

# СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКОВ ЭНЕРГИЧНЫХ ЧАСТИЦ НА ОРБИТЕ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ "КОРОНАС-ФОТОН"

В.О. Барина , В.В. Калегаев , В.И. Капитанова , Л.И. Старостин , С.Ю. Бобровников , Д.А. Парунакян

Разработка информационных систем для осуществления оперативного доступа к данным измерений является важнейшей задачей космических экспериментов. В НИИЯФ МГУ на основе программно-аппаратного комплекса HP Proliant 385 - СУБД Oracle создана полностью автоматизированная система обработки и хранения данных измерений прибора "Электрон-М-Песка"[2] (далее ЭМП) в эксперименте на космическом аппарате (КА) Коронас-Фотон [1].

Прибор "Электрон-М-Песка" представляет собой четырехэлементный полупроводниковый телескоп, предназначенный для измерения потоков энергичных электронов, протонов, альфа-частиц и ядер группы CNO в околоземном космическом пространстве. Измерения прибора позволяют дать оперативную оценку радиационного состояния околоземного космического пространства.

Энергетические диапазоны и частицы, регистрируемые ЭМП:

1. Электроны 0.2-1, 1-4 и >4 МэВ
2. Протоны 4-16, 41-55 и >80 МэВ
3. alpha-частицы 5-16, 16-24 МэВ
4. Ядра группы CNO 6-15 МэВ

КА Коронас-Фотон был запущен на околоземную орбиту 31-го января 2009 г. На ЭМП велись отладочные работы до 4-го марта 2009 г. После окончания отладки было запущено программное обеспечение (ПО) для обработки поступающих файлов телеметрии в режиме квазиреального времени и записи результатов обработки в архив портала центра данных оперативного космического мониторинга (ПЦДОКМ).

На данный момент отклонение от режима реального времени связано исключительно с пространственным распределением и количеством наземных измерительных пунктов (НИП), т.к. на обработку одного состояния прибора ЭМП (состояния снимаются один раз в секунду), расходуется в среднем около 10 мсек машинного времени в полном цикле работы, что при условно принятом 10-кратном запасе ресурсов позволяет увеличить разрешение обрабатываемых данных в 10 раз.

Характеристики оборудования, на котором достигаются эти результаты:

```
Mem : 2048;
processor : 0;
vendor_id : AuthenticAMD;
cpu family : 15;
model : 65;
model name : Dual-Core AMD Opteron(tm) Processor 2218;
stepping : 2;
cpu MHz : 2600.092;
cache size : 1024 KB;
flags : fpu tsc msr pae mce cx8 apic mca cmov pat pse36 clflush mmx;
fxsr sse sse2 ht syscall nx mmxext fxsr_opt rdtscp lm 3dnowext 3dnow;
pni cx16 lahf_lm cmp_legacy svm cr8_legacy;
bogomips : 6501.22
```

ПЦДОКМ на данный момент предоставляет следующие услуги:

- FTP-архив файлов телеметрической информации и таблиц значений скоростей счета ЭМП с разрешением 1с. FTP-архив СОКМ расположен по адресу <ftp://smdc.sinp.msu.ru>.
- Графики 2-х и 12-часовых диапазонов по избранным каналам и координатам (<http://smdc.sinp.msu.ru/img/photon/2h/> и <http://smdc.sinp.msu.ru/img/photon/12h/> соответственно)
- Онлайн-доступ к базе данных со всеми имеющимися каналами и координатами, с возможностью получения данных как в табличном, так и в графическом представлении (<http://smdc.sinp.msu.ru/index.py?nav=photon> вкладка [particle fluxes])

Раз в 1 час запускается скрипт для проверки наличия обновлений данных измерений (телеметрии) и поправочных орбитальных коэффициентов.

