

# Распределённая система приёма и обработки данных полярно-орбитальных спутников в центрах Росгидромета

М.А. Бурцев<sup>1</sup>, В.Ю. Ефремов<sup>1</sup>, А.А. Мазуров<sup>1</sup>, А.М. Матвеев<sup>1</sup>, А.А. Прошин<sup>1</sup>,  
С.А. Успенский<sup>2</sup>, Е.В. Флитман<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт космических исследований РАН*

*117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32*

<sup>2</sup> *ГУ «НИЦ «Планета»*

*123242, Москва, Б. Предтеченский пер., 7*

*E-mail: [burcev@d902.iki.rssi.ru](mailto:burcev@d902.iki.rssi.ru)*

В статье описывается распределённая система приёма и обработки данных полярно-орбитальных спутников NOAA, TERRA и AQUA, функционирующая в основных центрах приёма Росгидромета в Москве, Обнинске, Новосибирске и Хабаровске. Дана структура и описание типового центра приёма и обработки данных. Приводятся примеры использования данных в ИСДМ Рослесхоз и ИС мониторинга сельхозземель МСХ РФ.

В настоящей работе описываются архитектура и возможности системы, предназначенной для автоматизированного приёма и обработки данных полярно-орбитальных спутников NOAA, TERRA и AQUA. Система также ориентирована на возможность в дальнейшем работы с данными российских полярно-орбитальных спутников (например, с данными планируемого к запуску спутника Метеор). Система разрабатывалась совместно Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) и Научно-исследовательским центром «Планета» Росгидромета (НИЦ «Планета»).

Следует отметить, что в настоящее время Росгидромет имеет разветвлённую сеть крупных приёмных центров, обеспечивающую покрытие данными КА ДЗЗ всей территории России, с основными центрами в Москве (НИЦ «Планета»), Обнинске (филиал НИЦ «Планета»), Новосибирске (Западно-Сибирский РЦПОД) и Хабаровске (Дальневосточный РЦПОД). Данные, принимаемые в этих центрах, используются как для решения традиционных гидрометеорологических задач, так и для решения ряда задач оперативного мониторинга как федерального, так и регионального уровня. Задачи подобного масштаба требуют единого подхода к организации работы с данными в каждом центре приёма и обработки на всех этапах, начиная от приёма исходных данных и заканчивая предоставлением необходимых данных (как исходных, так и прошедших обработку) потребителю. Также использование единого подхода при построении подсистем приёма и обработки спутниковых данных в различных центрах позволяет с минимальными затратами расширять систему и поддерживать ее бесперебойную работу. Унификация формата представления результатов обработки спутниковых данных в различных центрах существенно упрощает их использование для решения различных научных и прикладных задач. В данной статье описывается организация такого подхода в перечисленных выше центрах.

В рамках рассматриваемой системы была выработана структура типового центра приёма и обработки данных. В ней можно выделить следующие основные блоки:

- Блок приёма и предварительной обработки данных;
- Блок тематической обработки данных;
- Блок хранения данных;
- Блок представления данных.

Блок приёма и предварительной обработки отвечает за поступление данных в систему из данных источников, каковыми могут выступать как непосредственно приёмные станции, так и какие-либо удалённые центры приёма и обработки данных, и их предварительную обработку, необходимую для дальнейшей тематической обработки. На этапе поступления данных проводится проверка комплектности поступившего набора данных, подготовка метаданных и дополнитель-

ных данных, необходимых для обработки, (как, например, орбитальных телеграмм) и аннотирование данных для их архивации. На этапе предварительной обработки осуществляется калибровка данных, очистка их от шумов и помех, маскирование облачности, водных поверхностей и снежного покрова и географическая привязка. После этого предобработанные данные усваиваются в кратковременный циклический и/или долговременный архивы и передаются на тематическую обработку.

В рамках блока тематической обработки данных производится построение требуемых для решения поставленных задач информационных продуктов. Наиболее распространёнными видами тематической продукции, используемой в информационных системах работы со спутниковыми данными, можно назвать карты облачности, снежного и ледового покровов, различных индексов, а также их производные продукты. Все эти продукты представляют собой географически привязанные растровые изображения. В зависимости от решаемых задач на выходе могут быть как полностью готовые информационные продукты, включающие в себя все необходимые элементы оформления, и полностью подготовленные для предоставления пользователю, так и базовые изображения для динамического формирования требуемого продукта по запросу потребителя. Первый подход используется в случае необходимости получения и использования стандартизованного набора тематической продукции по фиксированным зонам наблюдения, хотя он более характерен для организации работы с данными геостационарных КА (см. [1]). Второй используется при необходимости работы с произвольными областями наблюдения, реализующейся посредством специализированных интерфейсов. После получения они поступают для усвоения в блок хранения и для последующего предоставления потребителям.

