

среднемесячным данным. Из рисунка видно, что межсуточные изменения D и H в обоих пунктах наблюдения взаимосвязаны. При усилении струи тока с юга в Магадане пропорционально увеличивается ток с северо-востока в Ленинграде, в случае увеличения D в предполуночном и утреннем экстремумах – увеличиваются токи с юго-запада. На основании вышеизложенного можно предположить, что южный ветер, ответственный за формирование околополуденного меридионального тока в Магадане, в основном замыкается в системе Sq1 – вихря ионосферной токовой системы, а аналогичные факторы действующие на долготе Ленинграда замыкаются в основном в системе Sq2 – вихря. Такое различие в формировании ионосферной токовой системы на разных долготах может быть связано с существованием на средних широтах проявления вихревых ветровых структур на высотах мезосферы – нижней термосферы в виде пространственно-наклонных тонких (~ 10 км) чередующихся по высоте ветровых слоёв [2].

Список литературы

1. Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. – М.: Мир, 1975. – 510 с.
2. Будко А.С., Голубев Е.Н., Иванова И.Н. и др. Особенности суточных и полусуточных колебаний температуры и ветра над пунктом Волгоград / Суточные и широтные вариации параметров атмосферы и корпускулярные излучения. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. с. 86 – 104.
3. Мишин В.М. Спокойные геомагнитные вариации и токи в магнитосфере. – Новосибирск: Наука, 1976. – 207 с.
4. Результаты геомагнитных наблюдений обсерватории «Ленинград». – М.: Наука, 1979. – 229 с.
5. Ришбет Г., Гарриот О.К. Введение в физику ионосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 304 с.
6. Справочник по переменному полю. Л.: Гидрометеиздат, 1954. – 267 с.
7. Фадеев Б.В., Мишин В.М. Ветры в среднеширотной ионосфере и генерация ими Sq-подобного электрического поля и токов: Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца. – М.: Наука, 1985. вып. 74, с. 162 -170.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В БАЗЕ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «БОРОК»

REPRESENTATION OF GEOPHYSICAL FIELDS IN “BOROK” GEOPHYSICAL OBSERVATORY DATA BASE

Э.М. Дмитриев, С.В. Анисимов

Геофизическая обсерватория «Борок» филиал ИФЗ им. О.Ю.Шмидта РАН

Geophysical observations are the major experimental background of researches of geophysical fields and their interactions. During last decades in these researches the information technologies and geophysical databases began to play a key role. In the report the modern information technologies used in Borok Geophysical Observatory IPE RAS for logging, processing, storage and access providing to the data of geophysical measurements, presented in the middle-latitude Borok Geophysical Observatory database, are considered. Borok Geophysical Observatory carries out the classical geomagnetic and air electric measurements as well as registration of a wide spectrum of various geophysical fields (ULF geomagnetic field pulsations, an atmosphere electric current, telluric currents, meteorological parameters). Complex character of the data, presented in the database, a low level of anthropogenous pollutions and registration of observable geophysical fields with high sampling rate allow using them for studying the fine geophysical phenomena and fast processes.

Введение

Важнейшей экспериментальной основой исследований геофизических полей и их взаимодействий служат обсерваторские геофизические наблюдения. На протяжении последних десятилетий ключевую роль в этих исследованиях стала играть информационно-вычислительная техника, информационно-сетевые технологии, электронные базы данных геофизических наблюдений [1-7]. В данной работе рассмотрены современные информационные технологии, применяемые в Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН (<http://www.brk.adm.yar.ru>) для сбора, обработки, хранения и обеспечения доступа к данным обсерваторских измерений геофизических полей, представленных в базе данных среднеширотной Геофизической обсерватории «Борок» (<http://geobrk.adm.yar.ru:1352>).

