

Проект ЕИС ФКИ

**В.П. Саворский¹, А.Б. Аквилонова¹, И.Н. Кибардина¹, Е.А. Лупян², Р.Р. Назиров²,
О.Ю. Панова¹, А.А. Петрукович², М.Т. Смирнов¹**

*¹Институт радиотехники и электроники им.В.А.Котельникова РАН,
Фрязинский филиал
141190, Фрязино Московской обл., пл. Введенского, 1,
E-mail: savor@ire.rssi.ru;*

*²Институт космических исследований РАН,
117997, Москва, Профсоюзная, 84/32
E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru*

Целью настоящей работы является проектирование и макетирование узлов единой информационной системы фундаментальных космических исследований (ЕИС ФКИ), учитывающей особенности получения, обработки, хранения и обмена информацией как во время проведения фундаментальных научных исследований с использованием космических средств наблюдения, так и после завершения активной фазы исследовательских работ. В работе представлены обоснования выбранных решений и результаты проектирования ЕИС ФКИ как иерархической распределенной системы информационных узлов, объединенных единой политикой в области сбора, хранения и распределения космических данных в интересах российского научно-исследовательского сообщества, вовлеченного в проведение многолетних комплексных ФКИ.

Ключевые слова: фундаментальные космические исследования, информационная система, каталог данных, архив космических данных.

Введение

Научные исследования по развитию средств и методов наблюдений природной среды с помощью космических технологий привлекают значительные материальные и интеллектуальные ресурсы. Одним из необходимых условий для повышения эффективности исследований окружающей среды, базирующихся на данных космических наблюдений, является создание или модернизация структур информационной поддержки фундаментальных космических исследований (ФКИ). Важно отметить, что такую поддержку должны обеспечивать не только информационные узлы, развиваемые в рамках самих научно-исследовательских проектов или отдельных центров обработки и хранения данных, но и информационные системы национального, регионального и глобального масштабов, что требует создания Единой информационной системы фундаментальных космических исследований (ЕИС ФКИ). Эта система должна обеспечить:

- создание особо ценных наборов космических данных, описывающих объекты, феномены и процессы природной среды, т.е. создание научно обоснованных коллекций космических данных;
- обеспечение безусловной долговременной сохранности научных коллекций космических данных;
- доступность хранимых научных коллекций космических данных в течение всего срока хранения для широкого круга российских потребителей, прежде всего для исследовательских коллективов РАН;
- наличие средств поддержки углубленного комплексного анализа данных из хранимых научных коллекций в течение всего срока хранения, в том числе средств однозначной интерпретации данных.

Выполнение этих условий может быть в совокупности обеспечено только специализированной распределенной информационной системой.

Целью настоящей работы является проектирование и макетирование узлов такой информационной системы, которая учитывает особенности получения, обработки, хранения и обмена информацией, как во время проведения космических исследований, так и после их завершения. Существенной характеристикой такой системы является необходимость хранения архивов исследований в местах их генерации, базовых узлах ЕИС ФКИ. При этом интеграция этих узлов в единую систему может быть обеспечена только при проведении единой политики при работе с данными.

В работе представлены обоснования выбранных решений и результаты проектирования ЕИС ФКИ как иерархической распределенной системы информационных узлов, объединенных единой политикой в области сбора, хранения и распределения космических данных в интересах российского научно-исследовательского сообщества, вовлеченного в проведение многолетних комплексных ФКИ. Разработка технических требований к электронной базе данных (ЭБД) по космическим средствам, научным приборам и данным экспериментов необходима для эффективного функционирования Единой информационной системы фундаментальных космических исследований.

Для решения поставленной задачи необходимо

- подготовить Научно-техническое обоснование создания и использования ЭБД и ЕИС ФКИ в интересах повышения эффективности использования космической информации;
- разработать требования к информационным характеристикам ЭБД и ЕИС ФКИ;
- сформулировать требования к программно-аппаратной инфраструктуре ЭБД ЕИС ФКИ.

