ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59757— 2021

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса

КАЧЕСТВО ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Основные требования к наземным тестовым участкам для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

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. № 1512-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 2
5 Классификация тестовых участков и тест-объектов 3
6 Основные требования к оборудованным наземным тестовым участкам, используемым для размещения искусственных (техногенных) тест-объектов, специально создаваемых с целью оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения 3
7 Основные требования к наземным тестовым участкам с искусственными (техногенными) тест-объектами, используемым для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения 6
8 Основные требования к наземным тестовым участкам с тест-объектами естественного (природного) происхождения, используемым для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения 8
Приложение А (рекомендуемое) Пространственная мира для оценки линейного разрешения данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения 9
Приложение Б (рекомендуемое) Потенциальная мира для оценки радиометрических показателей качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения 10
Библиография 11

Введение

Оценка качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки выполняется в отношении их координатно-измерительных, пространственно-частотных и радиометрических характеристик (показателей качества). Для определения значений этих характеристик посредством получения, обработки и последующего анализа космических изображений создаются соответствующие наземные тестовые участки с расположенными на них тест-объектами.

Настоящий стандарт разработан в целях обеспечения единства понимания и применения требований разработчиков космических комплексов дистанционного зондирования Земли, потенциальных потребителей, поставщиков данных дистанционного зондирования Земли из космоса и заказчиков к наземным тестовым участкам, используемым при оценке качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения, целевой аппаратурой которых являются радиолокаторы с синтезированной апертурой.

Настоящий стандарт входит в число национальных стандартов, аспектами 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, оценки качества, хранения и доведения до потребителей.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Данные дистанционного зондирования Земли из космоса

КАЧЕСТВО ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Основные требования к наземным тестовым участкам для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

Remote sensing data of the Earth from space. Quality of remote sensing data of the Earth from space. Basic requirements for ground-based test sites for the quality assessing of remote sensing data of the Earth from space obtained from radar observation satellites

Дата введения — 2022—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на наземные тестовые участки, изображения которых, получаемые космическими аппаратами радиолокационного наблюдения, оснащенными радиолокаторами с синтезированной апертурой, предназначены для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки в форме верификации данных дистанционного зондирования Земли из космоса на этапах летных испытаний и эксплуатации космических комплексов (систем) дистанционного зондирования Земли из космоса, а также в форме валидации данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки при эксплуатации космических комплексов (систем) дистанционного зондирования Земли из космоса.

Примечание — Тестовые участки, удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, допускается использовать для калибровки целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса по решению организаций, выполняющих калибровку.

Настоящий стандарт устанавливает основные требования к наземным тестовым участкам независимо от их государственно-территориальной принадлежности.

Настоящий стандарт предназначен для применения следующими организациями:

- заказчиками и исполнителями опытно-конструкторских работ по созданию (модернизации) космических комплексов (систем) дистанционного зондирования Земли и их составных частей;
- организациями, осуществляющими прием, обработку, оценку качества и распространение данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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

ГОСТ Р 59474 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Качество данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Оценка качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки. Общие положения

ГОСТ Р 59476 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Качество данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Перечень показателей качества данных дистанцион-

Издание официальное

ного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

ГОСТ Р 59479 Данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Требования к данным дистанционного зондирования Земли из космоса. Перечень требований к данным дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемым с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

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 Р 59079, ГОСТ Р 59474, ГОСТ Р 59476, ГОСТ Р 59479, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **радиолокационный отражатель:** Тест-объект с известными характеристиками отражения в направлении источника радиоизлучения, падающего под заданными (рабочими) углами.

3.2 **уголковый отражатель:** Радиолокационный отражатель в виде трехгранного угла со взаимно перпендикулярными отражающими плоскостями, как правило, прямоугольной или треугольной формы, обеспечивающей трехкратное отражение излучения, падающего на одну из граней под малым углом к биссектрисе трехгранного угла, и его возвращение в направлении источника излучения.

