

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И БАЗ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ

В.В. Калегаяев, В.О. Баринаова, С.Ю. Бобровников, Д.А. Парунакян

Создание информационно-вычислительных систем, включающих средства хранения и интеллектуальные средства доступа к данным, а также модели космической среды и ее воздействия на материалы, является необходимым элементом любых космических экспериментов. Особое значение это имеет при проведении прикладных исследований, связанных с прогнозированием радиационной обстановки, поскольку энергичные заряженные частицы, а также другие факторы космического происхождения оказывают воздействие на материалы и оборудование космических аппаратов, наземные системы, и, в некоторых случаях, на жизнь и здоровье членов экипажей.

В НИИЯФ МГУ разрабатывается система оперативного космического мониторинга, которая позволяет осуществлять автоматическую обработку научной телеметрии, управление потоками данных, оперативный анализ космофизической информации и прогноз радиационного состояния околоземного космического пространства.

Для эффективной работы с данными разработано программное обеспечение на языке Python. В состав пакета программ входят следующие системы:

- загрузки данных научной телеметрии;
- дешифровки научной телеметрии;
- загрузки параметров орбиты;
- расчета орбиты спутника;
- загрузки данных на ftp-сервер и в базу данных (БД) Oracle;
- доступа к данным в БД Oracle;
- визуализации данных;
- «реального времени» для анализа радиационного состояния космического пространства.

Интерфейсы комплекса программ располагаются на интернет-портале Центра данных оперативного космического мониторинга НИИЯФ МГУ <http://smdc.sinp.msu.ru> (см. рис.1).

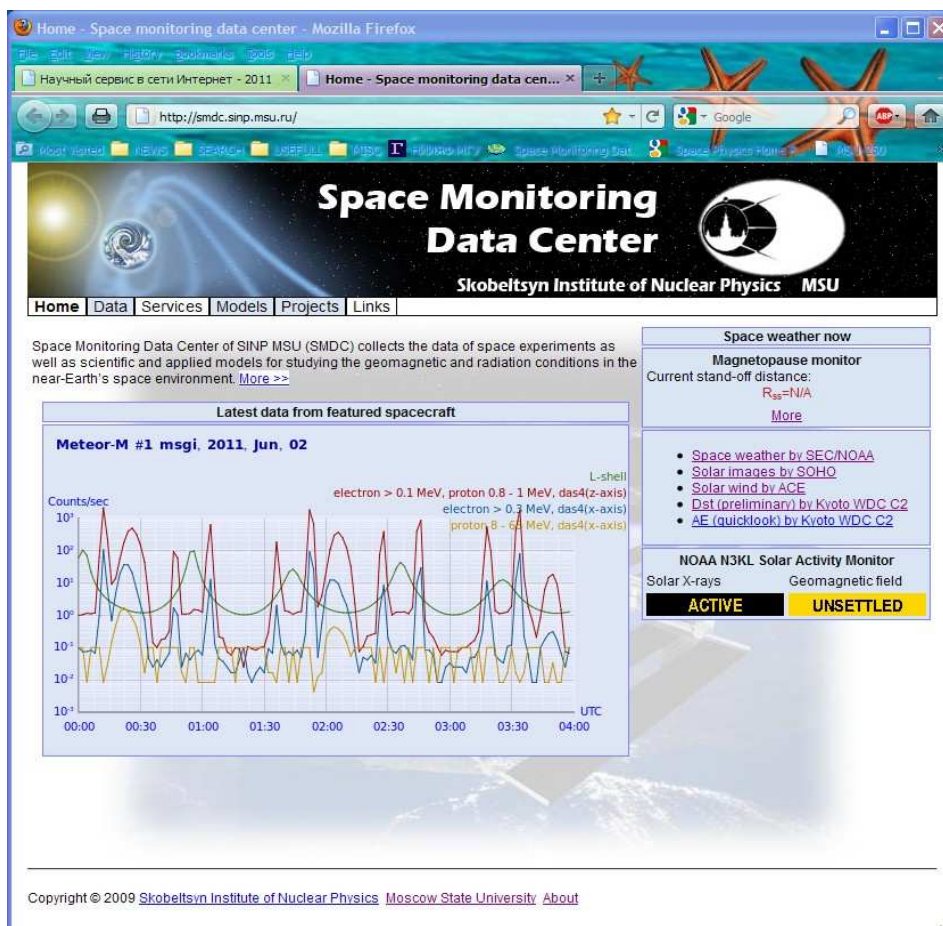


Рис. 1

Система использовалась для обработки данных, полученных в ходе научных экспериментов на спутниках "КОРОНАС-ФОТОН" и "Татьяна-2". В настоящее время осуществляется прием информации со спутника Метеор М №1. Первичные данные со спутника поступают на сервер обработки данных, где немедленно запускается программа дешифровки. Обработанный файл с данными измерений потоков заряженных частиц и исходный файл научной телеметрии размещаются на FTP-сервере Центра данных оперативного космического мониторинга НИИЯФ <ftp://smdc.sinp.msu.ru> в разделах L1 и L0 файловой системы, соответственно.