Обновление FTP-архива происходит по следующей схеме (рис. 1):

- Файлы телеметрической информации по мере поступления с борта скачиваются с хранилища МИФИ [3]. Последующая расшифровка приводит их к табличному виду, где каждая строчка соответствует одному временному штампу.
- С сайта celestrak.com с помощью парсера HTML извлекается обновленная информация по параметрам орбиты КА в формате TLE [7], по которой с помощью программы predict [8] вычисляется положение КА в геодезических координатах в моменты времени, полученные в результате шага No.1. Файл с информацией по параметрам орбиты сохраняется в специальный раздел архива.
- Полученные данные дополняются местоположением КА в геомагнитных координатах, локальным и магнитным локальным временем, координатами КА в декартовой системе, а также инвариантной широтой.

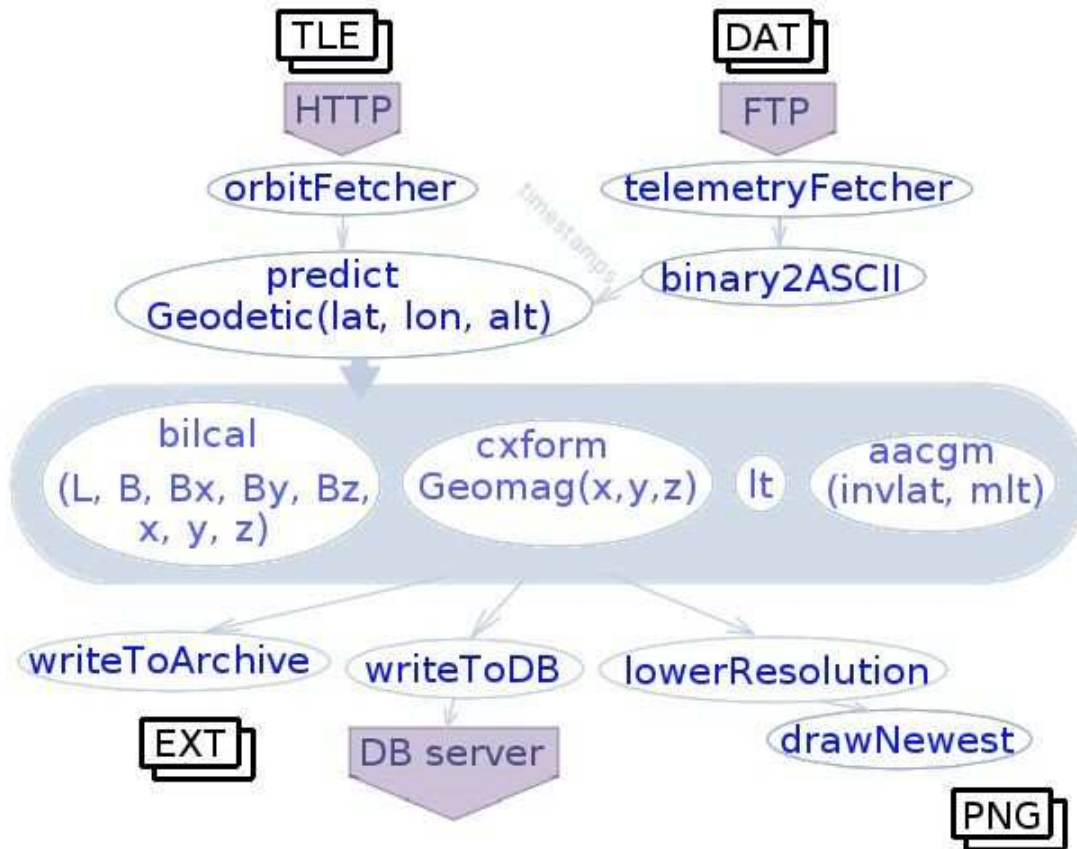


Рис. 1

- Результат загружается в FTP-архив и базу данных.

После обновления FTP-архива на главной странице монитора происходит обновление графиков новейших полутора и 12-ти часов для предварительного ознакомления (на этих графиках представлены только два канала: р 4-16MeV, е 1-4 MeV). Изображения являются гипертекстовыми ссылками на архив всех изображений отрезков по 2 и по 12 часов, на которых, кроме указанных двух каналов представлены  $p > 80$  MeV,  $e < 1$  MeV, географические сферические, декартовы координаты, а также магнитное локальное время.