3.3 **транспондер:** Активный радиолокационный отражатель, обеспечивающий ретрансляцию зондирующего сигнала с требуемым усилением (заданной большой величиной эффективной поверхности рассеяния и равномерной диаграммой рассеяния при небольших размерах) и поляризацией излучения.

3.4 **пространственная мира:** Совокупность радиолокационных отражателей с заданными одинаковыми величинами эффективной площади рассеяния для конкретного частотного диапазона, размещенных на территории наземного тестового участка, используемая для определения линейного разрешения по путевой дальности (азимуту)/ наземной (горизонтальной) дальности данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения.

3.5 **потенциальная мира:** Совокупность радиолокационных отражателей с заданными различными величинами эффективной площади рассеяния для конкретного частотного диапазона, размещенных на территории наземного тестового участка, используемая для определения радиометрических показателей качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения.

3.6 **поляриметрическая мира:** Совокупность радиолокационных отражателей с заданными одинаковыми величинами эффективной площади рассеяния для конкретного частотного диапазона, размещенных на территории наземного тестового участка, обеспечивающих отражение (либо облучение) излучения на радиолокатор с синтезированной апертурой, заданной поляризацией; используемая для определения радиометрических показателей качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения.

3.7

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

[ГОСТ Р 59480—2021, пункт 3.9]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;
КА — космический аппарат;
РЛИ — радиолокационное изображение;
РЛН — радиолокационное наблюдение;
РСА — радиолокатор с синтезированной апертурой;
СКО — среднеквадратическое отклонение;
УЭПР — удельная эффективная площадь рассеяния;
ЦМР — цифровая модель рельефа;
ЭПР — эффективная площадь рассеяния;
IERS — международная служба вращения Земли и систем отсчета (International Earth Rotation and Reference Systems Service).

5 Классификация тестовых участков и тест-объектов

5.1 Наземные тестовые участки, используемые для определения установленных в ГОСТ Р 59476 показателей качества данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА РЛН, подразделяют:

- на оборудованные тестовые участки с размещенными на их территории специально созданными тест-объектами и средствами для их обслуживания;
- необорудованные тестовые участки, поверхность которых представляет собой тест-объекты естественного или искусственного происхождения с известными и предсказуемыми во времени характеристиками.

5.2 Тест-объекты в зависимости от происхождения подразделяют:

- на искусственного (техногенного) происхождения;
- естественного (природного) происхождения.

Примечание — К тест-объектам искусственного (техногенного) происхождения относятся специально создаваемые тест-объекты, предназначенные для оценки качества конкретных характеристик (параметров) данных ДЗЗ из космоса, а также искусственные объекты на земной поверхности, использование которых возможно для оценки качества данных ДЗЗ из космоса (отдельные объекты и сооружения, элементы инфраструктуры и др.), уверенно опознаваемые на РЛИ.

К тест-объектам естественного (природного) происхождения относятся участки земной поверхности с хорошо изученными и предсказуемыми во времени отражательными (рассеивающими) свойствами в рабочем частотном диапазоне РСА.

5.3 Тест-объекты в зависимости от размещения подразделяют:

- на стационарные;
- развертываемые (мобильные).

6 Основные требования к оборудованным наземным тестовым участкам, используемым для размещения искусственных (техногенных) тест-объектов, специально создаваемых с целью оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

6.1 Оборудованный наземный тестовый участок должен представлять собой единую территорию в фиксированных границах либо совокупность отдельных обособленных площадок, на которых размещены тест-объекты и объекты инфраструктуры наземного тестового участка.

6.2 Для расположения наземного тестового участка, используемого для оценки качества данных, получаемых в X-диапазоне, следует выбирать территории в географических районах, для которых среднее число безоблачных дней в году более 70 и среднегодовая сумма осадков менее 500 мм.

6.3 Место для расположения наземного тестового участка должно выбираться в равнинной местности, обеспечивающей размещение необходимых тест-объектов на площадках с уклонами земной поверхности не более 5° и перепадом высот не более 2 м.

