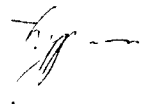


**Курпичев Александр Васильевич**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СОЗДАНИЯ ХРАНИЛИЩА ГЕОДАНЫХ ПО  
ОТЕЧЕСТВЕННЫМ КОСМИЧЕСКИМ ПРОГРАММАМ**

Специальность 25.00.35 – «Геоинформатика»

**Автореферат**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата технических наук**



Москва – 2005

Работа выполнялась на кафедре экономики и предпринимательства Московского государственного университета геодезии и картографии, и в Институте космических исследований Российской Академии Наук (ИКИ РАН)

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор  
Шингарева К.Б.

Научный консультант: доктор физико-математических наук  
Захаров А.В.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Журкин И.Г.  
кандидат технических наук Шейхет А.И.

Ведущая организация: Институт истории естествознания и техники  
Российской Академии Наук (ИИЕТ РАН)

Защита диссертации состоится «    » декабря 2005 г. в    час. на заседании диссертационного совета Д.212.143.03 в Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу: 105064, Москва, Гороховский пер., д.4, ауд.321.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии.

Автореферат разослан «    » ноября 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного совета



Климков Ю.М.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

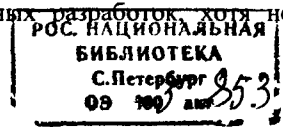
### Актуальность работы.

В настоящее время в нашей стране сложилась непростая ситуация в области использования результатов отечественных космических программ, направленных на изучение тел Солнечной системы, а именно таких программ как: «Луна», «Зонд», «Венера», «Вега», «Марс» и «Фобос». В данный момент информация по этим программам разрознена и отдельными частями имеется в различных учреждениях сферы образования, промышленности, в Российской академии наук, и в Государственном архиве. Серьезной проблемой является отсутствие описи имеющейся информации, представления о ее объемах, содержании, отсутствует полное описание экспериментов и самих видеоизображений, условий их получения. Все это приводит к практической недоступности этой информации не только широкой общественности, но и специалистам для продолжения научных исследований.

Другая, не менее важная проблема – условия и форма хранения результатов космических экспериментов. Большой объем научной информации и видеоизображений в настоящее время имеется только на бумажных, фото- пленочных, либо на магнитных носителях, что приводит к ограничению сроков хранения этих материалов и потере ценной информации.

В условиях сложного финансового положения науки в нашей стране, работа по переносу данных на современные носители, свободные от ограничений сроков хранения, практически не ведется. Изложенное выше требует ускоренного внедрения в практику наиболее новых научно-технических достижений в области сбора, хранения, обработки научной информации, полученной в результате выполнения отечественных космических программ, и организации централизованного доступа к ней.

Использование методов и средств современных информационных технологий (ИТ) для создания хранилищ геоданных (ХГД) является одним из перспективных направлений работ зарубежных исследовательских центров. Тем не менее, следует отметить отсутствие подобных отечественных разработок, хотя необходимость



создания ХГД по результатам отечественных космических программ становится все более и более очевидной. Информация по ряду экспериментов до сих пор не нашла отражения с помощью современных информационных технологий, а многое так никогда и не было опубликовано (например, большинство изображений, полученных с самоходного аппарата (СА) «Луноход-2»). Исследования и разработки, представленные в данной работе, проводимые совместно Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) и Московским государственным университетом геодезии и картографии (МИИГАиК) призваны восполнить этот пробел. Создание базы данных по изображениям поверхностей тел Солнечной системы (БДИ), относящихся к типу естественных геоданных, является практической целью данной работы. БДИ представляет собой составную часть хранилища геоданных по результатам космических программ (ХГД РКП).

**Цель настоящей работы** - разработка концепции, модели и методики организации хранилища геоданных по результатам советских и российских космических программ.

**Задачи исследования:**

1. Провести анализ уровня информатизации результатов отечественных космических программ;
2. Провести сбор и обобщение информации по отечественным космическим программам;
3. Выполнить многосторонний анализ информации по советским и российским космическим программам;
4. Разработать модель предметной области;
5. Предложить концепцию организации ХГД по результатам отечественных космических программ;
6. Выбрать информационную технологию для реализации ХГД РКП;
7. Разработать методику подготовки данных по результатам научных космических экспериментов для размещения в ХГД РКП (на примере космических фотографических экспериментов);
8. Применить разработки по ХГД РКП при создании БДИ космических фотографических экспериментов на примере миссий “Зонд-8” и “Луноход-2”.

**Предметом исследования** является информация по космическим программам, проводившимся в СССР и России, направленным на изучение планет Солнечной системы и их спутников, а именно: перечень программ; периоды выполнения; цели и задачи программ; хронология запусков космических аппаратов (КА); баллистические схемы полетов; состав организаций, участвовавших в подготовке космических миссий; программы научных космических экспериментов; номенклатура научной аппаратуры; результаты научных космических экспериментов.

**Объектами исследований** выбраны: информация о космических программах, а также условия проведения и результаты космических фотографических экспериментов, полученные в рамках миссий по исследованиям Луны «Зонд-8», и «Луна-21» («Луноход-2»). Результаты этих двух экспедиций по-своему уникальны.

