ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59328— 2021

АЭРОФОТОСЪЕМКА ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ

Технические требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»), Федеральным государственным бюджетным учреждением «Федеральный научно-технический центр геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных» (ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД») и Обществом с ограниченной ответственностью «Геоскан»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 404 «Геодезия и картография»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 февраля 2021 г. № 85-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 (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 1
4 Общие положения 4
5 Требования к аэрофотосъемочной системе 4
6 Требования к проектированию аэрофотосъемки и ее параметрам 7
7 Требования к подготовке и выполнению аэрофотосъемки 11
8 Выполнение АФС, послеполетная и первичная обработка материалов аэрофотосъемки 13
9 Требования к фотограмметрическому качеству материалов аэрофотосъемки 15
10 Требования к фотографическому качеству материалов аэрофотосъемки 15
11 Требования к комплектности и оформлению материалов аэрофотосъемки 16
12 Требования к контролю и приемке материалов топографической аэрофотосъемки 19
Приложение А (рекомендуемое) Определение допустимой максимальной высоты фотографирования, обусловленной требованиями к точности съемки рельефа 21
Приложение Б (обязательное) Номинальные значения проектируемых перекрытий аэрофотоснимков 22
Приложение В (рекомендуемое) Примеры траекторий полета при выполнении процедуры инициализации бортового инерциального измерительного устройства 23
Приложение Г (обязательное). Допуски отклонений при оценке фотограмметрического качества материалов АФС 24
Приложение Д (справочное) Структура каталога результатов цифровой аэрофотосъемки, передаваемых заказчику 25
Приложение Е (справочное) Форма паспорта аэрофотосъемки 26
Приложение Ж (справочное) Спектральные характеристики цифровых аэрофотоснимков 28
Приложение И (справочное) Структура первой строки файла элементов внешнего ориентирования . 29
Приложение К (справочное) Структура представления информации, содержащейся в схеме покрытия АФС 30

Введение

Материалы аэрофотосъемки являются одним из основных источников информации о местности при решении задач создания и обновления топографических карт и планов, получения других пространственных данных.

Характеристики и качество материалов аэрофотосъемки определяют качество конечной продукции в виде цифровых топографических карт и планов, ортофотопланов, единой электронной картографической основы, цифровых моделей рельефа и местности, ориентированных аэроснимков.

Целью разработки настоящего стандарта является техническое регулирование технологических процессов проектирования и выполнения топографической аэрофотосъемки, установление технических требований к аэрофотосъемочному оборудованию, фотограмметрическому и фотографическому качеству получаемых материалов аэрофотосъемки, их комплектности и оформлению, контролю и порядку приемки.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АЭРОФОТОСЪЕМКА ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ

Технические требования

Aerial photography for mapping. Technical requirements

Дата введения — 2021—06—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к комплексу работ по цифровой аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов, получения других пространственных данных, к качеству, оформлению и сдаче получаемых материалов аэрофотосъемки.

Требования распространяются на исполнителей и заказчиков цифровой аэрофотосъемки, выполняемой в целях топографического картографирования, обеспечения кадастровых работ, и используются при приемке материалов аэрофотосъемки.

Стандарт предназначен для применения организациями, независимо от форм собственности и подчинения, выполняющими аэрофотосъемочные работы в целях создания и обновления топографических карт и планов, получения другой пространственной информации о местности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51833 Фотограмметрия. Термины и определения

ГОСТ Р 52369 Фототопография. Термины и определения

ГОСТ Р 57258 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

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

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, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51833, ГОСТ Р 52369, ГОСТ Р 57258, ГОСТ Р 58854, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **аэрофотосъемочная система; АС:** Комплекс интегрированных технических и программных средств, используемый на борту воздушного судна для выполнения топографической аэрофотосъемки.

Издание официальное

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

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

3.1.4 **блок определения положения и ориентации:** Комплекс технических и программных средств, предназначенный для определения линейных и угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков в результате совместной обработки бортовых инерциальных измерений и спутниковых измерений.

3.1.5 **внешний центр проекции:** Точка пересечения проектирующих лучей (точка фотографирования), совпадающая с передней узловой точкой объектива.

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

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

3.1.8 **инерциальное измерительное устройство:** Жестко связанное с аэрофотокамерой или воздушным лазерным сканером (лидаром) устройство, основанное на сочетании акселерометров и гироскопов, предназначенное для определения углов ориентации фотокамеры или лидара во время выполнения аэрофотосъемки.

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

3.1.10 **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.

3.1.11 **номинальное пространственное разрешение цифрового аэрофотоснимка:** Разрешение цифрового аэрофотоснимка, характеризуемое размером проекции пикселя на среднюю плоскость земной поверхности съемочного участка.

3.1.12 **объект аэрофотосъемки:** Территория площадного характера с заданными в техническом задании границами, например населенный пункт, район или совокупность территорий с определенными границами, например конкретные населенные пункты района либо субъекта Российской Федерации, или линейно протяженный объект (трасса, граница, береговая линия и проч.), для которых проектируется и выполняется аэрофотосъемка в рамках одного технического проекта.

3.1.13 **параллактический угол (для цифровой АС сканерного типа):** Разность постоянных для данной АС углов отклонения плоскости сканирования от вертикали.

3.1.14 **пиксель (цифрового аэрофотоснимка):** Элемент дискретизации изображения, построенного объективом фотокамеры в плоскости светочувствительной матрицы, и соответствующий ему элемент матрицы цифрового изображения.

3.1.15 **плоскость сканирования (для цифровой АС сканерного типа):** Плоскость, проходящая через центр проекции и линейку светочувствительных элементов.

Примечание — Угол отклонения вперед по ходу движения воздушного судна — положительный, угол отклонения назад от направления движения — отрицательный.

3.1.16 **пограничная кривая:** Кривая пространственного распределения значений пикселей цифрового изображения по нормали к границе различно экспонированных его участков.

3.1.17 **разрядность (цифрового фотоизображения):** Количество бит, которым представляется значение пикселя одного цветового компонента.

3.1.18 **резкость (фотографического изображения):** Степень размытости границы между двумя участками фотографического изображения, которым были сообщены разные экспозиции.

3.1.19 **спутниковые определения:** Определения пространственных координат точек или приращений координат между точками, включающие процессы спутниковых наблюдений (измерений) и обработки измерительной информации, поступающей с навигационных спутников.

3.1.20 **средняя плоскость съемочного участка:** Плоскость (поверхность), абсолютная высота которой в принятой системе отсчета высот при проектировании аэрофотосъемки равна среднему значению высоты поверхности земли для данного участка.

3.1.21 **съемочный участок:** Часть объекта аэрофотосъемки, съемка которого проектируется отдельной совокупностью параллельных перекрывающихся маршрутов (для объектов площадного характера) или совокупностью частично перекрывающихся маршрутов (для объектов линейного характера) с постоянными значениями параметров аэрофотосъемки.

3.1.22 **сырой аэрофотоснимок:** Непосредственно полученный аэрофотокамерой в полете файл цифрового изображения.

3.1.23 **сырые данные:** Непосредственно полученные (необработанные) данные результатов наблюдений или измерений.

3.1.24 **топографическая аэрофотокамера:** Аэрофотокамера, предназначенная для фотографирования земной поверхности с борта воздушного судна в топографических целях.

3.1.25 **угловая калибровка аэрофотокамеры:** Совокупность процессов и операций по определению углов выставки системы координат аэрофотокамеры относительно системы координат инерциального измерительного устройства.

3.1.26 **угловая калибровка лидара:** Совокупность процессов и операций по определению углов выставки системы координат системы воздушного лазерного сканирования относительно системы координат инерциального измерительного устройства, а также других параметров в зависимости от типа воздушного лазерного сканера.

3.1.27 **углы выставки (аэрофотокамеры, лидара):** Углы ориентации системы координат аэрофотокамеры или лидара относительно системы координат инерциального измерительного устройства, жестко связанного с аэрофотокамерой или лидаром.

3.1.28 **физический размер пикселя:** Размер элемента дискретизации изображения, построенного объективом фотокамеры на светочувствительной матрице или линейке, выраженный отношением размера (длины или ширины) светочувствительной матрицы или линейки в метрической системе к соответствующему размеру в пикселях.