6.4 Рельеф местности в пределах наземных тестовых участков, предназначенных для оценки высотных координатно-измерительных показателей качества ЦМР, получаемых по данным радарграмметрической съемки (радиолокационной стереосъемки) и/или данных интерферометрической съемки, должен иметь перепад высот не менее 200 м и преобладающие уклоны земной поверхности не менее 6°.

6.5 На территории наземного тестового участка должны отсутствовать объекты, формирующие зоны затенения и отражения, перекрывающиеся с площадками размещения тест-объектов на РЛИ.

6.6 Территория наземного тестового участка в зонах размещения специально создаваемых тест-объектов должна быть свободна от древесно-кустарниковой растительности, выходов скальных пород, сооружений и объектов инфраструктуры для исключения влияния вызываемых ими помех на РЛИ.

6.7 На территории тестового участка, а также на прилегающих территориях, должны отсутствовать постоянно действующие источники радиоизлучения, которые потенциально могут являться источниками помех при получении РЛИ.

6.8 Площадь территории наземного тестового участка должна обеспечивать размещение всех необходимых специально создаваемых тест-объектов, как отдельных, так и скомпонованных в виде специализированных радиолокационных мир, используемых для оценки качества конкретных характеристик РЛИ, с учетом требований к их пространственному расположению и удаленности друг от друга и других объектов.

6.9 Основные требования к тест-объектам искусственного (техногенного) происхождения, специально создаваемым с целью оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения, размещаемым на территории наземных тестовых участков

6.9.1 Тест-объектами искусственного (техногенного) происхождения, специально создаваемыми для оценки качества РЛИ и продуктов их обработки, являются:

а) пассивные тест-объекты:

1) уголковые отражатели различной конфигурации (ориентируемые трехгранные, всенаправленные четырехсекционные и др.);

2) прочие типы радиолокационных отражателей;

3) поля радиолокационных отражателей (миры): пространственные, потенциальные и поляриметрические;

4) специализированные подготовленные площадки с известными характеристиками;

б) активные тест-объекты:

1) транспондеры;

2) активные станции контроля.

6.9.2 Параметры тест-объектов (размеры, вид, конструктивные особенности, возможность ориентирования на КА, величина ЭПР, погрешность ее измерения и др.) следует определять исходя из режима съемки конкретного КА РЛН.

Для получения фактического максимального значения ЭПР, близкого к расчетным значениям, точность изготовления отражателя (отклонения в линейных размерах и величины деформаций) должна составлять не более 1/10 от длины волны. Предельное отклонение от ортогональности граней должно определяться в зависимости от длины волны и размера уголкового отражателя.

Погрешность удерживания установленного значения ЭПР активного тест-объекта должна составлять не более 1 дБ·м^2.

6.9.3 Тест-объекты следует размещать на специально подготовленных однородных и ровных площадках, шероховатость поверхности которых не должна превышать $^1/_{10}$ длины волны РСА и обеспечивать стабильно малые значения УЭПР на уровне от минус 30 до минус 25 дБ (асфальт, бетон, низкая сухая трава и др., а также специализированные поглощающие покрытия), и в соответствии с положениями 6.2—6.6.

6.9.4 Тест-объекты могут размещаться на территории наземного тестового участка как на временной основе (мобильные тест-объекты), так и стационарно.

6.9.5 При стационарном долговременном размещении тест-объект должен устанавливаться на закрепленном основании, обеспечивающем его стабильность в плановом и высотном положениях на всем протяжении срока эксплуатации.

6.9.6 При стационарном долговременном размещении ориентируемые тест-объекты должны оснащаться поворотными механизмами для наведения на КА РЛН в зависимости от орбиты КА, направле-

ния и времени съемки, обеспечивающими возможность надежной фиксации и крепления тест-объекта в заданном положении. Наведение ориентируемого тест-объекта на КА РЛН должно осуществляться перед проведением съемки территории наземного тестового участка с точностью не хуже 3°.