**Теоретической и методологической основой исследования** послужили труды ряда отечественных и зарубежных ученых в области геоинформатики, разработки сотрудников Института космических исследований (ИКИ РАН), опыт научного руководителя, научного консультанта и собственный опыт автора.

Решение поставленных в исследовании задач осуществлялось путем проведения сбора и обобщения данных (изучение данных, представленных в печатных изданиях; опрос специалистов; поиск оригинальных материалов; изучение результатов экспериментов), моделирования (описания объектов предметной области и связей между ними). Были применены методы обобщения и синтеза, а также диаграммный метод описания модели предметной области при создании информационных систем – «сущность-связь».

#### **Основные результаты, выносимые на защиту.**

1. Модель предметной области по результатам советских и российских космических программ.
2. Концепция организации хранилища геоданных по результатам отечественных космических программ.
3. Обоснование выбора технологии FDSDB (File Driven Scientific Database) для реализации ХГД.

#### 4. Методика подготовки и размещения в ХГД РКП данных по результатам космических экспериментов.

**Практическая значимость диссертационного исследования.** Разработанная концепция организации ХГД по результатам советских и российских космических программ, а также методика подготовки данных по результатам научных космических экспериментов нашли применение при реализации составной части ХГД - БДИ на базе центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина. Практическая значимость разработки и создания ХГД заключается в обеспечении возможности проведения всестороннего анализа при изучении истории отечественных космических исследований, а также многократной повторной обработки результатов научных космических экспериментов на качественно новом уровне, с использованием современных программных и вычислительных средств. Информация, размещенная в ХГД РКП, может быть применена при осуществлении проекта по лазерной локации уголкового отражателя, установленных на самоходных аппаратах «Луноход-1» и «Луноход-2», проводимого JPL (Пасадена, Калифорния, США).

**Публикации результатов исследований.** Основные теоретические и практические результаты исследований по теме диссертации опубликованы в семи печатных работах.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались:

- на семинаре в ИИЕТ РАН (Россия, Москва, 11-марта 2003 г., Институт истории естествознания и техники Российской академии наук);
- на 58-ой научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (Россия, Москва, 3-4 апреля 2003 г, Московский государственный университет геодезии и картографии);
- на Международной конференции InterCarto 9. ГИС для устойчивого развития территорий (Украина, Севастополь, 25-29 июня 2003 г, Черноморский филиал Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова);

- на 38-ом микросимпозиуме по сравнительной планетологии Вернадский/Браун (Россия, Москва, 27-29 октября, 2003 г., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН);

- на Международной научно-технической конференции, посвященной 225-летию МИИГАиК (Россия, Москва, 24-27 мая 2004 г., Московский государственный университет геодезии и картографии);

- на Международной конференции InterCarto 10. Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт (Россия, Владивосток, 12-19 июля 2004 г., Тихоокеанский институт географии ДВО РАН);

- на 60-ой юбилейной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (Россия, Москва, 6-7 апреля 2005 г., Московский государственный университет геодезии и картографии).

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 131 страницу основного текста, включая 8 таблиц, 15 рисунков, список используемой литературы из 115 наименований, в том числе 15 на английском языке и приложения.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Достижение поставленных в данном диссертационном исследовании целей проводилось поэтапно. Структурная схема диссертационного исследования приведена на рис.1.

На первом этапе было определено общее понятие ХГД и его конкретизация в применении к области космических исследований. Исходя из этого, было выполнено исследование современного состояния в области представления результатов космических исследований, как отечественных так и зарубежных, с использованием современных информационных технологий. Установлено, что полноценные информационные системы по результатам космических программ в мире практически отсутствуют. Существующие же системы отражают только зарубежный опыт в этой области. Было установлено, что в зарубежных информационных системах по планетным исследованиям результаты отечественных космических экспериментов не отражены. Отдельные данные представлены на WEB-страницах некоторых российских научных и

производственных учреждений, принимавших участие в проведении космических экспериментов. Но эта информация носит, в основном, справочный характер о программах и миссиях. Кроме того, существует ряд Интернет сайтов отечественных и зарубежных энтузиастов, на которых также размещена некоторая информация по планетной тематике. В таких источниках, как правило, представлены обрывочные и, зачастую, противоречивые данные.