1. Базовые принципы построения архитектуры ЕИС ФКИ

Создание специализированной эффективно функционирующей информационной системы (ИС) является неотъемлемой частью ФКИ. Как видно из многолетнего опыта развития подобного рода систем, в частности, из опыта развития наиболее мощной из всех существующих информационных систем космических данных, а именно EOS DIS (см. <http://eos.nasa.gov/eosdis/>; <http://www-v0ims.gsfc.nasa.gov/v0ims/DAACS.html>), особенности архитектуры такого рода ИС определяются следующими приоритетными целями:

- обеспечение сохранности данных;
- обеспечение доступа к данным на всем протяжении их хранения;
- обеспечение бесперебойного функционирования цепочки программ обработки, необходимых для преобразования принимаемых извне и хранимых в архиве данных в новые архивные продукты и пакеты для передачи внешним пользователям;
- предоставление пользователям развитой справочно-информационной системы, функционирующей в течение всего срока хранения данных вне зависимости от используемых для этих целей программно-аппаратных платформ.

Базовыми структурообразующими компонентами ЕИС ФКИ являются:

- распределенная система архивов, основным принципом организации которой является хранение результатов исследований в местах их генерации, где наиболее полно возможно обеспечить научно-методическое сопровождение процессов интерпретации и ком-

плексного анализа данных (передача данных в резервные хранилища производится только в случае невозможности организовать такое хранение в месте генерации);

- распределенная иерархическая система каталогов, интегрированная с распределенной иерархической системой поиска и заказа данных и построенная на основе передачи общих каталожных описаний на верхние уровни системы; ведение детальных каталогов в местах хранения (и генерации) коллекций данных;

- единая распределенная справочно-информационная система, построенная по иерархическому принципу;

- система обмена данными и метаданными, базирующаяся на единых для всей системы протоколах обмена данными, т.е. фактически на единых внутрисистемных стандартах обмена;

- централизованный портал ЕИС ФКИ, обеспечивающий иерархический поиск, локализацию и оформление заказа на данные, а также поддержку вспомогательных информационно-справочных сервисов;

- система контроля и управления ресурсами, обеспечивающая поддержку ресурсов центрального координационного узла ЕИС ФКИ, а также контроль статуса доступа к периферийным ресурсам системы;

- система сертификации и ввода данных в ЕИС ФКИ, призванная обеспечивать поддержание целостности информационных ресурсов системы.

Распределенная система каталогов является простой иерархической структурой (рис.1), в которой детализация описания наборов данных увеличивается при движении сверху вниз, от генерального каталога системы к детальным каталогам каждой из коллекций данных.



Рис.1. Структурная схема организации распределенных каталогов

При этом детальные каталоги полно и непротиворечиво описывают в архиве каждую из единиц хранения. Каталоги коллекций не описывают отдельные единицы хранения. Их предназначение связано с необходимостью дать представление о коллекциях (отдельных наборах) данных. Состав коллекций, как правило, обусловлен либо их смысловыми особенностями, либо порядком их получения. Генеральный каталог – это, по существу, собрание описаний наборов данных с указанием мест их хранения. Такая трехуровневая структура позволяет хранить в архивных центрах детальную и обобщающую информацию и одновременно хранить в некотором выделенном центре распределенной системы только обоб-

ценные описания. При этом пользователи системы могут получить доступ к обобщенным описаниям как через генеральный каталог (для справок по всей системе в целом), так и через отдельный узел системы (для справок по данному архиву).

Принципиальная функциональная схема на рис.2 показывает, как распределенная система каталогов обеспечивает передачу обобщающей информации о составе каталогов. Так, из детальных каталогов в каталоги коллекций необходимо передавать только атрибуты, присущие всему набору данных в целом: период и район съемок, название проекта, имя платформы. При этом информация о каждой единице хранения (файле), например информация о времени и месте съемки для каждого отдельного файла, на каталоги более высокого уровня не передаются.