Примечание — При развертывании мобильных тест-объектов допускается их использование в ручном режиме без поворотных механизмов с установкой в требуемой ориентации непосредственно перед проведением съемки.

6.9.7 При размещении стационарных тест-объектов на территории наземного тестового участка, расположенного в зоне с сезонным формированием снежного покрова, должна быть предусмотрена их установка на высоте, превышающей среднюю многолетнюю высоту снежного покрова не менее чем на 0,5 м.

6.9.8 Для обеспечения функционирования тест-объектов в различные сезоны при различных погодных явлениях (снег, дождь), а также для предотвращения загрязнения следует предусматривать защиту поверхности тест-объектов с помощью защитных радиопрозрачных чехлов с малым коэффициентом поверхностного трения, дополнительных конструктивных особенностей, а также проведение регламентных мероприятий по обслуживанию тест-объектов.

6.9.9 Геодезические координаты тест-объектов должны определяться в системах координат, реализованных в соответствии с рекомендациями Международной службы вращения Земли и систем отсчета (IERS) [1].

6.9.10 СКО определения плановых координат центральной точки одиночных тест-объектов не должно превышать $^1/_5$ размера пикселя РЛИ на местности.

Примечание — При развертывании мобильных тест-объектов измерение геодезических координат следует выполнять непосредственно при установке и ориентировании тест-объекта перед каждым циклом выполнения съемки.

6.9.11 Специально создаваемые тест-объекты для оценки качества данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА РЛН, могут быть объединены в специализированные группы — миры, имеющие определенное назначение, геометрическое расположение (конфигурацию) и состав тест-объектов с заданными характеристиками.

Примечания

1 Вариант построения пространственной миры для оценки пространственно-частотных показателей качества РЛИ приведен в приложении А.

2 Вариант построения потенциальной миры для оценки радиометрических показателей качества РЛИ приведен в приложении Б.

6.9.12 Тест-объекты, формирующие миры, должны быть расположены на заданном расстоянии друг от друга и распределены таким образом, чтобы их радиолокационные тени и импульсные отклики на РЛИ не перекрывались и не создавали взаимных помех для других тест-объектов; при этом должна быть обеспечена возможность определения требуемых показателей качества данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА РЛН, в зависимости от размера пикселя РЛИ на местности. Расстояние между соседними тест-объектами должно составлять не менее 10 размеров пикселя РЛИ на местности.

6.9.13 При определении координатно-измерительных показателей качества РЛИ допускается использование как отдельных тест-объектов, так и тест-объектов, используемых для оценки других характеристик (параметров) данных ДЗЗ из космоса, получаемых с КА РЛН.

6.9.14 Тест-объекты, используемые для оценки качества РЛИ, полученных в различных режимах поляризации излучения, должны обеспечивать отражение (пассивные тест-объекты) излучения РСА либо облучение РСА (активные тест-объекты) с требуемой поляризацией излучения. Для пассивных уголковых отражателей следует использовать съемные поляриметрические решетки (поляризаторы вертикального и горизонтального типа).

6.10 Материалы информационного обеспечения наземного тестового участка должны включать:

- описание наземного тестового участка: общие сведения (название, географическое положение, площадь, административно-территориальная и ведомственная принадлежность, расположение относительно крупных населенных пунктов, водных объектов, лесных массивов, типы землепользования и хозяйствования на территории), геоклиматические и гидрологические характеристики (ландшафтная информация, климатические особенности, среднее число безоблачных дней в году, среднее число дней в году с осадками и туманами, даты формирования и схода снежного покрова, характеристики растительного покрова), индивидуальные описания тест-объектов и др.;

- документацию по эксплуатации наземного тестового участка и размещенных на его территории тест-объектов;

- каталоги координат и высот тест-объектов, крупномасштабные планы, ЦМР, библиотеки значений ЭПР тест-объектов и УЭПР поверхности площадок размещения тест-объектов и др. должны содержать данные о характеристиках территории наземных тестовых участков и тест-объектов, определенных с заданной точностью.