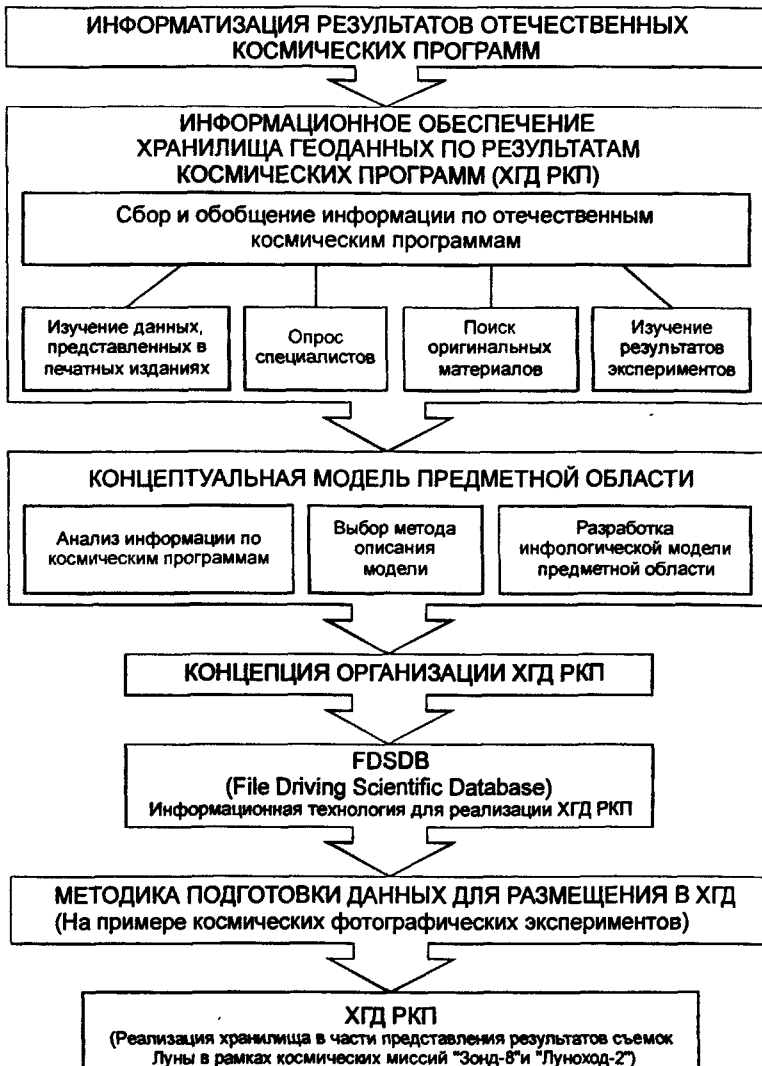


Рис.1. Структурная схема диссертационного исследования.

На втором этапе проводилась подготовка информационного обеспечения для создаваемого ХГД. Она включала сбор и обобщение информации по отечественным космическим программам на основе изучения данных, представленных в печатных изданиях, опроса специалистов, поиска оригинальных материалов, изучения результатов экспериментов.

На третьем этапе проводилась разработка концептуальной модели предметной области на основе анализа информации, собранной на предшествующем этапе, с использованием выбранной методики ее описания.

На четвертом этапе предложена концепция организации ХГД по результатам советских и российских космических программ.

На пятом этапе проводился выбор наиболее подходящей информационной технологии для реализации создаваемого ХГД.

На шестом этапе разрабатывалась методика подготовки результатов научных космических экспериментов для размещения в БД на примере космических фотографических экспериментов, проводившихся в рамках миссий «Зонд-8» и «Луноход-2».

Вышеперечисленным этапам соответствуют четыре главы рассматриваемой работы.

Далее приведено краткое изложение основных положений работы по главам.

### **Введение**

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цели и задачи, предмет и объект исследования, их практическая значимость. Обоснована необходимость создания хранилища геоданных по результатам отечественных космических программ.

### **Глава 1. Анализ современных технологий организации хранилищ геоданных.**

Дан обзор современного состояния технологий организации хранилищ данных и их применимость в области геоинформатики. Создание хранилищ геоданных является молодой и перспективной геотехнологией. Под ХГД понимают специализированную информационную систему, которая позволяет осуществлять хранение и манипулирование структурированными и не структурированными

геоданными, хранящимися в различных форматах и на различных носителях (рис.2). Результаты научных космических экспериментов относятся к разряду естественных геоданных, этим обосновывается применимость к ним геотехнологий, в том числе и технологий ХГД.

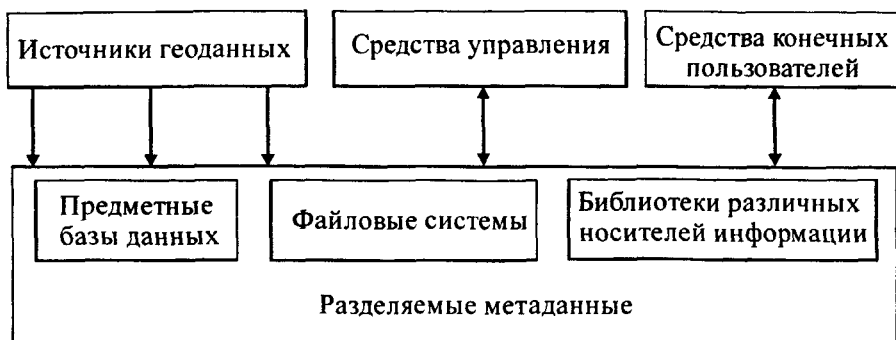


Рис.2. Обобщенная структура хранилища геоданных.

