ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70027— 2022

Дистанционное зондирование Земли из космоса

ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Виды атмосферной коррекции

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» (АО «Российские космические системы») по заказу Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос»

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 20 мая 2022 г. № 341-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

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

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, определения и сокращения 2
4 Виды атмосферной коррекции данных дистанционного зондирования Земли из космоса 2
5 Атмосферная коррекция на основе эмпирических подходов для данных в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах 3
6 Атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования Земли на основе физических моделей 4
Приложение А (справочное) Сводные характеристики по видам, требованиям и ограничениям атмосферной коррекции 5
Приложение Б (справочное) Источники исходных данных о состоянии атмосферы 6
Библиография 7

Введение

Особенностью данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного и радиолокационного наблюдения, является влияние атмосферы на результаты измерений параметров подстилающей поверхности. Для повышения информативности и достоверности получаемых данных дистанционного зондирования Земли из космоса необходимо учитывать это влияние, что получило название атмосферной коррекции данных дистанционного зондирования Земли согласно [1].

Целью настоящего стандарта является формирование унифицированного подхода к проведению атмосферной коррекции данных дистанционного зондирования Земли, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного и радиолокационного наблюдения.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дистанционное зондирование Земли из космоса

ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Виды атмосферной коррекции

Remote sensing of the Earth from space. Remote sensing data of the Earth from space.
Atmospheric correction's types

Дата введения — 2022—09—01

1 Область применения

Настоящий стандарт предназначен для применения организациями, участвующими в получении данных дистанционного зондирования Земли из космоса и создании продуктов на основе их обработки.

Настоящий стандарт устанавливает правила проведения атмосферной коррекции данных дистанционного зондирования Земли, получаемых с космических аппаратов оптико-электронного и радиолокационного наблюдения, а также рекомендации по выбору метода атмосферной коррекции, включая выбор модели атмосферы.

Настоящий стандарт не распространяется на данные дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемые с космических комплексов (космических систем) гидрометеорологического, океанографического и гелиофизического назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 4401 Атмосфера стандартная. Параметры

ГОСТ 24631 Атмосферы справочные. Параметры

ГОСТ Р 59753 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Термины и определения

ГОСТ Р 59754 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Обработка данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Термины и определения

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 ежемесячно издаваемого 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.

Издание официальное

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 59753, ГОСТ Р 59754, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

атмосферная коррекция: Исправление искажений данных дистанционного зондирования Земли из космоса, вызванных влиянием атмосферы на распространение электромагнитных волн на пути между земной поверхностью и целевой аппаратурой дистанционного зондирования Земли в процессе космической съемки.

[ГОСТ Р 59079—2020, пункт 3.1.23]

3.1.2

цифровой отсчет: Первичное значение (яркость) пикселя данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемое после аналого-цифрового преобразователя.

[ГОСТ Р 59079—2020, пункт 3.1.22]

3.1.3

спектральный канал: Характеристика целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса, определяющая ее возможность по приему электромагнитного излучения в определенном спектральном диапазоне.

[ГОСТ Р 59079—2020, пункт 3.1.6]

3.1.4

спектральная плотность энергетической яркости (отнесенная к малому спектральному интервалу в данном направлении в заданной точке) L_λ, Вт · м$^{-2}$ · м$^{-1}$ · ср$^{-1}$: Отношение спектральной мощности излучения $d\Phi_\lambda(\lambda)$, проходящего через бесконечно малую площадь, содержащую эту точку, и распространяющегося внутри телесного угла $d\Omega$ в заданном направлении, к произведению интервала длин волн $d\lambda$ и площади сечения этого луча на плоскости, перпендикулярной к этому направлению ($dA\cos\theta$), содержащему данную точку, и к телесному углу $d\Omega$

$$L_\lambda = \frac{d^2\Phi_\lambda(\lambda)}{dA\cos\theta d\Omega d\lambda}.$$

[ГОСТ 8.654—2016, статья 2.1.8]

3.1.5 **физическая модель атмосферы:** Математическое описание физических процессов преобразования сигнала при прохождении атмосферы.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;

ИК — инфракрасный;

КА — космический аппарат.