Материалы информационного обеспечения должны поддерживаться в актуальном состоянии в соответствии с эксплуатационной документацией наземного тестового участка.

6.11 При эксплуатации наземного тестового участка, используемого для размещения специально создаваемых тест-объектов, должны обеспечиваться:

- мониторинг и поддержание в надлежащем состоянии территории (поверхности территории) наземного тестового участка в соответствии с эксплуатационной документацией;

- контроль параметров и поддержание в надлежащем состоянии тест-объектов в соответствии с эксплуатационной документацией;

- безопасность эксплуатации и сохранность оборудования.

6.12 Для обеспечения эксплуатации наземного тестового участка, используемого для размещения специально создаваемых тест-объектов, должно быть предусмотрено расположение его составных частей на постоянно доступной для их размещения территории с развитой дорожной сетью или иными путями сообщения.

6.13 При использовании наземного тестового участка, расположенного на территории с сезонными изменениями характера подстилающей поверхности (формирование снежного покрова, существенные изменения вегетационного состояния растительности, состояния почвенного покрова и др.), должны быть предусмотрены специальные мероприятия по периодическому обслуживанию и обеспечению регламентного состояния территории в соответствии с эксплуатационной документацией наземного тестового участка. Непосредственно перед выполнением космической съемки территории наземного тестового участка должно быть предусмотрено проведение уборки территории либо ее подготовка в зоне размещения тест-объектов, также должен быть обеспечен контроль чистоты поверхности тест-объектов.

6.14 Для обеспечения функционирования наземного тестового участка на его территории должно быть предусмотрено размещение дополнительных объектов инфраструктуры, требующейся при эксплуатации наземного тестового участка: коммуникаций (электропитание, линии связи и др.), материально-технических, транспортных средств, объектов для размещения персонала и др.

6.15 При эксплуатации наземного тестового участка должны быть предусмотрены мероприятия по ограничению доступа на территорию тестового участка (отдельные участки территории), а также режим охраны территории с целью обеспечения сохранности действующих тест-объектов при их использовании и хранении в остальное время.

7 Основные требования к наземным тестовым участкам с искусственными (техногенными) тест-объектами, используемым для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

7.1 Наземный тестовый участок с искусственными (техногенными) тест-объектами должен представлять собой совокупность тест-объектов с известными и предсказуемыми во времени характеристиками, расположенных на участке территории земной поверхности без ее закрепления (выделения) на местности. Количество, состав и распределение тест-объектов, а также размеры территории, на которой они расположены, должны обеспечивать возможность оценки качества получаемых КА РЛН данных ДЗЗ из космоса с требуемыми характеристиками.

7.2 Основным видом искусственных (техногенных) тест-объектов, используемых для данного типа наземных тестовых участков, являются наземные опорные точки, уверенно опознаваемые на РЛИ, используемые для контроля координатно-измерительных свойств данных ДЗЗ из космоса, получаемых КА РЛН, и продуктов их обработки.

7.2.1 Координаты наземных опорных точек должны определяться геодезическими методами в ходе полевых работ или с использованием различных видов геопространственной информации, таких как крупномасштабные планы, ортофотопланы, ЦМР и др., обеспечивающие требуемый уровень

точности. Координаты должны определяться в международных системах координат, реализованных в соответствии с рекомендациями Международной службы вращения Земли и систем отсчета (IERS) [1].

7.2.2 СКО определения плановых координат наземных опорных точек не должно превышать $^1/_5$ размера пикселя РЛИ на местности.

7.2.3 Расположение наземных опорных точек должно обеспечивать выполнение оценки координатно-измерительных свойств данных ДЗЗ из космоса и продуктов их обработки различного пространственного охвата, получаемых в различных режимах съемки с различных орбит:

- ориентация наземного тестового участка должна совпадать с направлением движения КА ДЗЗ по орбите;
- длина наземного тестового участка должна быть не меньше длины сцены, формируемой конкретным РСА в заданном режиме съемки;
- ширина наземного тестового участка должна быть сопоставимой с шириной полосы захвата на местности, формируемой конкретным РСА в заданном режиме съемки.