В настоящее время устоявшиеся стандарты на ХГД отсутствуют, поэтому их структура определяется предметной областью и характером решаемых задач, а разработка ведется с использованием общих принципов создания информационных систем (ИС). В связи с этим, в главе 1 приводится обзор современного состояния ИС. Определены роль и место информационных систем в современных отраслях человеческой деятельности. Приведены свойства, которыми определяются современные ИС, а также их классификация. Выделены фактографические системы, которые делятся на информационно-поисковые (информационно-справочные) системы и системы оперативной обработки данных. Они классифицируются по масштабу и принципам доступа к данным. Выделены: настольные (автономные) или “персональные” ИС; простые сетевые ИС, построенные по технологии “файл-сервер”; мощные информационные системы в архитектуре “клиент-сервер”. Фактографические ИС также можно классифицировать по признаку: универсальные и специализированные. Наряду с фактографическими, среди современных ИС выделены документальные системы. Они обслуживают принципиально иной класс задач, которые, в отличие от фактографических, не предполагают однозначного ответа на поставленный вопрос.

Рассмотрены принципы построения современных информационных систем: задачи, проблемы построения, архитектуры ИС. Автор утверждает, что в зависимости от конкретной области применения ИС могут очень сильно различаться по своим функциям, архитектуре, реализации. Однако можно выделить, по крайней мере, два свойства, которые являются общими для всех ИС. Во-первых, любая ИС предназначена для сбора, хранения и обработки информации. Поэтому в основе любой ИС лежит среда хранения и доступа к данным. Во-вторых, информационные системы ориентируются на конечного пользователя. Поэтому ИС обязана обладать простым, удобным, легко осваиваемым интерфейсом, который должен предоставить конечному пользователю все необходимые для его работы функции, но в то же время не дать ему возможность выполнять какие-либо лишние действия.

Кратко рассмотрен исторический аспект планетных исследований средствами космической техники, в период более 40 лет. К началу 2001 года в мире было осуществлено 183 запуска, 91 экспедиция принесла новые научные данные о планетах, их спутниках и малых телах Солнечной системы. При проведении анализа ситуации в области планетных исследований выявлены некоторые общие тенденции:

1. Круг стран, в которых выполняются запуски космических аппаратов к телам Солнечной системы, расширяется;
2. Международная кооперация в области планетных исследований постоянно расширяется. Налажены широкий обмен информацией и координация исследований;
3. В научные эксперименты вовлекаются ученые многих стран, в том числе не имеющих своих национальных планетных космических проектов;
4. Космические агентства начали выполнять совместные проекты, такие, например, как Кассини/Гюйгенс (полет к Сатурну);
5. СССР вносил большой вклад в исследования планет и малых тел Солнечной системы до конца 80-х гг. Позднее Российская Федерация пыталась, но оказалась не в состоянии продолжить эти работы на уровне национальных

проектов. Между тем накоплен уникальный опыт, и необходимо его сохранить.

Рассмотрены роль и место ИС по результатам космических исследований. Установлено, что самой крупной и наиболее развитой ИС по космическим исследованиям, является американская PDS (Planetary Data System). Ее начали создавать в конце 80-х годов прошлого столетия. В настоящее время в ней собрано огромное количество разнообразных данных по космическим экспедициям, проводившимся в США и в других странах. К сожалению, результаты советских и российских космических программ в ней отражения не нашли.

Также в главе 1 проведен обзор банков видео-данных (БВД). Выявлены роль и место БВД в широком спектре отраслей деятельности общества. Определены три основных подхода к построению БВД. Установлено, что наиболее рациональным и эффективным подходом, с точки зрения минимума временных и трудовых затрат на создание БВД, является интегрированный подход от традиционных СУБД и предметных областей.

Дана краткая характеристика современных пакетов прикладных программ, используемых для создания баз данных, содержащих изображения.

## **Глава 2. Разработка концепции организации хранилища геоданных по результатам отечественных космических программ.**

Дано определение понятия предметной области. Предложено название для создаваемого хранилища геоданных по результатам космических программ – ХГД РКП.

Автором сформулированы основные требования к создаваемому ХГД:

1. Обеспечение возможности продолжения исследований планет и малых тел Солнечной системы по имеющимся данным, с использованием современных технологий и вычислительных средств;
2. Отражение общей справочной информации по отечественным космическим программам Луна, Зонд, Венера, Вега, Марс и Фобос;
3. Отражение результатов научных космических экспериментов, проводившихся в рамках космических миссий;

4. Возможность неограниченного по времени хранения результатов экспериментов, полученных отечественными межпланетными аппаратами;
5. Простой механизм подготовки и размещения данных, позволяющий пользователям описывать разнородные и разноформатные данные;
6. Возможность масштабирования по модульному принципу, для обеспечения поэтапного наполнения данными;
7. Обеспечение доступа к данным, хранящимся в ХГД РКП, свободного от проблем кросс-платформенной совместимости, обеспечивающего свободный доступ для запросов и получения результатов, а так же ограниченный доступ для внесения изменений и ввода дополнительной информации.

