

Особенности представления радиолокационных данных группой спутников COSMO-SkyMed в формате HDF5

Лукьянов А.О. e-mail: a.lukianov@pdu.by

Богущ Р.П. e-mail: bogushr@mail.ru

Полоцкий государственный университет

Выходными данными спутника COSMO-SkyMed являются радиолокационные изображения, представленные в формате HDF5, и соответствующие одному из следующих уровней обработки:

Уровень 0. Этот уровень содержит исходные данные после расшифровки и перед распаковкой, вместе со вспомогательной информацией, включающей сведения калибровки, необходимые для получения изображений более высокого уровня. Также эти сведения содержат время отражения сканирующего сигнала, полученное после декодирования и распаковки (т. е. преобразование из закодированных BAQ данных в 8-битные равномерно квантованные значения). Данные уровня 0 содержат всю вспомогательную информацию такую как траектория спутника в зависимости от координат и вектора скорости, геометрическую модель датчика, состояние полезной нагрузки, калибровочные параметры.

Уровень 1A. Комплексные данные без некогерентного накопления (SLC). Данные этого уровня обработки представляют собой радиолокационный снимок в комплексном виде, т. е.

изображение имеет два слоя: первый – амплитудная информация сигнала (по сути, изображение поверхности), второй – фазовая информация (по фазе определяется удаленность от радиолокатора до конкретной точки поверхности). Изображение этого уровня обработки представляется в системе координат снимка. Оно довольно сильно деформировано ввиду специфической геометрии съемки. Такие изображения подходят для выполнения любого вида обработки данных. [1]

Уровень 1B. Для данного уровня обработки не поставляется фазовый слой, то есть имеется только изображение поверхности в радиодиапазоне. Изображение также представлено в системе координат снимка. Переход от уровня обработки SLC к данному типу осуществляется с помощью усреднения значений по азимуту и дальности для того, чтобы приблизительно привести размер пикселя к квадратному. Размер пикселя устанавливается в зависимости от типа данных. [1] Изображение приводится к проекции на эллипсоиде и средней постоянной высоте рельефа. Результирующее изображение не имеет геопривязки и коррекции влияния рельефа.

Уровень 1C/1D. Геометрически скорректированные данные GEC (изображения уровня 1C) и скорректированные на местности данные GTC (изображения уровня 1D), полученные проецированием данных уровня 1A на сетке в выбранной картографической системе координат. В случае с уровнем 1C для аппроксимации реальной поверхности Земли используется поверхность эллипсоида Земли, в то время как для уровня 1D используется цифровая модель рельефа (DEM).

Формат HDF5 упрощает структуру файла и включает только два главных типа объекта: наборы данных, которые являются многомерными множествами гомогенного типа; группы, являющиеся контейнерными структурами, которые могут содержать наборы данных и другие группы. Такая структура является иерархической. Метаданные хранятся в определенной пользователями форме: названия признаков, приложенных к группам и наборам данных. Более сложные изображения представлены в виде таблиц, с использованием наборов данных, групп и признаков. Каждый уровень иерархии формата HDF5 специально предназначен для хранения определенных параметров результатов, получаемых со спутника.

Структура выходного файла данных со спутников COSMO-SkyMed, представленная на рисунке 2, включает в себя 4 группы и 9 наборов данных.

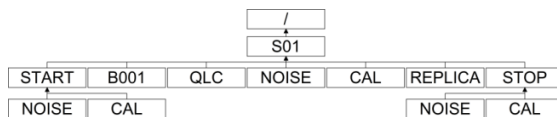


Рисунок 1. Структура файла данных уровня 0 в формате HDF5

Описание групп

/ – корневая группа для всех режимов работы и уровней обработки 0/1A/1B/1C/1D. Для каждого режима работы и уровня обработки характерны следующие параметры:

- независимые атрибуты, применимые ко всем уровням обработки;

- одна или несколько групп под названием S<mm>;

- набор данных с именем MBI (Multi Beam Image) или может отсутствовать;

- набор данных с именем QLK (Quick Look) или может отсутствовать;

- набор данных с именем GIM (Geocoded Incidence Mask) или может отсутствовать.

S<mm> – группа для всех режимов работы и уровней обработки 0/1A/1B/1C/1D. Эта группа содержит следующие данные:

- атрибуты, зависящие от конкретно используемого режима сканирования;

- не менее одного набора данных с именем B<nnn>;

- набор данных с именем SBI (Single Beam Image), в режимах ScanSAR или может отсутствовать;

- набор данных с именем QLK (Quick Look) или может отсутствовать;

- набор данных CAL, содержит массив калибровки импульсов медленного времени, который описан в атрибуте Calibration Pulse Azimuth Times или может отсутствовать;

- набор данных REPLICA содержит модель сканирующего импульса, восстановленную из калибровочных данных, описанную атрибутами: Replica Azimuth Times – модель медленного времени в секундах, Replica Geometric Resolution – массив, содержащий геометрическое разрешение каждой восстановленной модели, Replica ISLR – массив, содержащий ISLR каждой восстановленной модели, Replica PSLR – массив, содержащий левый и правый PSLR каждой восстановленной модели, Replica SSLR – массив, содержащий левый и правый SSLR каждой восстановленной модели, Replica Shape -10dB/-3dB – отношение апертуры главного лепестка восстановленной модели

на уровнях -10дБ и -3дБ, Replica Shape -6дБ/-3дБ – отношение апертуры главного лепестка восстановленной модели на уровнях -6дБ и -3дБ, или может отсутствовать.

