ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59480— 2021

ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
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 4 июня 2021 г. № 515-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 в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 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 2
5 Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса 3
6 Требования к операциям, выполняемым на разных уровнях обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса 7
Приложение А (справочное) Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, установленная Всемирной метеорологической организацией 9
Приложение Б (справочное) Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, разработанная комитетом по спутниковым наблюдениям Земли (CEOS) 10
Библиография 11

Введение

Неуклонный рост объемов получаемых данных дистанционного зондирования Земли из космоса, увеличение количества различных космических аппаратов и их группировок, совершенствование съемочной аппаратуры, увеличение пропускной способности радиолиний с одновременным расширением круга потребителей данных дистанционного зондирования Земли из космоса предъявляют все более высокие требования к эффективности обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, а также максимальной автоматизации и стандартизации этих процессов.

С развитием средств обработки космической информации в направлении обеспечения автоматической потоковой обработки данных с космических аппаратов по мере их поступления и создания сертифицированных информационных продуктов по заказам потребителей особую роль играет унификация применяемых классификаций уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Учитывая, что процесс создания различных продуктов на основе данных дистанционного зондирования Земли имеет многоступенчатую структуру, целью настоящего стандарта является установление уровней обработки, которую должны пройти материалы космических съемок до предоставления их потребителям.

Настоящий стандарт входит в число национальных стандартов, аспектами стандартизации которых являются требования к данным дистанционного зондирования Земли из космоса. Комплекс стандартов в области данных дистанционного зондирования Земли из космоса предназначен для обеспечения системы единых требований к данным, процессам их формирования, обработки, хранения и доведения до пользователей. В рамках разработки первоочередных национальных стандартов в области данных дистанционного зондирования Земли из космоса предусмотрена разработка стандартов по различным продуктам [стандартным, производным (базовым), тематическим], получаемым на основе обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, метаданным, показателям качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и других стандартов, предназначенных для использования совместно с настоящим стандартом.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Уровни обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

Remote sensing data of the Earth from space.
Processing levels of remote sensing data of the Earth from space

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на данные дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемые с космических аппаратов в виде изображений, и устанавливает:

- систему классификации уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса;
- требования к операциям, выполняемым на различных уровнях обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Настоящий стандарт предназначен для использования производителями, поставщиками и потребителями данных дистанционного зондирования Земли из космоса и направлен на обеспечение единого подхода к системе представления этих данных, а также на унификацию технологических процессов обработки, хранения и распространения данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 57668 Пространственные данные. Метаданные. Часть 1. Основные 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

ГОСТ Р 59081 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса производные (базовые). Требования к составу и документированному описанию

ГОСТ Р 59082 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Продукты обработки данных дистанционного зондирования земли из космоса тематические. Типы задач, решаемых на основе тематических продуктов

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

Издание официальное

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 Р 57668, ГОСТ Р 59079, ГОСТ Р 59080, ГОСТ Р 59081, ГОСТ Р 59082, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **обработка данных дистанционного зондирования Земли из космоса:** Процесс выполнения операций, совершаемых с данными дистанционного зондирования Земли с помощью технических и программных средств, для приведения их к виду, удовлетворяющему требованиям пользователей.

3.2 **маршрут съемки:** Участок полосы захвата на поверхности Земли, протяженность которого определяется продолжительностью однократного включения целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса.

3.3 **сцена (условный кадр съемки):** Часть маршрута съемки, ширина которого соответствует ширине полосы захвата целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса, а длина определяется схемой нарезки маршрута съемки на отдельные сцены, установленной производителем данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

3.4 **панхроматическое изображение:** Изображение, полученное съемочными устройствами целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса, регистрирующими электромагнитное излучение в оптическом диапазоне длин волн от 0,38 до 0,90 мкм в одном спектральном канале.

3.5 **мультиспектральное изображение:** Изображение, полученное съемочными устройствами целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса, регистрирующими электромагнитное излучение в оптическом диапазоне длин волн одновременно в нескольких спектральных каналах.

3.6 **относительная радиометрическая коррекция:** Устранение аппаратных радиометрических искажений (неоднородностей), вызванных характеристиками и особенностями работы съемочного устройства.

