ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59764— 2021

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Основные требования к исполнению и функциональному составу

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН по заказу Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» Автономной некоммерческой организацией высшего образования «Университет Иннополис»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 321 «Ракетно-космическая техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2021 г. № 1519-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 4
5 Основные требования к исполнению программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса 4
6 Основные требования к функциональному составу программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса 5
Библиография 8

Введение

Стандартная обработка данных дистанционного зондирования Земли из космоса выполняется для формирования геопривязанных, радиометрически и геометрически откорректированных изображений стандартных уровней обработки из архивных данных первичного уровня обработки.

На сегодняшний день в отечественной отрасли дистанционного зондирования Земли из космоса отсутствуют единые общепринятые подходы к созданию программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Это создает существенные проблемы при взаимодействии разработчиков космического и наземного сегментов дистанционного зондирования Земли и непосредственным образом влияет на оперативность и качество получаемых потребителями продуктов дистанционного зондирования Земли.

Назрела необходимость перехода к созданию унифицированных программно-технических средств обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, в связи с чем разрабатываемое программное обеспечение стандартной обработки под разные космические аппараты и съемочные системы должно соответствовать определенным требованиям, которые позволили бы создавать на его основе различные реализации комплексов обработки, способных работать не только на автоматизированных рабочих местах, но и на серверах, высокопроизводительных вычислительных кластерах, в облаке центров обработки данных и т. д.

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к исполнению и функциональному составу программного обеспечения, используемого при стандартной обработке двух основных типов данных дистанционного зондирования Земли из космоса: данных, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения и радиолокационного наблюдения, оснащенных радиолокаторами с синтезированной апертурой.

Настоящий стандарт входит в комплекс национальных стандартов в области данных дистанционного зондирования Земли из космоса, который предназначен для обеспечения единых требований к данным, процессам их формирования, обработки, оценки качества, хранения и доведения этих данных до потребителей.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Основные требования к исполнению и функциональному составу

Remote sensing data of the Earth from space. Software for standard processing of remote sensing data of the Earth from space. Basic requirements for external design and functional composition

Дата введения — 2022—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к исполнению и функциональному составу программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Настоящий стандарт распространяется на программное обеспечение, используемое при стандартной обработке данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых в виде изображений с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения и космических аппаратов радиолокационного наблюдения, оснащенных радиолокаторами с синтезированной апертурой.

Настоящий стандарт не распространяется на программное обеспечение стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических комплексов (систем) гидрометеорологического, океанографического и гелиогеофизического назначения, кроме программного обеспечения стандартной обработки данных, получаемых с оптической аппаратуры высокого и среднего пространственного разрешения этих космических комплексов (систем) в виде изображений.

Настоящий стандарт предназначен для использования государственными и коммерческими организациями при создании наземных средств дистанционного зондирования Земли из космоса, в частности при разработке тактико-технических заданий (технических заданий), проектной и рабочей конструкторской документации, а также нормативно-технических, организационно-методических и других документов, при разработке и эксплуатации программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19781 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения

ГОСТ Р 51904 Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию

ГОСТ Р 53802 Системы и комплексы космические. Термины и определения

ГОСТ Р 54593 Информационные технологии. Свободное программное обеспечение. Общие положения

ГОСТ Р 59079 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Типы данных дистанционного зондирования Земли из космоса

ГОСТ Р 59080 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса стандартные. Требования к составу и документированному описанию

Издание официальное

ГОСТ Р 59480 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

ГОСТ Р 59755 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Информация о данных (метаданные). Общие требования

ГОСТ Р 59759 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Радиометрическая коррекция данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. Требования к алгоритмам

ГОСТ Р 59763 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Программное обеспечение первичной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Основные требования к исполнению и функциональному составу

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19781, ГОСТ Р 51904, ГОСТ Р 53802, ГОСТ Р 54593, ГОСТ Р 59079, ГОСТ Р 59080, ГОСТ Р 59480, ГОСТ Р 59763, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **программное обеспечение стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса:** Специальное программное обеспечение для обработки архивных данных дистанционного зондирования Земли из космоса первичного уровня обработки (полученных с космических аппаратов и прошедших первичную обработку) с целью формирования данных дистанционного зондирования Земли из космоса стандартных уровней обработки.

