

# ON-LINE ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА КОСМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКИМ И ПРИРОДО-РЕСУРСНЫМ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ

Арманд Н.А., Кравцов Ю.А., Кудашев Е.Б., Мясников В.П.,  
Саворский В.П., Смирнов М.Т., Тищенко Ю.Г.

Институт космических исследований РАН,  
Институт радиотехники и электроники РАН,  
Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН

Eco@iki.rssi.ru

*«Реально не то, что происходит в данный момент, но то, что сохраняется в памяти»  
Марио Перниола*

## 1. Введение. Анализ информационной ситуации

Появление ИНТЕРНЕТА и новейших информационных технологий привело к бурному росту объема архивируемой информации и, что представляется особенно важным в рамках этой конференции, к радикальной трансформации классического архива. Укажем главные отличия электронных библиотек от классического архива.

Во-первых, современная цифровая библиотека принципиально общедоступна и ориентирована на максимально широкое использование электронной коллекции.

Во-вторых, использование гипертекстовых и интерактивных технологий приводит к тому, что статус архивных материалов совпадает со статусом текущих данных. Сокращается интервал между архивированием и доступом пользователя к данным. Архив превратился в электронную коллекцию, максимально приближенную к моменту события.

Как заметил современный французский философ Жан Бодрийяр, «фундаментальная функция коллекции заключается в том, чтобы переводить реальное время в систематическое измерение». Современный электронный архив создается непосредственно в момент события.

Наконец, в-третьих, активное построение архива на базе компьютерных информационных технологий создает предпосылки к превращению электронной коллекции вместо перераспределения и упорядочивания данных. Интернет обес-

печивает ускоренную циркуляцию информации, так что виртуальность становится актуальностью. Между архивом и реальностью исчезает временной интервал.

Анализ влияния сетевой среды и новейших информационных технологий на структуру современной электронной коллекции приводит к существенным изменениям самой инфраструктуры архивации и обмена данными для возможно большего круга внешних пользователей.

В данном докладе рассматриваются различные аспекты проблемы создания национальных информационных ресурсов по экологическим и природо-ресурсным программам на основе исследования Земли из космоса.

## 2. Спутниковый экологический мониторинг и информационные ресурсы дистанционного зондирования

Дистанционные методы исследования Земли приобретают во всем мире все более всеобъемлющий характер. Целый ряд спутников, оснащенных приборами дистанционного зондирования (локаторами, скаттерометрами, радиометрами и оптической техникой), выведены на орбиту специально для получения разносторонней геофизической информации для оценки состояния окружающей среды и природо-ресурсных исследований. Современному уровню глобальных программ исследования Земли из космоса должны соответствовать создаваемые инфраструктуры обработки, архивации и обмена спутниковыми данными, разрабатываемые телекоммуникационные системы, информационные системы и базы данных космической информации. В 1998 г при поддержке РФФИ (проект 98-07-90209) Институт космических исследований РАН, Институт радиотехники и электроники РАН и Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН начали разработку интегрированной распределенной информационной системы данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ). В рамках проекта

**Первая Всероссийская научная конференция  
ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕКИ:  
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ,  
ЭЛЕКТРОННЫЕ КОЛЛЕКЦИИ  
19 - 21 октября 1999 г., Санкт-Петербург**

создаются региональные центры приема, обработки и обмена спутниковыми данными, получаемыми при выполнении фундаментальных космических природно-ресурсных и экологических программ. Центры располагаются в Москве (ИКИ РАН) и во Владивостоке (ИАПУ ДВО РАН) и обеспечивают информационную поддержку программ дистанционного зондирования.

### 3. Научный архив данных дистанционного зондирования

Основным сегментом информационной системы является научный архив космической информации в ИРЭ РАН.

Центр обработки и хранения космической информации ИРЭ РАН (ЦОХКИ ИРЭ РАН) предоставляет средства и обеспечивает функциональную поддержку системы управления космическими данными в соответствии с табл. 1.