3.7 **абсолютная радиометрическая коррекция:** Перевод значений выходного сигнала съемочного устройства в абсолютные значения физических величин.

3.8 **ортотрансформирование:** Вид фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, целью которой является устранение геометрических искажений на космическом снимке, вызванных особенностями съемочной аппаратуры, условиями съемки, рельефом местности, и преобразование его в заданную картографическую проекцию.

3.9 **наземная опорная точка:** Точка на местности с известными пространственными координатами, которую можно отождествить с ее отображением на космическом снимке.

3.10 **геофизический параметр:** Физическая величина, характеризующая качество, признак или свойство элементов суши, океана или атмосферы.

Пример — Влажность почвы, высота океанических волн, концентрация льда, температура атмосферного воздуха и др.

3.11 **эфемериды движения космического аппарата:** Параметры положения и движения центра масс космического аппарата на орбите, передаваемые на Землю в составе измерительной информации.

3.12 **кватернион ориентации космического аппарата:** Четырехмерный вектор, описывающий параметры ориентации космического аппарата в пространстве.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВМО — Всемирная метеорологическая организация;
ГИС — географическая информационная система;
ГСО — геостационарная орбита;
ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;
КА — космический аппарат;

НОО — низкая околоземная орбита;
ОЭА — оптико-электронная аппаратура;
ПЗС — прибор с зарядовой связью;
РСА — радиолокатор с синтезированной апертурой;
СПО — специальное программное обеспечение;
ЦММ — цифровая модель местности;
ЦМР — цифровая модель рельефа;
CEOS — комитет по спутниковым наблюдениям Земли (Committee on Earth Observation Satellites);
LOS — линия визирования (line of sight);
LUT — таблица преобразования, используемая при радиометрической коррекции данных ДЗЗ из космоса (look up table);
RPC — коэффициенты рационального многочлена (rational polynomial coefficients).

5 Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

5.1 Уровень обработки данных ДЗЗ из космоса определяется видом обработки и совокупностью применяемых операций обработки данных ДЗЗ из космоса.

5.2 Для классификации данных ДЗЗ из космоса по уровням обработки применяется иерархическая система классификации, основанная на видах обработки данных ДЗЗ из космоса.

Каждому виду обработки данных ДЗЗ из космоса соответствует один или несколько уровней обработки:

- первичная обработка: уровень 0 (первичный уровень обработки);
- стандартная обработка: уровни 1 и 2 (стандартный уровень обработки);
- производная (базовая) обработка: уровень 3 [производный (базовый) уровень обработки];
- тематическая обработка: уровень 4 (тематический уровень обработки).

5.3 Для обозначения уровня обработки данных ДЗЗ из космоса используют код в виде цифры (может принимать значение 0, 1, 2, 3, 4). Допускается также применять следующее обозначение уровня обработки данных ДЗЗ из космоса: LN, где N — код уровня обработки.

Данным ДЗЗ из космоса и продуктам, полученным в результате обработки данных ДЗЗ из космоса, следует присваивать один из пяти уровней обработки, приведенных в 5.4.1—5.4.5.

5.4 Требования к уровням обработки данных ДЗЗ из космоса

5.4.1 Уровень 0 (L0) — уровень обработки данных ДЗЗ из космоса, полученных с КА средствами наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса, предполагающий их долговременное хранение в архиве вместе со вспомогательной служебной информацией и получение из них продуктов более высокого уровня обработки.

На уровне 0 выполняют следующие основные операции первичной обработки:

- распаковка данных ДЗЗ из космоса из входного файл-потока, получаемого с борта КА ДЗЗ на одном или нескольких маршрутах съемки, соответствующих сеансам включения целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса;
- разделение данных ДЗЗ из космоса (видеоинформации) и служебной информации;
- восстановление пространственно-временной структуры данных ДЗЗ из космоса, принятых на наземную инфраструктуру приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса (восстановление целостности структуры данных и устранение пропусков информации);
- разделение данных, полученных отдельными съемочными устройствами целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса и/или в различных режимах съемки (декоммутация);
- приведение данных к форматам, пригодным для дальнейшей обработки.