4 Виды атмосферной коррекции данных дистанционного зондирования Земли из космоса

4.1 Атмосферную коррекцию данных ДЗЗ из космоса осуществляют на основе эмпирических подходов или физических моделей.

4.2 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса на основе эмпирических подходов (данные в видимом и ближнем ИК диапазонах) применяется при отсутствии информации о состоянии атмосферы.

4.3 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса на основе физических моделей применяется при наличии информации о состоянии атмосферы.

5 Атмосферная коррекция на основе эмпирических подходов для данных в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

5.1 Атмосферная коррекция на основе эмпирических подходов может быть осуществлена следующими методами:

- по плоскому полю;
- по методу эмпирической линии;
- по темному объекту;
- прочие методы (быстрая атмосферная коррекция, коррекция по внутреннему среднему значению яркости, коррекция по темному объекту минус 1 % и др.).

5.2 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса по плоскому полю заключается в нормализации значений пикселей заданного фрагмента съемки на значения пикселей усредненного электромагнитного спектра и должна включать:

- поиск на фрагменте объектов с плоским ходом спектральной кривой. Под пикселями с плоским ходом спектральной кривой понимают пиксели, значения яркости которых практически одинаковы во всех каналах;

Примечание — Примеры подстилающей поверхности — бетон, песок, некоторые техногенные объекты.

- усреднение значений яркостей пикселей по всей площади найденного объекта с плоским ходом спектральной кривой в каждом спектральном канале;
- нормализацию значений яркостей всех пикселей фрагмента на полученные усредненные значения отдельно по каждому спектральному каналу.

Примечание — Преимуществом метода является устранение различных артефактов данных ДЗЗ из космоса, однако присутствие на заданном фрагменте участков с резкими перепадами в значениях яркостей отдельных каналов (например, растительность) приводит к ошибке в коррекции этих участков.

5.3 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса по методу эмпирической линии заключается в пересчете значений пикселей заданного фрагмента съемки к известным истинным значениям яркости пикселей темного и светлого объектов и должна включать:

- выбор на фрагменте двух объектов (темного и светлого) размером в несколько пикселей с известными истинными значениями яркостей подстилающей поверхности;
- построение регрессионной модели пересчета яркостей пикселей всего фрагмента съемки.

Примечание — Рекомендуется в качестве темного и светлого участков использовать белый и черный тест-объекты размером в несколько пикселей корректируемых данных ДЗЗ из космоса с известными истинными значениями яркостей. Также в качестве темного и светлого объектов с известными истинными значениями рекомендуется использовать асфальт и светлый бетон/песок соответственно. Объекты темной и светлой растительности в случае их известных значений истинной яркости можно использовать для коррекции только в крайних случаях при отсутствии открытых грунтов, тщательно подбирая наземный эталон и соответствующие ему пиксели фрагмента съемки.

5.4 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса по темному объекту заключается в вычитании темного фона заданного фрагмента съемки и должна включать:

- поиск по гистограммам фрагмента съемки наиболее темных объектов (обычно это участки теней в видимых каналах электромагнитного спектра, а также глубокие и чистые водоемы в каналах ближней ИК зоны спектра);
- усреднение яркостей пикселей по всей площади найденного объекта в каждом спектральном канале;
- вычитание значений темных объектов от значений яркости каждого пикселя фрагмента для расчета скорректированных значений (предполагается, что расхождение яркостей пикселей темных объектов с нулем связано с влиянием атмосферы).

Примечание — Недостатком атмосферной коррекции данных ДЗЗ из космоса по темному объекту является возможное появление отрицательных значений коэффициентов спектральной плотности энергетической яркости.

5.5 При отсутствии данных об атмосфере могут использоваться прочие методы атмосферной коррекции данных ДЗЗ из космоса на основе эмпирических подходов.

5.6 В приложении А приведены требования и ограничения для каждого вида атмосферной коррекции.

6 Атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования Земли на основе физических моделей

6.1 Атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса на основе физических моделей (решение обратной задачи оптики) реализуется на задании определенной модели атмосферы, описание которой включает соответствующий набор оптико-физических параметров, которые необходимо извлечь из инструментально измеряемых (корректируемых) данных. Выбор модели атмосферной коррекции зависит от времени года, территории съемки и наличия исходных данных о состоянии атмосферы.

Примечание — Например, при проведении съемки в средних широтах рекомендуется выбор модели атмосферы «среднеширотная» согласно ГОСТ 24631.

6.2 Исходными данными о состоянии атмосферы являются параметры атмосферы, необходимые для включения в модель расчета атмосферной коррекции.

Примечание — В качестве исходных данных могут служить такие параметры, как содержание озона, водяного пара, профили температуры и давления в разных слоях атмосферы и др. Наборы параметров атмосферы приведены согласно ГОСТ 4401 и ГОСТ 24631.

6.3 Исходные данные о состоянии атмосферы должны иметь минимальную разницу по времени между съемкой КА и измерением параметров атмосферы. Допустима разница не более 3 ч (в приложении Б приведены примеры источников исходных данных о состоянии атмосферы).

Примечание — В зависимости от времени года и географического района съемки разница может быть увеличена вплоть до нескольких дней, например в засушливый сезон в пустыне, где параметры атмосферы отличаются высокой стабильностью.

Приложение А
(справочное)

Сводные характеристики по видам, требованиям и ограничениям атмосферной коррекции

Таблица А.1

Вид	Название	Требование	Недостаток
Эмпирическая атмосферная коррекция (данные видимого и ближнего инфракрасного диапазонов)	Способ коррекции по плоскому полю	Наличие плоского спектра на заданном фрагменте съемки	Присутствие на заданном фрагменте съемки участков с резкими перепадами в яркостях отдельных каналов (например, растительность) приводит к ошибке в коррекции этих участков
	Способ коррекции по методу эмпирической линии	Наличие известных истинных значений яркости темного и светлого объектов	—
	Коррекция по темному объекту	Наличие на заданном фрагменте съемки темных объектов	Возможное появление перекорректированных данных
Атмосферная коррекция на основе физических моделей	—	Наличие параметров атмосферы на момент съемки	—

Приложение Б
(справочное)

Источники исходных данных о состоянии атмосферы

Для поиска входных параметров атмосферы рекомендуется использовать информацию с наземных станций, предназначенных для получения данных в режиме реального времени, создания их архива и последующей обработки с целью изучения пространственно-временной изменчивости распределения аэрозоля, к примеру:

- сеть AERONET (AErosol RObotic NETwork);
- автоматизированная система наблюдательных станций Росгидромета согласно [2];
- собственные измерения при наличии лаборатории по измерению параметров атмосферы;
- данные спутникового зондирования с информацией о состоянии атмосферы.

В качестве примера данных с КА ДЗЗ, содержащих информацию о состоянии атмосферы, можно привести:

- данные спектрорадиометров, например:

а) MODIS (различные уровни обработки данных), установленного на КА Terra и Aqua под управлением Национального управления океанических и атмосферных исследований;

б) VIIRS (различные уровни обработки данных), установленного на Suomi NPP под управлением Национального управления океанических и атмосферных исследований;

- данные интерферометров, например IASI, установленного на КА серии Metop под управлением Европейской организации спутниковой метеорологии;
- данные спектрорадиометров, установленных на геостационарных КА, например на КА серии GOES, под управлением Национального управления океанических и атмосферных исследований.

Библиография

[1] Закон Российской Федерации от 20 августа 1993 г. № 5663-1 «О космической деятельности» (с изменениями на 11 июня 2021 г.)

[2] Федеральный закон от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» (с изменениями на 29 сентября 2021 г.)

УДК 528.8:006.354

ОКС 35.240.70
49.140

Ключевые слова: системы дистанционного зондирования Земли из космоса, атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования, параметры атмосферы

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 23.05.2022. Подписано в печать 26.05.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,24.

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