

Разработка автоматизированного комплекса приёма, обработки и архивации данных геостационарных спутников в НИЦ «Планета»

В.В. Асмус¹, М.А. Бурцев², А.А. Воронин³, А.Е. Кузнецов³, Е.А. Лупян²,
А.А. Мазуров², О.Е. Милехин¹, А.А. Прошин², В.А. Соловьёв¹, А.Б. Успенский¹,
Е.В. Флитман², Н.И. Хоменок¹

¹Научно-исследовательский Центр «Планета»
123242 Москва, Большой Предтеченский пер., 7
E-mail: asmus@planet.iitp.ru

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

³Рязанская Государственная Радиотехническая Академия
390005 г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1
E-mail: rgta@rgta.ryazan.ru

В работе описаны основные возможности автоматизированного комплекса приёма, обработки и архивации данных геостационарных КА, разработанного ИКИ РАН совместно с РГТА и НИЦ «Планета». Представлено описание общей архитектуры комплекса, а также его подсистем: системы приёма и первичной обработки данных, системы тематической обработки данных, системы архивации данных и предоставления доступа к ним, системы контроля за функционированием комплекса.

Автоматизированный комплекс приема, обработки и архивации данных геостационарных КА разрабатывается Институтом Космических Исследований (ИКИ РАН) совместно с Рязанской Государственной Радиотехнической Академией (РГТА) и НИЦ «Планета».

Создаваемый комплекс должен был обеспечить:

- автоматизацию процессов тематической обработки данных;
- архивацию исходных данных и результатов их обработки (тематических продуктов);
- доступ удаленных пользователей к архивам исходных спутниковым данным и тематических продуктов;

Комплекс создавался для обеспечения работы с данными, поступающими с геостационарных спутниковых систем.

При построении комплекса за основу была взята архитектура систем доступа к спутниковым данным, разработанная в ИКИ РАН [1]. Общая схема комплекса представлена на рис. 1. Функционально комплекс состоит из следующих основных компонент:

- Система приема и первичной обработки спутниковых данных;
- Система тематической обработки спутниковых данных;
- Система архивации спутниковых данных и обеспечения к ним доступа;
- Система управления и контроля за работоспособностью элементов комплекса

Ниже мы остановимся на особенностях реализации всех перечисленных компонент комплекса.

Первая очередь комплекса реализована на основе следующего аппаратного обеспечения:

- станция приема данных;
- две рабочих станции, обеспечивающих регистрацию и первичную обработку данных;
- сервер управления обработкой;
- три рабочих станции автоматизированной обработки спутниковых данных;
- рабочие станции, обеспечивающие интерактивную обработку данных;
- сервер архивации и представления данных.

Следует отметить, что архитектура, на основе которой построен данный комплекс, позволяет достаточно легко включать в работу дополнительные компьютеры, обеспечивающие как обработку, так и архивацию данных. Поэтому при увеличении числа решаемых задач аппаратное обеспечение комплекса может быть легко расширено.