3.1.29 **эффективный поперечный угол захвата:** Часть поперечного угла захвата, ограниченная направлениями из центра фотографирования к серединам зон поперечного перекрытия, соответствующая номинально используемой при монтаже ортофотоплана части аэрофотоснимка.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АФС — аэрофотосъемка;

АФК — аэрофотокамера;

БВС — беспилотное воздушное судно;

ВЛС — воздушное лазерное сканирование;

ВС — воздушное судно;

ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;

ИИУ — инерциальное измерительное устройство;

КСИ — компенсация сдвига изображения;

НСУ — наземная станция управления;

СКП — среднеквадратическая погрешность;

ТЗ — техническое задание;

ТП — технический проект;

ФФПД — федеральный фонд пространственных данных;

ЦМР — цифровая модель рельефа;

ЭВО — элементы внешнего ориентирования;

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

JPEG — распространенный формат сжатия цифровых изображений (Joint Photographic Experts Group);

PPK — метод точного определения координат относительно базовой станции в режиме постобработки фазовых измерений;

PDOP — коэффициент потери точности совокупного определения местоположения;

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

RGB — обозначение цветного цифрового изображения, представленного аддитивной цветовой моделью (Red, Green, Blue);

RINEX — формат обмена данными для файлов исходных данных спутниковых навигационных приемников (Receiver Independent Exchange Format);

RTK — метод точного определения координат относительно базовой станции в режиме реального времени с использованием дифференциальных поправок (Real-Time Kinematic);

TIFF — файловый формат цифровых изображений с тегами (Tagged Image File Format).

4 Общие положения

4.1 Комплекс работ по аэрофотосъемке (АФС) включает в себя следующие процессы:

- проектирование аэрофотосъемки;
- выполнение аэрофотосъемки (летно-съемочные работы),
- послеполетную обработку материалов аэрофотосъемки;
- контроль качества аэрофотосъемки;
- оформление материалов аэрофотосъемки;
- сдачу материалов заказчику.

4.2 При необходимости в особых случаях в техническом задании на выполнение аэрофотосъемки могут быть указаны дополнительные или особые требования, не противоречащие настоящему стандарту.

5 Требования к аэрофотосъемочной системе

5.1 Требования к составу аэрофотосъемочной системы

5.1.1 Аэрофотосъемочная система в общем случае должна включать следующие компоненты:

1) цифровую аэрофотокамеру, в том числе средства (блок, плату) управления аэрофотокамерой;

2) гироплатформу или аэрофотоустановку;

3) аппаратно-программные средства навигации, обеспечивающие ведение воздушного судна по запроектированным аэрофотосъемочным маршрутам;

4) бортовой ГНСС-приемник, спутниковую антенну.

5.1.2 В состав топографической аэрофотосъемочной системы или комплекса бортового оборудования аэросъемки могут входить дополнительные (необязательные) компоненты, в частности, ИИУ; если в комплексе программно-аппаратных средств используется топографическая аэрофотокамера, ИИУ может входить в состав блока определения положения и ориентации, включающего в себя ИУУ и ГНСС-приемник.

Если технические возможности воздушного судна позволяют, то при необходимости одновременно с указанным оборудованием на борту могут также эксплуатироваться другие средства дистанционного зондирования (например, лидар).

В исключительных случаях при съемке среднеформатной топографической аэрофотокамерой, а также когда аэрофотосъемочная система используется на борту БВС, гироплатформа или иная стабилизирующая платформа могут отсутствовать.

Цифровая аэрофотосъемочная камера сканерного типа должна иметь в своем составе блок определения положения и ориентации, основанный на использовании ГНСС-приемника и инерциального измерительного устройства, удовлетворяющий требованиям, изложенным в 5.5.

5.2 Требования к аэрофотокамере

5.2.1 В составе аэрофотосъемочной системы могут использоваться аэрофотокамеры следующего типа:

1) кадровые, основанные на использовании матриц светочувствительных элементов;

2) сканерного типа, основанные на использовании линеек светочувствительных элементов;

3) гибридные, сочетающие в себе принципы сканирования и использование матриц светочувствительных элементов.

5.2.2 Аэрофотокамера, независимо от типа, должна удовлетворять следующим требованиям:

1) наличие центрального (междулинзового) затвора или иного способа одновременного экспонирования всех элементов матрицы либо линейки светочувствительных элементов;

2) постоянство значений элементов внутреннего ориентирования, обеспечиваемое за счет жесткости конструкции камеры и материалов изготовления (в пределах ½ физического размера пикселя);

Примечание — Для компактных аэрофотокамер, применяемых на борту БВС, допускается превышение указанного допустимого значения при условии применения аэрофотокамеры в составе программно-аппаратного комплекса, включающего помимо аэрофотокамеры БВС конкретного типа и программное средство фотограмметрической обработки с возможностью самокалибровки перечисленных в 5.2.3 параметров.

3) жесткое крепление объектива к корпусу камеры;

4) жесткая фиксация фокусировки на бесконечность;

5) обеспечение автоматической установки или определения экспозиции;

6) наличие компенсации продольного сдвига изображения или возможности использования экспозиции, при которой значение линейного элемента разрешения изображения с учетом продольного сдвига изображения не превосходит 1,25 пикселя;

7) обеспечение возможности регистрации момента экспонирования как середины отрезка времени срабатывания затвора;

8) наличие возможности получения по снимкам одного маршрута стереоскопических изображений, пригодных для обработки (визуализации и измерений) с помощью программных средств фотограмметрической обработки;

9) возможность получения сырых панхроматических и цветных (RGB) изображений с разрядностью не менее 12 бит по каждому из цветовых компонентов и получения в результате первичной обработки изображений в формате TIFF с разрядностью 8 бит; для компактных аэрофотокамер, применяемых на борту БВС, допускается разрядность сырых изображений 8 бит с представлением первично обработанных изображений в формате TIFF и в исключительных случаях в формате JPEG с минимальным сжатием (максимальным качеством) изображения;

10) формирование цветного изображения с использованием отдельных светочувствительных матриц (линеек) для каждого цветового компонента или структуры Байера.

5.2.3 Цифровая топографическая аэрофотокамера должна иметь паспорт или сертификат, протокол, отчет о фотограмметрической калибровке, в котором указаны полученные в результате фотограмметрической калибровки значения следующих параметров — элементов внутреннего ориентирования:

1) фотограмметрического фокусного расстояния аэрофотокамеры (f);

2) координат главной точки (x_0, y_0) в системе координат аэрофотокамеры;

3) значений коэффициентов степенного полинома радиальной дисторсии, а также коэффициентов тангенциальной дисторсии при ее наличии;

4) остаточных расхождений на изобразившихся точках использованного для калибровки тест-объекта, если фотограмметрическая калибровка выполнялась в лабораторных условиях по отдельным снимкам тест-объекта.

Указанные параметры дисторсии должны сопровождаться формулами, однозначно раскрывающими их физический смысл. Помимо указанных параметров внутреннего ориентирования, никакие дополнительные или иные не свойственные центральной проекции параметры не допускаются.

В паспорте или сертификате должны быть приведены оценки точности параметров фотограмметрической калибровки, полученные в результате уравнивания соответствующих фотограмметрических измерений, в виде стандартных отклонений или доверительных интервалов.

5.2.4 Фотограмметрическая калибровка кадровых топографических цифровых аэрофотокамер должна выполняться с периодичностью, рекомендуемой изготовителем или указанной в технической документации, а также во всех случаях после разъема компонентов объектива, замены фотоприемника (части аэрофотокамеры, содержащей блок светочувствительных элементов) и возникновения обоснованной необходимости проверки неизменности значений параметров фотограмметрической калибровки. В случае отсутствия рекомендаций по периодичности фотограмметрической калибровки в технической документации, периодичность калибровки определяется владельцем (эксплуатантом) аэрофотокамеры. Ответственность за достоверность параметров калибровки несет владелец (эксплуатант) аэрофотокамеры.