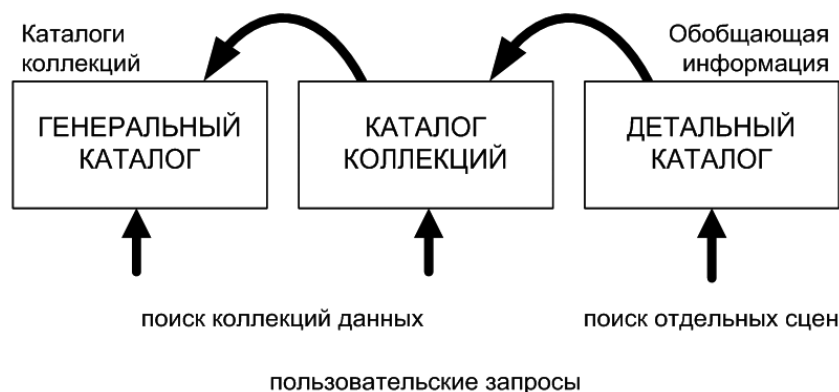


Рис.2. Принципиальная функциональная схема организации системы распределенных каталогов ЕИС ФКИ

В генеральный каталог передается полное описание коллекции вместе с указанием адреса ее хранения. Таким образом, обеспечивается функционирование генерального каталога как коллекции коллекций. В системе появляется общая точка начала поиска данных, что существенно повышает эффективность поиска данных в системе. Кроме того, такая организация хранения и обмена метаданными позволяет эффективно использовать клиентские шлюзы, через которые можно проводить одновременный поиск ресурсов по всей системе в целом.

Иерархические системы поиска используются и в рамках отдельных узлов системы. При такой архитектуре системы и организации ее функционирования сохраняется возможность осуществить быстрый поиск наборов данных как на уровне всей системы в целом, так и в пределах каталогов каждого из архивных центров системы. Наряду с этим на системном уровне появляется возможность набирать статистику типовых запросов (как одного из атрибутов набора данных!) и тем самым оптимизировать структуру и функционирование центров хранения и распределения данных.

2. Концептуальная схема типового узла ЕИС ФКИ

При проектировании архитектуры узла информационной системы мы руководствовались требованиями, предъявляемыми к открытым архивным информационным системам [1, 2], в соответствии с которыми должны быть обеспечены:

- возможность независимой от поставщиков полной и однозначной интерпретации информационных объектов (ИО) – исходных данных, а также результатов, или продуктов, их обработки;

- независимость функционирования программных средств (ПС) от используемых программно-аппаратных платформ (т.е. межплатформенная переносимость);
- долговременность хранения ИО на интервалах, превышающих интервалы перехода с одной программно-аппаратной платформы на другую;
- полнота описания объектов, продуктов, сервисов, программ (алгоритмов обработки);
- открытость спецификаций распространяемых по заказам продуктов;
- модульность разрабатываемого и используемого программного обеспечения (многократное эффективное использование решений и подходов);
- эволюционность наращивания ресурсов (как программно-аппаратных, так и информационных).

Базовые узлы разработанной архитектуры ИС ФКИ представлены на рис.3. Они включают следующие структурные единицы ИС ФКИ:

- систему архивации;
- систему каталогизации;
- информационный портал ИС ФКИ – систему обеспечения доступа к каталогам и справочно-информационным ресурсам;
- систему обработки;
- систему обслуживания потребителей;
- администратора ИС ФКИ (управляющие команды и контрольные сообщения от администратора к узлам системы для упрощения представления не показаны на рис.3).

Внешними по отношению к ИС ФКИ являются поставщики информационных объектов ФКИ.