ПО, входящее в состав проекта, написано на динамическом языке Python; после ряда оптимизаций его объем был снижен до 28кб. Для вычисления координат были использованы общепринятые модели IGRF v10 [4], SxForm [5] и AACGM [6], реализованные на Фортране. В целях повышения производительности исходный код библиотек был скомпилирован в модули Python после преобразования с помощью программы f2c [9], входящей в состав репозитория операционной системы, установленной на институтском сервере.

С 4 марта по 26 мая (момент написания тезисов) общий объем обработанных телеметрических данных составил 125 Мб; на выходе произведено 1.4 Гб текстовых данных (таблиц) и 203 Мб изображений в архиве 2-х и 12-часовых отрезков.

Для указания произвольных значений параметров выходных данных необходимо использовать форму, расположенную по адресу <http://smdc.sinp.msu.ru/index.py?nav=photon> во вкладке Particle fluxes. Данная форма позволяет выбрать временной интервал, формат представления (табличный или графический), и список каналов, которые необходимо получить.

Space Monitoring  
Data Center  
Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics MSU

Home | Data | Services | Models | Projects | Links

[Overview] [Particle fluxes] [Chart archive]

Data available from 2009-03-04 and arriving in quasi real time.

Time interval

4 March 2009 19 : 0  
4 March 2009 23 : 0

Output type

Table  Graphic  File

Data channels

E<sub>e</sub> 0.2 - 1.0MeV  
 E<sub>e</sub> 1 - 4MeV  
 E<sub>e</sub> > 4MeV  
 E<sub>p</sub> 4 - 16MeV

Latitude [deg]  
 Longitude [deg]  
 Altitude [km]  
 Magnetic latitude [deg]  
 Magnetic longitude [deg]  
 Local time [hours]  
 Magnetic local time [hours]  
 L-shell  
 B [nT]  
 B<sub>x</sub> [nT]  
 B<sub>y</sub> [nT]  
 B<sub>z</sub> [nT]

Retrieve

Copyright © 2007 [Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics](#) [Moscow State University](#) [About](#)

Рис. 3

На стадии ввода в эксплуатацию находится более современный интерфейс доступа данным, разрабатываемый в нашей лаборатории. Выпадающее меню выбора интервала времени заменены осью с двумя ползунками, отмечающими начало и конец интересующего интервала. На оси цветом выделены отрезки времени, данные по которым имеются в базе.