Измерительный комплекс

Геофизическая обсерватория «Борок», основанная в декабре 1955 г., формировалась как научно-исследовательская структура Института физики Земли Академии наук СССР. Круг проблем, связанных с натурными геофизическими наблюдениями, включал исследования ультранизкочастотных (ULF) пульсаций магнитного поля Земли и теллурических токов, что было связано, прежде всего, с программами Международного Геофизического Года, и предопределялось, в свою очередь, задачами солнечно-земной физики, развитием методов теллурического зондирования и диагностики состояния околоземных газо-плазменных оболочек. К настоящему времени обсерваторские наблюдения существенно дополнены измерениями главного магнитного поля, электричества атмосферы, атмосферного давления, риометрического поглощения, Допплеровского смещения радиочастоты, метеопараметров. Таким образом, формируемая в результате измерений база данных позволяет решать широкий круг задач геоэлектродинамики, глобальной электрической цепи и солнечно-земных связей.

Обсерваторский измерительный комплекс состоит из набора соответствующих наблюдаемым полям датчиков, усилителей, аналоговых фильтров, системы энергопитания и синхронизации. Данные наблюдений регистрируются цифровыми системами сбора данных и через локальную сеть сбора данных непрерывно поступают в базу данных среднеширотной Геофизической обсерватории «Борок». В непрерывном обсерваторском режиме регистрируются следующие геофизические поля:

- три компоненты геомагнитного поля и полный вектор геомагнитного поля (регистрируются автоматической магнитной станцией Международной программы сети магнитных обсерваторий INTERMAGNET);
- вариации геомагнитного поля (регистрируются цифровым магнитометром Международной сети субавроральных магнитометров SAMNET);
- ULF пульсации геомагнитного поля (измеряются индукционными магнитометрами);
- три компоненты теллурических токов; доплеровский сдвиг при отражении от ионосферы радиоволны фиксированной частоты (4.625 МГц);
- атмосферное электрическое поле (измеряется электростатическим флюксметром);
- вертикальный электрический ток атмосферы (измеряется антенной «токовый коллектор»);
- вариации атмосферного давления (измеряются высокочувствительным жидкостным микробарографом);

- метеорологические параметры, включая температуру воздуха, атмосферное давление, влажность, осадки, направление и скорость ветра (регистрируются цифровой радио-метеостанцией WS-2500).

Сбор данных

Локальная сеть сбора данных обеспечивает непрерывное поступление и обработку геофизических данных, наполнение базы данных в режиме реального времени. Все компьютеры, входящие в локальную сеть сбора данных, работают под управлением ОС LINUX, связь между ними осуществляется через коммутатор, функционирующий независимо от локальной сети и сервера Геофизической обсерватории «Борок». Схема сети сбора данных представлена на рис. 1.