При создании архива данных ДЗЗ важно уже на этапе его проектирования обеспечить его адекватную структуризацию, необходимую, прежде всего, для того, чтобы обеспечить эффективное извлечение наборов данных из архива. При таком подходе структуризация архива производится исходя из

представлений о составе типовых запросов пользователей архивных данных. Как показывает опыт эксплуатации архивов космической информации, типовые запросы пользователей включают в качестве приоритетных атрибутов заказа уровни представления данных, название проекта, в рамках которого получены данные, и прибора (сенсора), показания которого включены в архив. Поэтому при создании архива необходимо разделить его на сегменты (разделы), соответствующие различным уровням представления данных, а в каждом из таких разделов выделить подразделы, которые содержат наборы данных, относящиеся к конкретному проекту и научному прибору (сенсору). В этом случае будет обеспечен наиболее эффективный (прежде всего с точки зрения временных затрат) поиск и извлечение данных из архива. Кроме того, при такой организации архива сокращаются затраты на поддержание архива. Это обусловлено тем, что при таком подходе подготовка резервных копий выходящих из строя лент необходима, прежде всего, для максимально используемых наборов данных, т.е. может быть проведена в рамках подраздела архива, и не требует перекопирования данных, не входящих в данный раздел.

Таблица 1

Этапы работы	Научная аппаратура	Научная программа	Обработка экспериментальной информации
Предполетная подготовка	Обоснование требований к научной аппаратуре	Составление программы экспериментов	Создание базовой инфраструктуры
Летно-космические испытания	Научный анализ результатов тестовых измерений	Уточнение порядка проведения тестовых испытаний	Отладка, тестирование и модернизация программно-аппаратных средств
Космические эксперименты	Мониторинг работоспособности аппаратуры	Уточнение планов экспериментальных работ	Обеспечение процессов сбора и распределения экспериментальных данных

Стандартизация уровней представления данных, т.е. минимальных требований, предъявляемых к составу хранимых наборов данных в зависимости от глубины их обработки, является одним из необходимых условий развития любого архива, а тем более это важно при создании архива долговременного хранения космических данных. При выборе уровней

представления данных необходимо обеспечить, с одной стороны, определенную классификацию хранимой информации, а с другой – обеспечить максимально возможную гибкость разработанного классификатора с тем, чтобы использовать его при описании разнообразных наборов космических данных.

Таблица 2

Уровни представления космических данных

Уровень 0	Восстановленные необработанные данные приборов с полным разрешением; некоторые или все коммуникационные артефакты (например, синхрометки, коммуникационные заголовки) удалены.
Уровень 1А	Восстановленные необработанные данные приборов с полным разрешением, наличием меток времени и аннотацией вспомогательной информацией, включающей коэффициенты геометрической и радиометрической калибровок и данные по географической привязке (в том числе эфемериды и углы ориентации платформ и географические координаты полей зрения сенсоров).
Уровень 1Б	Данные уровня 1А, которые были обработаны для каждого из сенсоров (не все приборы будут иметь данные, эквивалентные уровню 1Б).
Уровень 2	Восстановленные параметры с тем же разрешением и расположением, что и исходные данные уровня 1.
Уровень 3	Параметры, нанесенные на регулярную (однородную по пространству и времени) координатную сетку, как правило, без пропусков и неоднозначностей.
Уровень 4	Данные моделирования или результаты анализа данных более низкого уровня (т.е. параметров, полученных по данным многократных измерений).

К настоящему времени разработаны и широко используются на практике несколько национальных и международных стандартов и рекомендаций по описанию уровней пред-

ставления данных. Одним наиболее универсальных и гибких, как показывает анализ применимости, представляется стандарт уровней представления данных, принятый в рамках

программы NASA EOSDIS и поддержанный, как рекомендация, Международным комитетом по спутниковым наблюдениям Земли (CEOS) В данной работе этот стандарт используется как базовый при описании наборов данных.

Наряду с уровнями представления при структурировании архива, приведенными в табл. 2, важно на этапе проектирования и создания архива обеспечить основные функции ЦОХКИ ИРЭ РАН:

- обеспечение средств ввода и долговременного хранения наборов экспериментальных космических данных и результатов их обработки;
- предоставление потенциальным потребителям всей необходимой информации о наличии наборов космических данных в архиве ИРЭ РАН, а также о состоянии и оперативных планах экспериментальных работ (с помощью средств Интернета в режиме реального времени);
- обеспечение недискриминационного распределения данных по заказам потребителей космической информации;

- обработка, интерпретация и анализ всех радиофизических данных;
- обработка и интерпретация оптических и ИК-данных МСУ-СК и МСУ-Э;
- интерпретация данных наземных измерений;
- архивирование всех данных уровня L0, всех калиброванных и верифицированных данных уровня L1, распределений восстановленных геофизических параметров (уровни L2 и L3);
- данных наземных измерений;
- каталогизация всех архивных наборов данных.

Общая архитектура научного архива космической информации представлена на рис. 1.

Структура системы архивирования для наборов данных уровня 0 (L0) и уровня 1 (L1) приведена на рис.1. Следует отметить, что архивирование данных уровней 24 принципиально такое же, как и уровня 1.

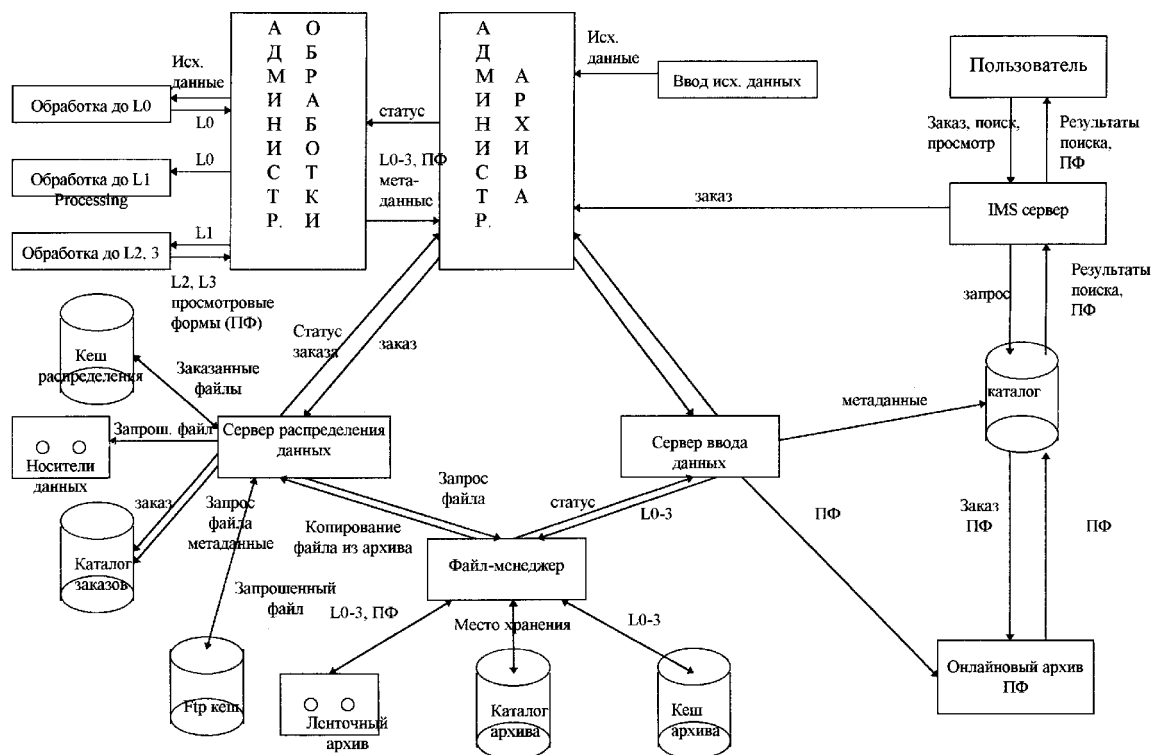


Рис. 1. Структура системы ввода, архивации и распределения данных

Детальное описание функционирования системы архивации и регистрации данных приведены далее. Система включает следующие подсистемы:

I. Подсистема первичной регистрации поступивших магнитных носителей:

Вход:

- а) наборы экспериментальных данных на магнитных лентах (8 и 4 мм, DLT),
  - б) сопроводительная документация,
- Выход:
- а) записи в системе каталогов, описывающие регистрируемые магнитные носители,
  - б) маркеры поступивших магнитных лент.

**II.** Подсистема копирования исходных наборов данных с магнитных лент (8 и 4 мм, DLT) в системный кеш:

Вход:

а) наборы экспериментальных данных на магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT),

б) записи в системе каталогов, описывающие регистрируемые магнитные носители (наличие лент, копирование которых не завершено),

Выход:

а) наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше исходных данных.

б) записи в системе каталогов, описывающие регистрируемые магнитные носители (наличие лент, копирование которых не завершено).

**III.** Подсистема идентификации и поименования наборов данных уровней L0 и L1:

Вход:

а) наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше исходных данных.

Выход:

а) наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше файлов уровней L0 и L1,

б) записи в системе каталогов, описывающие содержание наборов данных, помещенных в кеш файлов уровней L0 и L1,

в) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) файлов уровней L0 и L1.

**IV.** Подсистема упаковки файлов уровней L0 и L1 (компрессия и и tar упаковка):

Вход:

а) наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше файлов уровней L0 и L1.

Выход:

а) упакованные наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше файлов уровней L0 и L1.

б) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) упакованных файлов уровней L0 и L1.

**V.** Подсистема создания архивных копий файлов уровней L0 и L1 (не менее 2 копий для каждого из наборов данных):

Вход:

а) наборы экспериментальных данных в структурированном системном кеше файлов уровней L0 и L1,

Выход:

а) наборы экспериментальных данных уровней L0 и L1 на архивных 8 мм магнитных лентах,

б) записи в системе каталогов, описывающие расположение файлов данных на магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT).

**VI.** Подсистема верификации и регистрации заархивированных наборов данных:

Вход:

а) наборы экспериментальных данных уровней L0 и L1 на архивных магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT),

б) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) файлов уровней L0 и L1.

в) записи к системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) упакованных файлов уровней L0 и L1.

Выход:

а) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) файлов уровней L0 и L1, хранящихся на магнитных лентах,

б) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) упакованных файлов уровней L0 и L1, хранящихся на магнитных лентах,

в) записи в системе каталогов, описывающие расположение файлов данных на магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT), с подтверждением корректности созданной архивной копии,

г) записи в системе каталогов, описывающие содержание наборов данных, помещенных на архивные носители (магнитные ленты 8 мм, 4 мм, DLT).

**VII.** Подсистема иницирования лент хранения (INIT\_TAPE):

Вход:

а) наборы пустых магнитных лент (8 мм, 4 мм, DLT).

Выход:

а) наборы магнитных лент (8 мм, 4 мм, DLT) с заголовками (маркерами ленты) и этикетками, описывающими принадлежность лент к разделам архива космических данных.

Выход:

а) наборы экспериментальных данных уровней L0 и L1 на архивных 8 мм магнитных лентах,

б) записи в системе каталогов, описывающие расположение файлов данных на магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT).

**VIII.** подсистему верификации и регистрации заархивированных наборов данных

Вход:

а) наборы экспериментальных данных уровней L0 и L1 на архивных магнитных лентах (8 мм, 4 мм, DLT),

б) записи в системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) файлов уровней L0 и L1,

в) записи к системе каталогов, описывающие атрибуты (размер, контрольная сумма, дата создания и т.п.) упакованных файлов уровней.

Архив объединен с центрами информационной поддержки глобальной сетью ИНТЕРНЕТ на основе Российской Научной Космической Сети. Основной задачей проекта является разработка структуры интерфейса, архивации и сетевого обмена данными дистанционного зондирования. Это потребовало развития поисковых систем и реализации удаленного интерактивного доступа внешних

пользователей по сети ИНТЕРНЕТ к экспериментальным данным и электронным каталогам космических программ. Все это позволило значительно повысить производительность и гибкость инфраструктуры центров информационной поддержки спутникового экологического мониторинга.

Реализация проекта должна обеспечить участникам программ эффективное разрешение информационных ресурсов, открытый доступ к пространственно распределенным экспериментальным данным на основе Web-технологий. Разрабатывается развитая инфраструктура со структурами метаданных, обеспечивающая сбор и распределение экспериментальных данных и результатов тематической обработки, предоставление пользователям возможности для интерактивного доступа к ним в режиме on-line. Проект должен обеспечить российских пользователей адекватными и высококачественными информационными ресурсами, полученными в результате долговременных природо-ресурсных и экологических исследований Земли из космоса. Центры информационной поддержки и научный архив спутниковых данных по производительности и гибкости вычислительных средств удовлетворяют требованиям по сопровождению интенсивных потоков научных данных.

Технические параметры и программно-аппаратурный комплекс архива. Параметры инфраструктуры ЦОХКИ обеспечивают:

- ввод и регистрацию наборов экспериментальных данных и сопроводительной информации объемом до 10 Гбайт в день (в среднем 1 Гбайт в день);
- архивирование исходных данных и результатов обработки объемом до 15 Гбайт в день;
- подготовку наборов данных по заказам пользователей (до 5 Гбайт в день);
- обработку экспериментальной информации с производительностью до 300 MFI;
- доступ к серверам по ЛВС ЦОХКИ со скоростью не менее 10 Мбит/с;
- доступ к ресурсам Интернет по каналу с пропускной способностью 512 кбит/с;
- хранение информации в течение 15 лет;
- средства удаленного доступа к системе поиска и заказа данных из архива ЦОХКИ ИРЭ РАН (по выделенному каналу емкостью 256 кбит/с).

Инфраструктура архивации и обмена данными в рамках ЦОХКИ представлена на рис. 2. Уровни представления космических данных в научном архиве центра приведена в табл. 2.

Технические параметры инфраструктуры архива позволяют осуществлять ввод данных в автоматизированном режиме- до 6 Гбайт исходных данных в сутки. Это необходимо для оперативной обработки потоков данных в периоды интенсивных экспериментов длительностью 1-2 недели каждые три месяца. В остальные периоды система первичного ввода данных обеспечивает ввод со среднесуточной интенсивностью до 1 Гбайта в день. Вычислительные средства Центров обладают общей производительностью более 500 MFL, что необходимо для обеспечения декоммутации, контроля качества, калибровки,

валидации, обеспечения временной и пространственной привязки, синтеза РСА.

Для проведения распределенной обработки данных с использованием графических интерфейсов высокого разрешения локальная вычислительная сеть научного Архива обеспечивает доступ с рабочих станций к центральному серверу с производительностью порядка 10 Мбит в секунду. Средства долговременного хранения данных обеспечивают занесение в Архив и извлечение из него наборов данных до 15 Гбайт в день внешними потребителями информации. Телекоммуникационные средства информационной системы обеспечивают интенсивность обменов данными по глобальным компьютерным сетям не менее 512 Кбит в секунду, что необходимо для обеспечения доступа внешних пользователей к ресурсам архива в графическом режиме и позволяет эффективно обмениваться как метаданными, так и просмотрными формами Базы данных.

#### 4. Заключение

Разработанная информационная система является по существу единственной отечественной электронной библиотекой космической информации со свободным доступом к данным дистанционного зондирования по отечественным и международным научным природо-ресурсным и экологическим космическим программам. Потенциальные возможности развитой инфраструктуры архивации и обмена данных позволяют использовать электронную библиотеку в рамках крупных космических проектов в части обработки архивации и распределения данных. Обеспечена операционная совместимость системы с электронными Каталогами Центров хранения космических данных NASA и ESA и эффективный обмен данными в рамках международного научного сотрудничества по проекту «Природа».

#### 4. Литература

1. Kravtsov Yu., Kudashev E., Armand N., Myasnikov V., Savorsky V., Smirnov M., Syunterenko O., Tishchenko Yu., Development of Environmental information resources for Russian Remote Sensing Space programs Proceedings ISAS 99 / SCI 99, Orlando, Florida, USA.
2. Kudashev E., Armand N., Kravtsov Yu. , Myasnikov V., Savorsky V., Smirnov M., Tishchenko Yu. , The development of Earth Observation System and the Interactive Satellite Image Server for Nature Disaster reduction in RUSSIAN. Proceedings of 50<sup>th</sup> International Astronautical Congress, IAF-99- C.1.07. October 4 – 8, 1999, Amsterdam, the Netherlands.
3. Kravtsov Yu.A., Kudashev E.B., Raev M.D., Savorskii V.P., Tishchenko Yu.G. Telecommunication information resources of aerospace environmental and natural resources programs. -. Proceedings of the Russian Conference TELEMATICS 98, S-Peterburg, 10-12 June 1998 г.
4. Kravtsov Yu, Kudashev E. Environmental management and remote sensing cooperation of the territory of Russia and the states of former Soviet Union. RSS 98. Developing International Connections. Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference and Exhibition of the Remote Sensing Society, p. 185 –186. The University of Greenwich, 9 – 11 September 1998.

5. Kravtsov Yu., Kudashev E., Raev M, Real Opportunities for Moscow Environmental Management on the basis of Remote Sensing and Internet technologies// Rivista di TELERILEVAMENTO, 4, p.32, 1998.
6. Kravtsov Yu.A, Kudashev E.B, Satellite techniques in Early Warning systems for large towns and megacities. Proceedings of International IDNDR Conference on Early Warning Systems for the Reduction of natural disasters, p. 106. Potsdam, Federal Republic of Germany, September 7 – 11, 1998.
7. Anosov V.Ya, Butkovsky O.Ya, Zakharov M.Yu., Kravtsov Yu.A., Kudashev E.B., Lupian E.A, Using the satellite information and information computer networks for operational environmental monitoring. MONITORING, 1998, 1(9), pp. 27-29.
8. Kravtsov Yu.A. , Kudashev E.B., Moiseev S.S., Monitoring of geophysical processes against a background of small-scale variability. Proceedings of European Geophysical Society. 24<sup>th</sup> General Assembly, The Hague, the Netherlands. 1999.
9. Kravtsov Yu.A., Kudashev E.B., Armand N.A., Savorskii N.A., Tishchenko Yu.G. RSSI – Russian Space Science Internet: Information resources for natural and technogenic disasters. Proceedings of International Symposium “Reduction of Emergency Risks”. Moscow, June 24-25, 1998.
10. Kravtsov Yu.A., Kudashev E.B., Raev M.D., Bondarev V.V., Golomolzin V.V. Using of satellite monitoring for the estimate of living activity danger at megacities. Proceedings of 2 Russian Science Conference “Physical Environmental”. Moscow State University, January 18 -21, 1999.
11. Kudashev E.B, Armand N.A., Kravtsov Yu.A., Myasnikov V.P., Raev M.D. Savorskii V.P, Smirnov M.T, Tishchenko Yu.G. Integration of information resources for Earth Observation. The Proceedings of conference TELEMATICS 99, S.-Peterburg, 1999, June 7-10.
12. Armand N.A., Kravtsov Yu.A., Kudashev E.B., Myasnikov V.P., Savorskii V.P., Smirnov M.T., Tishchenko Yu.G. Project IAPU- IKI- IRE.-The Remote Sensing methods and telecommunication information resources for Russian Environmental and natural resource programs. Proceedings of International Seminar ISIS 99, Pacific Institute, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, March 1999.
13. Y.Kravtsov and E.B.Kudashev, Development of environmental management for the megacity of Moscow on the basis of satellite monitoring technologies and computer telecommunication networks. UDMS. Urban Data Management Society. Proceedings of UDMS 99, p. 11.4. 21<sup>st</sup> Urban Data Management Symposium, Venice, Italy, 21 – 23 April 1999.
14. E.B.Kudashev and Yu.A.Kravtsov. Remote sensing for operational applications in the environment of the Moscow megacity. Proceedings of Second International Symposium on Operationalization of Remote Sensing, Enschede, The Netherlands, August 16-20, 1999.
15. N.A.Armand, V.N.Voronkov, V.P.Nikitskij, V.A.Panchenko, E.M.Petrov, V.P.Savorskij, A.I.Sidorenko, M.T.Smirnov, I.V.Sorokin, Ju.G.Tishchenko. Prospects of Earth remote sensing researches and ecological monitoring, Radiotechnics and Electronics, 1998, vol.9, pp.1061-1069 (in Russian)
16. N.A.Armand, V.P.Savorskij, M.T.Smirnov, Ju.G.Tishchenko "Center of Processing and Storing the Space Information in IRE RAN", report presented at 2nd International Conference "Cosmonautics, Radioelectronics, Geoinformatics", Ryazan', 30 October - 1 November 1998.
17. Mario Periola/ Enigmas: The Egyptian Moment in Society and Arts. London, N.Y.:Verso, 1995. P.65.
18. М.Ямпольский. Интернет, или Постархивное сознание. Новое Литературное Обозрение, № 32(1998), с.15-28.