5.2.5 Фотограмметрическая калибровка топографических цифровых аэрофотокамер сканерного и гибридного типов выполняется изготовителем, а затем в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. При этом использование таких камер допускается в случае, когда они являются частью аппаратно-программного комплекса, обеспечивающего полный цикл работ от аэрофотосъемки до создания продукции фотограмметрической обработки, а в ТЗ в качестве конечного результата работ указываются не аэрофотоснимки, а эта продукция.

5.2.6 Для компактных аэрофотокамер, эксплуатируемых на борту БВС, при отсутствии данных заводской фотограмметрической калибровки и/или данных о постоянстве значений элементов внутреннего ориентирования в пределах установленного в 5.2.2 требования допускается использование самокалибровки аэрофотокамеры, в результате которой определяются перечисленные в 5.2.3 параметры с учетом изложенных требований, при наличии результатов исследовательских или сертификационных испытаний конкретного типа программно-аппаратного комплекса беспилотной аэрофотосъемки, отраженных в акте или сертификате испытаний и содержащих метрологические характеристики программно-аппаратного комплекса беспилотной аэрофотосъемки для конкретных условий эксплуатации с использованием самокалибровки.

5.2.7 После установки оборудования на борту воздушного судна должны быть определены параметры редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника относительно внешнего центра проекции аэрофотокамеры (передняя узловая точка объектива). Абсолютная погрешность этих определений по каждой из координатных осей не должна превышать 0,1 мм в масштабе создаваемой карты (плана) или $^1/_5$ допустимой среднеквадратической погрешности определения координат точек по перекрывающимся снимкам.

5.3 Требования к гироплатформе

Используемая в составе аэрофотосъемочной системы гироплатформа должна удовлетворять следующим требованиям:

1) иметь систему защиты от вибраций двигателей воздушного судна;

2) обеспечивать компенсацию углов наклона воздушного судна по крену и тангажу с коррекцией горизонта в процессе полета;

3) обеспечивать автоматический разворот на угол сноса;

4) обладать возможностью работы в автоматическом режиме от управляющих сигналов автопилота;

5) скорость компенсации углов крена и тангажа должна быть не менее скорости компенсации этих углов автопилотом носителя.

В исключительных случаях при использовании среднеформатной топографической аэрофотокамеры, а также при установке аэрофотосъемочной системы на борту беспилотного воздушного судна гироплатформа может быть заменена упрощенной платформой иного типа или отсутствовать.

5.4 Требования к воздушному судну

Для топографической аэрофотосъемки могут использоваться как пилотируемые, так и беспилотные воздушные суда, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

1) иметь конструктивное дополнение фотолюками или устройством внешнего крепления аэрофотокамеры к корпусу ВС;

2) бортовая сеть электропитания должна соответствовать потребляемой электроэнергии аэрофотосъемочного оборудования или иметь автономный источник электропитания;

3) в состав БВС должны входить: НСУ, программное средство проектирования аэрофотосъемки (подготовки полетного задания) и программно-аппаратные средства управления БВС, включая автопилот, и комплект эксплуатационной документации;

4) программное средство проектирования АФС (подготовки полетного задания) должно обеспечивать проектирование аэрофотосъемочных маршрутов и положений точек фотографирования с учетом характеристик аэрофотокамеры и ВС, параметров АФС, рельефа местности и системы координат, используемой для навигации ВС, границ объекта съемки, оси или коридора трассы в случае линейной съемки; результаты проектирования должны загружаться в автопилот БВС и использоваться непосредственно в процессе аэрофотосъемочного полета;

5) во время выполнения аэрофотосъемочного полета должны обеспечиваться выполнение аэрофотосъемки по загруженному в автопилот БВС полетному заданию и управление автопилотом с НСУ, отображение на экране НСУ хода выполнения задания (положение БВС) и запись результатов бортовых ГНСС-измерений на энергонезависимый накопитель;

6) при наличии гироплатформы или аэрофотоустановки средства навигации автопилота должны обеспечивать управление разворотом аэрофотоустановки (гироплатформы) на угол сноса;

7) в процессе аэрофотосъемки должно обеспечиваться автоматическое срабатывание затвора АФК при достижении воздушным судном запроектированных точек фотографирования в пределах заданной точности;

8) при совершении посадки должна быть обеспечена защита объектива АФК от пыли и грязи;

9) для беспилотного воздушного судна должна быть обеспечена возможность управления автопилотом с НСУ в течение всего времени полета.

5.5 Требования к бортовым средствам определения элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков

5.5.1 В качестве бортового ГНСС-приемника, используемого для определения координат центров проекции снимков, должен использоваться многочастотный, многосистемный ГНСС-приемник, удовлетворяющий следующим требованиям:

1) частота измерений для пилотируемых ВС — до 5 Гц, для беспилотных воздушных судов — до 10 Гц; при наличии ИИУ, удовлетворяющей требованиям 5.5.2, допускается использовать ГНСС-приемник с частотой 2 Гц;

2) должна быть обеспечена возможность проводить кодовые и фазовые измерения псевдодальностей;

3) обладать возможностью представления сырых данных спутниковых наблюдений, а также преобразования исходных данных спутниковых наблюдений из формата производителя ГНСС-приемника в обменный формат RINEX;

4) в случае использования метода RTK для бортовых спутниковых определений координат центров фотографирования должна обеспечиваться бесперебойная связь от корректирующей станции с латентностью не более 5 с;

5) должна обеспечиваться возможность регистрации меток времени для моментов экспонирования (середины отрезка времени срабатывания затвора); для БВС, имеющих на борту помимо геодезического ГНСС-приемника навигационный приемник, допускается регистрация меток времени навигационным приемником БВС.

5.5.2 Инерциальное измерительное устройство, используемое на борту пилотируемого воздушного судна в комплексе с топографической аэрофотокамерой в составе блока определения положения и ориентации или отдельно для определения координат центров проекции снимков, должно удовлетворять следующим требованиям:

- среднеквадратические погрешности по крену и тангажу не должны превышать 0,005°, по курсу — не более 0,01°;
- частота измерений — не менее 100 Гц;
- наличие возможности предоставления данных наблюдений ИИУ для постобработки в составе сырых данных бортового комплекса определения положения и ориентации или в виде отельного файла.

5.5.3 Во всех случаях определения элементов внешнего ориентирования при помощи бортовых комплексов определения положения и ориентации должна быть реализована возможность получения оценки точности линейных и угловых параметров ЭВО каждого снимка при постобработке данных бортовых наблюдений.

6 Требования к проектированию аэрофотосъемки и ее параметрам

6.1 Требования к содержанию технического задания

6.1.1 Требования к топографической аэрофотосъемке должны быть изложены в ТЗ на аэрофотосъемку или аэрофототопографическую съемку объекта и содержать следующее:

1) описание объекта или объектов аэрофотосъемки (площадь объекта, информация о его границах в виде схем, выполненных на картографической основе, координат поворотных точек);

2) назначение аэрофотосъемки (создание или обновление топографической карты или плана, стереотопографическая съемка рельефа и контуров, получение ориентированных аэроснимков, создание ортофотоплана или иное);

3) масштаб картографирования, высота сечения рельефа, способ создания или обновления топографической карты (плана); требования к точности съемки рельефа и к другим пространственным данным, получаемым по материалам АФС;

4) требования к параметрам аэрофотосъемки;

5) особые требования к условиям съемки;

6) требования к формату представления графических материалов в цифровой форме;

7) дополнительные и/или специфические требования.

6.1.2 Объектом аэрофотосъемки могут быть:

- территория площадного характера с определенными (заданными) границами (например, населенный пункт, район) или совокупность территорий с определенными границами;
- линейно-протяженные объекты (например, трасса, граница или береговая линия).