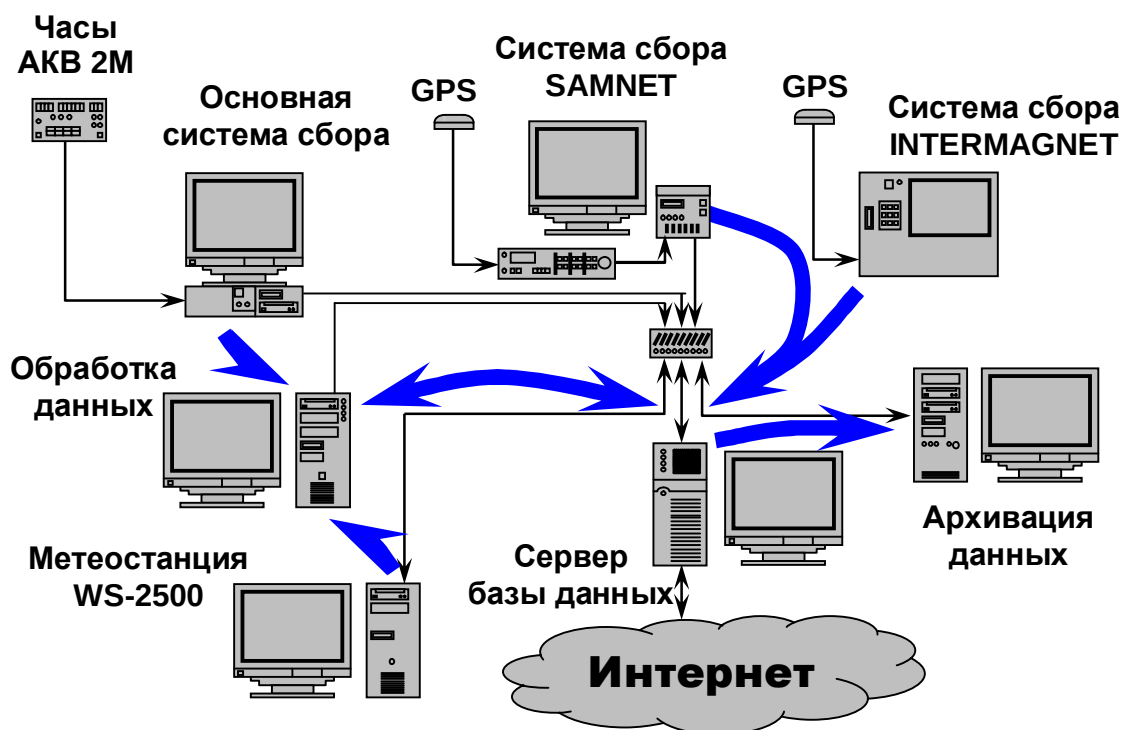


Рис.1. Схема локальной сети сбора данных.

Непрерывное наполнение базы данных в реальном времени результатами регулярных обсерваторских наблюдений среднеширотных геофизических полей обеспечивается *основной системой сбора*. Данные на основную систему сбора поступают с датчиков геофизических полей. Высокоточные *кварцевые часы АКВ 2М* обеспечивают привязку данных к единому времени (UT). Преобразование данных в цифровой вид, их первичное накопление и передача на компьютер обработки данных осуществляются на компьютере сбора данных, с встроенной платой аналого-цифрового преобразователя и сетевой картой. Тактовая частота системы сбора составляет 10Гц. Данные сохраняются в буферной директории на жестком диске системы сбора в часовых файлах во внутреннем представлении.

В базу данных через локальную сеть сбора данных поступают также данные с магнитометрической станции, входящей в международную сеть SAMNET (<http://www.dcs.lancs.ac.uk/iono/samnet>) и включающей в себя наряду с трехкомпонентным Fluxgate-магнитометром, систему GPS для привязки данных к единому времени и систему сбора данных SAMNET. Тактовая частота сбора данных системы

SAMNET составляет 1Гц. Данные сохраняются в буферной директории системы сбора в часовых файлах в текстовом виде.

Автоматическая магнитная обсерватория международной сети INTERMAGNET (<http://www.intermagnet.org>) включает в себя наряду с измерительной аппаратурой систему GPS для привязки данных к абсолютному времени *систему сбора данных INTERMAGNET*. Интервал сбора данных системы сбора INTERMAGNET составляет 1 мин. Данные сохраняются в часовых файлах в текстовом виде на сменной дискете и переносятся на компьютер обработки данных оператором.

Метеостанция WS-2500 подключена к выделенному для работы с ней персональному компьютеру, включенному в локальную сеть сбора данных. Интервал сбора данных метеонаблюдений составляет 15 мин. Программное обеспечение, поставляемое с метеостанцией, работает под управлением ОС Windows, опрашивая входящие в состав метеостанции датчики и отображая текущую информацию на экране. При этом данные метеорологических наблюдений сохраняются на жестком диске во внутреннем формате.

Обработка первичных данных, поступающих с компьютеров сбора данных, включая их форматирование, усреднение, перевод в физическую величину, осуществляется на *компьютере обработки данных*. Одновременно на компьютере обработки данных формируются gif-файлы с графическим представлением данных, которые затем переносятся на сервер базы данных.

