

# СИСТЕМНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВЕННО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА РЕГИОНАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Окладников И.Г.<sup>1,2</sup>, Титов А.Г.<sup>1,2</sup>, Гордов Е.П.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск

<sup>2</sup> Томский филиал Института вычислительных технологий СО РАН, Томск

<sup>3</sup> Томский государственный университет, Томск

E-mail: oig@scert.ru

**Аннотация.** Представлено системное программное обеспечение (СПО) разрабатываемого экспериментального образца веб-ориентированного производственно-исследовательского центра мониторинга и прогноза региональных климатических изменений, реализующее современные концепции Веб 2.0, элементы ГИС-технологий и возможности интернет-доступа к прикладным моделям, наборам геофизических данных и средствам визуализации результатов исследований.

Программное обеспечение состоит из специализированного веб-портала, модульного вычислительного ядра, набора управляющих PHP-контроллеров и JavaScript-библиотеки для создания типовых элементов графического интерфейса Веб-ГИС приложений на базе открытого ПО Geoserver и GeoExt.

**Ключевые слова:** мониторинг изменений климата, информационные системы, веб-ГИС-технологии.

## Введение

Для информационной поддержки интегрированных научных исследований в области наук о Земле, и, в частности, для комплексного использования изначально разнородных наборов геопривязанных данных, полученных из разных источников, важной задачей является создание основанной на современных информационно-телекоммуникационных технологиях программной инфраструктуры. Современные подходы к обработке наборов геофизических данных позволяют интегрировать различные технологические решения для организации и анализа таких информационных ресурсов. Наиболее перспективным для создания распределенной информационно-вычислительной среды для поддержки мультидисциплинарных исследований в области наук о Земле, включая анализ климатических изменений и их влияние на пространственно-временное поведение растительных экосистем, представляется подход, основанный на комбинированном использовании потенциала веб- и ГИС-технологий [1-7].

Преимущества использования Веб-ГИС технологий заключаются в независимости от веб-браузеров и операционных систем, возможности комбинированного использования географически распределенных источников данных в случае совместимых проекций, масштабов и качества данных, возможности совместного использования вычислительных ресурсов и централизованных хранилищ данных, а также в автоматической установке и обновлении версий приложений. Таким образом, использование технологий Веб-ГИС позволяет выполнить базовые требования к функциональности систем обработки и анализа геофизических данных [9]:

- обеспечение пользователя всеми основными функциями настольной ГИС: выбор карты, навигация по карте, масштабирование и т.д.;
- использование множества базовых тематических слоев для представления различной картографической информации, возможность их комбинирования;
- предоставление в отдельном информационном окне массива информации, связанной с конкретным географическим объектом, по удаленному запросу пользователя;
- наличие механизмов обмена данными с внешними системами на основе открытых форматов данных, а также средств расширения функциональности ГИС программными модулями продвинутых пользователей.

В рамках разработки веб-ориентированного производственно-исследовательского центра мониторинга и прогноза региональных климатических изменений и поддержки непрерывного образования «Климат» авторами было разработано системное программное обеспечение (СПО) центра, состоящее из следующих компонент:

- графический интерфейс веб-приложения;
- модульное вычислительное ядро;
- специализированный веб-портал.

Описание этих компонент приведено в следующих разделах.

## **1. Общее описание системного программного обеспечения**

Разработанное СПО обеспечивает доступ конечного пользователя ко всем функциям программной инфраструктуры с помощью стандартного браузера через специализированный веб-портал, включая возможности распределённой обработки пространственно-привязанных геофизических данных, запуска метеорологических моделей, а также визуализации результатов расчетов. Кроме того, СПО реализует механизмы интеграции в состав вычислительной инфраструктуры, поддерживаемой Платформой, новых аппаратных ресурсов (кластеров, систем хранения данных, систем визуализации), и поддерживает ЭФТЖ, т. 7, 2012

ведение распределённого структурированного архива пространственно-привязанных геофизических данных.

### 1.1. Графический интерфейс веб-приложения

Графический интерфейс веб-приложения (веб-интерфейс) представляет собой набор сценариев, написанных на языках PHP, JavaScript, HTML, с использованием JavaScript-библиотек ExtJS, OpenLayers, GeoExt, и обеспечивающих пользователя интуитивно-понятным онлайн-инструментом, подобным интерфейсам таких распространенных настольных ГИС-приложений, как uDIG, QuantumGIS и др. (Рис. 1).