6.1.3 Требования к параметрам аэрофотосъемки должны включать следующее:

1) допустимое номинальное пространственное разрешение цифрового аэрофотоснимка (максимальный допустимый размер проекции пикселя на местности);

2) требования к продольному и поперечному перекрытиям (в соответствии с 6.2.4) и допустимый максимальный эффективный поперечный угол захвата (если материалы АФС предполагается использовать для создания ортофотоплана по цифровой модели рельефа с конкретным ограничением данного параметра);

3) состав оборудования (указывается, если помимо указанного в 5.1.1 требуется дополнительное оборудование, например лидар);

4) спектральная характеристика аэрофотосъемки (панхроматическая, цветная, спектрозональная);

5) допустимые среднеквадратические погрешности координат центров проекции, полученных с помощью бортового ГНСС-приемника или блока определения положения и ориентации;

6) система координат и система высот, в которой представляются результаты определения элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков, полученные с помощью блока определения положения и ориентации или бортового ГНСС-приемника;

7) плотность точек лазерных отражений и требования к точности их пространственных координат, если в соответствии с требованиями ТЗ предполагается использование воздушного лазерного сканирования для топографической съемки рельефа;

8) условия выполнения аэрофотосъемки: допустимые календарные периоды — число и месяц начала и конца, состояние растительности, уровень воды в реках и водоемах, наличие или отсутствие сплошной верхней облачности;

9) направление аэросъемочных маршрутов: запад — восток, север — юг или другое, позволяющее оптимально (с наименьшими затратами) выполнять АФС съемочных участков;

10) специфические требования к выполнению аэрофотосъемки, к составу и качеству предъявляемых материалов, если они по обоснованным причинам отличаются от установленных в настоящем документе с кратким обоснованием требований.

6.2 Требования к проектированию АФС

6.2.1 При проектировании аэрофотосъемки объект может делиться на съемочные участки. Деление объекта на съемочные участки определяется возможностью или необходимостью использования специфических для съемочного участка значений таких параметров, как абсолютная высота полета и направление маршрутов. Перепады высот (с учетом высоты зданий для застроенных территорий) ΔH в пределах съемочного участка не должны превышать 7 % от высоты фотографирования $H_ф$ для равнинной, 15 % — для всхолмленной, 25 % — для горной местности, если программные средства проектирования АФС, средства навигации ВС, возможности ВС и условия конкретного объекта не позволяют выполнять АФС с огибанием рельефа.

6.2.2 Проектируемая высота фотографирования должна обеспечивать получение аэрофотоснимков с требуемым номинальным пространственным разрешением для используемой аэрофотокамеры. Если аэрофотосъемка проектируется в том числе для стереотопографической съемки рельефа, высота фотографирования должна быть не более заданной требованием пункта 6.1.3. Допустимая максимальная высота фотографирования определяется в этом случае исполнителем АФС по формулам таблицы А.1 приложения А применительно к используемой АФК. В качестве проектируемого значения высоты фотографирования выбирается меньшее из удовлетворяющих указанным условиям.

6.2.3 Границы съемочных участков могут быть заданы рамками номенклатурных листов создаваемых карт (планов), ортофотопланов или границей объекта в виде векторных данных, например границей населенного пункта. Маршруты должны быть параллельны друг другу и иметь направление запад — восток (восток — запад) или север — юг (юг — север) в зависимости от формы съемочного участка. Если участок имеет вытянутую или неправильную форму произвольной ориентации, допускается проектирование аэрофотосъемки совокупностью произвольно ориентированных параллельных маршрутов. При выборе направления съемочных маршрутов следует учитывать наличие на съемоч-

ном участке водоемов или иных поверхностей, где поиск и измерение связующих точек затруднены или невозможны.

6.2.4 Ось одного из крайних маршрутов площадной аэрофотосъемки проектируется по границе или вне границы съемочного участка, а ось другого крайнего маршрута при соблюдении требуемого поперечного перекрытия должна проходить за границей участка съемки. Маршруты должны выходить за границы съемочного участка не менее чем на один целый базис фотографирования при номинальном (проектируемом) продольном перекрытии до 72 %, на два базиса — при номинальном продольном перекрытии от 73 % до 79 %, 4 базиса — при номинальном продольном перекрытии более 80 %.

6.2.5 Номинальные значения проектируемого продольного и поперечного перекрытий аэрофотоснимков выбираются в зависимости от назначения аэрофотосъемки, характера местности и способа съемки контурной части карты или плана. При съемке межселенных территорий номинальные значения перекрытий должны проектироваться в зависимости от перепада высот местности по таблице Б.1 приложения Б. При создании топографических карт и планов застроенных территорий методом комбинированной аэрофототопографической съемки с использованием ортофотопланов или внешнеориентированных одиночных снимков в качестве источника информации о плановом положении контуров объектов местности продольное перекрытие также проектируется согласно таблице Б.1 приложения Б. Поперечное перекрытие должно быть не менее значения, при котором эффективный поперечный угол захвата $\beta_{эф}$ аэрофотокамеры не превышает допустимое максимальное значение. Соответствующее этому значению эффективного поперечного угла захвата минимальное допустимое поперечное перекрытие аэрофотоснимков P_y рассчитывается по формуле

$$P_y = 1 - \frac{\mathrm{tg}(\beta_{эф}/2)}{\mathrm{tg}(\beta/2)}, \quad (1)$$

где β — поперечный угол захвата аэрофотокамеры.

При отсутствии требований к максимальному допустимому значению эффективного поперечного угла захвата следует использовать значение, равное 15°.

Если значение поперечного перекрытия, вычисленное по формуле (1), меньше значения из таблицы Б.1, используется значение из таблицы.

При создании топографических планов застроенных территорий методом стереотопографической съемки проектируемые перекрытия аэрофотоснимков выбираются из таблицы Б.2 приложения Б.

АФС линейных объектов допускается выполнять с перекрытиями, превышающими перекрытия, указанные в приложении Б, если этого требуют особенности объекта и назначения съемки.

При проектировании АФС с использованием беспилотного воздушного судна и отсутствии аэрофотоустановки номинальные значения перекрытий должны задаваться не менее чем на 7 % больше значений, указанных в таблице Б.1, и на 3 % больше указанных в таблице Б.2 приложения Б.

6.2.6 На съемочных участках, сочетающих горный, предгорный и равнинный рельеф, аэрофотосъемочные маршруты могут проектироваться с разными значениями продольного и поперечного перекрытий в соответствии с требованиями 6.2.4.

6.2.7 Поперечное и продольное перекрытия аэрофотоснимков смежных съемочных участков должны быть не менее запроектированных значений для АФС съемочного участка. Если в промежуток времени между аэрофотосъемкой двух смежных участков произошло заметное сезонное изменение условий освещения местности или спектральной отражающей способности самой местности, то поперечное перекрытие изображений для этих участков должно быть не менее 70 % (или крайний снятый маршрут должен быть повторен).

6.2.8 Аэрофотосъемка линейно-протяженных объектов может выполняться по отдельным маршрутам или группами параллельных маршрутов, покрывающих объект или его часть, например приблизительно прямолинейный его участок. Съемка одним маршрутом допускается, если ширина объекта съемки не превышает 75 % от полосы захвата при требуемой высоте фотографирования.

6.2.9 Если аэрофотосъемка линейно-протяженного объекта выполняется группами параллельных прямолинейных маршрутов, то каждая группа таких маршрутов проектируется с учетом всех требований, относящихся к съемке площадного объекта с произвольной ориентацией маршрутов. Каждая группа параллельных маршрутов должна полностью перекрываться (пересекаться) с другой смежной группой маршрутов так, чтобы каждый крайний снимок группы маршрутов имел перекрытие не менее 85 % площади со снимком (снимками) смежной группы маршрутов.

6.2.10 Результаты проектирования отражаются в техническом проекте аэрофотосъемки объекта или в соответствующем разделе общего технического проекта на выполнение работ по аэрофототопографической съемке территории, который должен содержать следующие исходные и расчетные данные:

1) общую характеристику объекта или объектов аэрофотосъемки: площадь объекта съемки, информация о его границах в виде картограмм или схем, или по названиям населенных пунктов и районов с указанием границ номенклатурных листов, характер местности, в том числе рельефа;

2) назначение аэрофотосъемки (для создания или обновления топографической карты или плана, в том числе для стереотопографической съемки рельефа, создание ортофотоплана, ориентированных аэроснимков или иного);

3) масштаб карты или плана, высота сечения рельефа, способ создания или обновления топографической карты или плана (например, контурная часть создается по аэрофотоснимкам, в том числе посредством создания ортофотоплана, топографическая съемка рельефа выполняется по лидарным данным);

4) характеристику используемого аэросъемочного оборудования;

5) проектные параметры аэрофотосъемки,

6) проектируемые калибровочные полеты для целей калибровки углов выставки АФК относительно системы координат ИИУ и для калибровки лидара (если в ТЗ содержится требование по его использованию), места расположения и размеры калибровочных участков и параметры аэросъемки, планируемые сроки выполнения полетов;

7) графические материалы (схемы);

8) оценку затрат и потребность в материалах и ресурсах;

9) специфические требования.

