

# ВЕБ-СИСТЕМА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Окладников И.Г., Титов А.Г.

ИМКЭС, Академический пр.,10/3, г.Томск, 634021, Россия

[oig@scert.ru](mailto:oig@scert.ru), [titov@scert.ru](mailto:titov@scert.ru)

*В работе представлены первые шаги в разработке онлайн-системы для визуализации и статистического анализа метеорологических данных. Данная система представляет из себя веб-интерфейс, построенный на базе веб-портала ATMOS. Она позволяет выполнять базовые математические и статистические расчеты, как с различными данными наблюдений (локальные, спутниковые), так и с модельными данными (глобальное и региональное моделирование климата, данные Реанализа), с последующим графическим представлением результатов. На данный момент для обработки и визуализации доступны данные Реанализа NCEP/NCAR, однако гибкая внутренняя структура системы позволяет легко расширять ее возможности для решения разнообразных научных задач. Именно расширение вычислительных возможностей системы является нашей первоочередной задачей в ближайшем будущем. Такая онлайн-система может найти применение в метеорологических и климатологических исследованиях и должна помочь ученым сэкономить время при решении однотипных задач.*

## **1. Введение.**

Наборы метеоданных применяются в различных областях наук о Земле для прогноза, моделирования и интерпретации состояния климата для разных пространственных и временных масштабов и сценариев. В настоящий момент многие институты и научные организации собрали огромное количество метеоданных, содержащих характеристики, описывающие наблюдаемые и моделируемые состояния климата. К сожалению, данные, собранные различными организациями различаются по источнику (стационарные или мобильные локальные измерения, удаленное зондирование с самолетов и спутников, результаты моделирования и реанализа), физическому размещению и доступу, а также по формату файлов, в которых хранятся данные. Нередко программное обеспечение для обработки данных в одной организации является несовместимым с программным обеспечением, используемым в других научных организациях, либо отсутствует вообще. Это затрудняет не только обмен данными и результатами, но также усложняет возможность их унифицированного сравнения и анализа. Все эти факторы затрудняют, либо делают невозможным комплексное практическое применение, обработку, сравнение и визуализацию метеоданных, полученных от разных источников или организаций, тем самым снижая их научную ценность и приводя к напрасным тратам времени на выполнение рутинных задач.

## **2. Постановка задачи.**

В настоящий момент отсутствует унифицированный комплекс программ для проведения математического и статистического анализа, сравнения и визуализации структурированных метеоданных. Одним из способов решения этой проблемы является сбор метеоданных с различных мест и источников, их систематизация, организация, преобразование к единому формату, сохранение на некоторой мощной вычислительной платформе и обеспечение Интернет-доступа к унифицированной информационной системе, имеющей набор стандартных программных инструментов для обработки и визуализации данных. В качестве основы для построения такой веб-системы удобно использовать ядро веб-портала ATMOS [1, 2], инструментарий которого предоставляет богатые возможности для быстрого создания веб-систем практически любой сложности. Для визуализации данных целесообразно применять свободно распространяемую систему Grid Analysis and Display System (GrADS) [3], имеющую широкие возможности графического представления табличных данных и позволяющую строить двух- и трехмерные графики, а также контурные карты земной поверхности. Помимо визуализации данных, GrADS имеет встроенный язык сценариев, который предоставляет возможность выполнять математические и статистические операции над данными. Этот язык предполагается использовать на первых этапах создания системы. В случае необходимости проведения сложных математических

расчетов, должна существовать возможность использования языков программирования C или Fortan. Данная работа посвящена практической реализации данной веб-системы.