7.2.4 Наземные опорные точки должны быть равномерно расположены по всей площади наземного тестового участка. Количество опорных точек в пределах одной сцены должно быть не менее 30.

7.2.5 Наземный тестовый участок с наземными опорными точками должен иметь каталог координат опорных точек с абрисами и описанием каждой опорной точки, а также указанием актуальности данных измерений. Повторные измерения координат и контроль состояния (целостности) опорных точек должны выполняться на периодической основе либо при выявлении отклонений в ходе использования, в том числе отсутствия или затруднения опознавания на вновь получаемых РЛИ при оценке координатно-измерительных свойств данных ДЗЗ из космоса, получаемых КА РЛН.

7.3 К искусственным (техногенным) тест-объектам, используемым для данного типа наземных тестовых участков, относятся также существующие объекты инфраструктуры на земной поверхности, имеющие крупные/протяженные размеры и однородную поверхность с известной величиной УЭПР, используемые для определения радиометрических показателей качества РЛИ.

7.3.1 Размеры тест-объекта с однородной поверхностью по азимуту и дальности должны значительно (в десятки раз) превышать размеры пикселя РЛИ на местности для обеспечения возможности выполнения пространственного осреднения для снижения уровня спекл-шума.

Примечание — При выборе искусственного (техногенного) тест-объекта важным является его ориентация в направлении перпендикулярном к орбите КА (направление наклонной дальности) для определения радиометрических показателей качества РЛИ для заданного диапазона углов визирования.

7.3.2 Диэлектрические свойства и шероховатость поверхности тест-объекта должны оставаться неизменными и однородными по всей территории, а также стабильными во время сеансов съемки с целью определения радиометрических показателей качества РЛИ. УЭПР поверхности тест-объекта должна быть определена (известна) с требуемой точностью для определенных условий наблюдения.

Примечания

1 В качестве искусственного (техногенного) тест-объекта для определения радиометрических показателей качества данных высокого пространственного разрешения допускается использование бетонных взлетно-посадочных полос аэропортов, характеристики рассеяния которых остаются практически постоянными либо предсказуемыми во времени при условии сухой погоды и сезонных факторов, а также отсутствии каких-либо объектов на всей протяженности взлетно-посадочной полосы в момент съемки.

2 При использовании техногенных (искусственных) тест-объектов для оценки точности воспроизведения абсолютной шкалы УЭПР на РЛИ следует применять один или несколько из следующих подходов для определения значения УЭПР поверхности тест-объекта:

- на основе модельных/измеренных параметров;
- на основе анализа имеющихся РЛИ с других КА РЛН на территорию наземного тестового участка.

8 Основные требования к наземным тестовым участкам с тест-объектами естественного (природного) происхождения, используемым для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

8.1 Тест-объект естественного (природного) происхождения должен представлять собой однородную по своим свойствам протяженную по площади территорию земной или водной поверхности, ограниченную условными границами тестового участка.

8.2 Тест-объекты естественного (природного) происхождения следует использовать преимущественно при определении радиометрических показателей качества данных среднего и низкого пространственного разрешения.

8.3 Тест-объект естественного (природного) происхождения в рамках территории наземного тестового участка должен обладать малой изменчивостью, однородными диэлектрическими свойствами и шероховатостью поверхности по площади и во времени, изученными на основе многолетних наблюдений и являющихся предсказуемыми во времени.

Примечания

1 В качестве естественных (природных) тест-объектов допускается использование естественных плоских (уклоны не более 2°) однородных поверхностей (участков территорий), а расположенных в засушливых областях, участков водной поверхности, участков тропических лесов — в зависимости от размера пикселя РЛИ на местности и требуемого уровня точности.