Сервер базы данных обеспечивает хранение собственно базы данных и Интернет-доступ к данным через локальную сеть Геофизической обсерватории «Борок». На сервере базы данных располагается web-сайт базы данных, содержащий файлы с описанием базы данных, графическим представлением данных, интерфейсные формы для запроса данных пользователями базы данных.

Ежемесячно первичные данные, полученные за истекший месяц, переносятся на диски CD ROM, являющиеся основным архивным носителем цифровой информации базы данных. Изготовление CD ROM производится на *компьютере архивации данных*.

Обработка данных

Обработка данных, производимая на компьютере обработки данных, осуществляется специальными программами отдельно по каждому из измеряемых полей. Данные с основной системы сбора считываются из буферной директории компьютера сбора данных и переписываются в директорию хранения данных, расположенную на сервере базы данных. Каждый файл данных содержит данные по одному каналу, полученные за один час. Имена часовых файлов имеют вид: YYYY_MM_DD_HH.CC, где YYYY – год (начиная с 1997), MM – месяц (01–12), DD – день (01–31), HH – час (00–23), CC – номер канала (00–15). Файл состоит из последовательности двухбайтовых записей, каждая из которых содержит данные, полученные за один опрос соответствующего канала АЦП. При формировании часовых файлов данных программа обработки контролирует по маркам времени правильность привязки данных ко времени, обнаруживает и маркирует пропуски в данных.

Программа обработки данных, поступающих с магнитометрической станции SAMNET, запускается раз в сутки. Программа преобразует данные из формата стандарта SAMNET в вышеописанный формат. Для данных с магнитометрической станции SAMNET в базе данных зарезервированы номера каналов 16, 17 и 18. Временной интервал между записями в часовых файлах, соответствующих этим каналам, составляет не 0,1сек, а 1сек, что соответствует частоте опроса в системе сбора магнитометрической станции SAMNET.

Программа обработки данных метеонаблюдений переводит их из внутреннего формата метеостанции в текстовый формат и переносит полученные суточные файлы данных на сервер базы данных. Суточные файлы данных метеонаблюдений содержат отсчеты времени и результаты наблюдений всех метеорологических полей в физических величинах в виде колонок чисел.

Вслед за программами обработки запускаются программы преобразования данных в физические величины. Программы преобразуют данные из сформированных часовых файлов по одному или группе каналов в физические величины, проводя одновременно усреднение и децимацию данных, и сохраняют их в виде текстовых файлов в директориях сервера базы данных, к которым обеспечивается доступ через Интернет. Далее по данным, полученным на предыдущем этапе, программами визуализации строятся амплитудно-временные графики (для аэроэлектрического поля, вариаций геомагнитного поля, метеорологических параметров) и спектрально-временные диаграммы (для ULF пульсаций геомагнитного поля). Графики и спектрально-временные диаграммы сохраняются в виде gif-файлов на сервере базы данных в пространстве web-сайта базы данных. Идентификаторы файлов имеют формат YYYY_MM_DD_NH_CC.gif, где YYYY – год, MM – месяц, DD – день, NH – час, CC – канал.

Представление данных в Интернет

Представление данных в Интернет обеспечивается специализированным сервером базы данных, доступ к которому осуществляется через сервер Геофизической обсерватории "Борок". Предоставляемая для свободного доступа через Интернет часть базы данных размещается в отдельной директории на сервере базы данных. Пользователям Интернет предоставляется свободный доступ к данным наблюдений следующих геофизических параметров:

- трех компонент вариаций геомагнитного поля;
- трех компонент ULF пульсаций геомагнитного поля;
- вертикальной компоненты атмосферного электрического поля;
- метеорологических параметров.

Информация по каждому из четырех типов полей, предоставленная для свободного доступа через Интернет, размещается в отдельных поддиректориях (поддиректории Magnet, Geopuls, Electric, Weather). В отдельных файлах корневой директории и поддиректорий данных размещаются общая информация о представляемых данных (файлы index.html), описание измерительного комплекса и используемых датчиков (файлы sensors.html), руководства по пользованию базой (файлы help.html), а также формы запросов данных (файлы request.html). Графическая информация (пиктограммы, логотипы, графики данных и спектрально-временные диаграммы) хранится в директориях img корневой директории и соответствующих поддиректорий.