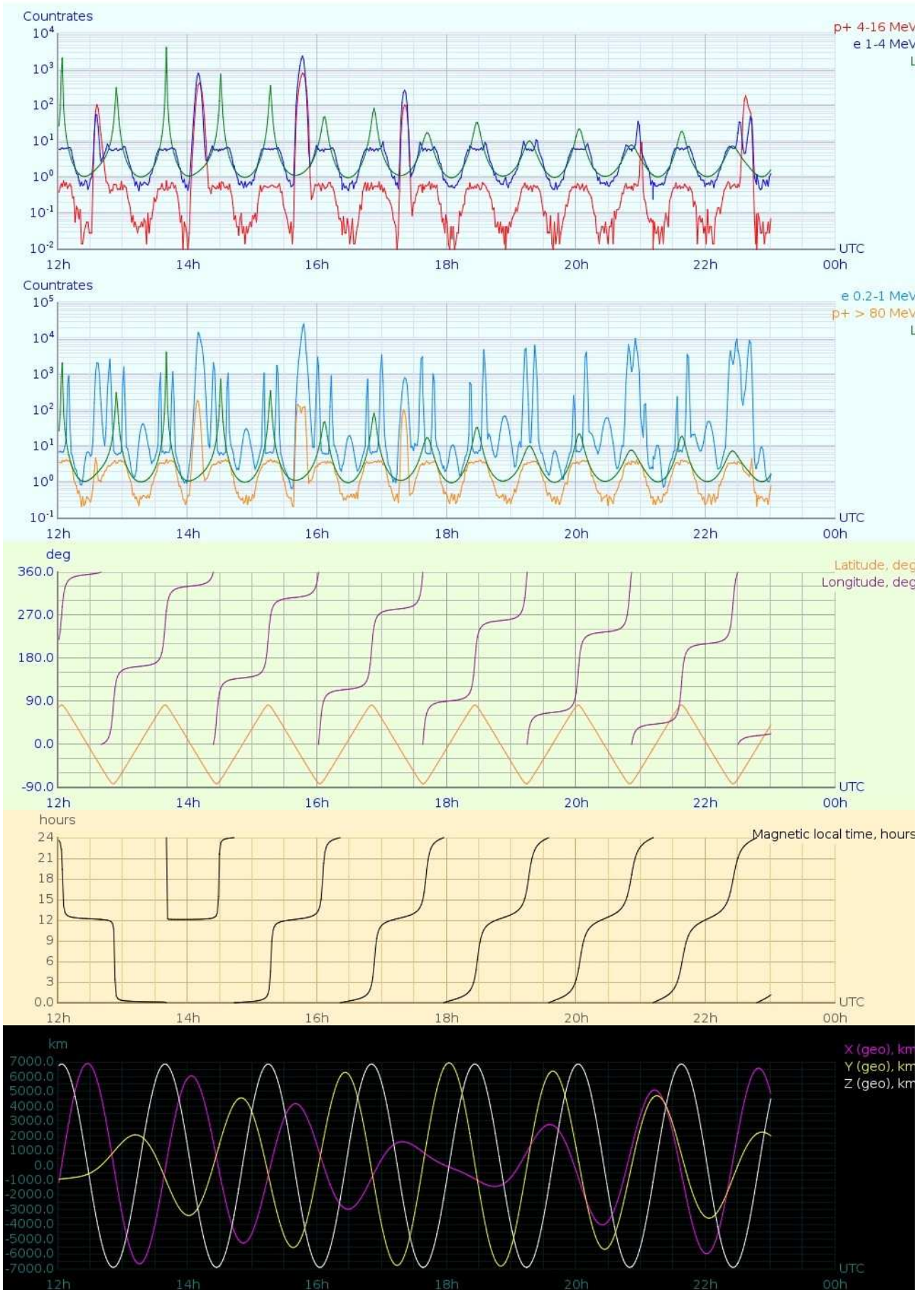


Рис. 2



Вращение колеса мыши над осью времени изменяет ее масштаб, что позволяет более точно выбрать интервал, или выбрать интервал большего протяжения. Наконец, над ползунками расположены поля ввода даты. Их значения изменяются при движении ползунка, а также могут быть введены вручную (ползунок автоматически передвинется в соответствующее положение). Выбор формата результата теперь содержит только два переключателя - график и таблицу, снабженные кнопкой "Сохранить", по нажатию на которую пользователю открывается диалог сохранения файла на компьютер пользователя.