2 Для оценки точности воспроизведения абсолютной шкалы УЭПР на РЛИ следует использовать один или несколько из следующих подходов для определения значения УЭПР поверхности тест-объекта:

- на основе модельных/расчетных параметров и статистической информации по территории наземного тестового участка;
- на основе анализа имеющихся РЛИ с других КА РЛН на территорию наземного тестового участка.

Приложение А
(рекомендуемое)

Пространственная мира для оценки линейного разрешения данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

А.1 Линейное разрешение РЛИ определяется как ширина главного лепестка функции отклика РСА на точечную цель (одиночный тест-объект) отдельно по осям путевой дальности (азимуту) и наклонной или наземной дальности, которая измерена на фоне слабоотражающей подстилающей поверхности на уровне половинной мощности.

А.2 Пространственная мира для оценки линейного разрешения РЛИ (рисунок А.1) формируется из девяти отдельных тест-объектов — как правило, уголковых отражателей, располагаемых на местности квадратом в три ряда по три тест-объекта для обеспечения осреднения результатов оценки по всем реализациям. Одна из диагоналей квадрата должна быть ориентирована квазиперпендикулярно относительно маршрута полета КА.

А.3 Параметры тест-объектов, размещаемых в комплекте пространственной миры, должны быть одинаковыми и выбираться таким образом, чтобы обеспечить превышение ЭПР не менее чем на 40 дБ·м^2 выше фона подстилающей поверхности для частотного диапазона РСА и размера пикселя РЛИ на местности.

А.4 Расстояние между тест-объектами должно быть одинаковым и выбираться исходя из параметров оцениваемых данных ДЗЗ из космоса, получаемых КА РЛН (размера пикселя РЛИ на местности, размера сцены и др.). Расстояние между соседними тест-объектами должно обеспечить исключение влияния откликов от соседних тест-объектов друг на друга за счет взаимных помех, вызываемых боковыми лепестками функции отклика РСА на точечную цель, и составлять не менее 10 размеров пикселя РЛИ на местности.

А.5 Тест-объекты должны быть ориентированы по азимуту и углу места на КА в момент выполнения съемки.

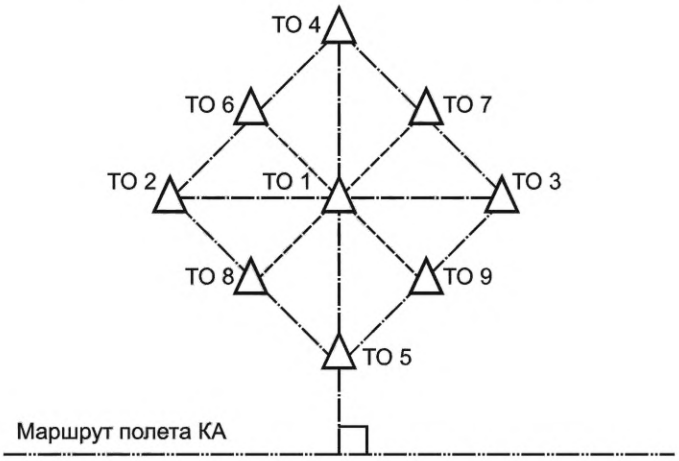


Рисунок А.1 — Пространственная мира: расположение тест-объектов для оценки линейного разрешения РЛИ

Приложение Б
(рекомендуемое)

Потенциальная мира для оценки радиометрических показателей качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса, получаемых с космических аппаратов радиолокационного наблюдения

Б.1 Для определения радиометрических показателей качества РЛИ (радиометрическая чувствительность, радиометрическое разрешение, радиометрическая точность передачи УЭПР, радиометрическая линейность и др.) на основе специально создаваемых тест-объектов используется потенциальная мира.

Б.2 Потенциальная мира (рисунок Б.1) формируется из набора последовательно расположенных отдельных тест-объектов (не менее 12 шт.) — как правило, уголковых отражателей, величины ЭПР которых для конкретного частотного диапазона линейно возрастают равными долями с шагом 5 дБ · м^2 от наименьшей ЭПР до наибольшей.