Обработанные данные в физических величинах размещаются в директории, закрытой для свободного доступа. В ее отдельных поддиректориях размещаются данные наблюдений по каждому типу геофизических полей. Доступ к ним осуществляется только через ftp-сервер Геофизической обсерватории «Борок». Взаимодействие пользователя с web-сайтом базы данных, размещенном на сервере базы данных, осуществляется через стандартный http-протокол. Язык сайта – английский. Вся текстовая информация представлена в файлах формата HTML. Графическая информация – в файлах gif и jpeg.

На начальной странице сайта (<http://geobrk.adm.yar.ru:1352/index.html>). На ней даны ссылки на сайты поддерживающих базу данных организаций: Российскую Академию Наук (<http://www.ras.ru>), Российский Фонд Фундаментальных Исследований

(<http://www.rfbr.ru>), Институт физики Земли (<http://www.scgis.ru>), Геофизическую обсерваторию "Борок" (<http://wwwbrk.adm.yar.ru>), Лабораторию Геоэлектромагнитного мониторинга (<http://wwwbrk.adm.yar.ru/gemm>).

С начальной страницы посетитель сайта может перейти к просмотру руководства по пользованию базой, правил пользования базой и к разделам базы данных, посвященным отдельным видам наблюдений (вариаций геомагнитного поля Земли, ULF геомагнитных пульсаций, электрического поля атмосферы, метеорологических данных). Вид страницы с картой web-сайта представлена на рис. 2. Все страницы сайта имеют меню со ссылками на подразделы текущего уровня и логотип Геофизической обсерватории «Борок», со ссылкой на начальную страницу сайта.

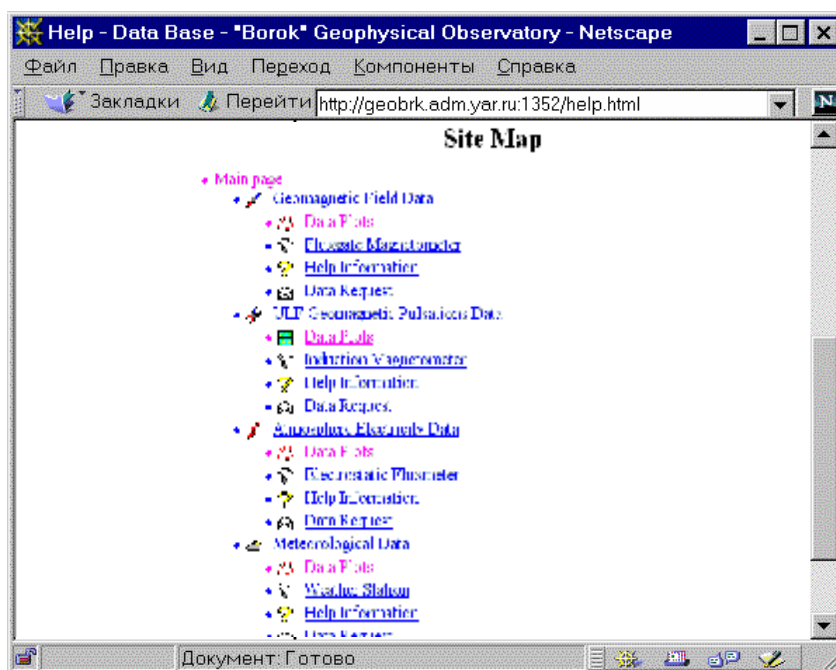


Рис.2. Страница с картой web-сайта базы данных ГО «Борок» ИФЗ РАН.