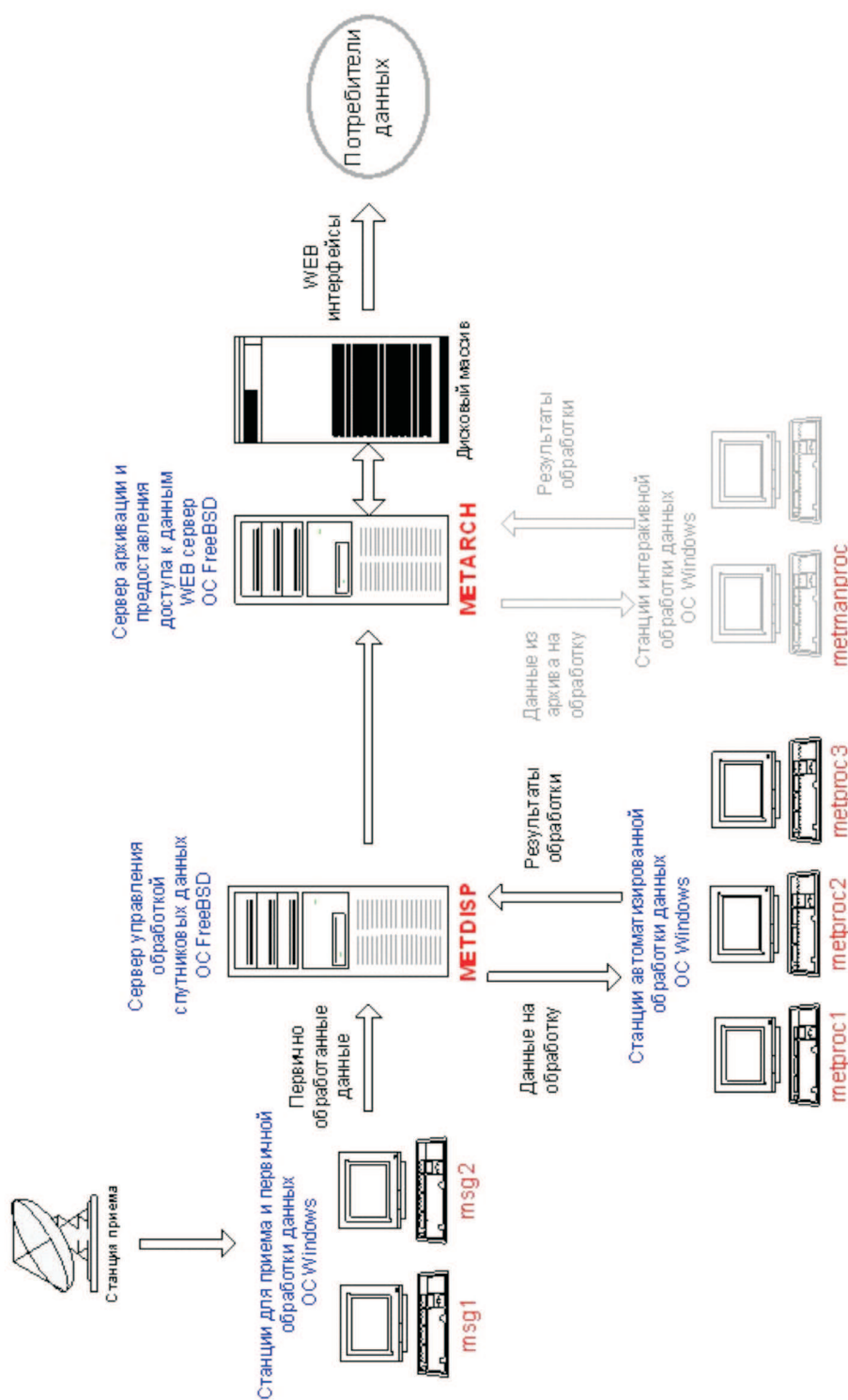


Рис.1. Функциональная схема комплекса

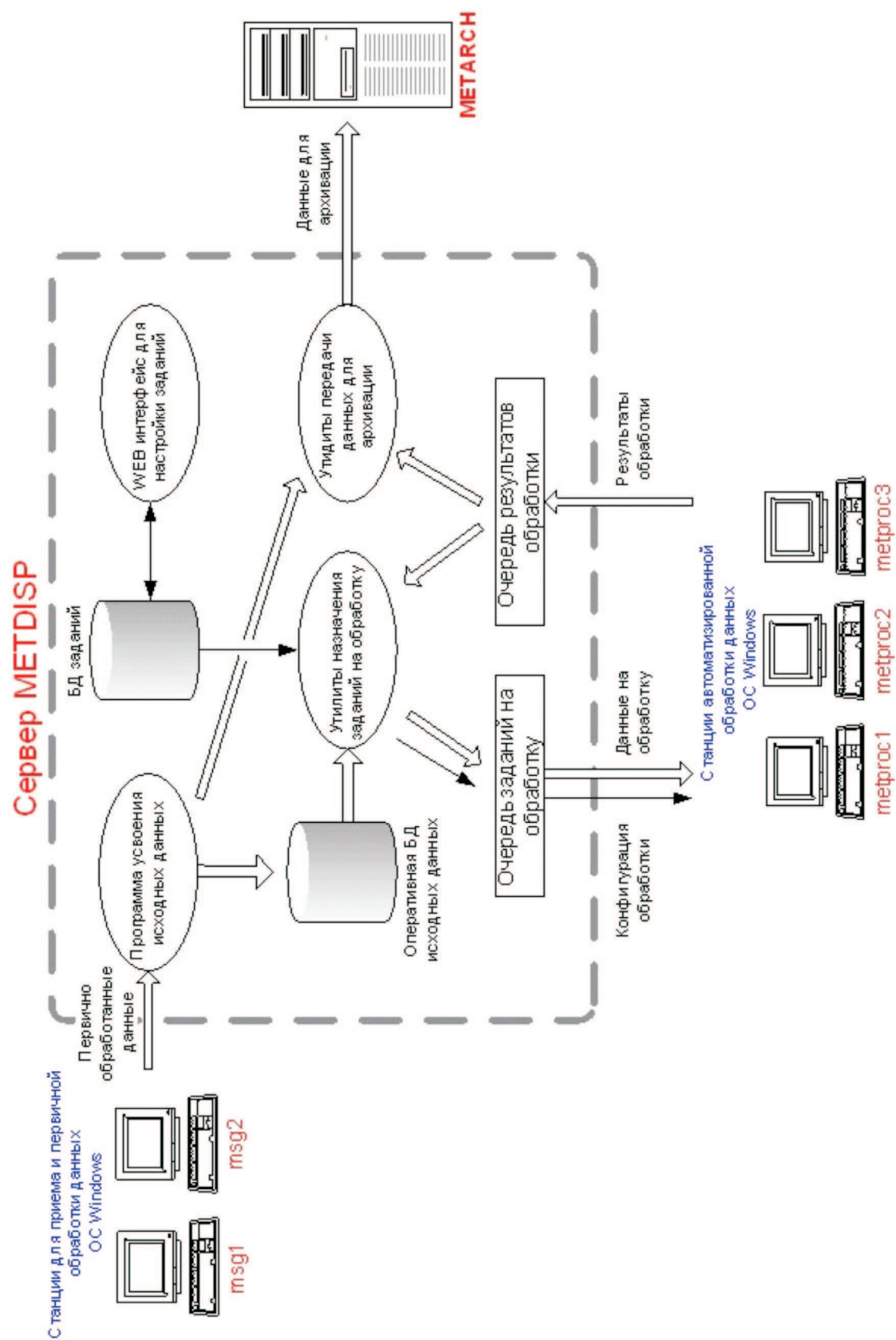


Рис. 2. Структурная схема системы автоматической тематической обработки данных

Система приема и первичной обработки данных.

Прием и первичная обработка спутниковых данных в комплексе реализованы на основе системы распространения данных EUMETCAST (Eumetsat Access to Data - EUMETCast Dissemination Scheme http://www.eumetsat.int/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&ssDocName=SP_1117714355151&l=en&ssTargetNodeId=445), использующей стандарт широковещательной цифровой передачи видеоданных (DVB). Передача данных осуществляется через геостационарный широковещательный спутник HotBird-6, находящийся на 13° в.д.

На данный момент система EUMETCAST обеспечивает получение данных КА Meteosat-8 (MSG-1), Meteosat-7, Meteosat-6, Meteosat-5, GOES-10, GOES-12, MTSAT-1R (ранее передавались данные КА GOES-9) и NOAA(датчик ATOVS) [Eumetsat Access to Data - EUMETCast Dissemination Scheme http://www.eumetsat.int/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&ssDocName=SP_1117714355151&l=en&ssTargetNodeId=445,
Meteosat First Generation - http://www.eumetsat.int/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=45&l=en Geostationary Operational Environmental Satellites - <http://www.oso.noaa.gov/goes/> Meteorological Satellite MTSAT series - <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/index.html> Polar Operational Environmental Satellites - <http://www.oso.noaa.gov/poes/>]. Приёмная станция и ПО первичной обработки поступающих данных были предоставлены EUMETSAT.