3.2 **фотоприемное устройство** (космический аппарат оптико-электронного наблюдения): Фоточувствительный полупроводниковый прибор, состоящий из расположенных в фокальной плоскости объектива съемочного устройства одной или нескольких однотипных фотоприемных матриц (или линеек), имеющих одинаковые линейные размеры фотоприемных элементов, а также из схемы предварительного усиления фотосигнала в гибридном или интегральном исполнении, объединенных в единую конструкцию.

3.3 **съемочное устройство (сенсор)** (космический аппарат оптико-электронного наблюдения): Устройство, состоящее из оптической системы (объектива) и фотоприемного устройства.

3.4 **псевдо-сенсор:** Виртуальная модель сенсора съемочного устройства в виде одной непрерывной фотоприемной линейки или одной фотоприемной кадровой матрицы, регистрирующей излучение одновременно во всех спектральных каналах, создаваемая для построения строгой геометрической модели съемки в случае сложных фотоприемных устройств, состоящих из нескольких матриц (линеек).

3.5

паншарпенинг (данные дистанционного зондирования Земли из космоса): Процесс объединения панхроматического изображения с более высоким пространственным разрешением и мультиспектрального изображения с более низким пространственным разрешением с целью создания единого цветного изображения с высоким пространственным разрешением.

[ГОСТ Р 59754—2021, статья 59]

3.6 **бандл-продукт:** Стандартный продукт обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, представляющий собой комплект пространственно-совмещенных раздельных панхроматического и мультиспектрального изображений, полученных одновременно с одного космического аппарата.

3.7 **паншарп-продукт:** Стандартный продукт обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, представляющий собой результат выполнения операции «паншарпенинг».

3.8 **тайловая пирамида (пирамида тайлов):** Набор пространственно-совмещенных растровых изображений (тайлов), формируемый на основе полученного в результате дистанционного зондирования Земли исходного изображения посредством его нарезки на фрагменты (тайлы) по определенной схеме, а так же формирования его масштабной пирамиды путем понижения пространственного разрешения исходного изображения с применением алгоритмов сжатия для каждого масштабного уровня из заданного диапазона.

3.9

радиоголограмма [радиолокационная голограмма] (данные дистанционного зондирования Земли из космоса): Массив цифровой радиолокационной информации, формируемый радиолокатором с синтезированной апертурой за время сеанса космической съемки заданного района и представляющий собой преобразованные с помощью аналогово-цифрового преобразователя значения выходных сигналов каналов приемника в виде комплексных величин.

Примечание — В состав радиоголограммы должна быть включена служебная информация, необходимая для синтеза радиолокационного изображения и идентификации конкретных особенностей съемки.

[ГОСТ Р 59754—2021, статья 19]

3.10 **синтезированное радиолокационное изображение:** Комплексное радиолокационное изображение, представленное в путевой проекции «время — наклонная дальность», содержащее как амплитудную, так и фазовую информацию.

3.11

амплитудное радиолокационное изображение (данные дистанционного зондирования Земли из космоса): Изображение, полученное в результате обработки амплитудной составляющей комплексного радиолокационного изображения путем вычисления модуля.

Примечание — Значение каждого элемента (пикселя) амплитудного радиолокационного изображения представляется в виде действительного числа.

[ГОСТ Р 59754—2021, статья 21]

3.12 **опорная функция:** Функция, с которой осуществляется свертка строк или столбцов радиоголограммы.

3.13 **траекторный сигнал:** Сигнал, значения которого являются результатом регистрации на борту космического аппарата отраженных от цели электромагнитных импульсов, формируемых радиолокатором с синтезированной апертурой при его движении в процессе съемки.

