которая бы обеспечивала исследователей необходимым для совместной работы в этой мультидисциплинарной области набором сервисов это только первый шаг.

## Список литературы

- [1] Гордов Е.П., Фазлиев А.З., Научные информационные ресурсы для поддержки исследований об атмосфере в сети Интернет, Вычисл. технологии, 2004, №. . .

- [2] Ахлѣстин А.Ю., Гордов Е.П., DeRUDDER A., Крутиков В.А., Лыкосов В.Н., Михалев А.В., Фазлиев А.З., FEDRA K., Интернет портал о свойствах атмосферы. Структура и технологии. Труды Всероссийской конференции «Математические и информационные технологии в энергетике, экономике и экологии», ч. 2, Иркутск, 2003, с. 247–254.
- [3] Гордов Е.П., Родимова О.Б., Фазлиев А.З. Атмосферно-оптические процессы: простые нелинейные модели, Томск, Из-во ИОА СО РАН, 2002, 252 с.
- [4] Сеница Л.Н., Методы спектроскопии высокого разрешения, Томск, Из-во ТГУ, 2002, 135 с.
- [5] Кабанов М.В., Рассеяние оптических волн дисперсными средами, ч.1, Отдельные частицы, Издание ТФ СО РАН СССР, 1983, 135 с.
- [6] Донченко В.А., Кабанов М.В., Рассеяние оптических волн дисперсными средами, ч. 2, Система частиц, Издание ТФ СО РАН СССР, 1983, 185 с.
- [7] Кабанов М.В., Панченко М.В., Рассеяние оптических волн дисперсными средами, ч. 3, Атмосферный аэрозоль, Издание ТФ СО РАН СССР, 1984, 189 с.
- [8] Васильев А.В., Мельникова И.Н., Коротковолновое солнечное излучение в атмосфере Земли. Расчеты. Измерения. Интерпретация., СПб, НИИХ СПбГУ, 2002, 388 с.
- [9] Алексеев В.А., Володин Е.М., Галин В.Я., Дымников В.П., Лыкосов В.Н. Моделирование современного климата с помощью атмосферной модели ИВМ РАН, Депонировано в ВИНТИ, № 2086-В98, 03.07.98, 1998, 215 с.
- [10] Антипов А.Н., Плюснин В.М., и др., Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория. Иркутск, Изд-во ИГ СО РАН, 2002, 103 с.
- [11] Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. Под редакцией М.В. Кабанова, Томск, Издательство ИОА СО РАН, 2002, 230 с.
- [12] JACQUINET-HUSSON, N., ET AL, The 1997 spectroscopic GEISA databank, JQSRT, 62, 205–254, 1999.
- [13] ROTHMAN, L.S., RINSLAND, C.P., GOLDMAN, A., ET AL, The HITRAN molecular spectroscopic database and HAWKS (HITRAN Atmospheric WorKStation): 1996 edition, JQSRT, 60(5), 665–710 (1998).
- [14] Challenges of a changing earth: proceedings of the Global Change Open Science Conference, Amsterdam, The Netherlands, 10–13 July 2001; ed. Will Steffen et al, Springer, 2002, 216 pp.
- [15] Ахлѣстин А.Ю., Гордов Е.П., Козодоева Е.М., Лаврентьев Н.А., Фазлиев А.З. Информационная поддержка моделирования атмосферных процессов, Труды международной конференции “Математические методы геофизики”, ч.2 – Новосибирск, Из-во ИИВМиГМ СО РАН, 2003, с. 432–437.

- [16] Ахлестин А.Ю., Фазлиев А.З., Интранет научного учреждения, Вычислительные технологии, 2003, т. 8, с. 137–148.