6.2.11 Характеристика используемого оборудования должна содержать следующие сведения:

1) тип и конкретная модель воздушного судна;

2) тип и конкретная модель АС или аэрофотокамеры;

3) состав бортового оборудования с указанием конкретных моделей компонентов;

4) параметры аэрофотосъемочной системы:

- фокусное расстояние, продольный и поперечный размеры матрицы выходного изображения, физический размер пикселя, тип затвора, минимальный интервал фотографирования (для цифровой кадровой АС);

- фокусное расстояние, число элементов (пикселей) в линейке, физический размер пикселя; углы отклонения плоскостей сканирования от вертикали для стереоскопической съемки (для цифровой сканерной АС);

- фокусное расстояние, продольный и поперечный размеры элементарного кадра (светочувствительной матрицы) в пикселях, физический размер пикселя; число элементарных кадров в составном выходном изображении в продольном и поперечном направлениях (для гибридных АС);

5) способ формирования цветного изображения;

6) наличие компенсации сдвига изображения или оценка максимального сдвига изображения с учетом проектных параметров аэросъемки или проектируемой выдержки при отсутствии компенсации сдвига изображения;

7) используемая гироплатформа или иная аэрофотоустановка.

6.2.12 Проектные параметры аэросъемки должны включать:

- номинальное разрешение цифрового аэрофотоснимка;
- высоту фотографирования;
- продольное и поперечное перекрытия;
- среднюю скорость воздушного судна;
- среднюю плотность точек лазерных отражений, частоту импульсов и сканирования, угол захвата (при использовании лидара);
- спектральную характеристику аэрофотосъемки (панхроматическая, цветная, спектрозональная);
- проектируемый способ ГНСС-определений (PPK, RTK, PPP), допустимое максимальное удаление от базовой ГНСС-станции.

6.2.13 В техническом проекте должно быть дано обоснование проектных значений параметров АС и АФС, исходя из требований технического задания.

6.2.14 Технический проект должен содержать следующие расчетные данные:

- число съемочных участков;
- по каждому съемочному участку: площадь, максимальная, минимальная и средняя отметки земной поверхности с погрешностью не более 1 % от высоты фотографирования, высота фотографирования, абсолютная высота полета, проектное количество маршрутов и аэрофотоснимков.

6.2.15 Графические материалы технического проекта должны отражать:

- схему расположения съемочных участков на объектах аэрофотосъемки с их обозначением (нумерацией);
- схемы проектного положения осей маршрутов, точек фотографирования и базовых ГНСС-станций.

6.2.16 Оценка затрат и потребности в материалах и ресурсах должна содержать следующее:

- общие затраты летного времени в часах и аэросъемочных днях,
- продолжительность выполнения работ в календарных днях с учетом статистики съемочных дней для региона объекта съемки;
- потребность в материалах, специалистах, транспортных средствах и проч.

6.2.17 В разделе «Специфические требования» приводятся требования к качеству и составу предъявляемых материалов аэрофотосъемки, если они отличаются от установленных в настоящем документе требований, и их обоснование.

6.2.18 Технический проект, включая графические материалы (схемы) с отображенными на них результатами проектирования, должен быть представлен как в аналоговом, так и в цифровом виде, если иное не указано в техническом задании.

6.2.19 Помимо подготовки технического проекта выполняется рабочее проектирование. Для создания рабочего проекта (полетного задания) используются специальные программные средства, обеспечивающие проектирование аэрофотосъемочных маршрутов и положений центров фотографирования с учетом характеристик аэрофотокамеры и ВС, проектируемых параметров АФС, рельефа местности и системы координат с использованием растровых (или векторных) карт, доступных космических изображений и ЦМР. Полетное задание вводится в бортовой компьютер блока управления АС и используется непосредственно в процессе аэрофотосъемочного полета.

6.2.20 Если проектом предусматривается использование бортовых средств определения положения и ориентации, имеющих в своем составе инерциальное измерительное устройство (в том числе в составе лидара), то при проектировании АФС, делении объекта съемки на съемочные участки и составлении полетных заданий необходимо учитывать, что продолжительность полета по одному прямолинейному маршруту не должна превышать 25 мин, если планируется использование ИИУ и получаемых с его помощью угловых элементов внешнего ориентирования. При прерывании маршрута должна быть выполнена инициализация ИИУ по любой из схем, представленных в приложении В.

7 Требования к подготовке и выполнению аэрофотосъемки

7.1 Определение параметров редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника

7.1.1 Определение параметров редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника производится в соответствии с требованиями эксплуатационной документации аэросъемочной аппаратуры с использованием данных, приведенных в документации на аппаратуру (антенна ГНСС-приемника, аэрофотокамера, лидар, гироустановка, ИИУ, БВС) и с учетом специфики программных средств обработки бортовых ГНСС/ИИУ-измерений и вычисления элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков.

7.1.2 Определение параметров редукции может быть основано не на непосредственных измерениях их значений, а на иных измерениях и использовании постоянных значений величин (поправок, параметров), свойственных конкретному комплекту аппаратуры, приведенных в ее документации и предусмотренных в соответствующих программных средствах обработки бортовых ГНСС/ИИУ-измерений и вычисления элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков.

7.1.3 Методика и используемые средства измерения параметров редукции, а также полученные результаты кратко излагаются в техническом отчете.

7.2 Угловая калибровка аэрофотокамеры

7.2.1 Если в составе аэрофотосъемочной системы используется инерциальное измерительное устройство для определения угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков, должно

быть выполнено определение параметров угловой выставки аэрофотокамеры относительно системы координат ИИУ. Периодичность угловой калибровки определяется требованиями или рекомендациями эксплуатационной документации АФК, если ИИУ поставлена в составе аэрофотокамеры. При отсутствии таких требований или рекомендаций угловая калибровка выполняется после каждой установки аэрофотокамеры на борту воздушного судна, а также в случае, если камера не демонтировалась, но между полетами прошло более двух месяцев, или при существенных изменениях климатических условий проведения работ. В тех случаях, когда ИИУ не является составной частью аэрофотокамеры (не установлена непосредственно на аэрофотокамере), а установлена временно на общей с фотокамерой платформе, угловая калибровка (полевая часть работ) выполняется после установки оборудования на борту перед выполнением АФС объекта и после завершения аэрофотосъемки каждого объекта.

7.2.2 Определение углов выставки выполняется в соответствии с рекомендациями технической документации на используемое оборудование. При отсутствии рекомендаций выполняется аэрофотосъемка тестового полигона и последующая фотограмметрическая обработка материалов АФС. В качестве материалов съемки тестового полигона может использоваться часть снимков основного залета или может быть запроектирована съемка отдельного участка, расположенного как на территории объекта работ, так и вне ее (например, на территории аэродрома).

7.2.3 Для тестового полигона следует подбирать участок местности, на котором имеется достаточное количество четких контуров. При необходимости точки могут быть замаркированы. Если производителем аэрофотосъемочной системы не предусмотрено иное в документации, рекомендуется использовать следующую минимальную конфигурацию для калибровочного блока:

- 4—8 маршрутов по 8—12 снимков в каждом, с продольным и поперечным перекрытиями не менее указанных в таблице Б.1 приложения Б;
- маршруты должны быть запроектированы и выполнены в противоположных направлениях: нечетные — в одном направлении, четные — в противоположном;
- пять опорных точек, расположенных по углам блока и в центре.

