

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПУТНИКА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ SPOT-4

Горбунова В. А.

Научный руководитель – аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» ИКИТ СФУ Брежнев Р. В.

Сибирский Федеральный Университет

Институт Космических и Информационных Технологий

В данной статье рассматривается процесс предварительной обработки данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) космического аппарата SPOT-4 (HRVIR) на базе Региональной системы ДЗЗ, разработанной в Институте Космических и Информационных Технологий Сибирского Федерального Университета.

Под предварительной (первичной) обработкой спутниковых снимков понимают представление исходного потока данных в форматы, подходящие для хранения и дальнейшей тематической (последующей) обработки. Наиболее распространенным форматом хранения является GeoTIFF или форматы, поддерживаемые широко распространенными системами обработки изображений (ERDAS Imagine, ENVI и т.д.). Предварительная обработка по международным стандартам включает следующие уровни:

- **Уровень 0.** «Сырые» данные, полученные датчиками съемочных камер в процессе съемки, без каких либо преобразований. Данный уровень является базовым для последующих уровней обработки. Формат файлов изображений на данном уровне стандартом не определен и может являться форматом, определенным компанией-оператором спутниковой системы.
- **Уровень 1А.** Включает только радиометрическую коррекцию искажений, вызванных разницей в чувствительности отдельных датчиков съемочной системы. Предоставляются коэффициенты абсолютной радиометрической калибровки. Формат файлов RAW, TIFF.
- **Уровень 1В.** Включает радиометрическую коррекцию уровня обработки 1А, а также геометрическую коррекцию систематических ошибок датчиков сканирующей системы (панорамные искажения, искажения вызванные вращением и кривизной Земли, колебанием высоты орбиты спутника). Применена абсолютная радиометрическая калибровка. Формат файлов изображения RAW, TIFF.
- **Уровень 2А.** Изображения приведены к стандартной географической проекции без использования наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость, или используется глобальная цифровая модель рельефа (ЦМР) с шагом на местности 1 км. Формат файлов изображений GeoTIFF.
- **Уровень 2В.** Изображения уровня 2А приведены к стандартной картографической проекции с использованием наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость, или используется глобальная цифровая модель рельефа (ЦМР) с шагом на местности 1 км. Формат файлов изображений GeoTIFF.
- **Уровень 3А.** Изображения проецируются в заданную картографическую проекцию путем ортотрансформирования, с использованием модели снимка, опорных наземных точек и модели рельефа местности. Полученные изображения являются ортоскорректированными с определенной точностью.

Изображения, как правило, нарезаются на стандартные картографические листы. Формат файлов изображений GeoTIFF.

- **Уровень 3В** подразумевает объединение изображений уровня 3А в единые бесшовные растровые мозаики, покрывающие большие территории. Формат файлов изображений GeoTIFF.

Многие операторы систем ДЗЗ оставляют за собой право формирования номенклатуры уровней предварительной обработки. Чаще всего встречается следующий набор уровней.

- 0 – необработанные (первичные) данные съемочного прибора;
- 1А – данные, прошедшие радиометрическую коррекцию и калибровку;
- 1В – радиометрически скорректированные и географически привязанные данные;
- 2А – радиометрически и геометрически скорректированные данные, представленные в картографической проекции.

Далее идут продукты более высоких уровней обработки, для получения которых используется дополнительная информация (опорные точки, модели рельефа для ортокоррекции и др.) и генерацию которых обычно относят к последующей тематической обработке.

Такой порядок предобработки принят и в Региональной системе ДЗЗ СФУ. Каждый уровень обработки осуществляется рядом отдельных программно-аппаратных средств Региональной Системы ДЗЗ СФУ.

Примером указанного порядка предобработки является работа с данными спутника SPOT-4, которые поступают в центр обработки СФУ. Данные с космического спутника поступают регулярно на сервер и требуют оперативной каталогизации с целью предотвращения системы ДЗЗ от переполнения дискового пространства временного архива данных и перегрузки кабельной линии связи. Для оптимизации процесса предобработки спутниковых данных разработана автоматизированная подсистема предварительной обработки данных спутника дистанционного зондирования Земли SPOT-4.

На рисунке 1 представлена общая схема системы приема, обработки и хранения данных космического спутника SPOT-4 в Региональной системе ДЗЗ СФУ.

В процессе проектирования подсистемы предобработки было необходимо реализовать программную оболочку, связующую несколько отдельных работ, протекающих на распределенных серверах, в единый поток работ, контролируемый комплексом управления Региональной системы ДЗЗ. В целом удалось организовать единую цепочку обработки спутниковых данных, которая включает разнородное программное обеспечение, развернутое в распределенной среде.

К основным объектам распределенной среды относятся несколько серверов: антенного приемного комплекса, предварительной и тематической обработки данных и хранения спутниковых данных. Сервер антенного приемного комплекса представлен 4-х канальной станцией приема УниСкан-36 и сопутствующим программным обеспечением. Программным обеспечением антенного комплекса производится декодирование принимаемого сигнала и формирование битового потока данных в файл нулевого уровня обработки (RAW). После окончания сеанса приема и процесса декодирования данные передаются по высокоскоростному кабельному каналу связи на сервер предварительной и тематической обработки и размещаются во временном архиве, где проходят стадию предобработки и формирования данных уровня 1А и 1В.