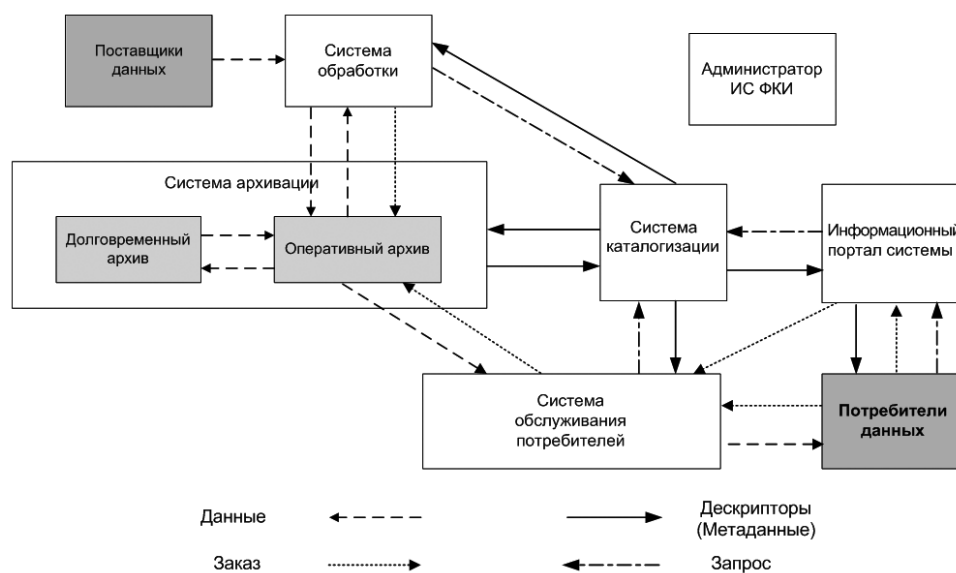


Рис.3. Базовая архитектура и схема взаимодействия типового узла ИС ФКИ

3. Требования к архитектуре ЕИС ФКИ

Описание системы каталогов космических данных, приведенное в «Положении о Единой информационной системе фундаментальных космических исследований» [3], а также предложенные выше базовые принципы построения архитектуры ЕИС ФКИ, позволяют

сформулировать общие требования к архитектуре ЕИС ФКИ, обобщенная схема которой показана на рис. 4:

1. ЕИС ФКИ должна быть построена по иерархическому принципу, в котором в центральный координационный узел системы должны быть переданы общесистемные функции:

1.1. Научно-методическое руководство созданием и поддержкой функционирования ЕИС ФКИ как межведомственной системы, обеспечивающей долговременную сохранность результатов ФКИ.

1.2. Выработку и согласование с научно исследовательскими центрами (НИЦ) ФКИ единых правил работы с данными исследований.

1.3. Разработку процедур сертификации результатов исследований.

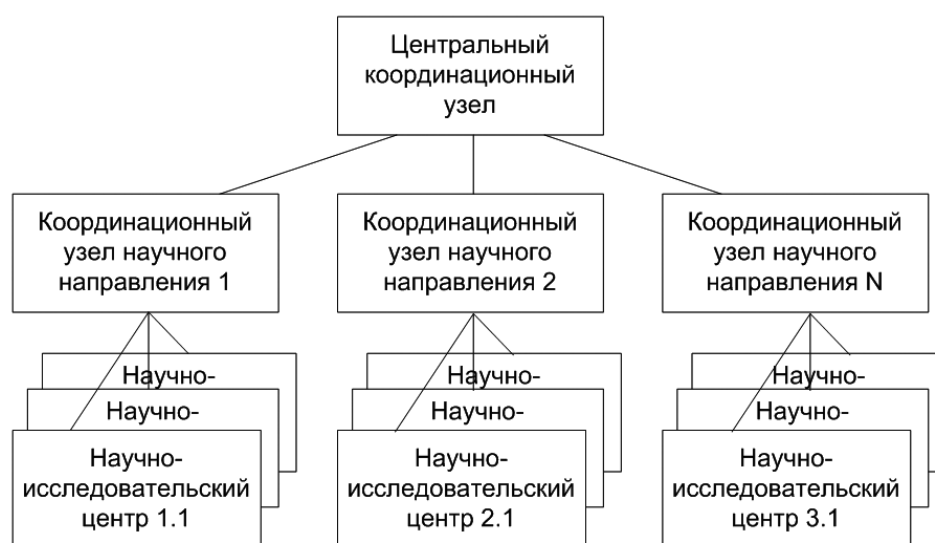


Рис.4. Иерархическая структура ЕИС ФКИ

1.4. Создание и поддержку функционирования сертификационного центра ЕИС ФКИ.

1.5. Ведение в составе Генерального каталога регистра научно-исследовательских организаций, в которых создаются и/или хранятся результаты ЕИС ФКИ.

1.6. Ведение в составе Генерального каталога регистра наборов данных (коллекций) результатов ЕИС ФКИ.