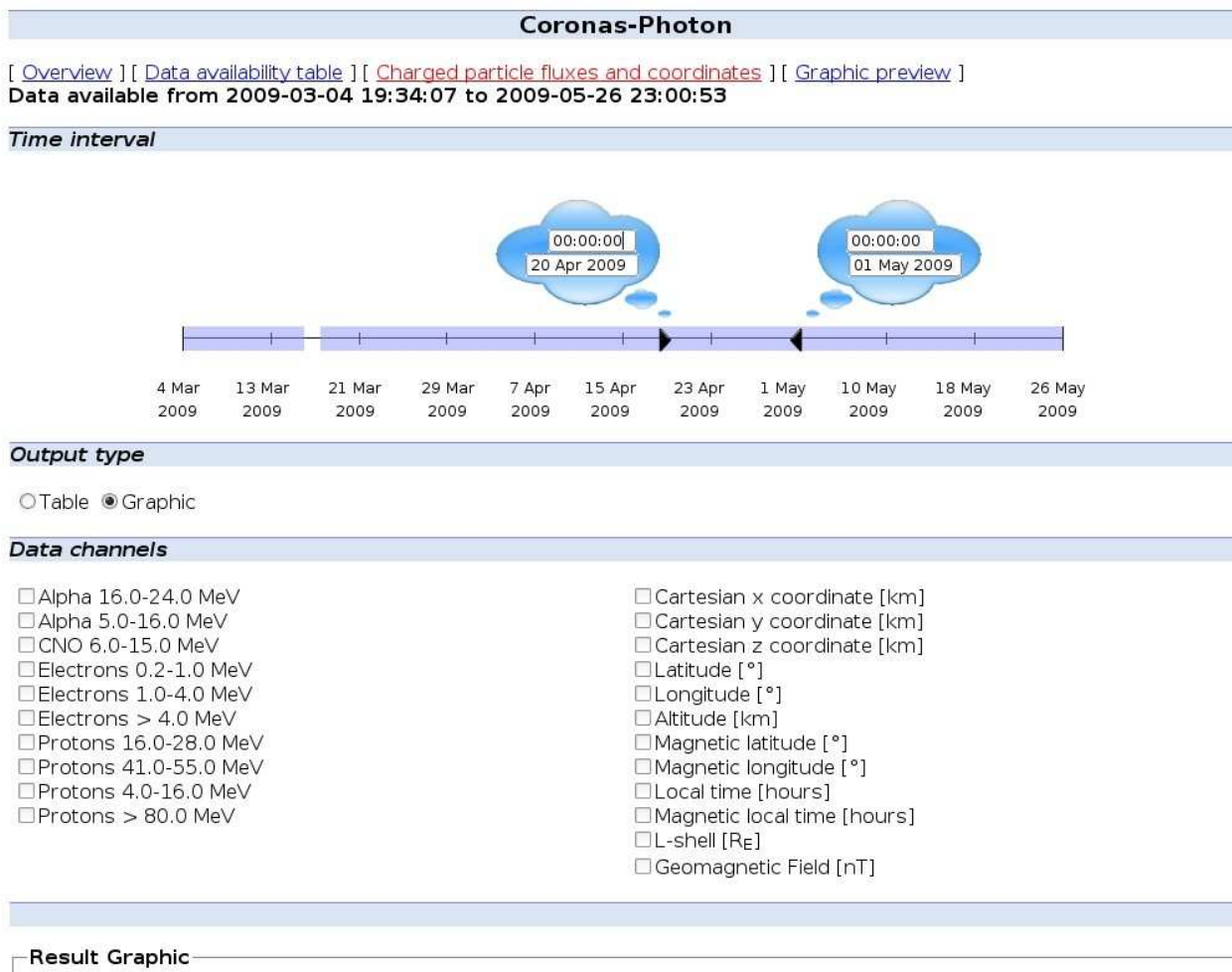


Рис. 4

При изменении даты и времени, а также при включении и отключении отдельных каналов данных таблица и график автоматически перестраиваются "на лету" в соответствии с новыми требованиями.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Коронас-Фотон : [http://iaf.mephi.ru/coronos-photon\\_main.htm](http://iaf.mephi.ru/coronos-photon_main.htm),  
[http://www.thesis.lebedev.ru/about\\_koronas\\_foton.html](http://www.thesis.lebedev.ru/about_koronas_foton.html)
2. Электрон-М-Песка : <http://smdc.sinp.msu.ru/index.py?nav=photon>
3. МИФИ : <http://www.mephi.ru/>
4. IGRFv10 : <http://www.ngdc.noaa.gov/IAGA/vmod/igrf.html>
5. CxForm : [http://nssdcftp.gsfc.nasa.gov/selected\\_software/coordinate\\_transform/](http://nssdcftp.gsfc.nasa.gov/selected_software/coordinate_transform/)
6. AACGM : <http://superdarn.jhuapl.edu/aacgm/index.html>
7. TLE : <http://celestrak.com/columns/v04n03/>
8. Predict : <http://www.qsl.net/kd2bd/predict.html>
9. f2c : <http://www.netlib.org/f2c/>