Автор считает, что информационное обеспечение ХГД РКП должны составить данные по следующим аспектам:

1. Космические программы СССР и России. Общая краткая характеристика космических программ: их перечень (Венера, Зонд, Луна, Марс, Фобос, Вера), основные цели и задачи, кратко основные результаты. Проект Фобос-Грунт – предстоящий проект межпланетных исследований в России (описание проекта).
2. Отдельно по каждой программе: перечень полетов по хронологии, цели каждого полета, основные результаты, космические аппараты и их характеристики, баллистическая схема экспедиции, перечень экспериментов, состав научной аппаратуры.
3. Результаты научных космических экспериментов. Условия их проведения. Например, изображения поверхности планет, их спутников и малых тел Солнечной системы, полученные в каждой экспедиции. Для каждого изображения указаны привязка по времени, положение небесного тела в Солнечных координатах, координаты поверхности, условия съемки и т.д.

Разработка концепции организации ХГД РКП проводилась на основе выдвинутых выше требований, а также представленной в главе 2 систематизации и анализа космических программ и их результатов, проводившихся в СССР и России,

направленных на изучение тел Солнечной системы, по следующим направлениям (табл.1):

- основные данные по программам изучения Луны;
- программы изучения планеты Венера и кометы Галлея;
- программы изучения Марса и его спутников.

Систематизация информации по космическим программам выполнена по следующим наборам данных:

- название программы;
- год начала;
- год окончания;
- авторы;
- участники;
- количество миссий;
- краткое описание программы.

Основные отечественные космические программы.

Таблица 1.

Программа	Полеты к планетам и спутникам	Период выполнения
Луна	«Луна-1», «Луна-2», «Луна-3», «Луна-4», «Луна-5», «Луна-6», «Луна-7», «Луна-8», «Луна-9», «Луна-10», «Луна-11», «Луна-12», «Луна-13», «Луна-14», «Луна-15», «Луна-16», «Луна-17», «Луна-18», «Луна-19», «Луна-20», «Луна-21», «Луна-22», «Луна-23», «Луна-24»	1959 – 1976 гг.
Зонд	«Зонд-3», «Зонд-5», «Зонд-6», «Зонд-7», «Зонд-8»	1965 – 1970 гг.
Венера	«Венера-1», «Венера-2», «Венера-3», «Венера-4», «Венера-5», «Венера-6», «Венера-7», «Венера-8», «Венера-9», «Венера-10», «Венера-11», «Венера-12», «Венера-13», «Венера-14», «Венера-15», «Венера-16»	1961 – 1983 гг.
Вега	«Вега-1», «Вега-2»	1984 г.
Марс	«Марс-1», «Марс-2», «Марс-3», «Марс-4», «Марс-5», «Марс-6», «Марс-7», «Марс-96».	1962 – 1996 гг.
Фобос	«Фобос-1», «Фобос-2», «Фобос-грунт».	1988 г. – по наст. вр.

Систематизация информации по космическим миссиям выполнена с учетом следующих параметров:

- название программы;

- название миссии;
- дата старта;
- окончание;
- цели миссии;
- носитель;
- участники;
- баллистическая схема полета;
- программа научных экспериментов;
- состав научной аппаратуры;
- краткое описание результатов полета.

На основе анализа характера проводившихся научных космических экспериментов автором выделены следующие основные тематические направления:

- межпланетное пространство;
- недра тел Солнечной системы;
- поверхность тел;
- атмосфера;
- магнитосфера;
- прочие.

Определены основные методы исследований:

- теоретические исследования;
- моделирование;
- съемка;
- наблюдения;
- тематическое картографирование;
- сравнительный анализ;
- другие методы.

На основе анализа информации по космическим программам, структуры проводимых исследований, сформулированных требований к ИС и накопленного зарубежного опыта (PDS) выдвинуты основные идеи концепции организации ХГД РКП. Помимо удовлетворения требований, выдвинутых ранее, создаваемая система должна иметь функциональность, позволяющую пользователю описывать и

размещать данные разных форматов, каковыми являются результаты научных космических экспериментов. Предложена структурная схема данных по результатам российских космических программ (рис.3).

Выдвинуто важное утверждение, что в рамках решаемой задачи видится целесообразным применить централизованную архитектуру организации ИС. Это объясняется тем, что при распределенной архитектуре необходимо обеспечить максимальную независимость данных одного узла от данных другого, что в случае связи между информацией по космическим программам и данным по результатам экспериментов трудно достижимо. В противном случае, система значительно усложняется на программном уровне.

Для реализации поставленной задачи, с учетом изложенных выше требований и ограничений, было решено применить технологию FDSDB (File Driven Scientific Data Base), обеспечивающую возможность пользовательского менеджмента внутренней БД. Обоснование выбора произведено сравнением FDSDB с современными средствами разработки информационных приложений, такими, как CASE-средства и инструментарий СУБД.

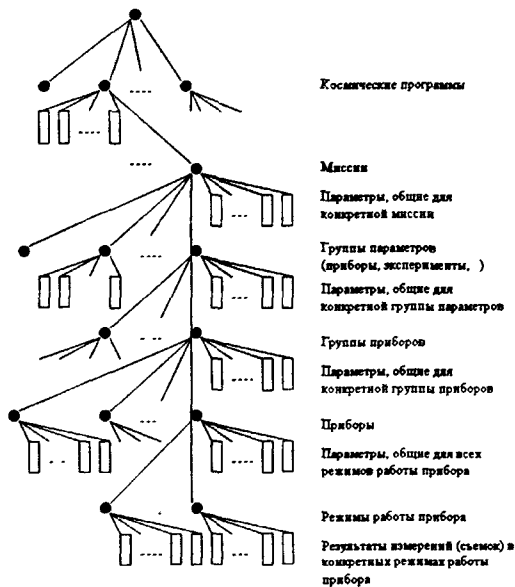


Рис.3. Структура данных по космическим программам.