Примечание — В процессе распаковки восстанавливаются данные ДЗЗ из космоса, зарегистрированные либо фотоприемными устройствами в составе ОЭА (например, линейками или матрицами ПЗС), либо антенной системой РСА. Служебную информацию (например, навигационная) распаковывают, но не обрабатывают. Восстановление пропущенных строк и столбцов матрицы изображения выполняют с целью восстановления изображения в целом при сжатии данных ДЗЗ из космоса на борту КА.

Данные уровня 0 подлежат архивному хранению, используются для создания производной продукции и, как правило, не предоставляются пользователям. Хранение данных уровня 0 должно обеспечить возможность их многократного использования (в том числе в будущем, при совершенствовании алгоритмов обработки). Уровень 0 является базовым для последующей обработки данных ДЗЗ из космоса.

5.4.2 Уровень 1 (L1) — на этом уровне с данными ДЗЗ из космоса, соответствующими уровню 0, выполняют следующие основные операции стандартной обработки:

- геопривязка,
- радиометрическая коррекция;
- геометрическая коррекция искажений, обусловленная внутренними конструктивными особенностями съемочного устройства, выполняемая в системе координат съемочного устройства.

Примечание — В случае сложных фотоприемных устройств (для ОЭА), состоящих из нескольких фотоприемных линеек или кадровых матриц ПЗС, выполняют формирование изображения в геометрии так называемого «псевдо-сенсора» (одна непрерывная линейка или кадровая матрица ПЗС, регистрирующая излучение одновременно во всех спектральных каналах).

Данные ДЗЗ из космоса уровня 1 обязательно необходимо сопровождать в метаданных параметрами строгой модели геопривязки (данными о положении КА в момент съемки в виде эфемерид баллистического движения, данными об ориентации КА в момент съемки в виде кватернионов ориентации КА, параметрами съемочного устройства в виде углов LOS) или коэффициентами рациональных полиномов аппроксимационной модели геопривязки. Данные, как правило, должны быть представлены в полном временном/пространственном разрешении.

5.4.3 Уровень 2 (L2) — на этом уровне с данными ДЗЗ из космоса более низких уровней обработки выполняют следующие основные операции стандартной обработки:

- геопривязка,
- радиометрическая обработка;
- геометрическое трансформирование (на плоскость) или ортотрансформирование (с учетом рельефа) в заданной картографической проекции и системе координат.

Данные ДЗЗ из космоса уровня 2 должны быть представлены в системе координат одной из картографических проекций, с трансформированием на среднюю высоту или с ортотрансформированием с использованием ЦМР. Геопривязку ортотрансформированных данных ДЗЗ из космоса задают параметрами картографической проекции. Для данных, трансформированных на среднюю высоту, опционально предоставляются коэффициенты рациональных полиномов.

Примечание — Кроме основных операций, перечисленных в 5.4.2 и настоящем пункте, при формировании данных ДЗЗ из космоса уровней 1 и 2 допускается выполнять дополнительные операции стандартной обработки (опционально):

- нарезка маршрутов съемки на отдельные условные кадры (сцены);
- сшивка изображений отдельных матриц фотоприемных устройств;
- сведение спектральных каналов;
- сжатие данных;
- иные способы стандартной обработки (паншарпенинг* и другие типовые способы обработки, при необходимости).

5.4.4 Уровень 3 (L3) — уровень, на котором выполняют производную (базовую) обработку данных ДЗЗ из космоса более низких уровней, в том числе путем их усреднения и объединения в пространстве или во времени.

Основные операции, выполняемые при формировании данных ДЗЗ из космоса уровня 3, соответствуют операциям, описанным в ГОСТ Р 59081 для создания производных (базовых) продуктов, и включают:

- трансформирование отобранных (с помощью масок облачности и т. п.) космических снимков в единую картографическую проекцию;
- приведение отобранных космических снимков к одному пространственному разрешению;

* Паншарпенинг (от англ. panchromatic sharpening) — это процесс объединения панхроматических изображений с более высоким пространственным разрешением и мультиспектральных изображений с более низким пространственным разрешением для создания единого цветного изображения с высоким пространственным разрешением.

