

А.В. Беленов (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончил Санкт-Петербургское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания училища проходил службу в 29-м НИИ МО РФ. С 2001 г. работал в ЦПТ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

Стандартные уровни обработки и форматы представления данных ДЗЗ из космоса. Мировой опыт

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ УРОВНЕЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

Поскольку процесс получения космической информации имеет многоступенчатую структуру, то прежде чем эта информация будет использоваться потребителем, необходимо обозначить уровни обработки, которую прошли материалы космических съемок. В зависимости от конкретного уровня обработки нужно четко представлять свойства и содержание представленных данных для организации технологических процессов извлечения из них необходимой информации потребителем.

Определение и стандартизация подходов к виду предоставляемой космической информации были достаточно сложной задачей на протяжении нескольких лет с момента появления первых коммерчески доступных систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

Благодаря согласованному усилию основных мировых космических агентств по распространению данных ДЗЗ

удалось стандартизировать подходы к уровням обработки предоставляемых ими материалов космических съемок. Под эгидой основанного в 1984 г. **Комитета по спутниковым наблюдениям Земли** (Committee on Earth Observation Satellites – CEOS) 28 космических агентств приняли единый набор уровней обработки материалов космических съемок. Но, тем не менее, определенная путаница и неясность с уровнями обработки все еще остаются. Это происходит из-за того, что некоторые космические агентства, базирясь на принятых стандартных уровнях, вводят собственные обозначения этих уровней.

Ниже приведена таблица с описанием иерархической структуры стандартных уровней обработки материалов космических съемок земной поверхности. Начиная с уровня 1А, каждый последующий уровень базируется на предыдущем, с добавлением определенных радиометрических или геометрических преобразований.

Международная классификация уровней обработки и представления данных ДЗЗ из космоса

| Стандартный уровень | Описание | Формат изображения | Формат метаданных |
|---------------------|---|--------------------|-------------------|
| 0 | Абсолютно «сырые» данные, содержащие информацию с ПЗС-датчиков в процессе съемки, без каких либо преобразований. Информация может иметь сжатие. Данный уровень является базовым для формирования последующих уровней обработки. Как правило, агентства не распространяют данные этого уровня. Используется исключительно в целях изучения работы съемочных систем | Не определен | Не определен |

| Стандартный уровень | Описание | Формат изображения | Формат метаданных |
|---------------------|---|--------------------|-------------------|
| 1A | Включает только радиометрическую коррекцию искажений, вызванных разницей в чувствительности отдельных ПЗС-датчиков сканирующей системы. Никакие геометрические исправления для изображений этого уровня не выполняются, поэтому они остаются практически необработанными или «сырыми». Предоставляются коэффициенты абсолютной радиометрической калибровки. Материалы данного уровня рекомендованы для последующей фотограмметрической обработки строгими методами | RAW, TIFF | CEOS, XML |
| 1B | Включает радиометрическую коррекцию, как и уровень обработки 1A, а также геометрическую коррекцию систематических ошибок ПЗС-датчиков сканирующей системы, в том числе панорамные искажения, искажения вызванные вращением и кривизной Земли, колебанием высоты орбиты спутника. Применена абсолютная радиометрическая калибровка. Изображения уровня 1B иногда называют «path-oriented». Дополнительно могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения. Материалы могут быть использованы для фотограмметрической обработки как строгими методами, так и аппроксимационными | RAW, TIFF | CEOS, XML, ASCII |
| 2A | Изображения, как правило, приведены к стандартной картографической проекции без использования наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость или используется глобальная цифровая модель рельефа (DEM) с шагом на местности 1 км. Могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения | GeoTIFF | XML, ASCII |
| 2B | Изображения уровня 2A приведены к стандартной картографической проекции с использованием наземных опорных точек. Проецирование изображения выполняется на среднюю плоскость или используется глобальная цифровая модель рельефа (DEM) с шагом на местности 1 км. Могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рационального многочлена (RPC), аппроксимирующие геометрию изображения | GeoTIFF | XML, ASCII |
| 3A | В отличие от уровня 2B, изображения уровня 3A 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 | GeoTIFF | XML, ASCII |
| 3B | Уровень 3B подразумевает объединение изображений уровня 3A в единые бесшовные растровые мозаики, покрывающие большие территории | GeoTIFF | XML, ASCII |

ФОРМАТЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫХОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Задача по определению универсального растрового формата и формата метаданных при формировании материалов космических съемок при их предоставлении пользователям превратилась в поиск «Священного Грааля». Основная трудность заключается в большом количестве различных приложений. В настоящее время программное обеспечение, работающее с растровыми изображениями, обычно поддерживает 50 различных форматов. Борьба с этими «джунглями» форматов сильно снижает совместимость приложений и требует больших технических знаний как поставщиков данных, так и их потребителей.

За последнее десятилетие было приложено много усилий, направленных на нормализацию электронного обмена данными. Вот некоторые из форматов, представляющих непосредственный интерес: **OpenGIS, GeoTIFF, JPEG-2000, XML и XML-схемы.**

Содержание метаданных

Накопленный опыт предоставления материалов космических съемок, собранный агентствами из сотен различных проектов, привел к разработке набора метаданных, ориентированных на описание параметров не только самих снимков. Так, например, XML-подобный формат метаданных **DIMAP** (Digital Image Map), разработанный компанией SPOT IMAGE, включает описание растрового изображения, наземной системы координат, спутниковые эфемериды траектории, положение спутника (угловые перемещения), параметры качества информации, конфигурацию съемочной системы, статистические данные, легенду, описание источников данных и т. д.

Основой для разработки формата DIMAP являлся существующий уже более 10 лет набор метаданных **CEOS**, включающий набор фиксированных записей, состоящих из смеси ASCII и бинарных записей. Основными недостатками этого набора метаданных являются сложность процесса извлечения информации для быстрого просмотра, полное отсутствие возможности дальнейшей модерниза-

ции и потребность в специализированных утилитах импорта метаданных.

С учетом накопленного мирового опыта по распространению материалов космических съемок можно определить следующие **требования к выходной информационной продукции:**

- удобочитаемость;
- возможность формирования каталога и организация поиска через браузер типа GUI;
- «самодокументированность» метаданных;
- возможность проверки качества и функциональной совместимости;
- обеспечение законности.

Требования к функциональности:

- **Разделение данных:** обеспечение «чистого» разделения между метаданными и растровыми данными, позволяющего осуществить непосредственную визуализацию растровых данных (в распространенных растровых форматах) в стандартных браузерах или программных средствах работы с растровыми изображениями, без потребности в разработке частного программного обеспечения.
- **Универсальность:** кодирование метаданных как структурную грамматику, для которой могут быть легко разработаны универсальные методы обработки с последующим разделением между приложениями.
- **Надежность и расширяемость:** возможность дальнейшей модернизации, обеспечивающей целостность уже существующей и используемой структуры.
- **Документационная точность и качество:** обеспечение гарантии того, что изданная техническая спецификация точно отражает информационный набор метаданных.

Безусловно, всем перечисленным выше требованиям соответствует формат **XML** (eXtensible Markup Language). Помимо всего прочего, XML – международный стандарт, хорошо адаптированный для стандартизации приложений промышленного уровня. XML обеспечивает естественную основу для серийного представления метаданных и хорошо приспособлен для обмена данными.

При подготовке статьи использовались следующие материалы:

1. CEOS ICF – Baseband Data Archive Interchange Format Description, issue 1 revision 0 2002/08/11 (CEOSWGISS-ICF-FS-01) – 2002, Committee on Earth Observation Satellite (CEOS) Data Subgroup – <http://wgiss.ceos.org/archive/archive.pdf/CEOS-WGISS->

ICF-FS-1.0.pdf.

2. ISO 19115-2 – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data – [http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39229.](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39229)

3. Dimap Reference Documentation (SPOT IMAGE) – [http://www.spotimage.fr/dimap/spec/documentation/ref-doc.htm.](http://www.spotimage.fr/dimap/spec/documentation/ref-doc.htm)