7.2.4 Определение углов выставки выполняется путем вычисления угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков в результате построения и уравнивания сети фототриангуляции и последующего использования этих углов в качестве исходных данных при обработке специальным программным средством совместно с угловыми элементами, полученными в результате обработки бортовых измерений с помощью ИИУ.

7.2.5 При выполнении комплекса работ по угловой калибровке аэрофотокамеры используется общеземная система координат и равноугольная поперечно-цилиндрическая картографическая проекция.

7.2.6 Полученные в результате калибровки значения углов выставки с оценкой их точности отражаются в техническом отчете, в котором также приводятся сведения об использованном полигоне и параметрах блока фототриангуляции (расположение участка, количество маршрутов и снимков в маршруте, число опорных точек, карта-схема с границами участка, осевыми линиями маршрутов и опорными точками), о высоте фотографирования, использованных программных средствах для обработки, а также результаты уравнивания фотограмметрической сети (остаточные расхождения на опорных и контрольных точках).

7.3 Угловая калибровка воздушного лазерного сканера (лидара)

7.3.1 Калибровка лидара выполняется с периодичностью, рекомендованной в эксплуатационной документации лидара, или не реже чем два раза в аэросъемочный сезон: в начале сезона — после установки лидара на борт, и в середине сезона. Калибровка также обязательно выполняется после ремонта или обслуживания лидара и в случаях, когда обнаруживаются недопустимые погрешности в данных лидарной съемки.

7.3.2 Калибровка выполняется с целью определения углов ориентации (выставки) системы координат лазерной сканирующей системы относительно системы координат инерциального измерительного устройства, а также некоторых параметров лидара. Состав определяемых параметров, а также методы калибровки устанавливаются на основании эксплуатационной документации конкретной системы воздушного лазерного сканирования.

7.3.3 Калибровка выполняется путем съемки тестового полигона и последующей обработки материалов ВЛС полигона.

7.3.4 Полученные в результате угловой калибровки значения определяемых параметров отражаются в техническом отчете, в котором также приводятся сведения об использованном полигоне (рас-

положение участка, количество маршрутов и число опорных точек, карта-схема с границами участка, осевыми линиями маршрутов и опорными точками, координаты опорных точек), о высоте фотографирования, использованных программных средствах для обработки, а также результаты уравнивания фотограмметрической сети (остаточные расхождения на опорных точках).

8 Выполнение АФС, послеполетная и первичная обработка материалов аэрофотосъемки

8.1 Требования к выполнению АФС

8.1.1 Аэрофотосъемка объекта должна выполняться при отсутствии облачности или при верхней облачности, если высота фотографирования меньше высоты нижней кромки облаков.

8.1.2 Высота Солнца над горизонтом должна быть не менее 15°, если аэрофотосъемка выполняется при отсутствии облачности. В условиях съемки при сплошной высокой облачности высота Солнца может быть менее 15°, если аэрофотокамера имеет компенсацию продольного сдвига изображения и используется гироплатформа, или при условии использования значений выдержки, обеспечивающих допустимый сдвиг изображения.

8.1.3 Высота фотографирования не должна отличаться от заданной более чем на 3 % при съемке равнинных территорий и на 5 % — при съемке всхолмленных и горных территорий.

8.1.4 Аэрофотосъемка должна выполняться с применением средств автоматического определения и установки экспозиции. При съемке цифровыми аэрофотокамерами без КСИ должен использоваться режим приоритета выдержки при минимальном допустимом ее значении для имеющихся условий освещенности. Если необходимо, используют установки более высокой светочувствительности. Допускается определение оптимальной экспозиции путем пробного фотографирования. При этом оператором ведется наблюдение за работой комплекса аэрофотосъемочной аппаратуры и изменением условий освещенности. В случае изменения условий освещенности должна корректироваться величина приоритетной выдержки.

8.1.5 Если в составе аэросъемочного оборудования имеется ИИУ, предназначенное для определения угловых элементов ориентирования аэрофотокамеры или лидара, при производстве аэросъемочного полета должны быть выполнены полетные процедуры инициализации ИИУ. Полетные процедуры инициализации заключаются в выполнении маневра по определенным траекториям, как это показано в приложении В, и должны быть начаты не более чем за 10 мин до начала аэросъемки с первого маршрута. Первый пролет по траектории инициализации выполняется после не менее чем пятиминутного полета воздушного судна с постоянным курсом, скоростью и высотой и должен быть завершен не более чем за 5 мин до начала съемки с первого маршрута. Не более чем через 5 мин после завершения съемки необходимо выполнить второй пролет по траектории инициализации, после чего необходимо не менее 5 мин полета с постоянной скоростью, высотой и курсом. При выполнении разворотов угол крена не должен превышать 25°. Полеты по траектории инициализации должны выполняться при удалении от базовой станции не более 50 км. Если следующий съемочный участок расположен не более чем в 20 мин полета от участка, для которого был выполнен первый (входной) пролет, то для таких участков выполняются общие полетные процедуры инициализации, объединяющие эти участки, т.е. в начале и в конце АФС совокупности участков.

8.1.6 Бортовые ГНСС-наблюдения при выполнении полета должны проводиться в условиях видимости не менее пяти спутников и при значении PDOP ≤ 4. Для этого при проектировании аэросъемочного полета и составлении полетного задания необходимо анализировать прогнозные данные по качеству спутниковых определений и не планировать полет на то время, когда PDOP > 3. Углы отсечки менее 5° не допускаются.

8.1.7 При выполнении полета по аэросъемке объекта (участка объекта) рекомендуется пролететь на высоте фотографирования над базовой станцией до начала съемки и после ее завершения, если это не влечет значимых затрат времени.

8.1.8 При использовании метода PPP для обработки бортовых спутниковых измерений общая продолжительность бортовых ГНСС-измерений должна быть не менее 50 мин.

8.1.9 При выполнении захода воздушного судна на очередной съемочный маршрут угол крена ВС не должен превышать 25° для пилотируемого воздушного судна и 35° — для БВС.

8.1.10 Аэрофотосъемку следует выполнять при отсутствии снежного покрова и предпочтительно в безлиственный период. АФС городов и прочих населенных пунктов рекомендуется выполнять в

утренние часы, когда тени наиболее «прозрачны», при высоте Солнца над горизонтом не менее 15°. Допускается аэросъемка при сплошной верхней облачности при условии, что высота фотографирования меньше высоты нижней кромки облаков («под зонтом»).

8.1.11 Аэрофотосъемка с использованием БВС выполняется строго с учетом ограничений по скорости ветра, приведенных в документации для данного типа БВС и обеспечивающих требуемое качество материалов АФС.

8.1.12 Пропуски, возникшие в процессе аэрофотосъемки, а также пропуски, обусловленные наличием аэрофотоснимков с изображением облачности, должны быть обеспечены аэрофотоснимками, полученными той же аэрофотосъемочной системой в течение ближайших съемочных дней.

8.1.13 На не охваченных в текущем съемочном сезоне участках объекта в следующий съемочный сезон аэрофотосъемка маршрутов, примыкающих к не покрытой аэрофотосъемкой части объекта, должна быть повторена.

8.2 Требования к послеполетной и первичной обработке материалов АФС

8.2.1 Послеполетная обработка материалов и данных АФС выполнятся непосредственно после ее завершения с целью контроля их полноты и качества, а также их каталогизации на внешнем машинном носителе информации (например, жестком диске).

8.2.2 В процессе контроля материалов аэрофотосъемки проверяется соответствие качества материалов требованиям ТЗ и нормативных документов по следующим показателям:

- полнота материалов (покрытие снимками участка съемки), наличие требуемых перекрытий аэрофотоснимков;
- фотографическое качество (общая визуальная оценка).

Результаты контроля отражаются в соответствующем разделе технического отчета.

8.2.3 Первичная обработка материалов аэросъемки должна включать:

- обработку «сырых» аэрофотоснимков, в том числе аэрофотоснимков тестового полигона, с целью получения снимков требуемой спектральной характеристики, разрядности и формата при удовлетворительном цветовом балансе, контрасте, отсутствии потерь в светах и тенях;
- оценку фотограмметрического и фотографического качества снимков, в том числе, при необходимости, с применением числовых показателей качества; выявление аэрофотоснимков, не удовлетворяющих установленным требованиям;
- обработку данных аэрофотосъемки тестового полигона и определение углов выставки аэрофотокамеры относительно ИИУ, если в составе аэросъемочной системы имеется такой компонент;
- обработку бортовых ГНСС/ИИУ-измерений и вычисление элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков с учетом значений параметров редукции фазового центра антенны к внешнему центру проекции аэрофотокамеры и значений параметров выставки аэрофотокамеры относительно ИИУ (если такое устройство входит в комплект системы аэрофотосъемки);
- обработку данных АФС тестового полигона и определение параметров калибровки лидара;
- обработку «сырых» лидарных данных с использованием полученных параметров калибровки и данных бортовых ГНСС/ИИУ-измерений, формирование файлов точек лазерных отражений (если выполнялась лидарная съемка),
- подготовку комплекта материалов, передаваемых в фотограмметрическую обработку.

8.2.4 Обработка сырых аэрофотоснимков и оценка фотографического качества материалов АФС выполняется с помощью поставляемых в комплекте с фотокамерой и/или иных имеющихся специализированных программных продуктов.

8.2.5 Программное средство обработки бортовых ГНСС/ИИУ-измерений должно обеспечивать обработку сырых данных с бортового ГНСС-приемника совместно с данными базовых станций в мультибазовом дифференциальном режиме, а также обработку методом PPP и вычислять элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков с учетом параметров редукции и углов выставки аэрофотокамеры.

8.2.6 Обработку методом PPP следует выполнять в общем случае не ранее чем через 18 ч после завершения аэрофотосъемки, если не используется источник надежных эфемерид, предоставляющий данные раньше.

8.2.7 По полученным в результате обработки бортовых ГНСС/ИИУ-измерений элементам внешнего ориентирования производится составление схемы покрытия объекта съемки аэрофотоснимками и выполняется оценка фотограмметрического качества материалов АФС (прямолинейность маршрутов,

перекрытия, «елочка»). Оценка выполняется визуально или автоматически с использованием специализированного программного средства.

8.2.8 При использовании в составе аэрофотосъемочной системы бортовых средств определения положения и ориентации выполняется вычислительная обработка по угловой калибровке, в результате которой определяются углы ориентации системы координат аэрофотокамеры относительно системы координат инерциального измерительного устройства (углы выставки), которые затем используются для вычисления угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков.

8.2.9 Результаты первичной обработки отражают в техническом отчете.

9 Требования к фотограмметрическому качеству материалов аэрофотосъемки

9.1 Взаимные и абсолютные углы наклона аэрофотоснимков не должны превышать значений, указанных в таблице Г.1 приложения Г.

9.2 Отличие фактической высоты фотографирования от заданной не должно превышать значений, указанных в 8.1.

9.3 Отклонения продольного и поперечного перекрытий аэрофотоснимков от номинальных проектных значений, выбранных из таблицы Б.1 или Б.2 приложения Б, должны быть в пределах, указанных в таблице Г.2 приложения Г. Если в соответствии с ТЗ и/или техническим проектом требовалось иное проектное значение перекрытия P^*, отличное от номинального P, указанного в приложении Б, то указанные в приложении Г допуски следует умножить на коэффициент, равный отношению P/P^*. При выполнении АФС с использованием БВС следует использовать положительные значения допустимых отклонений, превышающие указанные в таблице значения на 7 %.

9.4 Непараллельность базиса фотографирования стороне аэрофотоснимка («елочка») при выполнении аэрофотосъемки прямолинейными маршрутами кадровой АФК с использованием аэрофотоустановки не должна превышать 7°; при отсутствии аэрофотоустановки — 14°.

9.5 При аэрофотосъемке площадного или линейно-протяженного объекта прямолинейными маршрутами непрямолинейность маршрутов, определяемая как отклонение фактического положения маршрута от проектного положения, не должна превышать 3 % от ширины полосы захвата местности аэрофотокамерой.

10 Требования к фотографическому качеству материалов аэрофотосъемки

10.1 Цифровые аэрофотоснимки, передаваемые заказчику, представляются как результат послеполетной и первичной обработки материалов АФС, что в зависимости от используемой аэрофотосъемочной камеры может включать разные этапы обработки с целью получения аэрофотоснимков требуемого фотографического качества, уровня обработки, разрядности и в требуемом формате в соответствии с ТЗ.

10.2 На аэрофотоснимках не должно быть изображений облаков, а также теней от облаков, бликов, ореолов и дымов, препятствующих выполнению фотограмметрической обработки и дешифрированию аэрофотоизображений. Изображения облаков, бликов и дымов не являются препятствующими выполнению фотограмметрических работ и дешифрированию, если они расположены на участках аэрофотоснимка, не содержащих изображений значимых для топографической съемки объектов или их деталей.

10.3 При аэрофотосъемке территорий, где могут быть неизбежные источники производственных дымов, материалы АФС, покрывающие такие участки, должны отвечать специально оговоренным требованиям ТЗ.

10.4 Аэрофотоснимки должны быть правильно экспонированы и обработаны в результате первичной обработки. Правильность экспонирования и первичной обработки оценивается с помощью показателя контраста цифрового изображения K, вычисляемого по формуле

$$K = \frac{D_{max} - D_{min}}{G - 1}, \quad (2)$$

где G — максимально возможное число градаций для используемой разрядности (например, 256 для 8 бит);

D_{max} — максимальное значение пикселя на аэрофотоснимке;

D_{min} — минимальное значение пикселя на аэрофотоснимке.

Значение показателя K правильно экспонированного и обработанного аэрофотоснимка должно быть в интервале 0,75—0,99 для объекта съемки среднего и высокого контраста. При низком контрасте объекта съемки значение показателя K может быть ниже 0,75. Значения D_{max}, D_{min} определяются по гистограмме или специальным программным средством. На аэрофотоснимке не должно быть потерь деталей в светах и тенях. Этому соответствует отсутствие на аэрофотоснимке пикселей со значениями, равными нулю и G–1. Допускается наличие пикселей со значениями равными, G–1, если оно обусловлено наличием солнечных бликов и их количество не превышает 0,5 % от общего числа пикселей в аэрофотоснимке.

10.5 Аэрофотоснимки должны обладать удовлетворительной резкостью фотографического изображения. Это в том числе означает, что должна отсутствовать визуально заметная нерезкость («смаз») изображения, обусловленная его продольным линейным сдвигом или угловыми колебаниями воздушного судна. Выраженный в пикселях линейный элемент разрешения аэрофотоснимка, определенный по пограничной кривой с использованием частотно-контрастной характеристики изображения, не должен превышать 1,25 пикселя.

10.6 Цвета объектов на изображении должны быть переданы корректно, с соблюдением визуально наблюдаемого баланса белого цвета без заметного преобладания того или иного цветового компонента.

10.7 Перекрывающиеся части аэрофотоснимков одного съемочного участка должны быть визуально близки (без выраженного различия изображений одной и той же территории на двух смежных снимках) по интегральной яркости, контрасту, цветовому тону.

10.8 Если исходные цифровые аэрофотоснимки представлены в сжатом формате, то сжатие должно быть выполнено с использованием максимального значения показателя качества изображения (с минимальным коэффициентом потери информации).

10.9 Результаты проверки качества материалов АФС должны быть отражены в паспорте аэрофотосъемки (приложение Е).

11 Требования к комплектности и оформлению материалов аэрофотосъемки

11.1 Комплект результатов аэрофотосъемки объекта, передаваемых заказчику после их контроля и оценки качества техническим контролем исполнителя, объединяется в каталог, структура которого представлена в приложении Д. Название каталога должно содержать в себе название (шифр) объекта съемки и год выполнения АФС.

11.2 Допускается следующий состав каталога материалов АФС:

- карта-схема объекта с его границами, а также с границами и идентификаторами съемочных участков;
- файлы с копиями сертификата или иного документа (например, паспорта, аэрофотокамеры), содержащего значения параметров фотограмметрической калибровки, если АФС выполнялась топографической камерой (см. 5.2.3);
- подкаталоги данных АФС по съемочным участкам, число таких подкаталогов должно быть равно числу съемочных участков;
- технический отчет о выполнении аэрофотосъемки объекта.