- корегистрацию разновременных космических снимков;
- формирование мультивременных композитных изображений или рядов на один и тот же участок земной поверхности,
- формирование ортомозаик, включая построение линий порезов, нарезку космических снимков на фрагменты согласно линиям порезов и радиометрическое выравнивание яркости всех или части пикселей мозаичных покрытий.

5.4.5 Уровень 4 (L4) — уровень тематической и/или аналитической обработки данных ДЗЗ из космоса более низкого уровня. Данные ДЗЗ из космоса уровня 4 могут быть созданы, в том числе, путем объединения данных, полученных различными съемочными устройствами одного или нескольких КА ДЗЗ, пространственных данных (цифровые топографические карты, тематические карты, ЦМР и др.), а также с привлечением дополнительной информации, включая данные метеорологических, биолого-почвенных, лесотаксационных и прочих измерений, физико-математические модели, экспертные оценки и др.

Уровень 4 включает в себя совокупность следующих основных операций с данными ДЗЗ из космоса:

- улучшение изображений для идентификации объектов и явлений, включающее в себя радиометрическое улучшение (изменение контрастности, гистограммная эквализация и нормализация), пространственную фильтрацию (выделение границ объектов на изображении, повышение резкости, сглаживание);
- формирование и анализ индексных изображений на основе данных различных спектральных или поляризационных каналов целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса;
- формирование изображений, содержащих восстановленные геофизические параметры;
- построение ЦМР и ЦММ;
- дешифрирование изображений, основанное на использовании дешифровочных признаков объектов, процессов и явлений на земной поверхности и выполняемое с помощью текстурного, спектрального, морфологического (структурного) анализа, сегментации изображения на области, контролируемой и неконтролируемой классификации выделенных областей или всего изображения, выявления изменений на изображении;
- построение тематических карт на основе результатов дешифрирования изображений, полученных на основе данных ДЗЗ из космоса, с нанесенными на них дешифрированными (распознанными) объектами, процессами и явлениями;
- моделирование различных объектов, процессов и явлений по алгоритмам, разработанным для решения специальных задач с использованием данных ДЗЗ из космоса.

Формирование данных ДЗЗ из космоса уровня 4 на основе операций тематической и/или аналитической обработки выполняют с помощью алгоритмов, разработанных специалистами в соответствующих прикладных областях.

5.5 Более детальное описание совокупности обязательных операций, выполняемых на различных уровнях обработки данных ДЗЗ из космоса, приведено в таблице 1.

Таблица 1 — Обязательные операции, выполняемые на различных уровнях обработки данных ДЗЗ из космоса

Вид операции	Уровень				
	0	1	2	3	4
Распаковка (выделение целевой и служебной информации)	О	О	О	О	О
Геопривязка	Н	О	О	О	О
Радиометрическая коррекция (относительная и абсолютная радиометрическая коррекция)	—	О	О	О	О
Расчет RPC	—	О	Н	—	—
Геометрическая коррекция: трансформирование в картографическую проекцию	—	—	О	О	О

Окончание таблицы 1

Вид операции	Уровень				
	0	1	2	3	4
Ортотрансформирование	—	—	Н	О	О
Производная (базовая) обработка, включающая объединение в пространстве и/или во времени (создание мозаик, композитов и т. п.)	—	—	—	О	О
Тематическая обработка и/или аналитическая обработка (включая расчет индексов, геофизических параметров, дешифрирование, моделирование и др.)	—	—	—	—	О

Примечание — Использованы следующие условные обозначения:
О — обязательно;
Н — необязательно;
«—» — данный вид обработки отсутствует.

5.6 Допускается расширение классификации уровней обработки данных ДЗЗ из космоса за счет добавления последующих уровней по мере развития средств обработки, моделирования и анализа этих данных.

Примечание — В международных организациях ВМО и CEOS применяется другая классификация уровней обработки данных ДЗЗ из космоса [1], [2], приведенная в приложениях А и Б.