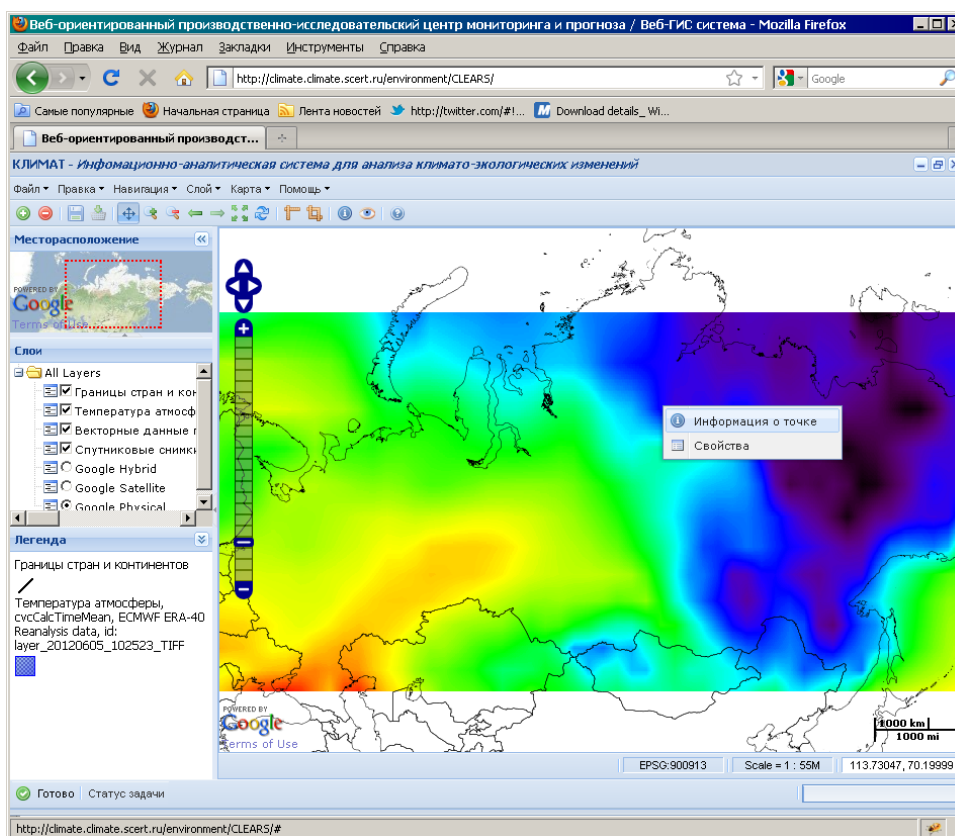


Рис. 1. Графический интерфейс веб-приложения

Основная функциональность веб-интерфейса заключается во взаимодействии с конечным пользователем, решающим вычислительную задачу в области климато-экологического мониторинга и прогноза, обеспечении связи с программными модулями веб-портала (авторизация, локализация, и т.д.), формировании формализованного описания задач для вычислительного ядра, а также в корректном представлении результатов вычислений в цифровом и графическом видах с использованием современных Веб-ГИС технологий. Веб-интерфейс также предоставляет интерфейс программирования приложений (API) для реализации соответствующих PHP-контроллеров, связывающих вычислительное ядро, веб-портал, и картографические веб-сервисы.

Таким образом, веб-интерфейс обеспечивает следующие базисные элементы:

- окно отображения карты с соответствующей информационной панелью (масштабная линейка, навигационная карта, координаты, размеры показываемой области, используемые легенды);
- список слоев отображаемой карты, с возможностью добавления/удаления, включения/выключения, просмотра/редактирования свойств;
- панель навигации;
- общая информационная панель, отображающая текущее состояние приложения;
- общее меню и панель инструментов приложения (увеличение/уменьшение/центрирование/перерисовка карты, информация по заданному объекту, рисование линий/полигонов, и т.д.);
- окно вывода результата запроса пользователя (координаты точки, значения вычисляемых параметров для включенных слоев);
- контекстно-зависимое меню по правому клику мыши;
- диалоговые окна;
- аналитические таблицы и графики.

Графический интерфейс веб-приложения также имеет возможность непосредственно оперировать картографическими веб-сервисами посредством WMS/WFS запросов. Картографический веб-сервис, реализованный в рамках СПО, базируется на ПО Geoserver.

## **1.2. Модульное вычислительное ядро**

Модульное вычислительное ядро представляет собой программу, написанную на языках программирования GNU Data Language и Python, которая обеспечивает чтение и обработку файла задания, а также конвейерное выполнение на его основе последовательности вызовов внешних программных модулей. В процессе выполнения конвейера промежуточные результаты работы с выхода одного модуля передаются на вход другого согласно заданной последовательности. Модульное ядро получает основную функциональность по обработке и визуализации данных за счет использования подключаемых внешних программных модулей, для которых оно предоставляет программный интерфейс доступа к наборам геофизических данных, а также базовые классы для обработки данных, визуализации и вывода результатов.

В состав вычислительного ядра входит подсистема доступа к наборам данных, представляющая собой набор программных модулей, написанных на языке программирования GNU Data Language, которые обеспечивают поиск и выборку из архивов геофизических данных, хранящихся в распределенных дисковых системах хранения. Данная подсистема работает в тесном контакте с вычислительным ядром, которое предоставляет

связующий программный интерфейс и использует получаемые от подсистемы данные в вычислительном процессе.

### 1.3. Специализированный веб-портал

Специализированный веб-портал (Рис. 2) является связующим звеном между элементами

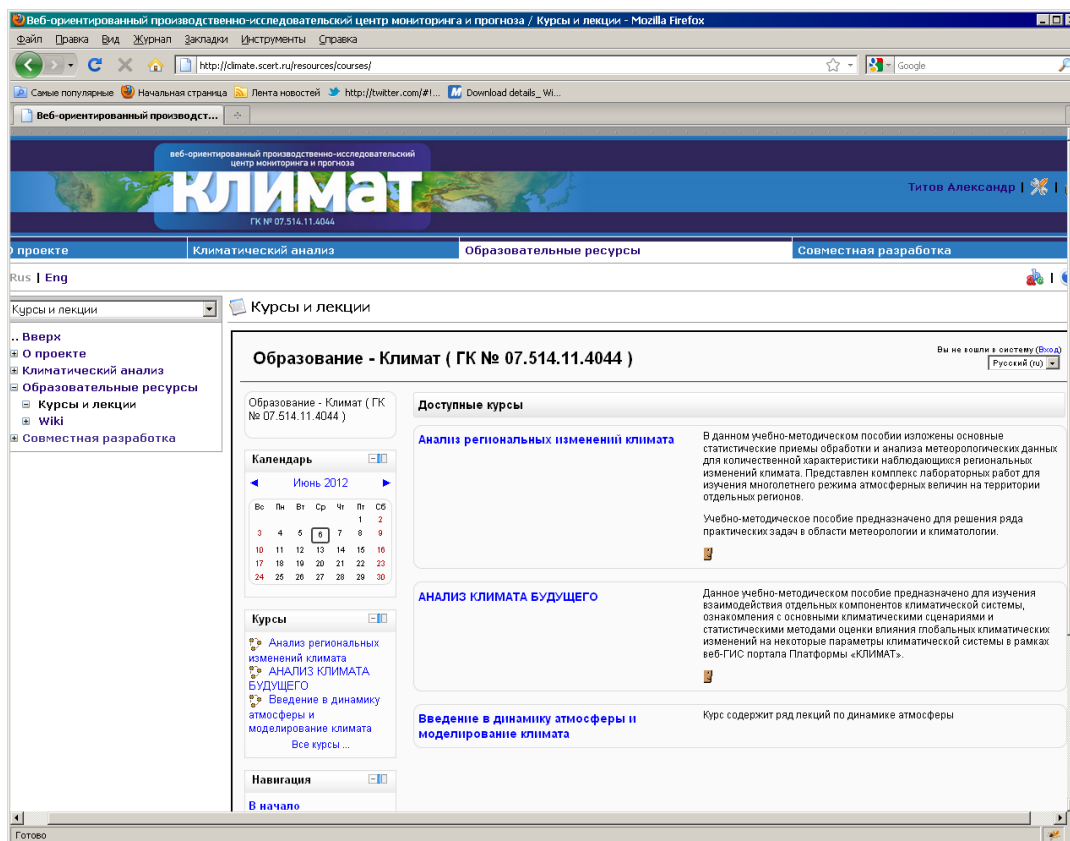


Рис. 2. Веб-портал «КЛИМАТ»

разрабатываемой инфраструктуры, а также обеспечивает взаимодействие с пользователем. Его разработка выполнена согласно общим принципам и стандартам в области создания программного обеспечения, предоставляющего картографические веб-сервисы, разработанным международной некоммерческой организацией Open Geospatial Consortium (OGC, [8]). При этом учтена современная тенденция переноса в веб не только простой визуализации пространственных данных, но и собственно их обработки и анализа. Это стало возможным благодаря использованию мощного инструментария, такого как Mapserver [9], Geoserver [10], FeatureServer [11], и т. д., обеспечивающих сервисы WMS/WFS/WCS, а также развитию собственно веб-клиентов ГИС, отвечающих за реализацию графического интерфейса пользователя. После выполнения сравнительного анализа проектов с открытым исходным кодом, для реализации был выбран современный продукт Geoserver версии 2.1.0. В дополнение к стандартным картографическим веб-сервисам OGC он реализует

спецификацию WFS-T, обладает развитым веб-интерфейсом для интерактивного создания и изменения картографических ресурсов и предоставляет RESTful (Representational State Transfer) интерфейс [12].

В разработанном веб-портале реализуются механизмы авторизации пользователей, подключение к базам данных, использование HTML-шаблонов, языковая локализация, система управления контентом (CMS) и ряд других возможностей, детально представленных в описании ПО.

## **2. Выводы**

Разработанное СПО обеспечивает функционирование веб-ориентированного производственно-исследовательского центра в области исследования изменений регионального климата, объединяя современные концепции Web 2.0, возможности доступа к климатическим и метеорологическим моделям, большим наборам геофизических данных, а также средствам визуализации. Оно предоставляет конечному пользователю доступ ко всем функциям платформы через специализированный веб-портал с помощью интерактивного графического интерфейса пользователя, обеспечивая, в частности, возможность распределённой обработки пространственно-привязанных геофизических данных и визуализацию результатов расчетов.

Работа была частично поддержана Министерством образования и науки РФ (госконтракт 07.514.11.4044), проектами № IV.31.1.5, № IV.31.2.7, проектами РФФИ (№№ 10-07-00547а, 11-05-01190а), и интеграционным проектом СО РАН № 131.

## **Литература**

1. Frans J. M. van der Wel. Spatial data infrastructure for meteorological and climatic data. // Meteorol. Appl.–2005.– V.12.–P.7-8.–DOI:10.1017/S1350482704001471.
2. Gupta, A., Marciano, R., Zaslavsky, I., Baru, C., Integrating GIS and Imagery through XML-Based Information Mediation. // Integrated Spatial Databases: Digital Images and GIS. Lecture Notes in Computer Science(Eds. Agouris, P. and Stefanidis, A.).–1999.– 1737pp.
3. Dragicevic, S., Balram, S., Lewis, J., 2000. The role of Web GIS tools in the environmental modeling and decision-making process. // Abstracts of reports at 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4): Problems, Prospects and Research Needs. Banff, Alberta, Canada.–2000.– September 2-8.

4. Peng, Z-R and Tsou, M-H., Internet GIS // Distributed Geographic Information Systems for the Internet and Wireless Networks.–New York: John Wiley & Sons.–2003.
5. Vatsavai, Ranga Raju, Thomas E. Burk, B. Tyler Wilson, Shashi Shekhar. A Web-based browsing and spatial analysis system for regional natural resource analysis and mapping. // Abstracts of reports at the 8th ACM int. symp. on Advances in geographic information systems. Washington, D.C., US.–2000.–P. 95-101.
6. Якубайлик О.Э. Геоинформационный Интернет-портал. // Вычислительные технологии.–2007.–Т.12.–Спец. Выпуск 3.–С.116-125.
7. Гордов Е.П., Окладников И.Г., Титов А.Г., Богомолов В.Ю., Шульгина Т.М., Генина Е.Ю. Геоинформационная веб-система для исследования региональных природно-климатических изменений и первые результаты ее использования // Оптика атмосферы и океана.– 2012.– Т.25. – № 2. – С. 137-143.
8. Open Geospatial Consortium. // <http://www.opengeospatial.org>.
9. MapServer. // <http://mapserver.org/>.
10. What is GeoServer. // <http://geoserver.org/display/GEOS/What+is+GeoServer>.
11. FeatureServer – RESTful Geographic Feature Storage. // <http://featureserver.org/>.
12. Leonard Richardson, Sam Ruby. Restful Web Services. – First ed.–O'Reilly, 2007–446 pp.