Блок хранения данных можно разбить на две части – архив исходных и предобработанных данных и архив обработанных данных. Как правило, для исходных и предобработанных данных ведётся только кратковременный циклический архив, обеспечивающий хранение данных и непосредственный доступ к ним на протяжении заданного срока, измеряемого днями или неделями. Это объясняется с одной стороны достаточно большими объёмами, не позволяющими держать длинные временные ряды этих данных в непосредственном доступе без крупных затрат, и, с другой стороны тем, что чаще всего эти данные конечным потребителем не используются. Вместе с тем, имеется возможность экспорта этих данных в долговременные архивы. Архив обработанных данных, как правило, является долговременным и обеспечивает хранение и непосредственный доступ к данным на протяжении сроков, необходимых для решения поставленных задач (например, в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ Рослесхоз) работу которой, в частности, обеспечивают обсуждаемые центры – на протяжении как минимум пожароопасного сезона). Организован такой архив может быть несколькими способами в зависимости от решаемых задач и упомянутых выше подходов к формированию тематической продукции. При первом подходе (с фиксированной статической продукцией) организация архива заметно упрощается, так как достаточно хранить только атрибуты времени получения продукта и указание типа информационного продукта. В случае использования второго подхода обработанные данные в архиве хранятся либо в виде мозаик по заданным заранее регионам наблюдения, либо в виде непересекающихся географических гранул небольшого размера [2], что усложняет организацию архива за счёт необходимости хранения географических параметров информационной продукции.

Блок представления данных предназначен для обеспечения доступа к данным конечных потребителей, а также для экспорта данных в другие центры и/или информационные системы. Данные могут предоставляться потребителям либо посредством специализированных картографических web-интерфейсов [2], либо посредством web-интерфейсов каталога архива, либо стандартными средствами Windows и Unix сетей. Также данные могут предоставляться удалённым потребителям посредством системы рассылки, входящей в состав блока представления данных. Она обеспечивает автоматическую передачу определённых данных заданным адресатам по электронной почте и протоколу FTP. Также данная система используется для экспорта данных в различные информационные системы.

Функциональная схема центра приёма и обработки представлена на рис. 1. В типовой структуре центра физически блок предварительной обработки и архив исходных данных реализуются в

рамках одного выделенного сервера, на котором также могут быть реализованы средства доступа пользователей к каталогу архива. Блок представления данных и архив обработанных данных реализуется в рамках второго выделенного сервера. Блок тематической обработки реализуется в виде линейки обрабатывающих компьютеров, которые могут выполнять различные функции блока предварительной обработки в зависимости от поступающих данных и имеющихся задач.

Общим техническим требованием к организации центра является использование серверов с отказоустойчивыми дисковыми массивами как минимум RAID 1, как максимум – RAID 5 с дополнительными резервными дисками горячей замены для обеспечения сохранности данных в случае аппаратных сбоев, использование ЛВС с пропускной способностью не менее 100 мегабит/с (желательно – 1 гигабит/с), что особенно критично при работе с данными среднего и высокого пространственного разрешения. Желательным является использование обрабатывающих компьютеров с дисковыми массивами RAID 0 (data striping), что существенно ускоряет обработку данных за счёт увеличения скорости чтения и записи на диск, являющейся критичной.

Все блоки в рамках обсуждаемой системы реализованы на основе программного обеспечения, созданного в ИКИ РАН и НИЦ «Планета». В системе также используется свободно распространяемое программное обеспечение. Для ведения архивов используется СУБД MySQL версии 5.0 и выше и программные пакеты FDB и SDB, разработанные в ИКИ РАН. Для ведения предварительной и тематической обработки используется программный пакет «Спутник», разработанный в ИКИ РАН, также для ведения предварительной обработки используется программный пакет IMAPP, разработанный в университете Мэриленда (<http://cimss.ssec.wisc.edu/imapp/>). Архивация данных ведётся на основе разработанной в ИКИ РАН технологии построения автоматизированных систем хранения [3]. Основным языком реализации является Perl версии 5. Для реализации web-интерфейсов используются http-сервер Apache версии 1.3 и выше, программный пакет Mapserver (<http://mapserver.gis.umn.edu/>), разработанный в университете Миннесоты, программный пакет GD. Непосредственно интерфейсы реализованы на основе CGI-скриптов, разработанных на языке Perl версии 5, с использованием технологий JavaScript и Ajax.