С помощью программных компонент пакета ScanEx SPOT Tools выполняется анализ исходного файла нулевого уровня обработки (RAW) на присутствие изображений от различных режимов съемки и выполняется нарезка потока на

отдельные сегменты по режимам съемки. На выходе формируются несколько файлов формата SEG, каждый из которых содержит интервал съемки одного режима. Для имеющихся сегментов (SEG) данных производится нарезка на отдельные сцены и генерирование продуктов в формате DIMAP (TIFF+DIM). В процессе нарезки сегментов на сцены выполняется радиометрическая коррекция и калибровка и генерирование сцен уровня обработки 1А.

Данные уровня 1А передаются на сервер хранения спутниковых данных с последующей каталогизацией. Исходный набор сцен архивируется с соответствующей индексацией сцен в Базе Данных. Извлечение данных для последующей тематической обработки происходит по мере необходимости с помощью задания необходимых параметров фильтра поиска (координаты, процент облачности, режим и время съемки и т. д.).

Географическая привязка спутниковых данных в требуемую картографическую проекцию осуществляется с помощью набора утилит библиотеки GDAL. Используя «вшитые» географические координаты, исходная сцена с помощью утилиты трансформации GDAL перепроецируется в систему WGS-84. Данная картографическая проекция принята за стандартную в Региональной Системе ДЗЗ СФУ. Полученные в ходе проецирования сцены имеют формат данных уровня 2А.

Полученные на данном этапе данные пригодны для дальнейшей обработки с целью получения тематических продуктов.

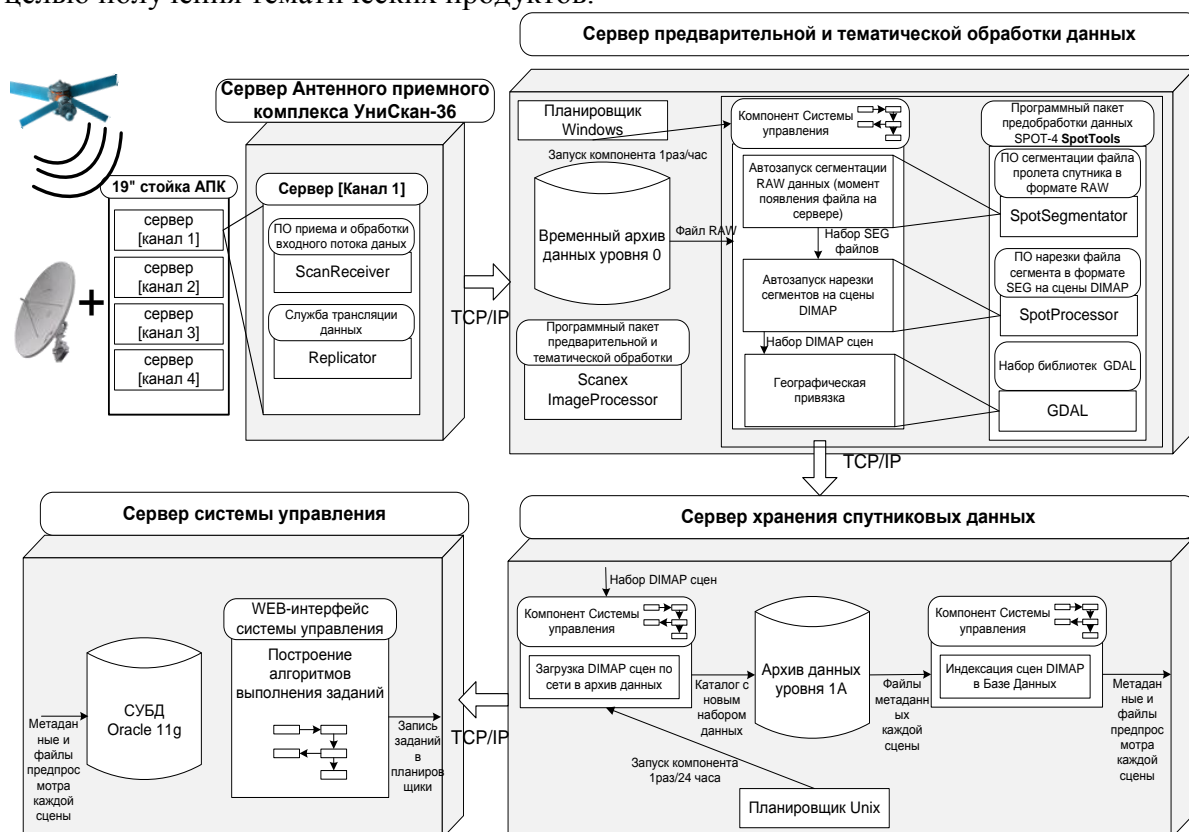


Рис.1 Организация приема, обработки и хранения данных.

В заключении статьи следует отметить, что спроектированная подсистема реализована и автоматизирует поток работ, связанный с приемом, предобработкой и каталогизацией данных космического спутника SPOT-4. Удалось исключить роль оператора в данном потоке работ и сформировать подсистему, способную самостоятельно принимать решения на всех этапах предварительной обработки пространственных данных.

Функциональные возможности подсистемы позволяют оперативно и безопасно работать с полученными данными. Система самостоятельно принимает решения о активизации того или иного процесса по обработке исходных данных, оценив аппаратные и программные ресурсы (свободное дисковое пространство, завершенность формирования битового потока данных со спутника, восстановление после потери канала связи или отключения электроэнергии). На основании этого можно судить, что полученная подсистема вполне надежна.

Подсистема прошла тестовую эксплуатацию и интегрирована в существующую Региональную систему ДЗЗ СФУ и успешно выполняет поставленные перед ней задачи.