Для обеспечения дополнительной надежности работы системы первичной обработки данных в ней используются два компьютера с идентичным программно-аппаратным обеспечением. Таким образом, при выходе из строя одного из компьютеров, его функции может выполнять второй компьютер. При нормальной работе двух компьютеров на одном из них осуществляется регистрация данных, а на втором первичная обработка данных. Регистрация и обработка данных осуществляется в автоматическом режиме. Данные КА Meteosat-8 в режиме HRIT и LRIT поступают каждые 15 минут, данные КА Meteosat-7 и Meteosat-5 в режиме HRIT и LRIT поступают каждые 30 минут, данные КА серии GOES и MTSAT-1R в режиме LRIT поступают каждые три часа. После проведения первичной обработки данные автоматически поступают на сервер управления обработкой (сервер-диспетчер).

Система тематической обработки данных

Общая схема системы автоматической тематической обработки данных представлена на рис. 3.

Управление всеми процессами обработки данных обеспечивает сервер-диспетчер. Прошедшие первичную обработку данные поступают на сервер-диспетчер со станций приёма, после чего заносятся в оперативную базу данных (ОБД) исходных данных, а также частично направляются на сервер архивации. ОБД исходных данных позволяет получать выборки спутниковых изображений при построении композитов за указанный период времени (например, за последние 6 часов или за последние сутки). ОБД рассчитана на то, что данные в ней хранятся не более 10 дней, хотя при необходимости этот срок может быть увеличен.

На сервере-диспетчере по расписанию запускаются утилиты, формирующие задания для станций обработки. На всех обработочных станциях установлен одинаковый комплект программного обеспечения, состоящий из программ обработки и программ автоматизации, это позволяет при необходимости легко наращивать число станций, участвующих в автоматической обработке. В результате выполнения утилит назначения заданий на сервере-диспетчере формируется очередь заданий под обработку. При этом каждой из станций обработки соответствует отдельная директория (слот) в этой очереди. На станциях обработки установлена программа xv-stop [2], позволяющая запускать процессы обработки данных при появлении ключевых файлов в соответствующих директориях на сервере. При появлении на сервере новых заданий станции обработки автоматически начинают их выполнять, а затем выкладывают результаты обработки обратно на сервер управления обработкой. После выполнения очередного задания результаты обработки передаются на сервер, соответствующие файлы на сервере стираются, и в освободившийся слот утилита назначения заданий помещает файлы, необходимые для следующей обработки. На сервере полученные

результаты в случае необходимости могут быть использованы как исходные данные для следующих обработок. Готовые же данные, предназначенные для архивации, направляются на сервер архивации.