3.14 **парциальный луч:** Луч, формируемый антенной радиолокатора с синтезированной апертурой на борту космического аппарата дистанционного зондирования Земли и соответствующий заданному положению в угломестной плоскости.

3.15 **обзорный режим съемки** (данные дистанционного зондирования Земли из космоса радиолокационного наблюдения): Режим съемки радиолокатора с синтезированной апертурой на борту космического аппарата дистанционного зондирования Земли, при котором осуществляется электронное дискретное переключение положения луча антенны радиолокатора в угломестной плоскости.

Примечание — В обзорном режиме съемки используется несколько парциальных лучей. При обзорном режиме съемки общую полосу обзора радиолокатора с синтезированной апертурой подразделяют на несколько субполос, в каждой из которой поверхность Земли облучается пачками импульсов с пропусками между пачками.

3.16 **георефернцированное радиолокационное изображение:** Амплитудное радиолокационное изображение, представленное в проекции «время съемки — наземная дальность», для которого установлены связи пиксельных координат с соответствующими им координатами на поверхности Земли.

3.17 **геокодирование радиолокационного изображения:** Преобразование амплитудного радиолокационного изображения к одной из картографических проекций, выполняемое без учета локальных возвышений рельефа.

3.18 **ортотрансформирование радиолокационного изображения:** Преобразование амплитудного радиолокационного изображения к одной из картографических проекций, выполняемое с учетом локальных возвышений рельефа.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АРМ — автоматизированное рабочее место;

АЦП — аналого-цифровой преобразователь;

ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;

КА — космический аппарат;

ПЗС — прибор с зарядовой связью;

ПО — программное обеспечение;

API — прикладной программный интерфейс (Application Programming Interface);

LOS — линия визирования (Line of Sight);

OGC — Открытый консорциум геоинформационных систем (Open Geospatial Consortium);

RPC — коэффициенты рационального многочлена (Rational Polynomial Coefficients).

5 Основные требования к исполнению программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

ПО стандартной обработки данных ДЗЗ из космоса (далее — ПО стандартной обработки) следует разрабатывать с учетом технических характеристик применяемой космической платформы, а также применяемой целевой и служебной аппаратуры КА ДЗЗ из космоса.

5.1 Требования к исполнению программного обеспечения стандартной обработки для интеграции с техническими средствами наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных дистанционного зондирования Земли из космоса

5.1.1 ПО стандартной обработки следует разрабатывать как отдельное программное изделие, которое будет эксплуатироваться на тех или иных технических средствах наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

5.1.2 ПО стандартной обработки должно обеспечивать функционирование на вычислительных средствах центров обработки данных, позволять использовать его программные компоненты при создании различных реализаций программно-технических комплексов обработки данных ДЗЗ из космоса, функционирующих на АРМ, в серверном исполнении, в кластерном исполнении, в облачной инфраструктуре и пр.

5.1.3 ПО стандартной обработки должно иметь кроссплатформенную реализацию с возможностью сборки под операционные системы различного типа, используемые в наземной инфраструктуре приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

5.2 Требования к исполнению программного обеспечения стандартной обработки для интеграции с программными средствами наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных дистанционного зондирования Земли из космоса

5.2.1 ПО стандартной обработки следует проектировать с учетом его программной интеграции в существующие и перспективные системы и комплексы наземных средств ДЗЗ из космоса.

5.2.2 ПО стандартной обработки не должно включать в себя встроенные средства обеспечения сопутствующих операций (обращения к собственному каталогу и архиву данных, обращение к собственной базе планово-высотной основы, моделей атмосферы и пр.), а должно предоставлять программные интерфейсы, которые позволят обеспечить интеграцию ПО стандартной обработки с имеющимися средствами наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

5.2.3 ПО стандартной обработки должно формировать на выходе стандартные продукты ДЗЗ из космоса в соответствии с номенклатурой уровней обработки, форматами данных и метаданных, используемыми для предоставления потребителям в наземной инфраструктуре приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

5.3 Требования к программной реализации программного обеспечения стандартной обработки

5.3.1 ПО стандартной обработки должно быть выполнено в виде программного комплекса, состоящего из набора программных компонентов.