Особым образом организованы ссылки в меню на просмотр данных (View Data). Эти ссылки указывают на программу генерации файлов просмотра данных. При первом обращении к программе (без параметров), она генерирует «на лету» html-файл, отображающий изменение выбранного геофизического параметра за последние сутки. При этом используются графические файлы, сгенерированные программами сбора и обработки данных.

При последующих обращениях к программе в качестве параметров задаются год, месяц и день выборки данных подлежащих визуализации. Программа генерации файлов просмотра данных генерирует html-файлы, отображающие изменение выбранного геофизического параметра для заданной даты. При этом процесс генерации страниц просмотра данных скрыт от пользователя, который переходит от одной даты к другой привычным способом, пользуясь ссылками на сгенерированных html-страницах.

Запрос данных пользователем осуществляется путем заполнения формы. Формы для запроса различных типов данных несколько отличаются. Однако общий вид формы и алгоритм обработки запросов один для данных по любому из регистрируемых геофизических полей. Обязательными для заполнения являются поля формы Time Interval (Интервал Времени) (указываются год, месяц, день и час); First Name (Имя); Surname (Фамилия); E-mail (Адрес электронной почты). После обработки запроса пользователь

получает подтверждение о выполнении запроса. Запрошенные данные отправляются пользователю по электронной почте. Одновременно по электронной почте уведомление администратору базы данных о полученном запросе и информация о запросе вносится в специальный файл регистрации запросов на сервере базы данных. Таким образом, обеспечивается контроль запросов данных администратором базы данных и учет всех выполненных запросов.

Заключение

Геофизическая обсерватория «Борок» ИФЗ РАН проводит наряду с классическими геомагнитными и аэроэлектрическими наблюдениями регистрацию широкого спектра различных геофизических полей (ULF пульсаций геомагнитного поля, аэроэлектрического тока, теллурических токов, метеопараметров). Комплексный характер представленных в базе данных обсерваторских наблюдений, низкий уровень антропогенных помех и регистрация наблюдаемых геофизических полей с высокой тактовой частотой позволяют использовать их для изучения тонких геофизических явлений и быстрых процессов. Внедрение современных информационных технологий в Геофизической обсерватории «Борок», создание базы данных наблюдений, предоставление доступа к данным через Интернет позволяет существенно расширить круг пользователей данных и решаемых на их основе научных и практических задач.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 05-07-90262).

Список литературы

1. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М., Анисимова Е.Б., Сычев А.Н. База данных Геофизической обсерватории «Борок», Электронный научно-информационный журнал «Вестник ОГГГН РАН», М.: ОИФЗ РАН, 2001. URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/4-2001/anisimov.htm,
2. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М., Анисимова Е.Б., Бакастов С.С. Информационные технологии в системе геоэлектромагнитного мониторинга Геофизической обсерватории «Борок» РАН, Материалы Всероссийской конференции «Геофизика на рубеже веков», Москва, 71–72, 2002.
3. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М. Информационно-измерительный комплекс и база данных Геофизической обсерватории «Борок» РАН, – М.: ОИФЗ РАН, 2003. – 44с.
4. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М. Развитие информационных технологий в системе мониторинга геофизических полей Геофизической обсерватории «Борок», Электронный научно-информационный журнал «Вестник ОНЗ РАН», М.:ОИФЗ РАН, 2005. URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2005/inform-1.pdf
5. Анисимов С.В., Дмитриев Э.М., Сычев А.Н. Информатизация обсерваторских геофизических наблюдений, Сборник научных трудов «Геофизические исследования», 2007 (в печати).
6. S.V.Anisimov, E.M.Dmitriev, Aeroelectrical constituent in the database of Borok Geophysical Observatory, Proc. of 12th Int. Conf. on Atmospheric Electricity, Versailles, France, 693–696, 2003.
7. S.V.Anisimov, E.M.Dmitriev, The telematic applications in measuring complex and Database of Borok Geophysical Observatory, Abs. of the WISTCIS Outlook Conference «Information Society Priorities: New Prospects for European CIS Countries», 12–13, 2003.