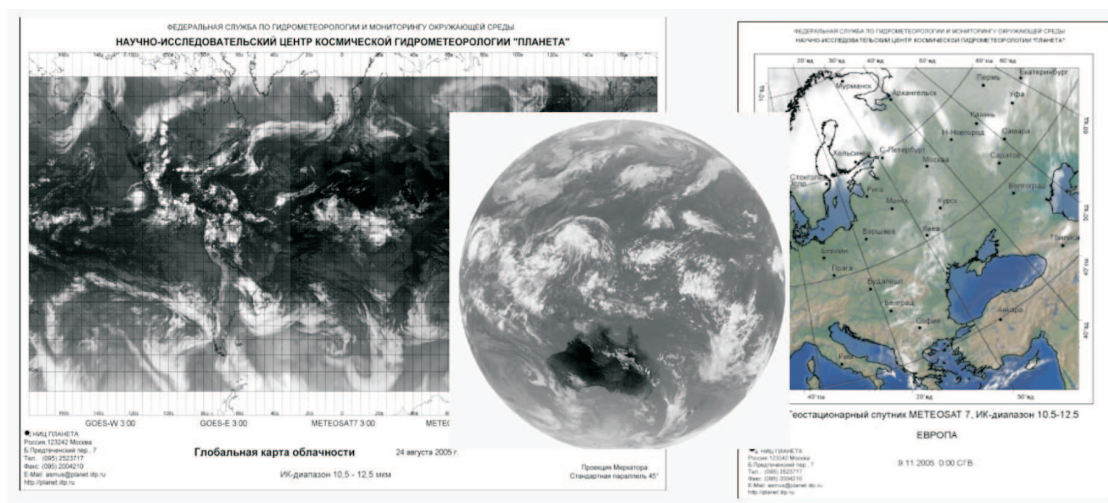


Рис. 3. Примеры продуктов тематической обработки данных геостационарных спутников

Автоматическая тематическая обработка данных осуществляется с помощью программного пакета PlanetaMeteoGS, разработанного НИЦ «Планета» и РГТА. Пакет позволяет достаточно гибко задавать типы производимой обработки при помощи конфигурационных файлов специального формата, а также дополнительных файлов с картографическими данными. За формирование этих наборов файлов отвечают специализированные утилиты назначения заданий под обработку. Информация о получаемых тематических продуктах содержится в специальной БД заданий, что позволяет существенно упростить систему подготовки заданий и сделать ее более гибкой. Управление БД заданий, т.е. назначение новых тематических продуктов и изменение конфигурации уже реализованных в системе продуктов, может осуществляться с помощью специализированного WEB интерфейса.

Реализация комплекса также предусматривает возможность проведения неавтоматизированных (интерактивных) обработок. В этом случае на сервере управления обработкой может быть реализовано автоматизированное предоставление необходимых данных под обработку и последующее усвоение их в архив.

В базовом варианте система автоматической тематической обработки данных рассчитана на формирование более чем двадцати различных тематических продуктов. Следует отметить, что номенклатура и состав продуктов могут достаточно легко меняться в процессе эксплуатации системы. На настоящее время комплекс обеспечивает, в частности, построение следующих продуктов:

- карты облачности Европейской части России по данным Meteosat-7;
- карты облачности Европейской части России по данным Meteosat-5;
- глобальные карты облачности (северная, южная и тропическая зоны), ч/б и цветосинтезированные - по данным пяти спутников;
- глобальные карты облачности (северная, южная и тропическая зоны), ч/б – по данным Meteosat-5;
- карты облачности Европы по данным Meteosat-5 и Meteosat-7;
- карты облачности Европейской части России по данным Meteosat-5 и Meteosat-7.
- Примеры этих продуктов приведены на рис.3.

Система архивации спутниковых данных и обеспечения к ним доступа

Система архивации данных создана на основе технологии разработанной в ИКИ РАН и уже апробированной в НИЦ «Планета» и других центрах приема и обработки спутниковых данных Росгидромета [3-6].

В рамках комплекса реализуется два основных архива данных и соответствующие им базы данных:

- архив исходных данных, предназначенный для хранения первично обработанных спутниковых данных
- архив тематических продуктов, получаемых на основе обработки спутниковых данных.

За ведение данных в каждый из архивов отвечают соответствующие специализированные утилиты пополнения и удаления данных. Следует отметить, что поскольку исходные спутниковые данные имеют довольно большой объем (суточный объем поступающих данных составляет около 20 ГБ.), эти данные по прошествии нескольких дней после приема автоматически переносятся с локальных дисков сервера архивации на присоединенный к нему дисковый массив. Тематические продукты, напротив, имеют сравнительно небольшой объем и поэтому могут постоянно находиться на дисковой системе сервера. При построении системы архивации предусмотрена также возможность автоматического удаления по истечении определенного времени части продуктов, имеющих только оперативную ценность.

Для доступа к данным в архивах реализуются специализированные WEB интерфейсы, в частности:

- интерфейс просмотра каталогов архивов;
- поиск данных в архиве по типу и набору критериев;
- интерфейс просмотра выбранных данных

Для создания интерфейсов использовалась технология подробно описанная в [7]. Предусматривается также возможность проведения пользователем заказа на получения необходимых ему данных по электронной почте или FTP. Для этой цели будет задействована программа DDS (Data Distribution System), позволяющая гибко задавать различные задания по доставке данных потребителям.