5.3.2 Программные компоненты ПО стандартной обработки должны обладать программным интерфейсом приложения (API), обеспечивающим вызов отдельных функций этих компонент и позволяющим интегрировать их как в ПО стандартной обработки, так и в иное ПО наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

Примечание — В целях широкого вторичного использования создаваемого ПО и возможности его полного или частичного интегрирования в иное ПО наземной инфраструктуры приема, хранения и обработки данных ДЗЗ из космоса оптимальным вариантом исполнения ПО стандартной обработки является программный комплекс в исходных кодах на языке C++ в кроссплатформенном исполнении, представляющий собой набор динамически подключаемых библиотек, экспортирующих классы либо функции.

5.3.3 ПО стандартной обработки должно функционировать в автоматическом режиме (без участия оператора).

5.3.4 В качестве основного языка разработки ПО стандартной обработки должен быть использован язык программирования высокого уровня.

5.3.5 ПО стандартной обработки должно обеспечивать декомпозицию процессов обработки по функциональным операциям как внутри кода ПО, так и на уровне программного интерфейса приложения (API).

5.3.6 ПО стандартной обработки должно предусматривать возврат статуса выполнения или код ошибки каждой атомарной операции.

5.3.7 ПО стандартной обработки должно на алгоритмическом уровне обеспечивать распараллеливание ресурсоемких вычислений и фрагментирование больших обрабатываемых массивов данных для реализации параллельной и распределенной обработки в наземной инфраструктуре приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса.

5.3.8 ПО стандартной обработки должно обеспечивать обмен данными между своими программными компонентами через оперативную память, исключая обращения к файловой системе.

5.3.9 Операции импорта и экспорта данных ДЗЗ из космоса необходимо реализовать в виде отдельных программных компонентов, обеспечивающих обращение к файловой системе.

5.3.10 Программные компоненты ПО стандартной обработки, выполняющие функции по своему назначению, должны работать автономно и не выполнять вызовы (обращения) к внешним источникам информации (базам данных в локальной сети и/или сети Интернет, веб-сервисам и прочим интернет-ресурсам). Если для функционирования ПО стандартной обработки необходимо получать служебную информацию из внешних источников, то подобные обращения должны быть оформлены в виде отдельных программных компонентов, а обмен этими данными между программными компонентами должен осуществляться через структуры в оперативной памяти.

5.3.11 В случае вхождения в состав ПО стандартной обработки сторонних программных компонентов, они должны соответствовать требованиям к свободному программному обеспечению с открытым кодом согласно ГОСТ Р 54593.

6 Основные требования к функциональному составу программного обеспечения стандартной обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

6.1 В состав ПО стандартной обработки должны входить программные компоненты, предназначенные для выполнения основных операций стандартной обработки данных ДЗЗ из космоса.

6.2 Функциональный состав ПО стандартной обработки данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА оптико-электронного наблюдения, должен содержать следующие основные группы операций обработки:

- импорт первичных данных ДЗЗ из космоса уровня обработки 0;
- геопривязка оптических изображений;
- радиометрическая коррекция оптических изображений;
- геометрическая коррекция оптических изображений;
- формирование результатов обработки в виде стандартных продуктов уровня обработки 1 и 2.

6.2.1 Основные операции стандартной обработки на этапе импорта первичных данных ДЗЗ из космоса уровня обработки 0:

- чтение метаданных уровня обработки 0;
- чтение целевой информации (видеоинформации);
- чтение служебной информации, включая навигационную.

6.2.2 Основные операции стандартной обработки на этапе геопривязки оптических изображений, полученных отдельными фотоприемными матрицами (линейками), выполняемой на основе строгих математических моделей съемки:

- обработка служебной информации, включая навигационную;
- построение модели движения КА в момент съемки и представление ее в виде эфемерид КА;
- построение динамической модели ориентации КА в момент съемки и предоставление ее в виде кватернионов ориентации КА;
- построение геометрической модели съемочного устройства для всех фотоприемных матриц (линеек), входящих в его состав;
- расчет прямых и обратных аналитических зависимостей, устанавливающих связь пиксельных координат данных ДЗЗ из космоса с соответствующими им координатами на поверхности Земли.

6.2.3 Основные операции стандартной обработки на этапе радиометрической коррекции оптических изображений:

- относительная радиометрическая коррекция;
- абсолютная радиометрическая коррекция;
- атмосферная коррекция.

Требования к алгоритмам ПО радиометрической коррекции данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне, установлены в ГОСТ Р 59759.

6.2.4 Основные операции стандартной обработки на этапе геометрической коррекции оптических изображений:

а) геометрическая коррекция искажений, обусловленная внутренними конструктивными особенностями съемочного устройства, выполняемая в системе координат съемочного устройства, и включающая в себя:

1) сшивку изображений отдельных матриц (линеек) фотоприемного устройства с формированием на выходе единого изображения в геометрии псевдо-сенсора (в случае сложных фотоприемных устройств, состоящих из нескольких фотоприемных линеек или кадровых матриц ПЗС);

2) геометрическое сведение (совмещение) между собой изображений, полученных в различных спектральных каналах целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса;

б) геометрическое трансформирование (на плоскость) или ортотрансформирование (с учетом рельефа) в заданной картографической проекции и системе координат.

6.2.5 Основные операции стандартной обработки на этапе формирования результатов обработки оптических изображений в виде стандартных продуктов уровней обработки 1 и 2 в форматах согласно ГОСТ Р 59080:

а) нарезка маршрутов съемки на отдельные условные кадры (сцены);

б) сжатие (компрессия) полноразмерных растровых изображений без потери качества;

в) построение тайловой пирамиды масштабных уровней растровых изображений;

г) запись (экспорт) полноразмерных растровых изображений в графические форматы;

д) формирование обзорных изображений;

е) формирование векторного описания границ полигона, определяющего область изображений;

ж) формирование растровой или векторной маски облачности изображений;

и) формирование растровых или векторных масок качества;

к) формирование параметров геопривязки изображений:

1) параметров строгой модели геопривязки (данные о положении КА в момент съемки в виде эфемерид движения КА, данные об ориентации КА в момент съемки в виде кватернионов ориентации КА, параметры съемочного устройства в виде углов LOS) для уровня обработки 1;

2) параметров аппроксимационной модели геопривязки в виде RPC для уровней обработки 1 и 2;

3) параметров картографической проекции для уровня обработки 2;

л) формирование метаданных для данных ДЗЗ из космоса согласно требованиям ГОСТ Р 59755;

м) формирование различных типов стандартных продуктов обработки данных ДЗЗ из космоса: панхроматических продуктов, мультиспектральных продуктов, бандл-продуктов, паншарп-продуктов.

6.3 Функциональный состав ПО стандартной обработки данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА радиолокационного наблюдения, должен содержать следующие основные группы операций обработки:

- импорт первичных данных ДЗЗ из космоса уровня обработки 0;
- обработка навигационной информации;
- синтез радиолокационных изображений;
- радиометрическая коррекция радиолокационных изображений;
- геопривязка целевой информации;
- формирование георефернцированных амплитудных радиолокационных изображений в проекции наземной дальности;
- геокодирование и ортотрансформирование радиолокационных изображений;
- экспорт результатов обработки в стандартные продукты уровня обработки 1 и 2.

6.3.1 Основные операции стандартной обработки на этапе импорта первичных данных ДЗЗ из космоса уровня обработки 0:

- чтение метаданных уровня обработки 0;
- чтение целевой информации (радиоголограммы);
- чтение служебной информации, включая навигационную.

6.3.2 Основные операции стандартной обработки на этапе обработки навигационной информации:

- фильтрация и интерполяция измерений бортового времени;
- построение баллистической модели движения КА на период съемки и представление ее в виде эфемерид баллистического движения;
- построение динамической модели ориентация КА на период съемки и предоставление ее в виде кватернионов ориентации КА.