1.7. Ведение в составе Генерального каталога единой справочно-информационной системы.

1.8. Ведение центрального портала ЕИС ФКИ, интерфейсы которого обеспечивают доступ к:

- единой системе поиска данных,
- единой справочно-информационной системе,
- системе сертификации данных,
- системе ведения регистров информационных ресурсов ЕИС ФКИ.

1.9. Создание и ведение архива копий данных ФКИ.

1.10. Создание и обеспечение функционирования системы контроля и управления ресурсами ЕИС ФКИ.

2. Координационные узлы научных направлений выполняют групповые функции, включающие:

- 2.1. Научно-методическое руководство созданием и поддержкой функционирования ЕИС ФКИ в пределах научной дисциплины, которая объединяет данную группу узлов ФКИ.
- 2.2. Координацию в пределах группы процедур выработки и согласования единой политики в области данных ФКИ.
- 2.3. Разработку процедур сертификации результатов исследований, т.е. оценки пригодности результатов исследований для включения их в информационную систему.
- 2.4. Ведение регистра научно-исследовательских центров, входящих в группу.
- 2.5. Ведение сводного каталога коллекций ЕИС ФКИ данной группы.
- 2.6. Ведение справочно-информационной системы научной дисциплины, в которой работает группа.
- 2.7. Ведение портала группы с интерфейсами доступа к:
 - системе поиска данных внутри группы;
 - единой справочно-информационной системе группы;
 - системе ведения регистров группы.
- 2.8. Создание и обеспечение функционирования системы контроля и управления общими ресурсами группы.
3. Научно-исследовательские центры (НИЦ) ЕИС ФКИ, являющиеся первичными базовыми узлами ЕИС ФКИ, обеспечивают:
 - 3.1. Ведение регистра наборов данных (коллекций), хранимых в НИЦ.
 - 3.2. Ведение детального каталога результатов исследований, хранимых в НИЦ.
 - 3.3. Ведение архива результатов исследований, сгенерированных в данном НИЦ или переданных на хранение из других НИЦ.
 - 3.4. Ведение справочно-информационной системы научной дисциплины, в рамках которой проводит исследования данный НИЦ.
 - 3.5. Ведение портала НИЦ, интерфейсы которого обеспечивают доступ к:
 - системе поиска данных в каталоге НИЦ;
 - единой справочно-информационной системе группы;
 - системе ведения регистров группы.
 - 3.6. Создание и обеспечение функционирования системы контроля и управления общими ресурсами группы.
 - 3.7. Поддержку средств распространения данных по заказам пользователей.

Литература

1. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд. Пер. с англ. Мухин Н. М.: ДМК Пресс, 2007. 496 с.
2. Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). CCSDS 650.0-B-1. Blue Book. Consultative Committee for Space Data System, January 2002; ISO 14721:2003.
3. О создании Единой информационной системы фундаментальных космических исследований. Распоряжение Президиума РАН №10310-54 от 28 января 2008 г.

Project of United Information System for Fundamental Space Research

V.P. Savorskiy¹, A.B. Akvilonova¹, I.N. Kibardina¹, E.A.² Lupyan, R.R. Nazirov²,
O.Yu. Panova¹, A.A. Petrukovich², M.T. Smirnov¹

*¹Kotel'nikov's Institute of Radioengineering and Electronics RAS, Fryazino Department
141190, Fryazino Moscow region, Vvedenskogo sq. 1,*

E-mail: savor@ire.rssi.ru;

*²Space Research Institute of RAS,
117997, Moscow, Profsoyuznaya, 84/32*

E-mail: evgeny@d902.iki.rssi.ru

Main object of the work is to design and to prototype basic nodes of United Information System for Fundamental Space Research (UIS FSR) aimed to support receiving, processing, archiving, and exchanging procedures both on active phase of space researches and after them. The work presents rationales of accepted solutions and results of UIS FSR design implemented as hierarchical distributed system of information nodes united by common data receiving, storing, and distributing policy serving interests of Russian research society engaged in space researches.

Keywords: fundamental space researches, information system, data catalogue, space data archive.