Предложена концепция базы данных по космическим программам и изображениям поверхностей тел Солнечной системы, которая должна стать составной частью ХГД РКП.

### Глава 3. Космические фотографические эксперименты советских лунных и межпланетных программ.

Как уже указывалось ранее, объектами исследований данной работы выбраны: информация о космических программах, а также условия проведения и результаты космических фотографических экспериментов, полученные в рамках миссий исследования Луны «Зонд-8» и «Луноход-2». В данной главе продолжают исследование и анализ предметной области по результатам отечественных космических программ, начатые в главе 2. Здесь приведен обзор и анализ экспериментов, связанных с фотографированием поверхностей Луны, Марса, Венеры. Основные результаты космических фотографических экспериментов представлены в табл.2.

Нужно отметить, что до 1959 года съемки тел Солнечной системы производились только с Земли. Начало нового этапа в космических исследованиях было положено, когда автоматическая межпланетная станция (АМС) «Луна-3» впервые сфотографировала обратную сторону Луны из космоса и передала изображения на Землю. С этого момента съемка стала одним из основных способов в исследовании планет. За более чем 40 летний период отечественной космонавтикой проводились съемки Луны, Венеры, кометы Галлея, Марса, Фобоса в различных условиях и с различных траекторий.

Основные результаты съемок.

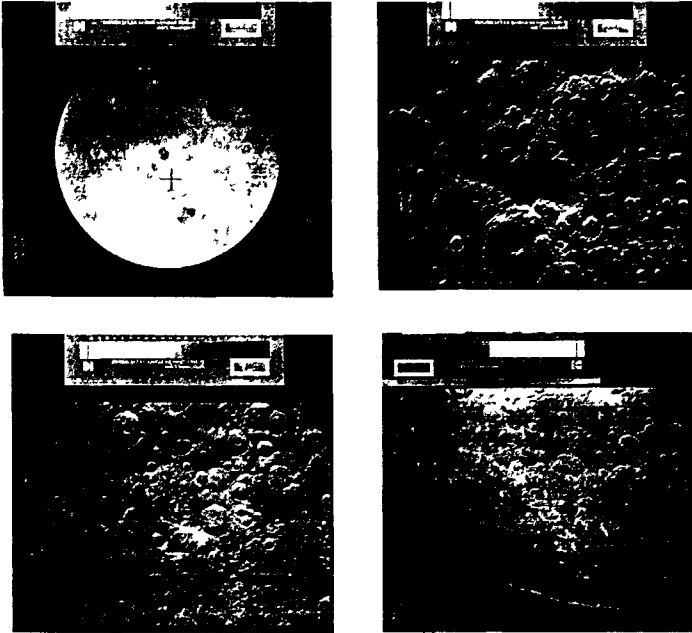
Таблица 2.

Космический аппарат	Траектория полета	Дата начала съемки	Результаты съемок	Максимальное разрешение на местности (м)
Луна-3	эллиптическая орбита	07.10.59	12 снимков (заснято 2/3 обратной стороны Луны и 1/3 в красной зоне)	3400
Зонд-3	эллиптическая орбита	20.07.65	25 снимков	3000
Луна-9	съемка с	04.02.66	5 панорам	0,0015

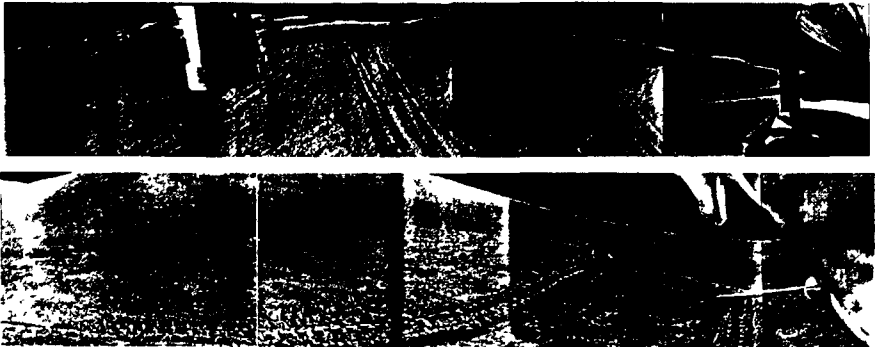
	поверхности			
Луна-12	ИСЛ	25.10.66	211 пар снимков	0,6
Луна-13	съемка с поверхности	25.12.66	5 панорам	0,0015
Зонд-6	эллиптическая орбита	14.11.68	Несколько снимков	120
Зонд-7	эллиптическая орбита	11.08.69	33 снимка	120
Зонд-8	эллиптическая орбита	24.10.70	108 снимков	60
Луноход-1 Луна-17	съемка с поверхности	17.11.70	более 200 панорам	0,002
Луна-19	ИСЛ	03.10.71	5 панорам	400
Луноход-2 Луна-21	съемка с поверхности	16.01.73	86 панорам	0,001
Луна-22	ИСЛ	02.06.74	10 панорам	100
Венера-9	съемка с поверхности	22.10.75	1,5 панорамы	0,006
Венера-10	съемка с поверхности	25.10.75	1,5 панорамы	0,006
Венера-13	съемка с поверхности	01.03.82	2 панорамы	0,003
Венера-14	съемка с поверхности	05.03.82	2 панорамы	0,003
Венера-15	ИСВ	10.10.83	130 радиолокационных панорам	550
Венера-16	ИСВ	14.10.83	130 радиолокационных панорам	550
Вега-1	пролетная траектория	04.03.86	1500 снимков	
Вега-2	пролетная траектория	07.03.86		
Марс-4	эллиптическая орбита	10.02.74	12 снимков	900
Марс-5	ИСМ	17.02.74	около 100 снимков	100
Фобос-2	ИСМ	11.02.89	30 снимков Марса 38 снимков Фобоса 8 снимков Деймоса	300 40