Б.3 Наименьшая ЭПР тест-объекта должна превышать среднее значение УЭПР площадки, на которой расположена потенциальная мира, на уровень от 5 до 10 дБ · м^2.

Б.4 Тест-объекты должны быть установлены линейно по одной или нескольким осям в зависимости от маршрута полета КА и направления съемки. Для обеспечения исключения влияния откликов от соседних тест-объектов друг на друга за счет взаимных помех, вызываемых главным и боковыми лепестками функции отклика РСА на точечную цель, оси расположения тест-объектов должны быть расположены диагонально (углы, близкие к 45° или 135°).

Б.5 Расстояние между соседними тест-объектами должно быть одинаковым и выбираться исходя из размера пикселя РЛИ на местности и размеров однородной площадки в пределах территории наземного тестового участка, имеющей стабильно малые значения УЭПР, (на уровне от минус 30 до минус 25 дБ), на которой располагается потенциальная мира.

Б.6 Тест-объекты должны быть ориентированы по азимуту и углу места на КА в момент выполнения съемки.

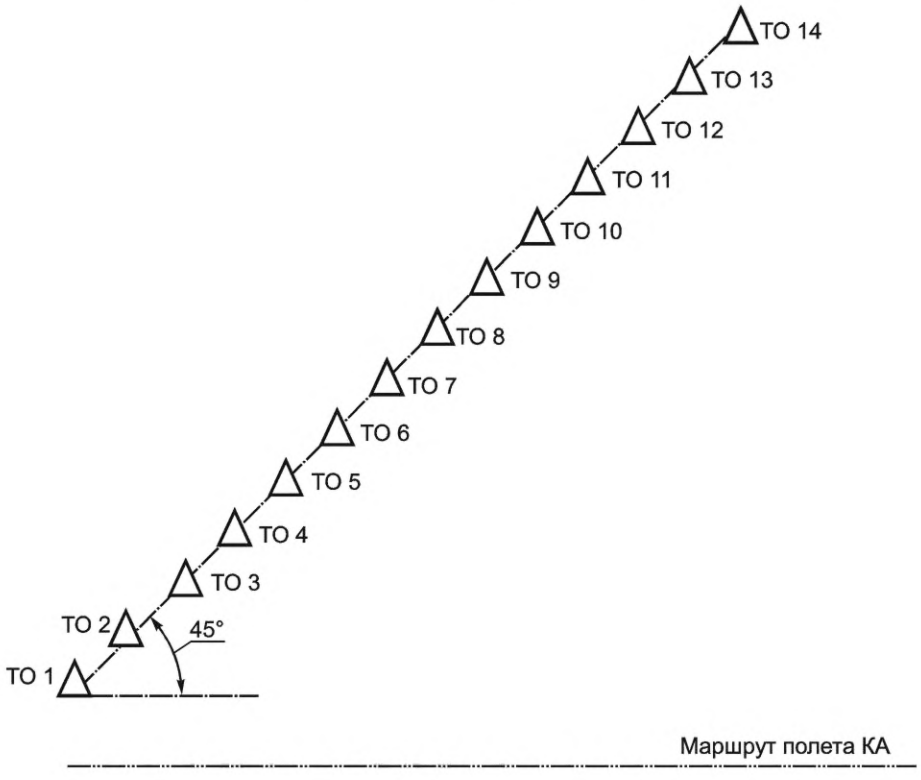


Рисунок Б.1 — Потенциальная мира: вариант расположения тест-объектов для оценки радиометрических характеристик РЛИ

Библиография

[1] Petit G., Luzum B. IERS Conventions 2010 (IERS Technical Note 36). Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010, 179 pp.

УДК 528.8:006.354

ОКС 35.240.70
49.140

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования Земли из космоса, качество данных, оценка качества данных, наземный тестовый участок, тест-объект, радиолокационный отражатель, радиолокационное наблюдение, микроволновой диапазон

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 27.12.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч-изд. л. 1,68.

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