5.7 Для обеспечения пользователей более детальной информацией об обработке данных ДЗЗ из космоса и выполненных операциях допускается применять расширенную классификацию, включающую информацию о подуровнях обработки данных ДЗЗ из космоса (как правило, для уровней 0—3).

Примечание — На подуровнях обработки данные ДЗЗ из космоса могут быть снабжены различной дополнительной информацией (деформационной матрицей, алгоритмом для геопривязки, калибровочными коэффициентами и др.), приложенной, но не примененной.

Для обозначения подуровней обработки данных ДЗЗ из космоса используется код, как правило, состоящий из цифрового обозначения уровня обработки и прописной буквы латинского алфавита, соответствующей конкретному подуровню обработки. Сведения о примененной системе классификации подуровней обработки данных должны быть включены в руководство пользователя данными ДЗЗ из космоса.

Пример — В зарубежных классификациях часто применяется выделение подуровней, например, 1А и 1В. Пример классификации с использованием подуровней приведен в приложении А. Продукты ДЗЗ из космоса различных подуровней обработки могут также обозначаться англоязычными аббревиатурами, соответствующими выполненной обработке. Например, Basic, Ortho.

5.8 В зависимости от уровня обработки данных ДЗЗ из космоса производителем данных ДЗЗ из космоса формируются различные типы продуктов, предоставляемых потребителям согласно ГОСТ Р 59079:

- первичные продукты;
- стандартные продукты;
- производные (базовые) продукты;
- тематические продукты.

Примечание — Требования к составу и документированному описанию стандартных и производных (базовых) продуктов ДЗЗ из космоса установлены в ГОСТ Р 59080 и ГОСТ Р 59081 соответственно.

5.9 Для создания продуктов ДЗЗ из космоса, получаемых на основе данных с КА гидрометеорологического, океанографического и гелиогеофизического назначения, следует использовать классификацию уровней обработки данных, установленную ВМО [1]. В этом случае необходимо в метаданные включить информацию о том, что использована классификация уровней обработки ВМО.

6 Требования к операциям, выполняемым на разных уровнях обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

6.1 При распаковке данных ДЗЗ из космоса и формировании первичных продуктов, соответствующих уровню 0 (помещаемых в архив и предназначенных для формирования на их основе стандартных продуктов), необходимо следовать следующим основным требованиям:

- обеспечение целостности данных (в частности, целостности данных маршрута, а также обеспечение хранения измерительной и служебной информации вместе с целевой);
- недопустимость любой необратимой обработки данных (целевую информацию, как правило, только выделяют и распаковывают, а измерительную можно выделить без распаковки).

6.2 При стандартной обработке данных протяженных маршрутов съемки рекомендуется формировать данные ДЗЗ в виде условных кадров (сцен) съемки (методом нарезки на условные кадры). Пропорции условных кадров рекомендуется использовать постоянные, в зависимости от типа съемочной системы. Между соседними условными кадрами (сценами) следует обеспечивать необходимое технологическое перекрытие.

6.3 При формировании данных ДЗЗ из космоса различных уровней обработки следует максимально использовать автоматические режимы обработки:

- данные уровней 0, 1, 2 следует формировать в процессе выполнения операций первичной и стандартной обработки полностью в автоматическом режиме;
- данные уровня 3 следует формировать в процессе выполнения операций производной (базовой) обработки преимущественно в автоматическом режиме;
- данные уровня 4 допускается формировать в процессе выполнения операций тематической и/или аналитической обработки в автоматическом режиме или интерактивно с привлечением эксперта, в зависимости от выполняемой обработки.

6.4 При выполнении операций на всех уровнях обработки данных ДЗЗ из космоса рекомендуется придерживаться строгих математических методов, основанных на физических принципах работы съемочного устройства.

Примечания

1 При формировании изображений, полученных отдельными матрицами фотоприемных устройств, или при геометрическом совмещении изображений, полученных в различных спектральных каналах целевой аппаратуры оптико-электронного наблюдения, рекомендуется использовать геометрические параметры съемочного устройства. Не рекомендуется при геометрической коррекции данных ДЗЗ из космоса использовать регрессионные модели устранения взаимных геометрических искажений матриц фотоприемных устройств и спектральных каналов.