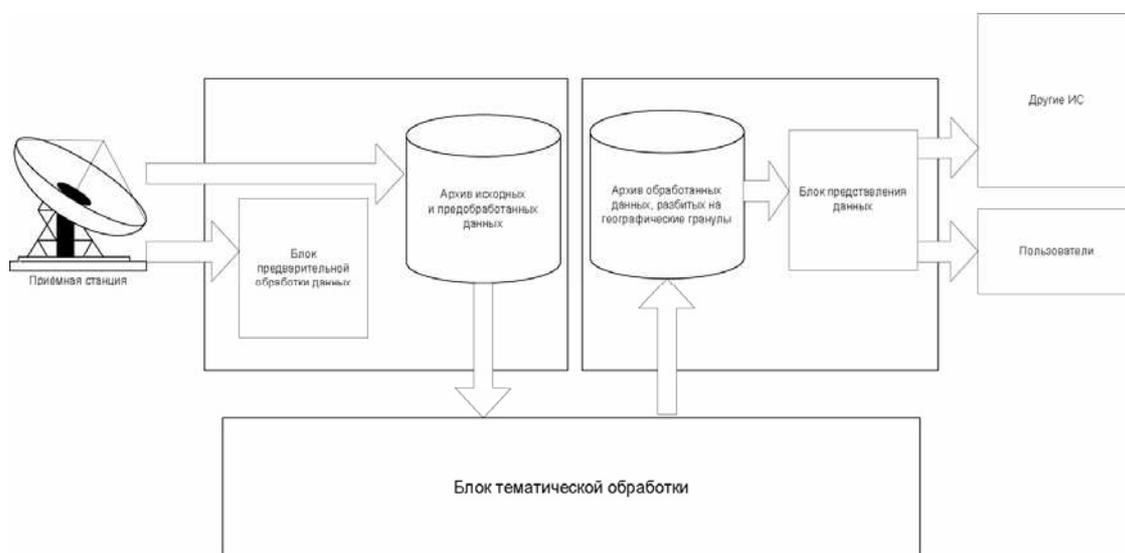


Рис. 1. Функциональная схема центра приёма и обработки

Как было отмечено выше, данные, принимаемые в центрах Росгидромета, используются в ряде крупных информационных систем для решения задач оперативного мониторинга. Наиболее яркими примерами являются ИСДМ Рослесхоз [5] и система дистанционного мониторинга земель МСХ РФ (СДМЗ МСХ РФ) [6].

ИСДМ Рослесхоз обеспечивает регулярное оперативное наблюдение за действующими лесными пожарами, детектирование новых пожаров и тепловых аномалий, получение оперативной

статистики по действующим и потушенным пожарам и их последствиям, оценку повреждений леса, получение метеоинформации и прогнозов пожарной опасности, получение различных форм отчётности как на федеральном, так и на региональном уровнях [4, 5].

СДМЗ МСХ РФ обеспечивает регулярное наблюдение за состоянием растительности на заданных землях на основе еженедельных композитных карт нормализованного вегетационного индекса NDVI, а также даёт потребителю инструменты для анализа текущей ситуации на основе сравнения данных за заданные времена, сравнения данных с задаваемым годом-аналогом, построения и сравнения временных рядов данных за необходимые промежутки времени, прогнозирования урожайности на основе года-аналога и других показателей [6, 7].

В заключение отметим, что в настоящее время основным направлением работ по развитию созданной системы является подготовка ее к работе с данными перспективных российских полярно-орбитальных спутников дистанционного зондирования Земли (Федеральная космическая программа, [http://www.roscosmos.ru/fkp\\_razdel1\\_2.asp](http://www.roscosmos.ru/fkp_razdel1_2.asp)).

## Литература

1. Асмус В.В., Бурцев М.А., Воронин А.А., Кузнецов А.Е., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Милехин О.Е., Прошин А.А., Соловьёв В.А., Успенский А.Б., Флитман Е.В., Хоменок Н.И. Разработка автоматизированного комплекса приёма, обработки и архивации данных геостационарных спутников в НИЦ «Планета» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: ООО «Азбука-2000», 2006. Т. 1. С. 156-162.

2. Ефремов В.Ю., Крашенинникова Ю.С., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Оптимизированная система хранения и представления географически привязанных 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. М.: ООО «Азбука-2000», 2007. Вып. 4. Т. 1. С.125-134.

3. Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Прошин А.А., Флитман Е.В. Технология построения автоматизированных систем хранения 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. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 437-443.

4. Еришов Д.В., Коровин Г.Н., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Тацилин С.А. Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 47-57.

5. Барталев С.А., Коровин Г.Н., Котельников Р.В., Лупян Е.А., Щетинский В.Е. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства РФ (состояние и перспективы развития) // Настоящий сборник

6. Барталев С.А., Бурцев М. А., Еришов Д.В., Ефремов В.Ю., Ильин В.В., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Мельник Н.Н., Нейштадт И.А., Полищук А.А., Столпаков А.В., Прошин А.А., Темников В.А., Флитман Е.В. Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: GRANP polygraph, 2005. Т. 1. С. 131-139.

7. Акаткин Ю.М., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Прошин А.А., Флитман Е.В., Полищук А.А., Толтин В.А. Возможности удаленной работы с данными системы дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель МСХ РФ // Настоящий сборник.