

# Автоматизированная система подготовки спутниковых данных для создания базовых информационных продуктов

А.М. Матвеев, А.А. Мазуров

*Институт космических исследований РАН  
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32  
E-mail: [info@smis.iki.rssi.ru](mailto:info@smis.iki.rssi.ru)*

В настоящей статье приведено описание созданной в отделе «Технологии спутникового мониторинга» ИКИ РАН автоматизированной системы подготовки спутниковых данных для занесения в каталоги, с последующим созданием различных базовых продуктов на основе архивных данных. Представлено описание архитектуры системы, её программных компонент, а также программных и аппаратных особенностей реализации. Приведены примеры каталогов, созданных с помощью указанной системы, а также обозначены некоторые перспективы дальнейшего развития.

В настоящее время объем спутниковых данных увеличивается с большой скоростью. Это связано как с увеличением числа спутников на орбитах, так и с постоянно возрастающим пространственным разрешением приборов. Информация, полученная со спутников, должна быть оперативно обработана и доступна пользователям. При этом количество пользователей спутниковых данных продолжает непрерывно увеличиваться, а также появляются новые области применения спутниковой информации. Таким образом, пользователям зачастую недостаточно базовых продуктов, хранящихся в архиве, количество которых ограничено. Это приводит к необходимости создания систем онлайн-обработки данных [1]. Этот фактор и явился определяющим при разработке данной системы, которая базируется на технологиях предыдущих поколений комплексов обработки спутниковых данных, но имеет свои особенности.

Можно выделить следующие основные требования, предъявляемые к настоящей системе:

- Легкость расширения системы для работы с различными (существующими и предполагаемыми) типами спутниковой информации.
- Удобство построения каталогов подготовленных данных.
- Высокая скорость представления изображений области интереса, выбранной пользователем, возможно с некоторой дополнительной обработкой.
- Работа системы с распределенными архивами спутниковой информации.

Нужно отметить, что архитектура построения рассматриваемого автоматизированного комплекса обработки и архивации спутниковых данных, по сути, является подмножеством общей архитектуры построения систем доступа к спутниковым данным, разработанной в ИКИ РАН.

Основными задачами комплекса являются:

- обработка спутниковых данных;
- архивация спутниковых данных;
- контроль над функционированием комплекса.

Ниже на рис. 1 представлена структура информационной системы доступа к спутниковым данным, частью которой является описываемая система.

С учетом вышеизложенных требований была произведена модификация комплекса обработки и архивации спутниковых данных (подробнее о системах архивации см. [2] и [3]). При этом использовался следующий принцип: полученные в рамках системы обработки спутниковые изображения в азимутально-эквидистантной проекции разбиваются на гранулы, соответствующие принятому для данного продукта разбиению. Для каждого продукта в архив заносятся все его непустые гранулы. Выбор такого типа проекции для базовых продуктов обусловлен легкостью и быстротой использования хранящихся в архиве гранул для получения изображения интересующей области.