6.3.3 Основные операции стандартной обработки на этапе синтеза радиолокационных изображений (получения синтезированных комплексных изображений в проекции наклонной дальности):

- выделение данных съемки различных поляризаций;
- вычисление параметров опорной функции по дальности;
- вычисление параметров опорных функций по азимуту;
- вычисление параметров миграций траекторного сигнала по каналам дальности;
- вычисление параметров доплеровских смещений частоты траекторного сигнала по полю радиоголограммы;
- осуществление сжатия радиоголограммы по дальности и азимуту с компенсацией миграций траекторных сигналов и доплеровских смещений частот;
- автофокусировка радиолокационного изображения;
- сшивка изображений парциальных лучей (для обзорного режима съемки);
- нарезка маршрутов съемки на отдельные условные кадры (сцены).

6.3.4 Основные операции стандартной обработки на этапе радиометрической коррекции радиолокационных изображений:

- компенсация автоматического усиления сигнала;
- коррекция модуляции яркости, вызванной неравномерностью диаграммы направленности антенны по дальности;
- коррекция затухания мощности сигнала по дальности;
- коррекция неравномерности мощности отраженного сигнала по углу обзора для различных типов поверхности;
- коррекция эффектов пресыщения динамического диапазона АЦП;
- коррекция неравномерности яркости парциальных лучей (для обзорного режима съемки).

6.3.5 Основные операции стандартной обработки на этапе геопривязки целевой информации:

- построение геометрической модели обзора поверхности с учетом наклонной дальности и доплеровского центроида;
- определение доплеровской неоднозначности на основе параметров баллистического движения, ориентации КА и параметров обзора;
- расчет прямых и обратных аналитических зависимостей с учетом доплеровской неоднозначности, устанавливающих связь растровых координат радиолокационных изображений с соответствующими им координатами на поверхности Земли.

6.3.6 Основные операции стандартной обработки на этапе формирования георефернцированных амплитудных радиолокационных изображений в проекции наземной дальности:

- определение параметров равномерной по земной поверхности сетки выходного изображения;

- определение яркости для каждого узла сетки выходного изображения на основе растра исходного радиолокационного изображения.

6.3.7 Основные операции стандартной обработки на этапе геокодирования и ортотрансформирования радиолокационных изображений:

- определение параметров равномерной картографической сетки выходного изображения;
- определение яркости для каждого узла сетки выходного изображения на основе растра исходного радиолокационного изображения с использованием обратной модели геопривязки с учетом (ортотрансформирование) или без учета (геокодирование) локальных возвышений земной поверхности над земным эллипсоидом.

6.3.8 Основные операции стандартной обработки на этапе формирования результатов обработки радиолокационных изображений в виде стандартных продуктов уровней обработки 1 и 2 в форматах согласно ГОСТ Р 59080:

- запись (экспорт) радиолокационных изображений в графические форматы;
- формирование обзорных изображений;
- формирование векторного описания границ полигона, определяющего область изображений;
- формирование метаданных для данных ДЗЗ из космоса согласно требованиям ГОСТ Р 59755.

Примечание — При формировании данных ДЗЗ из космоса уровней 1 и 2 рекомендуется обеспечить соответствие их метаданных стандарту OGC [1].

Библиография

[1] OGC 10-157r4 Стандарт Открытого консорциума геоинформационных систем. Профиль метаданных стандарта «Наблюдения и измерения» для данных дистанционного зондирования Земли (Open Geospatial Consortium Inc. Standard. Earth Observation Metadata profile of Observations & Measurements)

УДК 528.8:006.354

ОКС 35.240.70
49.140

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли из космоса, программное обеспечение, стандартная обработка данных дистанционного зондирования Земли из космоса, основные требования, исполнение программного обеспечения, функциональный состав программного обеспечения

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 22.11.2021. Подписано в печать 22.12.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч-изд. л. 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru