ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70157— 2022

Дистанционное зондирование Земли из космоса

ПОДСПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Требования к наземным измерениям при космической съемке в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

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 27 октября 2022 г. № 1201-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 и определения 2
4 Сокращения 3
5 Общие положения 3
6 Требования к порядку проведения наземных измерений на тестовом участке 4
7 Требования к наземным измерениям для оценки и контроля радиометрических, пространственно-частотных и координатно-измерительных характеристик 6
Библиография 7

Введение

Исходя из целевых задач космической системы дистанционного зондирования Земли формируются требования к ее проектированию. Одним из требований является получение достаточного для решения целевых задач объема данных дистанционного зондирования Земли из космоса с заданными характеристиками, для подтверждения которых проводят подспутниковые наблюдения (см. [1]).

Настоящий стандарт разработан в целях формирования унифицированных требований к проведению наземных измерений для космической съемки в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах, предназначенных для проверки соответствия характеристик космической системы дистанционного зондирования Земли предъявляемым требованиям, для контроля стабильности работы целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли в процессе эксплуатации космического аппарата (космического комплекса, космической системы) и для подготовки необходимых корректирующих данных для настройки целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли из космоса.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дистанционное зондирование Земли из космоса

ПОДСПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Требования к наземным измерениям при космической съемке в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

Remote sensing of the Earth from space. Ground truth.
Requirements for ground-based measurements during satellite imagery in the visible and near infrared ranges

Дата введения — 2023—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт предназначен для применения организациями, участвующими в разработке и эксплуатации космических систем дистанционного зондирования Земли и создании продуктов дистанционного зондирования Земли из космоса.

Настоящий стандарт устанавливает требования к наземным измерениям при проведении космической съемки в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах для оценки координатно-измерительных, пространственно-частотных и радиометрических характеристик данных дистанционного зондирования Земли из космоса с целью соотнесения характеристик космической системы дистанционного зондирования Земли с предъявляемыми требованиями.

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 8.010 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения

ГОСТ Р 51908 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части условий хранения и транспортирования

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

ГОСТ Р 59756—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 оптико-электронного наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне

ГОСТ Р 59832—2021 Дистанционное зондирование Земли из космоса. Подспутниковые наблюдения. Требования к космической съемке тест-объектов в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах

ГОСТ Р 70028 Дистанционное зондирование Земли из космоса. Подспутниковые наблюдения. Общие требования

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,

Издание официальное

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 59753, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1

опознак (координатный тест-объект): Точка объекта космической съемки с известными пространственными координатами, которую можно идентифицировать на космическом снимке.

Примечание — При оценке характеристик данных дистанционного зондирования Земли из космоса опознак может использоваться в качестве опорной или контрольной точки.

[Адаптировано из ГОСТ Р 51833—2001, статья 34]

3.2

подспутниковые наблюдения (оценка качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки): Комплекс мероприятий, включающий измерения характеристик тест-объектов и тестовых участков, а также, опционально, параметров состояния атмосферы в целях оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки.

[ГОСТ Р 59474—2021, пункт 3.9]

3.3

тест-объект: Наземный объект техногенного (искусственного) или природного происхождения, предназначенный для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки.

[ГОСТ Р 59474—2021, пункт 3.8]

3.4

тестовый участок: Часть земной поверхности вместе с расположенными на ней тест-объектами и дополнительным контрольно-измерительным оборудованием (опционально), предназначенная для оценки качества данных дистанционного зондирования Земли из космоса и продуктов их обработки.

[ГОСТ Р 59474—2021, пункт 3.7]

3.5 **функция двунаправленного распределения отражения:** Отношение спектральной плотности элемента энергетической яркости излучения, отраженного поверхностью в данном направлении, к спектральной плотности элемента облученности излучением, падающим на поверхность по направлению падения.

3.6

геометрическое разрешение (данные дистанционного зондирования Земли из космоса): Линейное расстояние между центрами двух соседних пикселей данных дистанционного зондирования Земли из космоса, измеренное на поверхности Земли.

Примечания

1 Величина геометрического разрешения зависит от высоты орбиты космического аппарата дистанционного зондирования Земли из космоса, угла визирования целевой аппаратуры и рельефа местности.

2 Геометрическое разрешение применимо при космической съемке всех типов земной поверхности.

[ГОСТ Р 59832—2021, пункт 3.12]

3.7 **кросскалибровка (интеркалибровка) данных дистанционного зондирования Земли из космоса:** Сравнение регистрируемых при съемке значений данных от целевой аппаратуры калибруемого космического аппарата с регистрируемыми при съемке значениями данных от целевой аппаратуры эталонного космического аппарата.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АПК — аппаратно-программный комплекс;
ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;
ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли;
ИК — инфракрасный;
КИХ — координатно-измерительная характеристика;
КСПЭЯ — коэффициент спектральной плотности энергетической яркости;
ПЧХ — пространственно-частотная характеристика;
РХ — радиометрическая характеристика;
СКО — среднеквадратическое отклонение;
ТО — тест-объект;
ТУ — тестовый участок;
ФДРО — функция двунаправленного распределения отражения;
ЦА — целевая аппаратура.

5 Общие положения

5.1 Наземные измерения на ТУ согласно ГОСТ Р 70028 проводят для оценки и контроля РХ, ПЧХ и КИХ данных ДЗЗ из космоса.

5.2 ТУ подразделяют согласно ГОСТ Р 59756 на оборудованные и необорудованные.

5.3 Оборудованный ТУ представляет собой участок земной поверхности либо совокупность отдельных участков, на которых размещены ТО естественного или искусственного (техногенного) происхождения и измерительное оборудование.

5.4 Необорудованный ТУ представляет собой участок земной поверхности с ТО естественного или искусственного (техногенного) происхождения с известными характеристиками.

Примечание — На необорудованном ТУ могут размещаться измерительные средства для проведения единичных измерений.

5.5 В состав оборудованного ТУ входят:

- ТО для оценки характеристик данных ДЗЗ из космоса;
- измерительные средства;
- складские помещения для хранения ТО и измерительных средств, а также для проведения регламентных работ по техническому обслуживанию ТО и измерительных средств (опционально).

5.5.1 Измерительные средства предназначены для измерения:

- географических координат (долгота, широта) и абсолютной высоты ТО;
- метеорологических параметров атмосферы (уровень облачности, температура воздуха, влажность воздуха, атмосферное давление, оптическая толщина аэрозольного ослабления, вертикальный профиль концентрации озона и др.);
- спектральных характеристик отражения подстилающей поверхности (ФДРО, КСПЭЯ и др.).

5.5.2 Измерительные средства включают следующие типы оборудования:

- геодезическое (ГНСС-приемник и др.);
- метеорологическое (автоматические метеостанции и приборы для измерения параметров атмосферы);
- радиометрическое (спектрорадиометры и др.).

Примечание — При необходимости состав измерительных средств может быть расширен.

5.5.3 Условия хранения ТО и измерительных средств, а также проведение регламентных работ должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

5.6 В состав необорудованного ТУ входят:

- опознаки;
- однородные по своим свойствам ТО, ограниченные условными границами ТУ.

5.7 Проведение наземных измерений согласно ГОСТ Р 70028 должно осуществляться по методике проведения подспутниковых наблюдений, разработанной согласно ГОСТ 8.010. Методика проведения подспутниковых наблюдений должна содержать описание порядка измерений, требования к средствам измерений, требования по безопасности и требования к квалификации операторов измерительных средств.

Примечание — При необходимости методика проведения подспутниковых наблюдений может быть скорректирована.

6 Требования к порядку проведения наземных измерений на тестовом участке

6.1 Порядок проведения наземных измерений на ТУ включает следующие этапы:

- подготовительный — подготовка к наземным измерениям (выполняют до сеанса съемки в видимом и ближнем ИК диапазонах);
- измерительный — непосредственное выполнение наземных измерений (время и порядок наземных измерений определяются методикой проведения подспутниковых наблюдений в соответствии с ГОСТ Р 70028);
- заключительный — проведение демонтажа оборудования и др. (выполняют после завершения измерительного этапа);
- камеральный — обработка результатов наземных измерений (выполняют после завершения измерительного этапа).

6.2 В рамках подготовительного этапа на оборудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят:

- подготовку поверхности ТУ;
- обработку ТО от загрязнений, оценку общего состояния, покраску или замену ТО (при необходимости);
- получение вспомогательных данных для организации работ на ТУ;
- проверку работоспособности и установку измерительных средств на территории ТУ;
- расстановку ТО на ТУ.

6.2.1 В летний период рекомендуется проводить скос травы или вспашку поверхности ТУ.

6.2.2 Обработку ТО, их покраску и замену составляющих (при необходимости) рекомендуется проводить непосредственно на ТУ.

