ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71886— 2024

СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский центр «Строительство» (АО «НИЦ «Строительство») — Научно-исследовательским, проектно-конструкторским и технологическим институтом бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 декабря 2024 г. № 1949-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 «Институт стандартизации», 2025

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 Классификация беспилотных авиационных систем, оборудования и видов применения для производства геодезических работ в строительстве 5
5 Общие требования к беспилотным авиационным системам, системам управления и оборудованию 7
6 Порядок планирования работ и применения беспилотных авиационных систем для проведения геодезических работ 9
7 Требования к оценке точности 11
8 Результаты геодезических работ с использованием беспилотных авиационных систем 11
9 Требования безопасности при работе с беспилотными авиационными системами 12
Приложение А (справочное) Структура и содержание каталога материалов геодезических работ с применением беспилотных авиационных систем 13
Библиография 14

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СИСТЕМЫ БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

Общие требования

Unmanned aircraft systems in construction, used for geodetic work. General requirements

Дата введения — 2026—02—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на беспилотные авиационные системы, применяемые в строительстве при производстве и контроле геодезических работ и изысканий, и устанавливает требования к функциональным свойствам беспилотных авиационных систем, общие требования и руководящие указания к организации применения беспилотных авиационных систем при выполнении геодезических работ.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 24846 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

ГОСТ 32869 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий

ГОСТ Р 51608 Карты цифровые топографические. Требования к качеству

ГОСТ Р 51833 Фотограмметрия. Термины и определения

ГОСТ Р 52369 Фототопография. Термины и определения

ГОСТ Р 52438 Географические информационные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 52440 Модели местности цифровые. Общие требования

ГОСТ Р 53340 Приборы геодезические. Общие технические условия

ГОСТ Р 55024 Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования

ГОСТ Р 56122 Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования

ГОСТ Р 56905 Проведение обмерных и инженерно-геодезических работ на объектах культурного наследия. Общие требования

ГОСТ Р 57258 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

ГОСТ Р 57371 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Оценка точности определения местоположения. Основные положения

Издание официальное

ГОСТ Р 58349 Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Методы измерения толщины слоев дорожной одежды

ГОСТ Р 58854 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий

ГОСТ Р 58941 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения

ГОСТ Р 58943 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

ГОСТ Р 59328 Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования

ГОСТ Р 59517 Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация

ГОСТ Р 59519 Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования

ГОСТ Р 59520 Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства станции внешнего пилота

ГОСТ Р 59562 Съемка аэрофототопографическая. Технические требования

ГОСТ Р 59865 Дороги автомобильные общего пользования. Сети геодезические для проектирования и строительства. Общие требования

ГОСТ Р 70078 Программно-аппаратный комплекс аэрофототопографической съемки с использованием беспилотного воздушного судна. Технические требования

ГОСТ Р 70689 Дороги автомобильные общего пользования. Лазерное сканирование. Общие требования к проведению работ

ГОСТ Р 70690 Дороги автомобильные общего пользования. Лазерное сканирование. Требования к данным лазерного сканирования на различных этапах жизненного цикла автомобильной дороги

СП 46.13330 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы»

СП 47.13330 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

СП 70.13330 «СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции»

СП 78.13330 «СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги»

СП 126.13330 Геодезические работы в строительстве

СП 317.1325800 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) 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 документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51833, ГОСТ Р 52369, ГОСТ Р 52438, ГОСТ Р 57258, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

аэрофотокамера: Устройство, предназначенное для фотографирования земной поверхности с борта воздушного судна.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.2]

3.1.2

аэрофотоустановка: Устройство, предназначенное для крепления, амортизации и автоматического разворота аэрофотокамеры на угол сноса.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.3]

3.1.3 **беспилотная авиационная система:** Комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов (станцию внешнего пилота и линию управления беспилотными авиационными системами и контроля беспилотной авиационной системы), а также средства осуществления взлета и посадки беспилотных воздушных судов.

3.1.4 **беспилотное воздушное судно:** Воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот).

3.1.5

высота фотографирования: Высота полета воздушного судна при выполнении аэрофотосъемки относительно среднего уровня земной поверхности съемочного участка.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.6]

3.1.6

гиростабилизированная платформа (гироплатформа): Аэрофотоустановка, снабженная гироскопами, позволяющая сохранять требуемое направление оптической оси аэрофотокамеры и разворачивать ее на угол сноса.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.7]

3.1.7 **дистанционный мониторинг строительства:** Контроль за реализацией проекта строительства с применением цифровых и беспилотных технологий (беспилотные авиационные системы, лазерные сканеры, видеокамеры, цифровые платформы по обработке, анализу и визуализации геопространственных данных).

3.1.8

инженерная цифровая модель местности: Совокупность взаимосвязанных инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, инженерно-экологических данных, инженерно-геотехнических данных и данных о территории объекта капитального строительства, представленных в цифровом виде для автоматизированного решения задач управления процессами на жизненном цикле объектов капитального строительства.

[СП 333.1325800.2020, пункт 3.1.5]

3.1.9 **инерциальное измерительное устройство:** Устройство, жестко связанное с аэрофотокамерой и/или воздушным лазерным сканером (лидаром), основанное на сочетании акселерометров и гироскопов, предназначенное для определения углов ориентации фотокамеры и/или лидара во время выполнения аэросъемки (либо аэрофотосъемки и лазерного сканирования).

3.1.10

информационный продукт (на основе пространственных данных): Набор пространственных данных или комплект наборов пространственных данных, который соответствует предъявляемым к нему требованиям.

[ГОСТ Р 70846.2—2023, статья 50]

3.1.11 **контрольный просмотр:** Процедура, проводимая штабом военного округа в целях выявления и удаления из материалов аэросъемки изображений режимных объектов, а также определения материалов, которые могут быть использованы в процессе выполнения работ с требуемым грифом секретности

3.1.12

лидар: Система воздушного лазерного сканирования местности, в результате которого определяются пространственные координаты точек отражения лазерного луча от поверхностей объектов местности.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.9]

3.1.13

лидарная съемка (аэросъемка): Аэросъемка, выполняемая с помощью лидара с целью определения пространственных координат точек местности в виде облака точек лазерных отражений.

[ГОСТ Р 59562—2021, пункт 3.11]

3.1.14

материалы аэрофотосъемки: Отвечающие установленным требованиям аэрофотоснимки, паспорт аэрофотосъемки и иные данные, и документы, предусмотренные настоящими требованиями и техническим заданием, представляемые исполнителем аэрофотосъемки как результат аэрофотосъемочных работ.

[ГОСТ Р 59328—2021, пункт 3.1.10]

3.1.15

облако точек лазерных отражений: Совокупность фиксируемых лазерным сканером точек земной поверхности и объектов, характеризуемых пространственными координатами и интенсивностью отражения.

[ГОСТ Р 70174—2022, пункт 3.1.3]

3.1.16

опознавательный знак (опознак): Точка на местности, закрепленная геодезическим пунктом временного закрепления или совмещенная с контуром местности, однозначно распознаваемая на аэрофотоснимке, определенная в плане и по высоте с заданной точностью и служащая планово-высотным съемочным геодезическим обоснованием воздушного лазерного сканирования и аэрофотосъемки.

[СП 317.1325800.2017, пункт 3.1.8]

3.1.17

пространственные данные: Данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат.

[ГОСТ Р 57657—2017, пункт 4.14]

3.1.18

плотность облака ТЛО: Количество точек лазерных отражений поверхности объекта на единицу площади.

Примечание — Для целей настоящего стандарта плотность точек лазерных отражений измеряется на площади в 1 м^2.

[ГОСТ Р 70690—2023, пункт 3.5]

3.1.19 **средняя квадратическая погрешность:** Параметр функции распределения измеренных значений или показаний, характеризующий их рассеивание и равный положительному квадратному корню из дисперсии этого распределения.

3.1.20

цифровая модель рельефа: Файл или набор данных, содержащий определенным образом представленные пространственные координаты множества точек земной поверхности в определенной системе отсчета.

[ГОСТ Р 59562—2021, пункт 3.30]

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

АГС — астрономо-геодезическая сеть;

АФС — аэрофотосъемка;

БАС — беспилотная авиационная система;

БВС — беспилотное воздушное судно;

ВЛС — воздушное лазерное сканирование;

ГГС — государственная геодезическая сеть;

ГСК-2011 — геодезическая система координат 2011 года;

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система, включая ГЛОНАСС, GPS и проч.;

ИИУ — инерциальное измерительное устройство;

ИЦММ — Инженерная цифровая модель местности;

СКП — средняя квадратическая погрешность;

ТЛО — точки лазерных отражений;

ЦМР — цифровая модель рельефа;

ЭВО — элементы внешнего ориентирования;

IGS — международный ГНСС сервис (International GNSS Service);

ITRF — международная земная (геодезическая) отсчетная основа (International Terrestrial Reference Frame) — реализация системы координат ITRS сетью опорных пунктов на Земле;

LAS — открытый двоичный формат, определенный Американским обществом фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS) для обмена и архивирования данных облака точек лидара (Log ASCII standard);

LAZ — сжатый формат LAS-файла;

OEM-модуль — мультичастотный и мультисистемный ГНСС-модуль для систем точного позиционирования в компактном форм-факторе;

PPK — метод точного определения координат относительно базовой станции в режиме постобработки фазовых измерений (Post Processing Kinematic);

PPP — метод точного абсолютного спутникового определения местоположения (Precise Point Positioning);

RTK — спутниковые геодезические определения в режиме кинематики в реальном времени (Real Time Kinematic);

WGS-84 — всемирная система геодезических параметров Земли 1984 года, в число которых входит система геоцентрических координат.

4 Классификация беспилотных авиационных систем, оборудования и видов применения для производства геодезических работ в строительстве

4.1 Для определения общих требований по обеспечению безопасности использования БАС и интеграции БВС в общее воздушное пространство совместно с пилотируемыми воздушными судами проводят классификацию и категоризацию применяемых систем.

4.1.1 Общую классификацию БАС принимают по ГОСТ Р 59517 по четырем параметрам:

- по максимальной взлетной массе БВС в составе БАС;
- достигаемой БВС в полете кинетической энергии;
- эксплуатационному назначению;
- условиям видимости.

4.1.2 БВС различают по трем категориям по ГОСТ Р 59517 с учетом степени риска выполняемых воздушных операций и средств снижения этих рисков:

- открытая категория (А);
- специальная категория (В);
- сертифицируемая категория (С).

4.2 В зависимости от вида и условий работ применяют различное геодезическое оборудование, которое является полезной нагрузкой БАС, при этом данное оборудование классифицируют:

- по функциональному назначению;
- точности измерений;
- способу измерений;
- условиям эксплуатации.

4.2.1 По функциональному назначению подразделяют геодезическое оборудование:

- для проведения топографических съемок;
- измерения горизонтальных углов и углов наклона;
- измерения пространственных координат;
- измерения превышений разницы высот;
- измерения расстояний;
- комплектующие принадлежности;
- вспомогательные приборы и принадлежности.

4.2.2 По точности измерений подразделяют геодезическое оборудование:

- повышенной точности;
- высокоточное;
- точное;
- средней точности;
- техническое.

4.2.3 По способу измерений подразделяют геодезическое оборудование:

- механическое;
- оптико-механическое;
- электронное;
- оптико-электронное;
- радиотехническое;
- лазерное;
- фотосъемочное.

4.2.4 По условиям эксплуатации подразделяют геодезическое оборудование:

- лабораторное (стационарное);
- полевое (передвижное и подвесное, переносное).

4.3 Геодезические работы с применением БАС могут выполняться для обеспечения и контроля строительства и инженерных изысканий в целях получения и/или уточнения топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности, существующих и строящихся зданиях и сооружениях, элементах планировки, проявлениях опасных природных процессов и факторов техногенного воздействия, а также для измерения объемов перемещаемого грунта, вычисление длин, площадей и пространственной геометрии объектов при осуществлении дистанционного мониторинга строительства.

4.4 Выделяют следующие виды геодезических работ, проводимых на строительной площадке:

- геодезические измерения объемов перемещаемого грунта, длин, площадей и пространственной геометрии объектов;
- создание (контроль расположения) геодезической разбивочной основы для выноса в натуру основных (главных) осей возводимых объектов, сетей инженерно-технического обеспечения и проведения геодезического мониторинга деформаций и кренов сооружения в период его строительства (реконструкции или капитального ремонта);
- создание (контроль расположения) внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на исходном и монтажном горизонтах и разбивочной сети инженерно-технического обеспечения, в том числе внутриплощадочной, для монтажа технологического оборудования;
- производство (контроль) детальных разбивочных работ;
- геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений, прокладки сетей инженерно-технического обеспечения;
- геодезические измерения перемещений (вертикальных и горизонтальных) и деформаций оснований, конструкций зданий, сооружений и их частей.

4.5 Виды геодезических работ, проводимых в составе инженерно-геодезических изысканий:

- привязка существующей документации и оцифровка в координатах проекта (при необходимости);
- привязка существующих поперечных, продольных профилей и оцифровка в координатах проекта (при необходимости);

- создание и контроль расположения опорных геодезических сетей;
- геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
- создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:5000—1:200, съемка подземных коммуникаций и сооружений;
- трассирование линейных объектов;
- инженерно-гидрографические работы;
- специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений;
- рекогносцировочное обследование территории (участка, трассы) инженерных изысканий;
- создание и контроль съемочной геодезической сети;
- геодезическое обеспечение выполнения других видов инженерных изысканий (планово-высотная привязка инженерно-геологических выработок, инженерно-геофизических и гидрометеорологических точек наблюдений).

4.6 В качестве геодезической основы при планово-высотном обеспечении работ с использованием БАС применяют:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть;
- высокоточную геодезическую сеть;
- спутниковую геодезическую сеть 1-го класса;
- сети триангуляции, астрономо-геодезические пункты космической геодезической сети, сети полигонометрии, доплеровские геодезические сети, астрономо-геодезическую сеть 1-го и 2-го классов, геодезические сети сгущения 3-го и 4-го классов;
- реперы и марки нивелирования I, II, III и IV классов;
- опорные геодезические сети (включая геодезические сети специального назначения);
- пункты постоянно действующих спутниковых сетей базовых (референсных) станций;
- пункты триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов;
- съемочные геодезические сети, геодезическую разбивочную основу строительства, геодезические сети для режимных (мониторинговых) наблюдений.

4.7 К основным видам применения БАС для производства и контроля геодезических работ относятся:

- цифровая аэрофотосъемка;
- цифровая видеосъемка;
- ВЛС.

5 Общие требования к беспилотным авиационным системам, системам управления и оборудованию

5.1 БАС и ее взаимосвязанные элементы, применяемые БВС, должны соответствовать общим техническим требованиям ГОСТ Р 56122, ГОСТ Р 59519, ГОСТ Р 59520, ГОСТ Р 70689, а также положениям [1] и [2].

5.1.1 БВС с максимальной взлетной массой от 0,15 до 30 кг (категория А) должны:

- быть поставлены на государственный учет в порядке, установленном [3], иметь учетные опознавательные знаки согласно положениям [4], нанесенные в порядке, установленном [5];
- иметь организованные и функционирующие в соответствии с [4] линии управления БАС и контроля БАС;
- быть оснащены оборудованием в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации для осуществления геодезических работ с применением БВС;
- иметь заводские номера.

5.1.2 БВС с максимальной взлетной массой свыше 30 кг (категории В и С) должны:

- быть зарегистрированы в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации в порядке, установленном [4];
- иметь государственные и регистрационные опознавательные знаки согласно положениям [4], нанесенные в порядке, установленном [5];
- иметь организованные и функционирующие в соответствии с [4] линии управления БАС и контроля БАС;

- иметь действующий сертификат летной годности, выданный уполномоченным органом в соответствии с [6];

- быть оснащены оборудованием в зависимости от ожидаемых условий эксплуатации для осуществления геодезических работ с применением БВС.

5.2 Требования к функциональным свойствам станций внешнего пилотирующего пилота (рабочее место управления) в составе БАС должны соответствовать ГОСТ Р 59520.

5.3 Конструкция БВС должна предусматривать возможность закрепления геодезического и вспомогательного оборудования без внесения изменений в узлы, элементы и корпус БВС.

5.4 Программное средство подготовки полетного задания должно обеспечивать проектирование маршрутов и положений точек геодезической съемки и фотографирования с учетом характеристик оборудования и БВС, рельефа местности и системы координат, используемой для навигации, границ объекта съемки, оси или коридора трассы в случае линейной съемки. Результаты проектирования должны загружаться в автопилот БВС и использоваться непосредственно в процессе полета.

5.5 Применение БВС при выполнении геодезических работ допускается только при соблюдении требований, установленных законодательством Российской Федерации, как деятельности по использованию воздушного пространства, регламентируемой [4] и [7]. К осуществлению запуска и эксплуатации БВС необходимо допускать персонал, прошедший соответствующую подготовку согласно требованиям [4].

5.6 Для выполнения аэросъемки с БВС, на нем устанавливается геодезический ГНСС-приемник, аэрофотокамера или/и лидар. Дополнительно в качестве необязательных компонентов используются инерциальное измерительное устройство и гиростабилизированная платформа.

5.7 В качестве бортового ГНСС-приемника, применяемого для определения координат центров проекции снимков (точек фотографирования), допускается использовать многочастотный, многосистемный ГНСС-приемник или OEM-модуль (плату), удовлетворяющие следующим требованиям:

- в случае использования метода RTK для бортовых спутниковых определений координат точек фотографирования должна обеспечиваться бесперебойная связь от корректирующей станции с задержкой передачи информации не более 5 с;

- программное средство обработки бортовых ГНСС-измерений должно удовлетворять требованиям ГОСТ Р 59328;

- возможность записи ГНСС данных в течение всего полета.

5.8 Общие требования к применяемым аэрофотосъемочным системам должны соответствовать ГОСТ Р 59328, ГОСТ Р 70078, ГОСТ 32869.

5.9 В качестве дополнительных компонентов определения координат точек фотографирования помимо ГНСС-приемника допускается использовать ИИУ для определения угловых ЭВО аэрофотоснимков, гиростабилизированную платформу или иную аэрофотоустановку, обеспечивающую поворот аэрофотокамеры на угол сноса во время АФС и компенсацию углов крена и тангажа БВС.

5.10 Применяемые аэрофотокамеры должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 59328, ГОСТ Р 70078. Допускается использование аэрофотокамер с размером светочувствительной матрицы не менее 20 мегапикселей, созданных на основе серийно выпускаемых компактных фотокамер общего назначения с постоянным фокусным расстоянием, путем их доработки, обеспечивающей жесткую фиксацию фокусировки на бесконечность.

5.11 Допускается применение лидаров с меньшими параметрами точности при соответствующем расчетном обосновании в ходе проектирования аэросъемки и выполнении требований 7.1 к конкретному виду работ.

5.12 Данные, полученные с используемых измерительных устройств и геодезического оборудования, применяемых совместно, должны иметь общую координатно-временную привязку.

5.13 Должны быть определены параметры редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника относительно внешнего центра проекции аэрофотокамеры и начала системы координат лидара.

5.14 При совершении взлета и посадки должна быть обеспечена защита аэросъемочного оборудования от пыли и грязи.

5.15 Средства измерений, применяемые при выполнении геодезических работ, подлежат поверке с установленной периодичностью, осуществляемой аккредитованными метрологическими службами в порядке, установленном действующим законодательством.

6 Порядок планирования работ и применения беспилотных авиационных систем для проведения геодезических работ

6.1 Комплекс геодезических работ с использованием БАС включает в себя следующие этапы:

- подготовительные работы и проектирование маршрутов аэросъемки;
- полевая подготовка к выполнению работ;
- работы по геодезическому обеспечению;
- проведение работ по аэросъемке;
- проведение работ по полевому дешифрованию аэросъемки;
- проведение работ по контрольному просмотру;
- обработка полученных материалов, создание продуктов пространственных данных.

6.2 Подготовительные работы и проектирование маршрутов аэросъемки состоят:

- из анализа исходной документации и формирования графика производства работ;
- сбора и анализа данных о местности объекта съемки (географическое положение, характер рельефа, лесистая или открытая, преобладающие породы деревьев, наличие зданий, сооружений, линий электропередач, их высота, наличие на территории водоемов, развитость дорожной сети);
- получения предварительного прогноза погоды на время и дату проведения полета;
- сбора и анализа данных геодезической изученности [оценки обеспеченности района выполнения работ пунктами опорной сети IGS, ГГС, в том числе фундаментальной астрономо-геодезическая сети, высокоточной геодезической сети, и пунктами государственной нивелирной сети, АГС, геодезических сетей специального назначения их состояния (по имеющимся сведениям)], расположения и расстояния от пунктов до объекта съемки, системы координат и высот, в которых они представлены, наличия постоянных дифференциальных станций [погрешности и происхождения координат в государственной системе координат ГСК-2011 или ITRF (WGS-84) и Балтийской системе высот 1977 г.];
- проектируемого способа ГНСС-определений (PPK, RTK, PPP);
- расчета требуемой точности проведения геодезических работ;
- проектирования маршрутов аэросъемки и наземных работ по геодезическому обеспечению (привязки опознаков);
- получения разрешений на выполнение аэросъемки;
- направления запроса в соответствии с [7] для получения разрешения на использование воздушного пространства запретных для полетов зон (при необходимости использования воздушного пространства запретных зон);
- направления запроса на использование воздушного пространства и установление режима полета;
- направления плана полета с указанием времени полета, высоты полета, типа БВС.

6.3 В результате создания проекта аэросъемки определяют:

а) количество и типы используемых БВС, их марку, модель и технические характеристики: продолжительность полета, время старта, время окончания полета, углы высоты солнца, максимальная и минимальная высота полета, максимальная и минимальная скорость полета, допустимая масса полезной нагрузки, допустимая скорость ветра, допустимые значения температуры воздуха при выполнении полета, диапазон связи, частота передачи сигнала, способ навигации, максимальная и минимальная скорость подъема и спуска;

б) используемые в качестве полезной нагрузки типы съемочных аппаратных средств (аэрофотокамера, лидар и пр.) с указанием их марки, модели и основных технических характеристик: фокусное расстояние, физический размер пикселя, размер светочувствительной матрицы в пикселях — для аэрофотокамеры; максимальная рабочая высота, СКП определения плановых координат и высоты точек лазерного отражения; частота отражения, частота импульсов, максимальный угол сканирования, тип модуляции лазера, дальность действия и количество каналов для сканирования — для лидара (если предусматривается ВЛС);

в) проектируемые параметры АФС: высота фотографирования и соответствующее ей номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимков, скорость воздушного судна, продольное и поперечное перекрытия, расстояние между маршрутами аэросъемки, интервал фотографирования или длина базиса фотографирования;

г) проектируемые параметры ВЛС (если предусматривается ВЛС):

- высота полета относительно среднего уровня земной поверхности;
- угол сканирования;

- частота сканирования и частота импульсов;
- расстояние между маршрутами;
- ширина зоны съемки;
- плотность облака ТЛО и оценка СКП определения их координат и высот.

6.4 Проектируемая высота фотографирования должна обеспечивать:

- получение аэрофотоснимков с требуемым номинальным пространственным разрешением с учетом требований ГОСТ Р 59562;
- определение высот точек местности и объектов по перекрывающимся аэрофотоснимкам с заданной допустимой СКП (если предусматривается создание информационных продуктов пространственных данных, содержащих высоты точек местности с заданной допустимой СКП по высоте).

6.5 Аэрофотосъемочные маршруты проектируют с учетом требований ГОСТ Р 59328.

6.6 При проектировании работ по геодезическому обеспечению определяют:

- содержание работ;
- объем работ;
- исходные данные;
- проектируемые способы определения координат пунктов съемочной геодезической сети, включая координаты опорных и контрольных опознаков;
- возможность воздействия помех, средств подавления спутникового сигнала и иных спецсредств, оказывающих влияние на стабильную работу приборов;
- необходимость маркирования опознаков и способы маркирования (при необходимости);
- необходимость и способ пересчета в требуемую систему координат и высот и используемые для этого исходные данные и программные средства;
- количество и расположение базовых станций, используемых для определения координат точек фотографирования и положений лидара по данным бортовых ГНСС-измерений и привязки опознаков;
- общую схему развития съемочной геодезической сети.

6.7 При проектировании ВЛС, основываясь на технических характеристиках лидара, путем расчета определяют:

- плотность облака ТЛО и СКП (определения их координат и высот);
- высоту полета и допустимый диапазон высот полета над поверхностью;
- угол сканирования;
- частоту сканирования и частоту импульсов;
- расстояние между маршрутами;
- ширину полосы захвата.

При съемке рельефа проектируемая плотность облака ТЛО должна удовлетворять требованиям ГОСТ Р 59562. Перекрытие между маршрутами должно быть не менее 20 %.

6.8 Допускается проектирование маршрутов аэросъемки с выполнением одновременно АФС и ВЛС и иных методов съемки с одного БВС при условии удовлетворения требований к каждому виду съемок.

6.9 Полевая подготовка к выполнению работ состоит:

- из оснащения и мобилизации полевых бригад;
- предполетного информирования о вылете уполномоченных центров регулирования воздушного движения.

6.10 Проведение работ состоит:

- из создания сети наземного геодезического обеспечения аэросъемочных работ;
- взлета БВС;
- полета по маршрутам с выполнением аэросъемки;
- завершения полета;
- передача на контрольный просмотр (в том числе контроля сведений, составляющих государственную тайну).

6.11 Аэросъемку выполняют при отсутствии облачности (или при верхней облачности, если высота фотографирования меньше высоты облаков), атмосферных осадков и тумана и при высоте Солнца над горизонтом не менее 15°. Аэросъемку с использованием БВС выполняют строго с учетом ограничений по скорости ветра, приведенных в документации для данного типа БВС, и ограничений, обеспечивающих требуемое качество материалов АФС.

6.12 Спутниковые измерения на пунктах съемочной, опорной сети, АГС и ГГС выполняют с учетом требований ГОСТ Р 59562.

6.13 Бортовые ГНСС-измерения следует проводить с соблюдением требований ГОСТ Р 59328. Для выполнения относительных бортовых спутниковых измерений во время выполнения аэросъемки в целях относительного определения координат точек фотографирования и положений начала системы координат лидара необходимо обеспечить работу базовых станций, составляющих съемочную геодезическую сеть и расположенных на расстоянии не более 30 км от любой точки объекта съемки. В качестве базовой станции могут быть выбраны исходные пункты ГГС, обладающие следующими необходимыми свойствами:

- отсутствие вблизи зданий и сооружений, густой древесной растительности, загораживающих участки неба с вероятным расположением спутников;
- отсутствие на расстоянии не менее 1 км мощных источников радиосигналов, подвесных высоковольтных линий электропередачи, металлических сооружений и отсутствие на расстоянии не менее 50 м электрического оборудования.

6.14 Бортовые ГНСС-измерения, выполняемые в целях определения координат точек фотографирования и/или координат начала системы координат лидара, должны сопровождаться ГНСС-измерениями на базовых станциях с частотой записи данных не менее 1 Гц.

6.15 Обработка материалов АФС и лидарной съемки и создание информационных продуктов пространственных данных состоят:

- из камеральной фотограмметрической обработки аэрофотоснимков;
- обработки лидарных данных с учетом значений параметров редукции фазового центра антенны, постобработку бортовых ГНСС/ИИУ-измерений совместно с данными базовых станций и вычисление ЭВО аэрофотоснимков;
- создания информационных продуктов пространственных данных (инженерно-топографического плана, ИЦММ, ЦМР, ортофотоплана, классифицированного облака ТЛО).

6.16 Результаты АФС, лидарной съемки, продукты информационных пространственных данных подлежат передачи на контрольный просмотр для выявления наличия (отсутствия) сведений ограниченного доступа. Экспертиза результатов работ осуществляется штабами военных округов в целях выявления и удаления режимных военных объектов, изображения которых могут быть использованы только с грифом «секретно». Участие дополнительных государственных органов в экспертизе определяют на этапе рассмотрения. Результаты рассмотрения оформляют актом.

7 Требования к оценке точности

7.1 Точность проводимых геодезических измерений с применением БАС должна соответствовать требованиям документов по стандартизации на соответствующие виды работ и проекту проведения геодезических работ на строительном объекте в соответствии с ГОСТ Р 51608, ГОСТ 32869, ГОСТ Р 52440, ГОСТ Р 55024, ГОСТ Р 56905, ГОСТ Р 58349, ГОСТ Р 59328, ГОСТ Р 59562, ГОСТ Р 59865, СП 47.13330, СП 317.1325800, СП 78.13330, СП 126.13330, СП 46.13330, СП 70.13330.

7.2 Основные методы оценки точности и качества измерительной геодезической информации принимают по ГОСТ 24846, ГОСТ Р 57371, ГОСТ Р 58941, ГОСТ Р 53340.

7.3 При проведении контроля точности расположения строительных конструкций, деталей и изделий следует выполнять требования ГОСТ Р 58943.

8 Результаты геодезических работ с использованием беспилотных авиационных систем

8.1 Первичными результатами, получаемыми по данным аэросъемки. являются:

- аэрофотоснимки;
- первичные данные ВЛС;
- видеосъемка.

Результатам обработки материалов геодезических работ с применением БАС являются:

- цифровой ортофотоплан;
- ИЦММ и/или ЦМР;
- классифицированное облако ТЛО;
- продольные/поперечные профили поверхности земли объекта строительства.

8.2 Результаты работ должны соответствовать следующим требованиям:

а) цифровые ортофотопланы, а также цифровые модели местности, поверхности и рельеф должны быть получены и представлены с учетом требований ГОСТ 32869, ГОСТ Р 51833, ГОСТ Р 52369, ГОСТ Р 52440, ГОСТ Р 59328, ГОСТ Р 59562, ГОСТ Р 70689;

б) ТЛО должно быть представлено в формате данных LAZ, LAS и других форматов;

в) панорамные аэрофотоснимки 360° должны соответствовать следующим требованиям:

- центральная точка является центром панорамы и должна быть сориентирована по горизонту и на север;
- обзор панорамы должен составлять 360° по горизонтали и 180° по вертикали;
- соотношение сторон должно быть два к одному.

8.3 Фотографическое и фотограмметрическое качество материалов АФС должно удовлетворять требованиям ГОСТ Р 59328, ГОСТ Р 58854.

8.4 Данные ВЛС должны удовлетворять следующим требованиям:

- ТЛО должны покрывать всю территорию объекта съемки;
- плотность облака ТЛО должна быть не менее указанной в ГОСТ Р 59562, для автомобильных дорог средняя плотность облака ТЛО должна быть не менее указанной в ГОСТ Р 70690;
- локальные участки с плотностью облака ТЛО ниже средней допустимы при условии, что его площадь не превышает $9/N$, где N — требуемая средняя плотность точек (количество точек на $м^2$);
- СКП высот и планового положения ТЛО не должно превышать значения, указанного в ГОСТ Р 59562 для соответствующих масштаба инженерно-топографического плана и высоты сечения рельефа;
- среднее расхождение высот точек местности, полученных по ТЛО двух перекрывающихся полос (маршрутов), должно быть не более 1/5 высоты сечения рельефа;
- перекрытие зон съемки должно быть не менее 20 %.

8.5 Отчетные материалы геодезических работ представляют в соответствии с техническими требованиями на выполнение работы и перечнем, приведенным в приложении А. Содержание материалов должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 59328.

9 Требования безопасности при работе с беспилотными авиационными системами

9.1 Безопасность при работе с БАС должна быть обеспечена выбором приемов и режимов работы БВС и применяемого оснащения в соответствии с руководством по эксплуатации БВС. Производственные процессы должны соответствовать ГОСТ 12.3.002, применяемое оснащение — ГОСТ 12.2.003. Также должны быть соблюдены требования безопасности при работе в условиях строительной площадки, а также в соответствии с [8].

9.2 При работе с БВС следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.004, а также требования санитарной безопасности и взрывобезопасности по ГОСТ 12.1.005.

9.3 Специалист, осуществляющий работы с БВС должен быть обеспечен спецодеждой и средствами индивидуальной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011.

9.4 В целях предупреждения столкновения БВС с препятствиями специалист, осуществляющий работы с БВС, должен:

- обеспечить возможность внесения изменений в маршрут полета БВС;
- перед запуском убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов вблизи БВС, в направлении запуска БВС, в плоскости вращения винта;
- перед началом работ провести рекогносцировочное обследование на наличие высотных сооружений, высоких деревьев и других препятствий на пути следования БВС при выполнении полета.

Приложение А
(справочное)

Структура и содержание каталога материалов геодезических работ с применением беспилотных авиационных систем

Таблица А.1 — Структура и содержание каталога материалов геодезических работ с применением БАС

Характеристика содержания папки (файла)	Файл или каталог	Название файла (папки)
Комплект материалов геодезических работ с применением БВС объекта	Каталог	<Название объекта>_<год>
1 Схема объекта с границами участков на картографической основе	Файл	Границы участков_ <название объекта>_<год>
2 Участок (повторяющаяся папка с данными АФС/ВЛС конкретного участка)	Каталог	Участок_<идентификатор участка>
2.1 Аэрофотоснимки	Каталог	Аэрофотоснимки_<идентификатор участка>
2.2 Элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков	Файл	ЭВО_<идентификатор участка>_<система координат и проекция>
2.3 Данные ВЛС (ТЛО)*	Файл	ТЛО_<идентификатор участка>
2.4 Паспорт геодезических работ с применением БВС (копия подписанного документа)	Файл	Паспорт АФС/ВЛС_ <идентификатор объекта>_ <идентификатор участка>
2.5 Схема покрытия	Файл	Схема покрытия_ <идентификатор участка>
3 Технический отчет	Файл	Технический отчет АФС/ВЛС
4 Прочие документы	Файлы	<название документа>_ <идентификатор участка>

* При одновременном выполнении АФС и ВЛС.

Примечание — Полные требования к оформлению отчетных материалов устанавливают в техническом задании и проекте производства геодезических работ.

Библиография

[1] Федеральные авиационные правила «Требования к летной годности гражданских воздушных судов. Форма и порядок оформления сертификата летной годности гражданского воздушного судна. Порядок приостановления действия и аннулирования сертификата летной годности гражданского воздушного судна» (утверждены приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 27 ноября 2020 г. № 519)

[2] Федеральные авиационные правила «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21»

[3] Правила государственного учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, сверхлегких пилотируемых гражданских воздушных судов с массой конструкции 115 килограммов и менее, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 25 мая 2019 г. № 658)

[4] Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ

[5] Порядок нанесения государственных, регистрационных и учетных опознавательных знаков гражданских воздушных судов, товарных знаков на гражданские воздушные суда (утвержден приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 25 января 2023 г. № 18)

[6] Федеральные авиационные правила «Форма и порядок оформления сертификата летной годности беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой более 30 килограммов на основании акта оценки беспилотного гражданского воздушного судна на его соответствие применимым требованиям к летной годности и требованиям в области охраны окружающей среды от воздействия деятельности в области авиации. Порядок приостановления действия и аннулирования сертификата летной годности беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой более 30 килограммов» (утверждены приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 28 февраля 2023 г. № 61)

[7] Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138)

[8] Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации», утвержденные Приказом Минтранса России от 31 июля 2009 г. № 128

УДК 69+528.48+623.746.4-519:006.354 ОКС 91.040.01

Ключевые слова: строительство, геодезические работы, беспилотные авиационные системы, беспилотные воздушные суда, лазерное сканирование, аэрофотосъемка

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 26.12.2024. Подписано в печать 15.01.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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