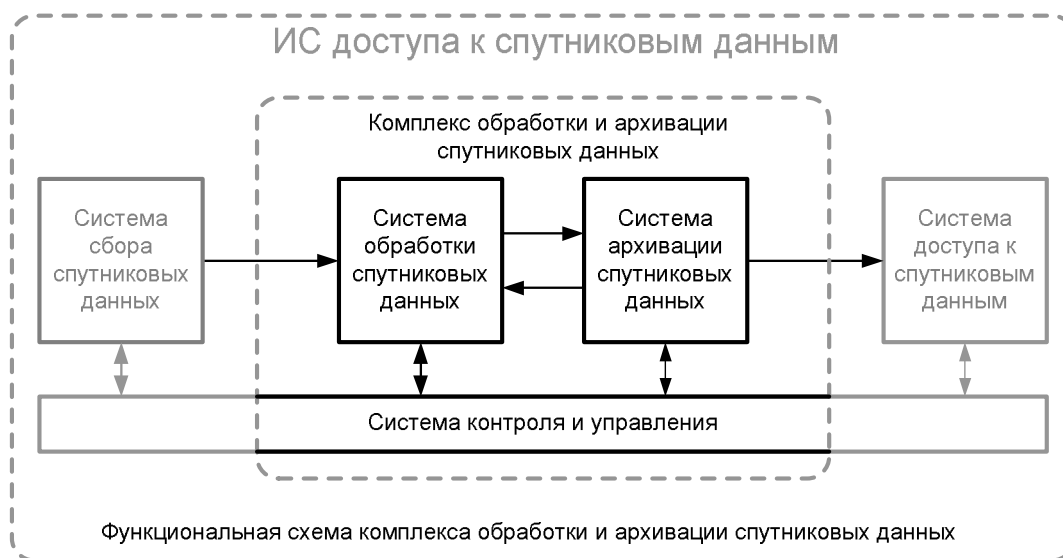


Рис. 1. Структура информационной системы доступа к спутниковым данным

На следующем рисунке (рис. 2) представлено возможное положение области интереса относительно хранящихся в архиве гранул. В процессе подготовки результирующего изображения сначала производится выборка гранул из архива по условию  $U(\text{granule}) \cap U(\text{ROI}) \neq \emptyset$ , где  $U$  – область покрытия, затем склейка и перевод в нужный масштаб.

Следует отметить, что изначально система разрабатывалась без привязки к каким-то конкретным заранее заданным размерам гранул. Этот размер может варьироваться для разных спутников и типов продуктов, без каких бы то ни было потерь функциональности. Принципиальная схема комплекса позволяет хранить гранулы разного размера даже в пределах архива одного продукта, однако, безусловно, самым удобным в использовании является архив базового продукта с фиксированными пространственными размерами гранул.

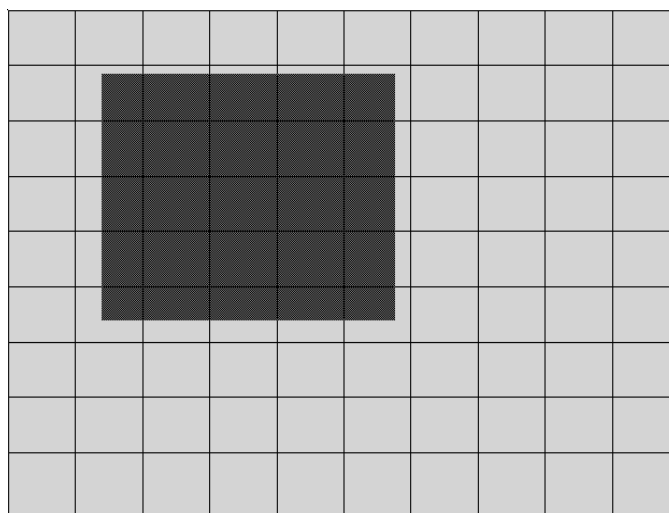


Рис. 2. Область интереса относительно покрытия гранул

Идея хранения спутниковых изображений в виде непересекающихся гранул, естественно, не нова. Такой подход, в частности, используется в архивах центра LP DAAC [<http://lpdaac.usgs.gov>], входящего в состав проекта NASA EOSDIS, для хранения данных прибора MODIS, установленного на спутниках TERRA и AQUA. Данные в этом архиве хранятся в виде гранул в синусоидальной проекции большого размера (примерно 1000 км на 1000 км), что позволяет оптимизировать зада-

чу хранения и предоставления пользователям под обработку больших объемов данных [<http://edcimswww.cr.usgs.gov/>].

Однако такой вариант организации хранения данных не подходит для построения интерфейсов доступа к произвольной области спутникового продукта.

Для того чтобы эффективно реализовать интерфейс доступа к произвольной области спутникового продукта, гранулы должны иметь небольшой размер, а именно быть существенно меньше, чем размер предоставляемого пользователю изображения. Это позволяет минимизировать объем «лишних» данных, т.е. размер фрагментов гранул, которые не входят в результирующее изображение. С другой стороны, чрезмерное уменьшение размеров гранул приводит к накладным расходам, связанным с необходимостью оперировать большим количеством файлов, кроме того, при использовании различных форматов, использующих сжатие с потерей данных, в «склеенных» изображениях могут появиться граничные эффекты.

Применяется также схема оптимизации базы данных для ускорения доступа к ней из пользовательского интерфейса (см. [4]). Для каждой гранулы предусмотрено создание цепочки дополнительных масштабов. Таким образом, схема построения изображения в интерфейсе усложняется выбором нужного масштаба. Изначально предполагалось использование только двух разных масштабов: для начального отображения карты всей Евразии и для произвольных областей интереса. В целях исследования возможной оптимизации применительно к созданию карты интересующей области из гранул был проведен ряд тестов скорости склейки и масштабирования для гранул различного размера.

В ходе тестов выяснилось, что целесообразным будет создание нескольких промежуточных масштабов, каждый из которых отличается от предыдущего в 2 раза. С учетом вышесказанного схема автоматизированной подготовки спутниковых данных может быть представлена следующим образом:

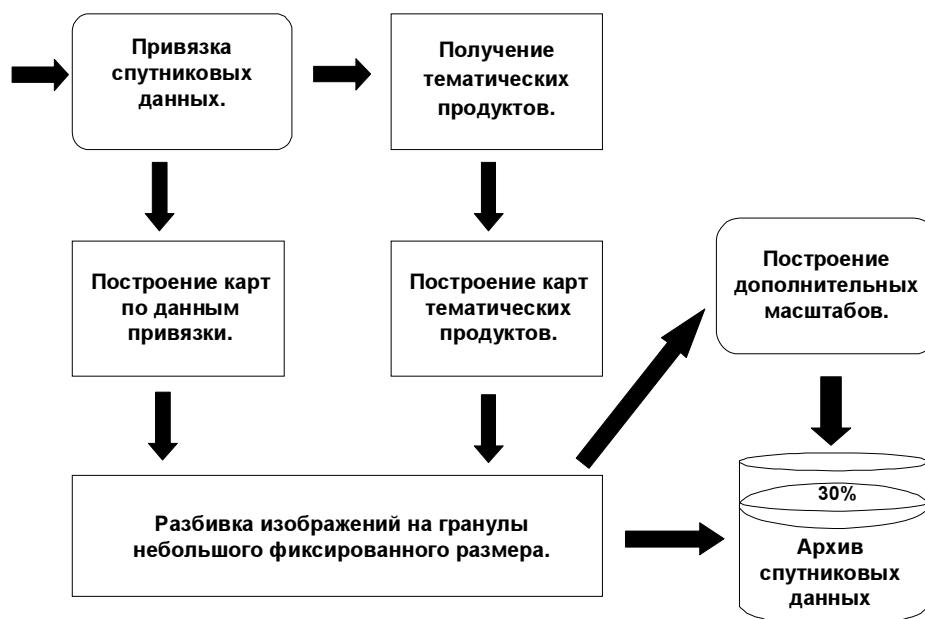


Рис. 3. Схема автоматизированной подготовки спутниковых данных

В результате размер необходимого дискового пространства для хранения спутниковых данных увеличивается примерно на одну треть (сумма убывающей геометрической прогрессии), однако это компенсируется увеличением скорости доступа к каталогам и представления изображения области интереса. Перспективы развития описанной системы на наш взгляд достаточно широки и включают в себя следующее:

1. Возможность быстрого и эффективного анализа временных рядов и создания композитов.
2. Распределенное хранение гранул (здесь подразумевается разнесение различных наборов гранул по разным архивам, признаки разделения при этом могут быть самые разные).
3. Использование кластерных технологий для сложного ресурсозатратного вычисления а также перевод в другую проекцию (при этом гранулы равномерно распределяются по различным узлам, что позволяет значительно сократить время на нужную операцию)

На настоящий момент система работает с данными спутников Aqua, Terra, серий спутников NOAA и SPOT. Также с использованием предложенного подхода был пересчитан архив данных LANDSAT. Ведется разработка в области применения изложенных методов для радарных снимков спутника ENVISAT.

## Литература

1. Балашов И.В., Бурцев М.Ю., Ефремов В.Ю., Луян Е.А., Прошин А.А., Толпин В.А. Построение архивов результатов обработки спутниковых данных для систем динамического формирования производных информационных продуктов // Пятая Юбилейная Открытая Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 12-16 ноября 2007 г. Сб. тезисов конференции.

2. Луян Е.А., Мазуров А.А., Назиров Р.Р., Прошин А.А., Флитман Е.В. Универсальная технология построения систем хранения спутниковых данных // Препринт ИКИ РАН. Пр-2024. М. 2000. 22 с.

3. Ефремов В.Ю., Луян 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. Сб. научн. статей. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 437-443.

4. Андреев М.В., Ефремов В.Ю., Луян 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. Сб. научн. статей. М.: ООО "Полиграф сервис", 2004. С. 514-520.