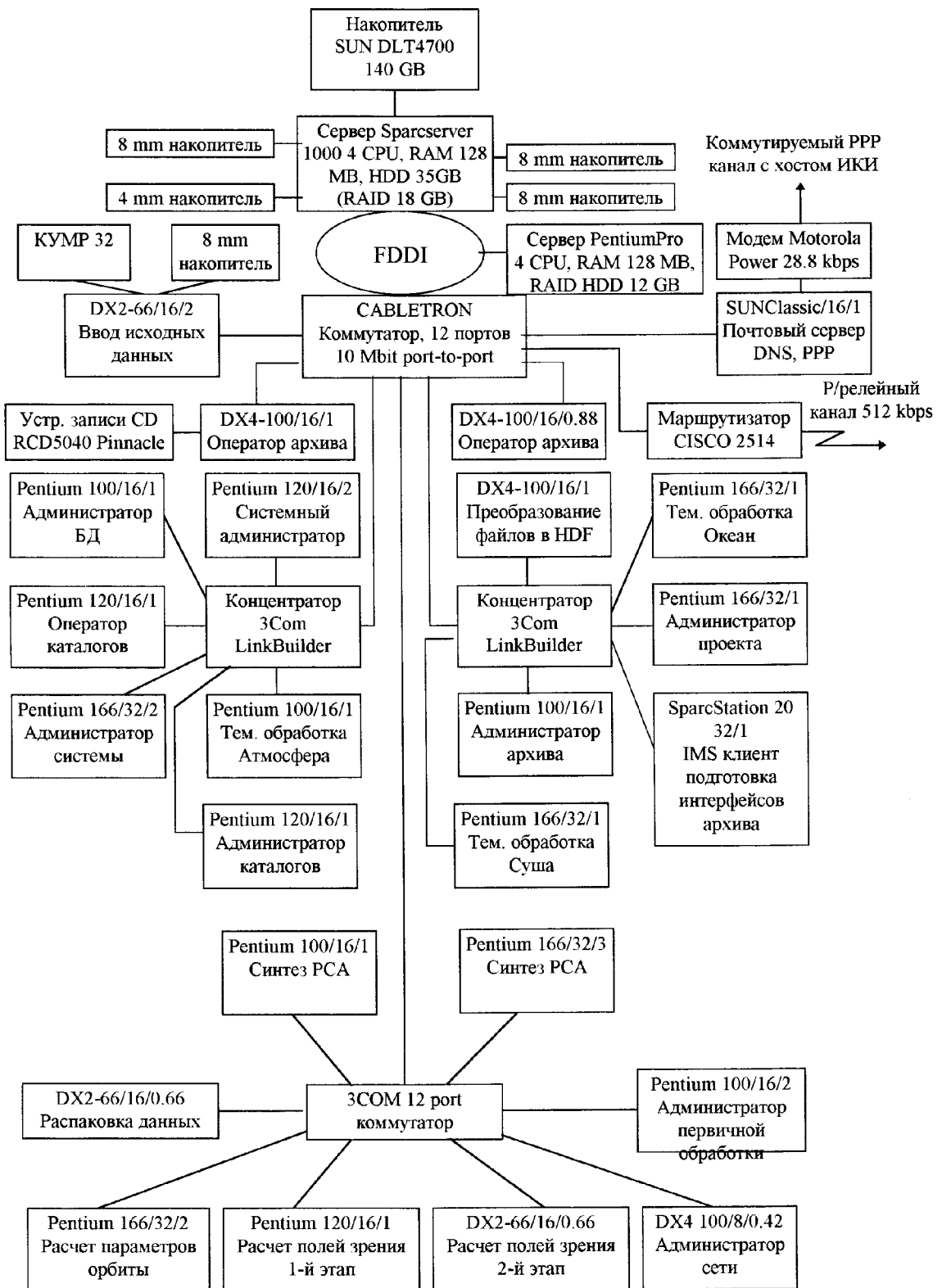


Рис. 2. Инфраструктура архивации и эффективного высокоскоростного обмена данными.