Более детально были изучены космические фотографические эксперименты, условия их проведения и результаты, полученные в рамках миссий «Зонд-8» и «Луноход-2». Об уникальности этих материалов упоминалось ранее. На следующих иллюстрациях приведены отсканированные изображения лунной поверхности, подготовленные для размещения в ИС.

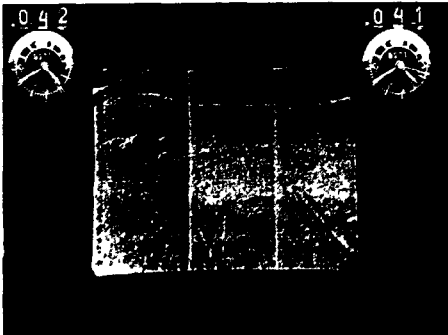
#### СНИМКИ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ С АМС «ЗОНД-8»



#### ПАНОРАМЫ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ЛУНОХОДА-2



## ИЗОБРАЖЕНИЯ ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ПОЛУЧЕННЫЕ СИСТЕМОЙ МАЛОКАДРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ ЛУНОХОДА-2



### Глава 4. Создание хранилища геоданных по космическим программам и изображениям.

В главе изложены принципы создания модели предметной области по космическим исследованиям и ее описания с использованием метода «сущность-связь» (ER-модель). Схема модели предметной области приведена на рис. 4.

Разрабатывается методика подготовки и размещения данных по результатам научных космических экспериментов и описана реализация ХГД РКП в части создания базы данных по космическим программам и результатам съемок в рамках миссий «Зонд-8» и «Луноход-2» с использованием технологии FDSDB. Структура файловой системы, отражающая общий случай размещения результатов экспериментов, представлена на рис. 5.

Также уделено внимание подготовке изображений для размещения в ИС, так как был произведен колоссальный объем работ по их сканированию. Сканирование проводилось с оригиналов изображений на фотопленочных носителях. Объектами сканирования стали: изображения поверхности Луны 2-го и 3-его сеансов съемки с АМС «Зонд-8» (75 шт.); панорамы, полученные с борта автоматической самоходной

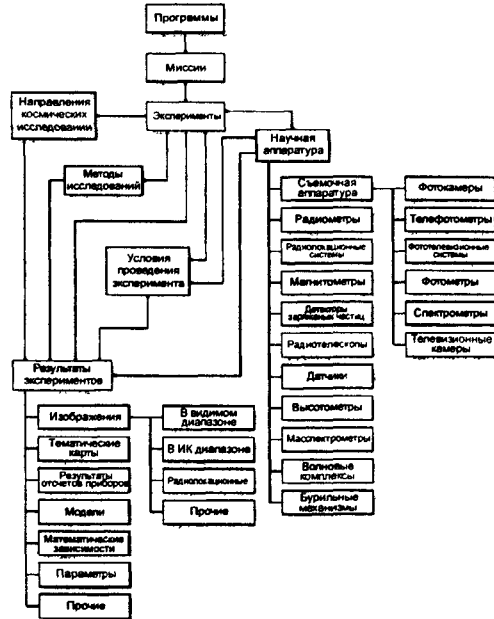


Рис.4. Концептуальная модель предметной области в нотации «сущность-связь».

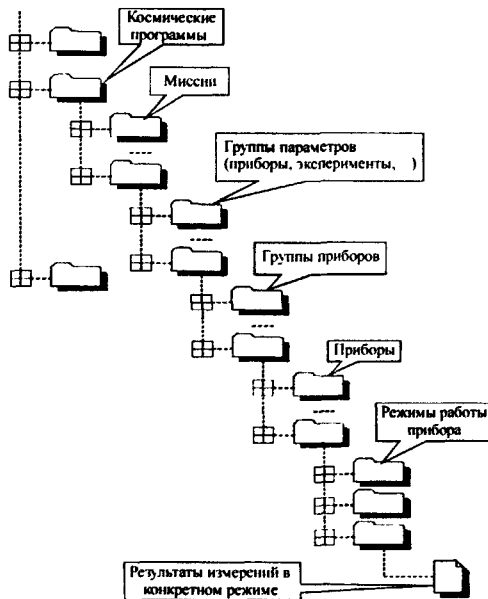


Рис.5. Структура файлов и папок для общего случая размещения результатов экспериментов с использованием технологии FDSDB.