– набор данных NOISE содержит массив данных шума медленного времени, описанный в атрибуте Noise Data Azimuth Times или может отсутствовать.

В режимах HIMAGE и SPOTLIGHT значение $\langle mm \rangle$ равно 01.

Для результатов в режиме ScanSAR $\langle mm \rangle \in \{01, 02, 03, 04, 05, 06\}$. Нумерация осуществляется в порядке возрастания от ближайшей до самой дальней полосы. Кроме того группа S01 всегда будет содержать первый полученный отклик.

$B\langle nnn \rangle$ – группа для всех режимов работы и уровней обработки 1A/1B/1C/1D, включает в себя атрибуты, зависящие от времени последовательного блока данных, использующиеся для полученных необработанных данных;

START – группа для всех режимов работы и уровня обработки 0, содержит наборы данных калибровки (CAL) и измерения шума (NOISE) во время инициализации сканирующей последовательности.

STOP – группа для всех режимов работы и уровня обработки 0, содержит наборы данных калибровки (CAL) и измерения шума (NOISE) во время завершения сканирующей последовательности.

Описание наборов данных

$B\langle nnn \rangle$ – набор данных для всех режимов работы и уровня обработки 0, включает в себя:

– атрибуты, зависящие от времени последовательного блока данных, используемого для полученных необработанных данных, такие как время начала и завершения сканирования, коэффициент усиления приёмника;

– массив данных с растровым слоем.

В режимах HIMAGE и SPOTLIGHT значение $\langle nnn \rangle =$ равно 1.

Для результатов в режиме ScanSAR $\langle nnn \rangle \in [001, 999]$ при этом нумерация осуществляется в порядке возрастания от первого полученного отклика на сканирующую последовательность до последнего. Такое же количество откликов всегда будет содержаться в каждой группе S $\langle mm \rangle$ полученного результата.

SBI – набор данных для режимов работы HIMAGE и SPOTLIGHT и уровней обработки 1A/1B/1C/1D, а также для режима ScanSAR и уровня 1A, включает следующее:

– атрибуты, зависящие от используемой полосы обзора в доступной области для конечного результата;

– один растровый массив результирующих данных.

MBI – набор данных для режима работы ScanSAR и уровней обработки 1A/1B/1C/1D, содержит следующие данные:

– атрибуты, зависящие от представления всей поверхности Земли;

– один растровый массив данных, содержащий разделение по дальности/азимуту, применимый для дальнейшего использования.

QLC – набор данных, содержащий информацию для быстрого просмотра итогового результата, представляющий растровое изображение и описывающие атрибуты его: Quick Look Column Spacing – расстояние между столбцами слоя быстрого просмотра, Quick Look Columns Order – порядок следования столбцов для слоя быстрого просмотра, Quick Look Line Spacing – расстояние между линиями слоя быстрого просмотра, Quick Look Lines Order – порядок следования линий для слоя быстрого просмотра, Quick Look Projection ID – описание проекции для слоя быстрого просмотра.

GIM – набор данных, содержащий растровый слой, представляющий маску углов падения для каждого пикселя. Применяется для уровня обработки 1D.

NOISE – набор данных для всех режимов работы и уровня обработки 0, содержащий информацию о шуме от переданных из космоса RAW результатов. Этот набор данных состоит из следующих частей:

– набор данных START/NOISE (соответственно STOP/NOISE), содержит массив данных шума медленного времени, описанный в атрибуте Noise Data Azimuth Times при инициализации (соответственно завершении) сканирующей последовательности;

– набор данных /S<nn>/NOISE, содержит массив данных шума медленного времени, описанный в атрибуте Noise Data Azimuth Times во время всего сканирования.

CAL – набор данных для всех режимов работы и уровня обработки 0, содержащий калибровочную информацию от переданных из космоса RAW результатов. Можно выделить 3 разновидности этого набора данных:

– набор данных /START/CAL, включает в себя все калибровочные измерения (Tx1a, Tx1b и RX выполненных в каждом ряду антенны и дополнительно короткого импульса) произведённые в начале сканирования;

– набор данных /STOP/CAL, включает в себя все калибровочные измерения (Tx1a, Tx1b и RX выполненных в каждом ряду излучающих

элементов антенны и дополнительно короткого импульса) произведённые в конце сканирования;

– набор данных /S<np>/CAL, включает в себя массив калибровки импульсов медленного времени, который описан в атрибуте Calibration Pulse Azimuth Times.

REPLICA – набор данных для всех режимов работы и уровня обработки 0, описывает модель ЛЧМ-сигнала восстановленного из калибровочной информации, включенной в RAW данные. Описание модели содержит следующие атрибуты: Replica Azimuth Times, Replica Geometric Resolution, Replica ISLR (Integrated Sidelobe Ratio – интегрированный коэффициент боковых лепестков), Replica PSLR (Peak Sidelobe Ratio – пиковый коэффициент боковых лепестков), Replica SSLR (Spurious Sidelobe Ratio – побочный коэффициент боковых лепестков), Replica Shape -10dB/-3dB, Replica Shape -6dB/-3dB.

Литература

1. Уровни обработки радиолокационных данных / Д.Б. Никольский // http://old.geomatica.ru/pdf/2008_01/2008_01_005.pdf
2. COSMO-SkyMed SAR Products Handbook - e-GEOS / <http://www.e-geos.it/products/pdf/csk-product%20handbook.pdf>