Одновременно с сайта <http://celestrak.com/> загружаются текущие файлы с параметрами орбиты спутника (файлы tle). В автоматическом режиме рассчитывается траектория спутника: вычисляются геодезические, географические координаты, солнечно-магнитные координаты и координаты Мак-Илвайна (L-V). Данные измерений и координаты спутника загружаются в базу данных под управлением СУБД Oracle. Текущие измерения потоков частиц, зарегистрированные прибором за последние два часа работы и за последние 12 ч, размещаются на главной странице портала ЦДОКМ НИИЯФ, на графиках для предварительного ознакомления в разделе "Космическая погода". Графические изображения строятся с использованием пакета графических программ QLOOK, разработанного в НИИЯФ МГУ [3].

Важной характеристикой системы является ее открытость, переносимость и масштабируемость. Данные измерений могут быть получены любым заинтересованным специалистом через Web-интерфейсы без каких-либо ограничений доступа. Архитектура системы предусматривает возможность ее развертывания и в других заинтересованных космических центрах, на других вычислительных платформах и в других операционных средах.

Наиболее достоверная информация о процессах, происходящих в магнитосфере Земли, может быть получена на основе анализа одновременных измерений, выполняемых в разных областях космического пространства. При исследовании динамических магнитосферных процессов ключевое значение имеет информация о состоянии солнца, солнечного ветра, о потоках заряженных частиц в магнитосфере. Измерения этих параметров межпланетной среды ведутся космическими аппаратами SOHO, SDO, ACE, GOES, Meteor. Эти наблюдения позволяют заблаговременно получать информацию о состоянии солнечной короны, о возмущениях в межпланетном пространстве, способных повлиять на состояние магнитосферы.

На основе модели проникновения солнечных энергичных частиц в магнитосферу разработан вычислительный сервис, позволяющий вести расчет спектров заряженных частиц на низких орбитах по данным

непрерывных измерений потоков заряженных частиц в околоземном космическом пространстве. Разработано программное обеспечение для анализа состояния солнечной короны и введено в эксплуатацию автоопределение корональных дыр, данные для которого берутся из научной телеметрии, получаемой со спутников SOHO, SDO и SWAP. На основе аппарата нейронных сетей создано программное обеспечение для предсказания состояния межпланетной среды по солнечным данным.

На главной странице портала <http://smdc.sinp.msu.ru> расположен монитор положения магнитопаузы, который в режиме реального времени строит текущие значения расстояния от центра Земли до подсолнечной точки магнитосферы. Для этого с периодичностью один раз в час производится автоматическая загрузка и обработка нового пакета данных параметров солнечного ветра с КА ACE. По этим данным рассчитываются таблицы и графики часовой и суточной динамики магнитопаузы.

Таким образом, использование баз данных непрерывного космического мониторинга солнечной короны, параметров солнечного ветра и потоков заряженных частиц в магнитосфере построены прототипы системы, которая позволит обеспечивать оперативный анализ радиационной обстановки на орбитах ИСЗ и орбитальных станций, исходя из текущих величин потоков заряженных частиц на орбите Земли, текущего состояния параметров солнечного ветра и возмущенности магнитосферы.

Базы данных космических экспериментов являются эффективным инструментом для исследования процессов в космическом пространстве. Данные оперативного космического мониторинга потоков заряженных частиц в околоземном космическом пространстве позволяют осуществить анализ радиационного состояния магнитосферы с использованием расчетов в рамках моделей космической среды и на базе современных информационных технологий. Такой мониторинг позволит прояснить актуальные вопросы о влиянии солнечной активности на радиационные процессы в ближнем космосе.

Работа поддержана грантом РФФИ 09-05-00798 и грантом МК-1579-2010.2.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.В. Калегает, Д.А. Парунакян, В.О.Барина, Ю.И. Денисов, И.Н. Мягкова, М.И. Панасюк, Л.И.Старостин. Система обработки и хранения данных измерений прибора "Электрон-М-Песка" в эксперименте на ИСЗ КОРОНАС-ФОТОН // «Первые этапы летных испытаний и выполнение программы научных исследований» под редакцией Р.Р. Назирова, И.В. Чулкова В.Н. Юрова. Издательство ИКИ РАН, Серия Механика, управление и информатика. 2010. С. 206-216.
2. Ю.И. Денисов, В.В. Калегает, И.Н. Мягкова, М.И.Панасюк, Эксперимент по измерению потоков заряженных частиц прибором "Электрон-м-Песка" на борту солнечной обсерватории Коронас-Фотон. *Астрономический вестник*, 2010, том 45, № 2, с. 1–6.
3. Барина В. О., Парунакян Д. А., Калегает В. В. Система визуализации данных научных измерений Qlook 2.0 // Всероссийская научная конференция "Научный сервис в сети Интернет", Новороссийск, 24-29 сентября 2007г. 2007. С.316-318.