6.2.3 Вспомогательные данные для организации работ на ТУ включают информацию:

- о дате и времени планируемого сеанса съемки ТУ в видимом и ближнем ИК диапазонах;
- об условиях проведения съемки ТУ в видимом и ближнем ИК диапазонах;
- о схеме размещения ТО.

Примечание — Рекомендуется получение вспомогательных данных не менее чем за двое суток до проведения сеанса космической съемки.

6.2.4 Проверка работоспособности и установка измерительных средств должны осуществляться в соответствии с положениями эксплуатационной документации. Состав измерительных средств, подлежащих размещению на территории ТУ, должен соответствовать перечню, указанному в 5.5.2, с учетом предназначения ТУ и определяемых характеристик данных ДЗЗ из космоса.

6.2.5 Расстановка ТО на ТУ включает следующие виды работ:

- разметку мест размещения ТО (в соответствии со схемой размещения);
- развертывание ТО;
- определение географических координат и ориентации ТО.

6.3 В рамках измерительного этапа на оборудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят наземные измерения:

- параметров атмосферы согласно 5.5.1 с использованием соответствующего метеорологического оборудования согласно 5.5.2;
- спектральных характеристик отражения подстилающей поверхности согласно 5.5.1 с использованием соответствующего радиометрического оборудования согласно 5.5.2.

Примечания

1 Для штриховой или радиальной миры объем радиометрических измерений темных и светлых участков зависит от количества групп штрихов. Радиометрические характеристики ТО рекомендуется измерять в нескольких точках, равномерно распределенных по площади ТО (ТУ).

2 При проведении измерений рекомендуется избегать затенения падающего излучения.

3 Радиометрические измерения ТО рекомендуется начинать за 1 ч до начала сеанса съемки ЦА ДЗЗ, заканчивать через 1 ч после сеанса съемки ЦА ДЗЗ. Во время сеанса съемки ЦА ДЗЗ измерения проводить не рекомендуется во избежание затенения ТО.

6.4 В рамках заключительного этапа на оборудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят:

- демонтаж ТО (опционально);
- вывоз с территории ТУ измерительных средств (опционально);
- размещение ТО и измерительных средств в складских помещениях (опционально);
- проверку состояния ТО и измерительных средств после использования по назначению.

6.5 В рамках камерального этапа на оборудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят:

- составление отчета о проведенных наземных измерениях;
- передачу результатов наземных измерений для последующей обработки.

6.5.1 В отчет о проведенных наземных измерениях включают всю информацию о наземном сопровождении сеанса космической съемки в видимом и ближнем ИК диапазонах с результатами наземных измерений.

Примечание — В случае проведения наземных измерений во время нескольких последовательных сеансов космической съемки допускается составление общего отчета на все сеансы.

6.5.2 Результаты наземных измерений согласно ГОСТ Р 70028 передают в АПК обработки, анализа, хранения и систематизации результатов подспутниковых наблюдений, состоящий из аппаратных средств, общесистемного и специального программно-математического обеспечения, функционирующего в рамках единой локальной вычислительной сети автоматизированных рабочих мест, и в дальнейшем используют для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса.

6.6 В рамках подготовительного и измерительного этапа на оборудованном или необорудованном ТУ для оценки и контроля КИХ данных ДЗЗ из космоса проводят работы по подбору ТО (опознаков) и определению их географических координат и значений абсолютной высоты при соблюдении следующих условий:

- ТО (опознак) должен однозначно идентифицироваться на данных ДЗЗ из космоса;
- на месте нахождения ТО (опознака) должна быть предусмотрена возможность проведения геодезических измерений;
- СКО определения географических координат ТО (опознаков) не должно превышать 0,2 величины геометрического разрешения данных ДЗЗ из космоса;
- выбор контурных или закладка маркированных ТО (опознаков) на местности должны выполняться согласно ГОСТ Р 59756—2021 (пункты 6.6—6.8).

Примечание — ТО (опознаки) могут быть естественного или искусственного (маркированные) происхождения. Маркированные опознаки могут быть стационарными или мобильными (вывозят и устанавливают на оборудованном сухопутном ТУ на период проведения наземных измерений).

6.7 В рамках заключительного этапа на оборудованном или необорудованном ТУ для оценки и контроля КИХ данных ДЗЗ из космоса проводят:

- вывоз с территории ТУ измерительных средств;
- размещение измерительных средств в складских помещениях (при наличии);
- проверку состояния измерительных средств после использования по назначению.

6.8 В рамках камерального этапа на оборудованном или необорудованном ТУ для оценки и контроля КИХ данных ДЗЗ из космоса информацию о географических координатах и значениях абсолютной высоты ТО (опознаков) передают согласно ГОСТ Р 70028 в АПК обработки, анализа, хранения и систематизации результатов подспутниковых наблюдений, состоящий из аппаратных средств, общесистемного и специального программно-математического обеспечения, функционирующего в рамках единой локальной вычислительной сети автоматизированных рабочих мест, и в дальнейшем используют для оценки и контроля КИХ данных ДЗЗ из космоса.

6.9 На необорудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса допускается проводить единичные наземные измерения с целью определения его исходных характеристик.

Примечание — Периодичность (регулярность) наземных измерений на необорудованном ТУ определяется стабильностью свойств подстилающей поверхности.

6.10 В рамках подготовительного этапа на необорудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят:

- получение вспомогательных данных для организации работ на ТУ (данные о дате, времени и условиях планируемой космической съемки ТУ в видимом и ближнем ИК диапазонах);
- проверку работоспособности и установку измерительных средств в пределах ТУ.

6.11 Состав измерительных средств, подлежащих расстановке в пределах необорудованного ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса, должен соответствовать перечню, указанному в 5.5.2, с учетом предназначения ТУ и определяемых характеристик данных ДЗЗ из космоса.

6.12 В рамках измерительного этапа на необорудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса наземные измерения проводят согласно 5.5.1 (в полном объеме или частично) с использованием оборудования согласно 5.5.2.

6.13 В рамках заключительного этапа на необорудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса осуществляют вывоз с территории ТУ измерительных средств.

6.14 В рамках камерального этапа на необорудованном ТУ для оценки и контроля РХ и ПЧХ данных ДЗЗ из космоса проводят действия согласно 6.5.

7 Требования к наземным измерениям для оценки и контроля радиометрических, пространственно-частотных и координатно-измерительных характеристик

7.1 При оценке и контроле РХ данных ДЗЗ из космоса должны быть выполнены наземные измерения параметров атмосферы и спектральных характеристик отражения подстилающей поверхности согласно 6.2—6.5 (для оборудованных ТУ), 6.9—6.14 (для необорудованных ТУ) с учетом рекомендаций по выбору ТУ (ТО) согласно ГОСТ Р 59832—2021 (раздел 8).

Примечание — При оценке и контроле РХ данных ДЗЗ из космоса (за исключением отношения сигнал/шум) допустимо использование метода кросскалибровки (интеркалибровки) данных ДЗЗ из космоса.

7.2 При оценке и контроле ПЧХ данных ДЗЗ из космоса должны быть выполнены следующие требования.

7.2.1 При оценке и контроле геометрического разрешения наземные измерения должны быть выполнены согласно 6.2—6.5 с учетом рекомендаций по выбору ТУ (ТО) согласно ГОСТ Р 59832—2021 (пункт 7.1).

7.2.2 При оценке и контроле линейного разрешения на местности с использованием штриховой или радиальной миры наземные измерения должны быть выполнены согласно 6.2—6.5 с учетом рекомендаций по выбору ТУ (ТО) согласно ГОСТ Р 59832—2021 (пункт 7.2).

7.2.3 При оценке и контроле линейного разрешения на местности и функции передачи модуляции наземные измерения должны быть выполнены согласно 6.9—6.13 с учетом рекомендаций по выбору ТУ (ТО) согласно ГОСТ Р 59832—2021 (пункт 7.3).

7.3 При оценке и контроле КИХ данных ДЗЗ из космоса наземные измерения должны быть выполнены согласно 6.6—6.8 с учетом рекомендаций по выбору ТУ (ТО) согласно ГОСТ Р 59832—2021 (пункт 6.1).

7.4 При разработке методики проведения подспутниковых наблюдений рекомендуется использовать методики, включенные в эксплуатационную документацию измерительных средств, либо методики, разработанные и аттестованные согласно федеральному закону [2].

Библиография

[1] ISO/TS 19159-1:2014 Географическая информация. Калибровка и валидация датчиков и данных дистанционного зондирования. Часть 1. Оптические датчики (Geographic information — Calibration and validation of remote sensing imagery sensors and data — Part 1: Optical sensors)

[2] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями на 11 июня 2021 г.)

УДК 528.8:006.354

ОКС 35.240.70
49.140

Ключевые слова: система дистанционного зондирования Земли из космоса, космическая система, подспутниковые наблюдения, наземные измерения, получение, обработка и использование данных дистанционного зондирования Земли из космоса

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 31.10.2022. Подписано в печать 03.11.2022. 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