2 При относительной радиометрической коррекции данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА оптико-электронного наблюдения, рекомендуется выполнять коррекцию данных с помощью таблиц преобразования LUT. Не рекомендуется применять статистические методы яркостной коррекции пикселей изображения.

6.5 При выполнении геопривязки в процессе стандартной обработки на уровнях 1 и 2 рекомендуется использовать строгие математические модели съемки, использующие эфемериды движения КА, кватернионы ориентации КА, углы LOS-сенсора.

Примечание — Допускается выполнять операции геопривязки с использованием коэффициентов рациональных полиномов аппроксимационной модели в случае геометрического трансформирования на плоскость для формирования данных ДЗЗ уровня 2.

6.6 Коэффициенты геометрической и радиометрической коррекции рекомендуется записывать и использовать в виде LUT-бинарных файлов.

6.7 Результаты геометрической калибровки целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса, используемые в качестве входных параметров при обработке данных ДЗЗ из космоса на уровне 1, должны быть представлены угловыми и линейными величинами, описывающими конструкцию съемочного устройства (установочные углы аппаратуры, положение матриц фотоприемных устройств в фокальной плоскости и др.).

Результаты радиометрической калибровки целевой аппаратуры ДЗЗ из космоса, используемые в качестве входных параметров при обработке данных ДЗЗ из космоса на уровне 1, должны быть представлены в виде коэффициентов преобразования в одну из следующих физических величин, в зависимости от спектрального диапазона электромагнитного излучения и метода ДЗЗ: спектральная плотность энергетической яркости, спектральный коэффициент энергетической яркости, яркостная температура, удельная эффективная площадь рассеяния.

6.8 При выполнении коррекции геопривязки с использованием наземных опорных точек на уровне 2 рекомендуется использовать наземные опорные точки для коррекции параметров внешнего и внутреннего ориентирования КА в момент съемки (строгой математической модели съемки).

Примечание — Использование регрессионных геометрических коррекций растрового изображения по множеству наземных опорных точек не рекомендуется из-за возможности нарушения внутренней геометрии снимка.

6.9 В процессе обработки данных ДЗЗ из космоса и создания на их основе продуктов различных уровней обработки необходимо придерживаться правила минимизации геометрических коррекций. Все данные ДЗЗ из космоса уровня 1 и 2, создаваемые в процессе стандартной обработки в рамках наземной инфраструктуры приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса, следует создавать напрямую из уровня 0 (уровня хранения).

6.10 При формировании данных ДЗЗ из космоса для записи растра изображения необходимо использовать графические форматы, для которых существуют открытые библиотеки импорта/экспорта и которые поддерживаются распространенными ГИС и системами обработки данных ДЗЗ. Рекомендуется использовать широко распространенные открытые графические форматы.

Пример — GeoTIFF, JPEG2000 и другие графические форматы, согласно требованиям к составу стандартных и производных (базовых) продуктов ДЗЗ из космоса, установленным в ГОСТ Р 59080 и ГОСТ Р 59081 соответственно.

6.11 Информацию об уровнях обработки данных ДЗЗ из космоса следует записывать в метаданные.

Примечание — Метаданные для данных ДЗЗ из космоса, содержащихся в Федеральном фонде данных дистанционного зондирования Земли из космоса, содержат коды уровней обработки, установленные в [3].

В общем случае метаданные, описывающие данные ДЗЗ из космоса, дополнительно могут включать следующую информацию:

- уровень обработки, описание данных ДЗЗ из космоса, а также дополнительные параметры, связанные с уровнем обработки и продуктами, создаваемыми на основе данных ДЗЗ из космоса;
- информацию для идентификации СПО обработки, в котором получены данные ДЗЗ из космоса;
- дополнительные детали о процедурах обработки данных ДЗЗ из космоса;
- параметры для управления операциями, введенные во время выполнения обработки данных ДЗЗ из космоса;
- наименование центра обработки данных ДЗЗ из космоса, входящего в наземную инфраструктуру приема, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ из космоса или иной организации, в которой была выполнена обработка данных.

Приложение А
(справочное)

Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, установленная Всемирной метеорологической организацией

В таблице А.1 приведена классификация уровней обработки данных ДЗЗ из космоса системы, установленная ВМО [1].

Таблица А.1 — Уровни обработки данных ДЗЗ из космоса, см. [1]

Уровень обработки данных	Описание	
0	Данные прибора или дополнительные данные, восстановленные из необработанных спутниковых данных после удаления артефактов связи	
1	Данные прибора извлечены, с полным исходным разрешением и информацией о калибровке	1a (для НОО) или 1,0 (для ГСО): материалы калибровки и определение местоположения прикладываются, но не применяются
		1b (для НОО) или 1,5 (для ГСО): калибровка и определение местоположения применяются
		1c, 1d, и т. д.: по выбору для конкретных приборов
2	Геофизическая продукция, полученная от одного прибора в исходной проекции	
3	Геофизическая продукция от одного прибора, отображаемая в равномерном пространстве и масштабах временных отсчетов и, по возможности, полученная на нескольких орбитах (для НОО) или для различных временных периодов (для ГСО). Необратимый процесс вследствие процедур повторной выборки	
4	Смешанная продукция нескольких датчиков и/или нескольких спутников, или результат модельного анализа	

Приложение Б
(справочное)

Классификация уровней обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса, разработанная комитетом по спутниковым наблюдениям Земли (CEOS)

В таблице Б.1 приведена классификация уровней обработки данных ДЗЗ из космоса, разработанная CEOS [2].

Таблица Б.1 — Уровни обработки данных ДЗЗ из космоса, см. [2]

Уровень обработки данных	Описание
«Сырые» данные (Raw Data)	Данные в исходных пакетах, полученные со спутника
0	Восстановленные необработанные данные приборов с полным пространственно-временным разрешением с присоединением всей доступной дополнительной информации, которая будет использоваться в последующей обработке (например, эфемериды)
1	Распакованные, переформатированные данные уровня 0 с присоединением всей дополнительной информации, которая будет использоваться в последующей обработке. Дополнительная радиометрическая и геометрическая коррекция применяется для получения параметров в физических единицах. Данные, как правило, представлены в полном пространственном/временном разрешении. Возможно большое разнообразие подуровней продуктов
2	Восстановленные значения параметров окружающей среды (например, высота океанических волн, влажность почвы, концентрация льда) с тем же разрешением и в том же месте, что и их исходные данные уровня 1
3	Данные или восстановленные параметры окружающей среды, которые реорганизованы по пространству и/или по времени (в том числе производные из продуктов уровня 1 или 2). Такая реорганизация может включать усреднение и комбинирование (создание композитов)
4	Результаты моделирования или результаты анализа данных нижних уровней обработки (например, переменные, которые не могут быть измерены непосредственно приборами, но могут быть получены по результатам этих измерений)

Библиография

[1] ВМО-№ 8. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений. Т. IV: Космические наблюдения. 2018, 266 с.

[2] Interoperability Handbook, Issue 1.1. CEOS, Working Group on Information Systems and Services, Feb, 2008

[3] Приказ Госкорпорации «Роскосмос» от 7 июня 2019 г. № 173 «Об утверждении требований к форме и содержанию информации о данных дистанционного зондирования Земли из космоса и копиях данных дистанционного зондирования Земли из космоса, содержащихся в федеральном фонде данных дистанционного зондирования Земли из космоса, включая состав основных характеристик, необходимых для идентификации данных дистанционного зондирования Земли из космоса (копий данных дистанционного зондирования Земли из космоса)» (зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 5 ноября 2019 г. № 56400)

УДК 528.8:006.354

ОКС 35.240.70
49.140

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли из космоса, обработка данных дистанционного зондирования Земли из космоса, уровень обработки данных дистанционного зондирования Земли из космоса

Редактор *Е.В. Зубарева*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 04.06.2021. Подписано в печать 16.06.2021. Формат 60×84¼. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л 1,86. Уч.-изд. л 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
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