### 3. Описание системы.

Разрабатываемая веб-система состоит из трех частей: графического интерфейса пользователя, набора программ, написанных на языке сценариев системы GrADS и структурированных метеорологических данных. Графический интерфейс разработан на базе веб-портала ATMOS с использованием языков HTML, PHP и Java, и представляет собой динамическую форму для ввода параметров расчета и визуализации (Рис. 1). Программы представляют собой независимые модули, подключаемые с помощью PHP и выполняемые системой GrADS, которая по окончании расчетов производит графический вывод результатов в файл. Этот файл в дальнейшем передается в ядро системы для отображения на веб-странице (Рис. 2). Метеоданные в структурированном виде хранятся на жестком диске сервера и доступны только для обработки системой. Пользователь не имеет непосредственного доступа к данным и не может скачать их, однако свободно может получить результаты графического отображения, как данных, так и результатов их обработки.

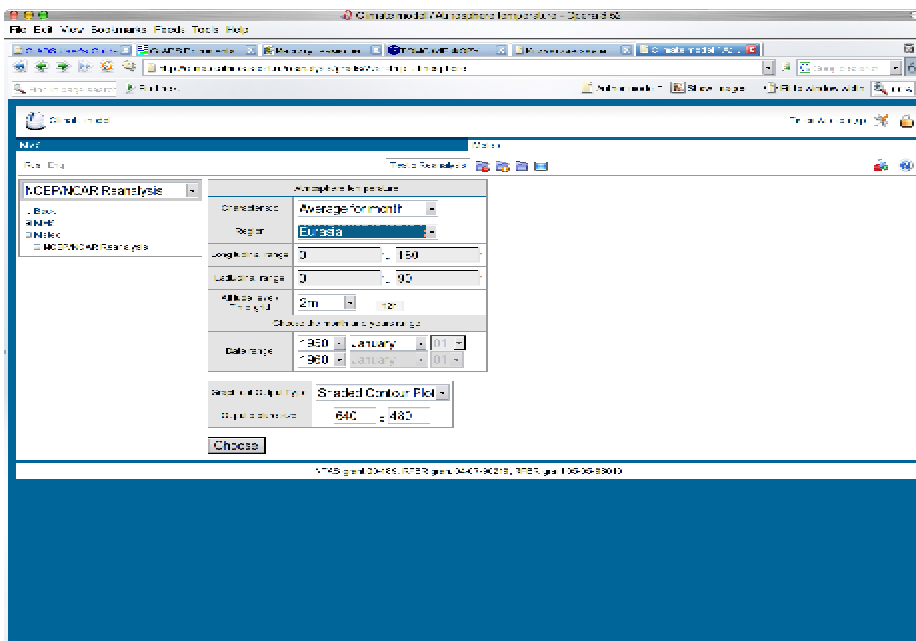


Рис. 1: Окно ввода параметров расчета и визуализации

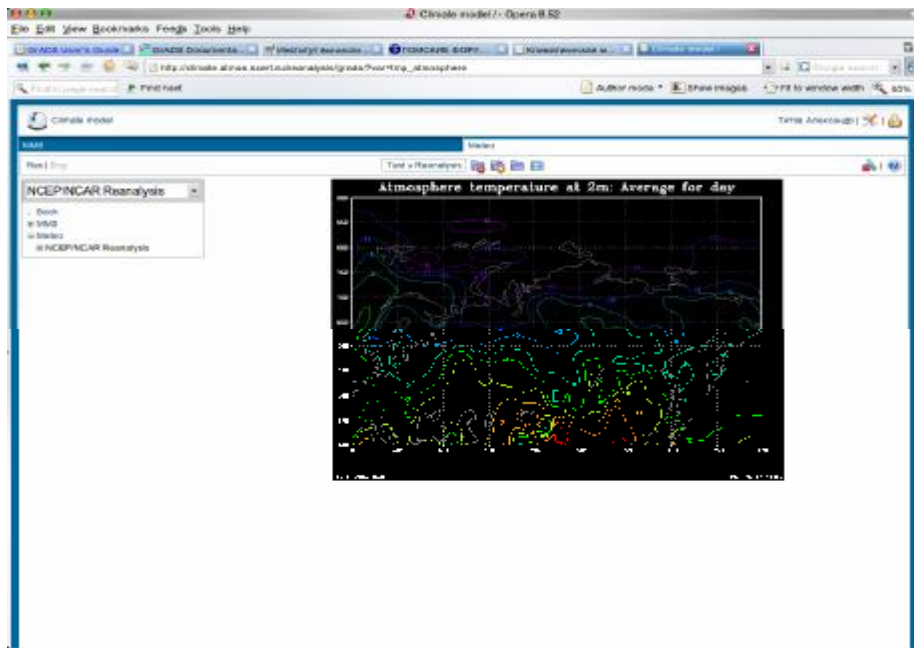


Рис. 2: Окно графического вывода результатов

На данный момент сделаны только первые шаги в решении поставленной задачи. Тем не менее, сейчас система успешно функционирует с использованием внедренного в нее Реанализа NCEP/NCAR [4]. Этот набор данных содержит множество метеорологических параметров, полученных как на основе наблюдений, так и по результатам моделирования для всей Земли в период с 1950 по 2002 годы. Из них было выбрано несколько ключевых параметров, характеризующих общее состояние климата или основные тенденции в его изменениях (температура, давление, влажность атмосферы, температура и влажность почвы, а также уровень осадков). Благодаря ядру web-портала ATMOS, гибкая структура системы обеспечивает простое и быстрое расширение возможностей, как интерфейса пользователя, так и внутреннего программного обеспечения. С точки зрения обработки данных, система позволяет выполнять различные математические операции над данными Реанализа, в частности вычисление средней величины за некоторый период времени для произвольных пространственных и временных диапазонов. Пользовательский интерфейс дает возможность задавать период осреднения данных (предварительные установки: для дня, недели, месяца и т.д., а также задаваемый пользователем), интересующую географическую область (как несколько предварительных установок, так и задаваемую пользователем) и временной диапазон (с возможностью задать несколько непрерывных временных интервалов). Кроме того, присутствует возможность задать набор параметров визуализации данных и результатов обработки: два типа отображения карты (контурная и контурная закрашенная) и размер изображения. После выбора интересующего параметра, типа обработки и визуализации система выдает пользователю результат расчетов в виде графического изображения, построенного с помощью системы GrADS.

Рассмотрим систему более подробно. После регистрации на портале необходимо создать



Рис. 3: Область управления заданиями  
новые задание и задачу, либо выбрать из уже созданных (Рис. 3).

Затем выбрать раздел «Meteo» (Рис. 4) и в левой части окна выбрать подраздел NCEP/NCAR Reanalysis (Рис. 5).

Рис. 4: Выбор раздела



Рис. 5: Выбор подраздела

В центральной части окна появится список ключевых характеристик, работу с которыми предоставляет веб-система (Рис. 6).



Рис. 6. Выбор ключевой характеристики

После выбора интересующего параметра станет доступно окно ввода параметров расчета и визуализации (см. Рис. 1). В данном окне необходимо задать следующие параметры. Выпадающий список «Characteristic» позволяет выбрать одну из расчетных характеристик: среднее за день; за неделю; за месяц; за сезон (лето, зима, осень, весна); за полгода; за год; и за интервал, заданный пользователем (рис. 7).

Atmosphere temperature	
Characteristic	Average for day
Region	Average for day
Longitudinal range	Average for week
Latitudinal range	Average for month
	Average for season
	Average for half of year
	Average for year
	Average for given time period

Рис. 7. Выбор расчетной характеристики

Выпадающий список «Region» задает пространственные границы интересующей области: Сибирь; Европа; Азия; Евразия; Вся Земля; и задаваемые пользователем (рис. 8).

Region	User defined
Longitudinal range	User defined
Latitudinal range	Siberia
	Europe
	Asia
	Eurasia
	Earth
Altitude level/ Time grid	12h

Рис. 8. Выбор интересующей области

Если границы задаются пользователем, то становятся доступны для ввода поля «Longitudinal range» и «Latitudinal range», в который необходимо ввести левую, правую, верхнюю и нижнюю границы географической области соответственно (рис. 9). Широта меняется с запада на восток от 0 до 360, долгота с севера на юг от 90 до -90.

Longitudinal range	0	-	180
Latitudinal range	0	-	90

Рис. 9: Поля ввода интересующей географической области

В выпадающем списке «Altitude level» необходимо выбрать интересующий высотный уровень, для которого необходимо провести анализ (рис. 10). Список доступных высотных уровней зависит от выбранной расчетной характеристики. Небольшое информационное поле «Time grid» показывает какой шаг временной сетки используется для вычисления выбранной расчетной характеристики.

Altitude level/ Time grid	2m	12h
Choose the	2m	ers range
Date range	850mb	uary
	500mb	01
	200mb	1950
	January	01

Рис. 10. Выбор высотного уровня

В полях «Date range» необходимо ввести интересующую временную область. Верхние три поля для ввода года, месяца и дня определяют начало области, нижние три поля – конец области. Интерпретация системой введенных границ временной области зависит от временного интервала, охватываемого выбранной расчетной характеристикой. Если выбрана расчетная характеристика «среднее за интервал, задаваемый пользователем», тогда расчет ведется для всей временной области, заданной в полях «Date range». Если выбрана расчетная характеристика «среднее за день», тогда расчет ведется только для дня и месяца, заданных в верхних полях «Date range» для всего заданного диапазона лет. Например, если начальная дата задана как 01 января 1950 года, а конечный год 1960 (задать конечные месяц и день нельзя), характеристика будет рассчитываться только для 1 января всех лет, начиная с 1950 по 1960 включительно. Аналогично для средней величины за неделю, месяц, полгода и год, с той лишь разницей, что будут недоступны для ввода некоторые неактуальные поля. В случае, если будет выбрана характеристика «среднее за сезон», то вместо месяца появится возможность выбрать сезон: «зима», «весна», «лето» и «осень». Разделение на сезоны – календарное. То есть, зима длится с 1 декабря по 28(29) декабря; весна – с 1 марта по 31 мая; лето – с 1 июня по 31 августа; осень – с 1 сентября по 30 ноября.

В выпадающем списке «Graphical Output Type» необходимо выбрать тип графического вывода: контурная карта или закрашенная контурная карта, а в полях «Output picture size» – желаемый размер рисунка. После ввода всех параметров нужно нажать кнопку «Choose», после чего система произведет необходимые расчеты и выведет результат на экран.

Для демонстрации возможностей системы можно привести следующий пример. Пусть необходимо получить пространственное распределение средней январской температуры атмосферы на высоте 2 м за период с 1950 по 1960 г.г. Интересующая область: 0 – 90 град. С.Ш., 0 – 180 град. В.Д. Результат получить в виде графического изображения закрашенной контурной карты размером 640 на 480 точек. Окно системы с заданными условиями задачи

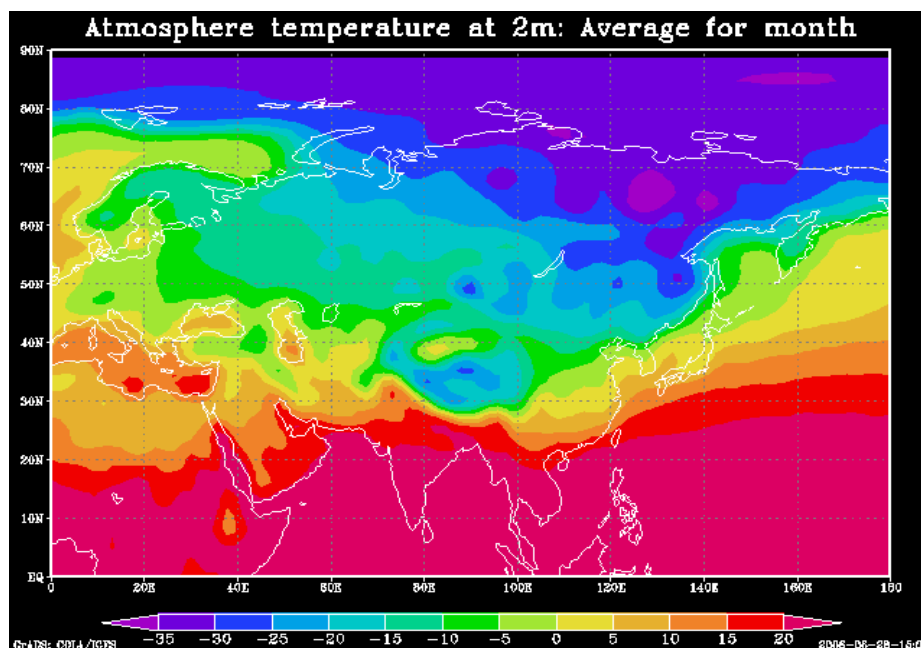


Рис. 11: Результат расчета средней температуры атмосферы на высоте 2м. для января с 1950 по 1960 г.г.

представлено на Рис. 1. Полученный результат приведен на Рис. 11.

#### 4. Заключение.

В ближайшем будущем планируется расширить ее возможности обработки данных путем добавления некоторых базовых статистических функций, таких как вычисление минимальных и максимальных значений, сезонных вариаций, стандартных отклонений и



трендов за заданный период времени для всех выбранных ключевых параметров. Кроме того, планируется добавить другие наборы данных, такие как: локальные измерения (прежде всего, с региональных метеостанций), удаленные наблюдения (с приборов спутникового базирования [5]) и результаты моделирования глобального и регионального климата, выполненные в Институте Вычислительной Математики РАН [6]. Финальная версия системы позволит выполнять базовые математические и статистические расчеты над наборами данных, производить сравнения данных, полученных из разных источников или за разные периоды времени (разности, коэффициенты регрессии), получать основные климатические характеристики и, конечно, представлять результаты в графическом виде. Данная веб-система является частью разрабатываемого комплекса программ для обработки и визуализации метеорологических данных для исследовательских нужд, и будет использована в разработке распределенной информационно-вычислительной инфраструктуры в рамках Сибирского Регионального Исследования Сибири [7] для поддержания мультидисциплинарных исследований окружающей среды этого региона.

## 5. Благодарности.

Авторы благодарят Е.П. Гордова за общее руководство проектом, моральную поддержку и ценные советы по созданию и настройке системы. Данная работа частично поддержана грантом РФФИ №05-05-98010, Интеграционным проектом СО РАН №34 и проектом 6-й Рамочной Программы ЕС Enviro-RISKS (INCO-CT-2005-013427).

## Литература

1. ATMOS portal, <http://atmos.scert.ru/>
2. Gordov E. P., Lykosov V. N., and Fazliev A. Z. Web portal on environmental sciences "ATMOS", Adv. Geosci., 2006, 8, 33–38, ([www.adv-geosci.net/8/33/2006/](http://www.adv-geosci.net/8/33/2006/)).
3. [Grid Analysis and Display System, http://www.iges.org/grads/](http://www.iges.org/grads/)
4. NCEP/NCAR Reanalysis, <http://www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis/reanalysis.shtml>
5. Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, Archived Data Sets, <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/data/dataset/>
6. Институт вычислительной математики РАН, <http://www.inm.ras.ru/>
7. Gordov E.P., Begni G. Siberia integrated regional study development // Computational Technologies, 2005, Vol. 10, Part 2, p. 149-154.

## **Web-system for processing and visualization of meteorological data**

Okladnikov I.G., Titov A.G.

First steps in developing of an online system for visualization and statistical analysis of meteorological data are presented. This system represents a dedicated web-interface based on the web-portal ATMOS engine. It allows to perform basic mathematical and statistical computations on various observational (in-situ, satellites) and model (global and regional models, reanalysis) data with consequent graphical representation of results. At the moment only the NCEP/NCAR Reanalysis is accessible for processing, and possibilities of the system are limited but its flexible internal organization allows to improve and enhance it in the future to satisfy diverse scientific demands. Extension of processing possibilities and addition of other meteorological data are our future tasks. Such online system is supposed to find application in meteorological and climatological investigations and should help researchers to save time during performing the same repetitive analytical tasks.