станции «Луноход-2» (30 шт.), и изображения, полученные системой малокадрового телевидения «Лунохода-2» по курсу его движения (около 15000 шт.). Автор выражает уверенность, в том, что необходимо применять фотограмметрические сканеры или высококачественные полиграфические сканеры, чтобы сохранить измерительные свойства фотоснимков, с целью обеспечения возможности их многократной повторной обработки. Исследование аспекта оцифровки растровых изображений с целью сохранения их измерительных характеристик может являться темой отдельной научной работы и не входит в рамки данного диссертационного исследования. При сканировании фотоматериалов, используемых в данной работе, производился индивидуальный подбор параметров сканирования (экспозиции и разрешения) в зависимости от качества оригинала.

### **Заключение**

В заключении необходимо отметить, что целесообразность создания рассмотренной в этой работе ХГД РКП видится не только в том, чтобы достижения советской и российской космической отрасли не канули в Лету, но и в открывающейся возможности произвести повторную обработку данных с использованием современной техники на качественно новом уровне. Прежде всего, это касается изображений, полученных по программе «Зонд» и миссии «Луноход-2».

Основные результаты, полученные в ходе выполнения диссертационных исследований, можно сформулировать следующим образом:

1. Обоснована необходимость создания хранилища геоданных по результатам советских и российских космических программ на основе анализа современного состояния информатизации в области космических исследований. Сформулированы задачи, которые призвано решать ХГД.

2. Проведенные исследования, анализ и оценка результатов научных космических экспериментов, путей их описания и хранения позволили разработать требования к методам создания специализированных информационных систем по результатам космических программ, к методам представления результатов,

организации структуры данных, к методам организации интерфейса и поиска информации.

3. На основе анализа предметной области разработана ее концептуальная модель, заключающаяся в выделении объектов и описании характера связей между ними.

4. В процессе анализа технологических решений выбраны методические подходы к организации единой информационной структуры ХГД РКП. Она учитывает исторически сложившуюся иерархическую структуру связей между объектами предметной области и предполагает возможность предоставления как первичных, так и вторичных результатов научных космических экспериментов.

5. Для реализации ХГД РКП выбрана технология создания информационных систем научных измерений FDSDB (File Driven Scientific Database), разработанная в ИКИ РАН. Преимущества данной технологии: возможность описания и размещения в БД разнородных данных, каковыми и являются результаты научных экспериментов, возможность поэтапной разработки и внедрения информационной системы, а также возможность работы с системой без использования специализированных программных средств.

6. На примере фотографических экспериментов, проводившихся в рамках советских космических программ "Луна" ("Луноход-2") и "Зонд" (миссия "Зонд-8"), разработана методика подготовки и размещения в ХГД РКП данных по результатам научных космических экспериментов.

7. С использованием технологии FDSDB внедрены и заполнены общий справочный раздел ХГД по космическим программам, а также раздел по изображениям тел Солнечной системы на примере результатов космических фотографических экспериментов, проводившихся на автоматических станциях "Зонд-8" и "Луноход-2".

**Публикации по теме диссертации**

- #21302  
2006-4  
22997
1. Подготовка информации для создания базы данных космических программ. Историко-астрономические программы. 2003, Вып. XXIX. с 143-149.
  2. Подготовка данных для узла базы данных по изображениям тел Солнечной системы. Труды Международной научной конференции Intercarto-9. ГИС для устойчивого развития территорий, Новороссийск-Севастополь, 2003, с 570-573.
  3. Database Structure Development for Space Surveying Results by Moon "Zond" Program #1196, Moon and Mercury, Lunar and Planetary Science XXXV, Huston, 2004.
  4. Разработка структуры базы данных по результатам космических съемок на примере съемок Луны по программе «Зонд». Труды юбилейной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 225-летию МИИГАиК, 2004, с 373-378 (соавтор. Шингарева К.Б., Краснопецева Б.В.).
  5. Разработка ГИС по результатам Российских космических программ. – Труды международной научной конференции Intercarto-10. Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Владивосток, 2004, с 385-388 соавтор. Краснопецева Б.В., Назаров В.Н.).
  6. Систематизация и анализ результатов съемок лунной поверхности по программе "Луноход-2" для представления в информационной системе. Труды международной научной конференции Интеркарто - Интергис 11. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Ставрополь-Домбай, 2005, с 375-381.
  7. Подготовка изображений, полученных с "Лунохода-2", для ГИС "Солнечная система". Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, № 5, 2005, с 73-81.

**МГУГиК**

105064, Москва К-64, Гороховский пер., 4

Подп. к печати 02.11.2005      Формат 60×90  
 Бумага офсетная      Печ. л. 1,5      Уч.-изд. л. 1,5  
 Тираж 80 экз.      Заказ № 186      Цена договорная