Система управления и контроля за работоспособностью элементов комплекса

Система реализована на базе программного пакета PMS (Process Monitoring System) [8]. Реализуемая этим пакетом система предназначена для удаленного контроля за автоматическим выполнением программ на UNIX серверах. На основе использования специализированного WEB интерфейса пользователю предоставляется информация о протоколах выполнения программ, их возвратных значениях, и, что наиболее важно, о возникновении ошибочных ситуаций, требующих немедленного вмешательства квалифицированного персонала. Для оперативного оповещения о таких сбойных ситуациях используется электронная почта.

Для управления и контроля работоспособностью элементами создаваемого комплекса программный пакет PMS установлен на сервер управления обработкой и сервер архивации данных. Это позволяет контролировать как процессы получения и обработки данных, так и процессы архивации данных и задачи, связанные с их доставкой потребителям.

Для контроля функционирования обрабатывающих машин под управлением ОС Windows используется разработанная в ИКИ РАН программа RemWatch [2], позволяющая отслеживать состояние выполняющихся процессов и состояние непосредственно обрабатывающего компьютера.

В настоящее время рассматриваемый комплекс находится в стадии опытной эксплуатации и обеспечивает приём, обработку и архивацию данных зарубежных геостационарных КА серии Meteosat первого и второго поколения, серии GOES и MTSAT-1R. В тоже время архитектура комплекса создавалась с учётом того, что основной его задачей должна стать работа с данными российских геостационарных космических аппаратов «ЭЛЕКТРО» (Геостационарный гидрометеорологический космический комплекс второго поколения Электро-Л - <http://www.laspace.ru/rus/electro.php>).

Литература

1. *Лузян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Технология построения автоматизированных информационных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей Москва Полиграф сервис, 2004 с 81-89.
2. *Егоров В.А., Ильин В.О., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Прошин Р.Р., Флитман Е.В.* Возможности построения автоматизированных систем обработки спутниковых данных на основе программного комплекса XV_SAT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. Москва: Полиграф сервис, 2004. С.431-436.
3. *Абушенко Н.А., Барталев С.А., Беляев А.И., Еришов В.В., Коровин Г.Н., Кошелев В.В., Лузян Е.А., Крашенинникова Ю.С., Мазуров А.А., Минько Н.П., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Система сбора, обработки и доставки спутниковых данных для решения оперативных задач службы пожароохраны лесов России. Научные технологии, 2000. Т.1. №2. 4-18 с.
4. *Беляев А.И., Еришов В.В., Коровин Г.Н., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Современные возможности Российской системы оперативного спутникового мониторинга лесных пожаров. Доклады III Всероссийской конференции Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве. Москва 18-19 апреля 2002 г. С.34-36.
5. *Андреев М.В., Егоров В.А., Ильин О.В., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Использование технологий построения автоматизированных систем приема, обработки, архивации и распространения данных для мониторинга состояния морей. Тезисы докладов Конференции «Информационные ресурсы об океане - актуальные проблемы формирования, распространения и использования в научных исследованиях и в морской деятельности» ОИР 2002 Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД. С.146.
6. *Романов А.А., Матвеев С.В., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Перспективы создания и развития распределенного архива данных спутникового мониторинга океанографической обстановки Госкомрыболовства.. Тезисы докладов Конференции «Информационные ресурсы об океане - актуальные проблемы формирования, распространения и использования в научных исследованиях и в морской деятельности» ОИР 2002 Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД. С.107.
7. *Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Построение интерфейсов для организации работы с архивами спутниковых данных удаленных пользователей // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. Москва: Полиграф сервис, 2004. С.514-520.
8. *Ефремов В.Ю., Лузян Е.А., Мазуров А.А., Наглин Ю.Ф., Прошин А.А., Флитман Е.В.* Управление и контроль работоспособности распределенных систем обработки спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. Москва: Полиграф сервис, 2004. С.467-475.