Примечание — Технический отчет допускается не представлять, если АФС выполнялась в составе прочих работ по аэрофототопографической съемке; в таком случае соответствующие сведения приводятся в подразделах общего отчета о выполнении работ по аэрофототопографической съемке объекта.

11.3 Каждый подкаталог съемочного участка должен содержать подкаталог с файлами аэрофотоснимков, файл элементов внешнего ориентирования, файл паспорта АФС в виде копии подписанного документа (приложение Е), файл паспорта в текстовом формате, файл схемы покрытия АФС. Имя подкаталога съемочного участка должно содержать в себе идентификатор участка.

11.4 В каталоге должны быть представлены только те цифровые аэрофотоснимки, которые являются необходимыми для выполнения требований технического задания. Снимки, сделанные на подлете к участку и разворотах при включенной аэрофотосъемочной камере, не должны содержаться в каталоге снимков съемочного участка.

11.5 Аэрофотоснимки, полученные цифровой кадровой аэрофотосъемочной системой, представляются в виде файлов в формате TIFF с разрядностью 8 бит. Допускается следующая структура имени (идентификатора) файлов аэрофотоснимков:

- номер снимка при сквозной нумерации снимков в пределах объекта или съемочного участка;
- разделитель;
- номер маршрута (рекомендуется);
- шифр объекта (буквы и цифры);
- разделитель;
- дата съемки (год-месяц-день);
- разделитель;
- код спектральной характеристики в соответствии с приложением Ж (если предусматривается получение аэрофотоснимков с разными спектральными характеристиками).

***Пример* — 4567_011_Sochi_05-06-17_RGB.tif.**

При необходимости в имени файла аэрофотоснимка допускается указание времени съемки после даты съемки для обеспечения уникальности идентификационных имен каждого снимка в случаях повторной съемки, а также направления отклонения оптической оси при перспективной съемке.

В качестве разделителя может использоваться любой символ (не буква и не цифра), использование которого допустимо в именах файлов в различных операционных системах.

В некоторых случаях, например при использовании компактных фотокамер, эксплуатируемых на борту БВС, допускается представление цифровых аэрофотоснимков в формате JPEG при сжатии с максимальным качеством.

11.6 В случае выполнения аэрофотосъемки кадровой АС координаты центров проекции, а при использовании инерциального измерительного устройства и угловые ЭВО представляются в виде текстового файла, первая строка которого содержит общие характеристики файла в последовательности, представленной в приложении И.

Примеры первой строки:
ITRF UTM 34 Г;
ГСК-2011 Гаусса — Крюгера 35 Н.

Последующие строки имеют одинаковую структуру и содержат следующие данные:

- номер (идентификатор) аэрофотоснимка;
- координаты центра проекции в метрах;
- угловые элементы внешнего ориентирования (при наличии инерциального измерительного устройства), представленные в последовательности: поперечный угол наклона, продольный угол наклона, угол разворота аэрофотоснимка в градусах;
- СКП координат центра проекции в метрах;
- СКП угловых элементов внешнего ориентирования в градусах.

Номер (идентификатор) аэрофотоснимка должен совпадать с именем соответствующего файла изображения, как это описано в 11.5.

Оценки СКП ЭВО должны быть получены в результате обработки бортовых спутниковых наблюдений и измерений ИИУ.

11.7 Имя файла элементов внешнего ориентирования должно иметь следующую структуру:

- идентификатор типа данных (например, ЭВО);
- разделитель;
- номер (идентификатор) съемочного участка;
- разделитель;
- обозначение системы координат и проекции, как указано в приложении И.

11.8 При использовании аэрофотосъемочных систем сканерного или гибридного типа, в которых фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков выполняется с использованием специально предназначенных или приспособленных для этого программных средств, требования к именам файлов изображений и элементов внешнего ориентирования, а также к структуре файлов элементов внешнего ориентирования определяются с учетом требований программных средств обработки.

11.9 Форма паспорта АФС в виде копии подписанного документа приведена в приложении Е. Имя файла паспорта должно содержать в себе идентификатор содержания файла (например, «Паспорт АФС», идентификатор объекта, идентификатор участка).

11.10 В графе «Исполнитель АФС» указывается организация — исполнитель работ по аэрофотосъемке и фамилия, имя отчество ответственного бортоператора.

11.11 В графе «Заказчик» указывается организация — заказчик работ по аэрофотосъемке.

11.12 В графе «Характер местности» указывается характер рельефа местности (равнинный, всхолмленный или горный).

11.13 В графе «Вид аэрофотосъемки» указывается вариант из следующих возможных: площадная, линейная, площадная перспективная.

11.14 Размеры (N_x, N_y) аэрофотоснимка в пикселях указываются вдоль соответствующих осей системы координат снимка.

11.15 В графе «Ориентация системы координат снимка» указывается направление оси *x* правой системы координат снимка относительно направления полета (вперед, назад, влево, вправо).

Примечание — Ось *x* системы координат снимка направлена параллельно строкам пикселей матрицы в сторону, соответствующую правой стороне рамки кадра визуально наблюдаемого снимка.

11.16 В графе «Спектральная характеристика» перечисляются все типы цифровых изображений из представленных в приложении Ж, которые передаются заказчику.

11.17 Текстовый файл паспорта должен содержать строки, в каждой из которых содержится наименование графы паспорта, разделитель (не используемый в тексте паспорта символ, например двоеточие), содержание (значение) графы. После строк с графами паспорта следуют строки списка концевых номеров, каждая из которых содержит данные, представленные в форме паспорта аэрофотосъемки в приложении Е.

11.18 Схема покрытия съемочного участка аэрофотоснимками должна быть представлена в цифровой векторной форме с использованием системы координат и формата представления, указанных в ТЗ, с использованием фактических параметров аэрофотосъемки. На ней должны быть показаны границы объекта/участка съемки и границы покрытия для каждого аэрофотоснимка. Рекомендуется схему покрытия представлять в согласованном ГИС-формате, включающем в себя координатное описание границ объекта съемки и границ снимка в виде координат точек замкнутых полигонов и атрибутивное описание в виде метаданных — таблиц с характеристиками объекта съемки и аэрофотоснимков. Структура содержания метаданных объекта съемки приведена в таблице К.1, а аэрофотоснимка — в таблице К.2 приложения К.

Название аэрофотоснимка на схеме покрытия должно соответствовать имени (идентификатору) аэрофотоснимка в каталоге.

Допускается следующая структура названия файла схемы покрытия (картограммы):

- идентификатор типа данных (например, схема покрытия АФС);
- разделитель;
- шифр объекта;
- номер (идентификатор) съемочного участка;
- название населенного пункта или иного географического объекта;
- обозначение системы координат и проекции, как указано в приложении И.

11.19 Технический отчет должен состоять из следующих разделов:

- общая часть;
- проектирование АФС;
- подготовительные работы;
- выполнение АФС;
- послеполетная и первичная обработка материалов АФС.

В общей части приводят:

- краткую характеристику объекта съемки (географическое положение, наличие населенных пунктов, характер рельефа, среднее статистическое количество аэросъемочных дней в году, удаленность от аэродрома и транспортных узлов) с приложением карты-схемы границ объекта работ;
- назначение АФС;
- требования ТЗ.

В разделе «Проектирование АФС» дают следующие сведения:

- параметры аэрофотокамер (производитель, тип, модель, фокусное расстояние, размер матрицы выходного изображения, физический размер пикселя);

- данные паспорта или сертификата фотограмметрической калибровки с приложением копий документов;
- данные об использованной системе воздушного лазерного сканирования (производитель, модель, диапазон высот полета относительно поверхности Земли, частота импульсов, частота сканирования, показатели точности из документации, максимальный угол сканирования), если использовалась;
- данные о бортовом оборудовании (ГНСС-приемник, ИИУ) определения элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков;
- карту-схему деления объекта съемки на съемочные участки и запроектированных положений маршрутов;
- высоту фотографирования с обоснованием ее значения и номинальное пространственное разрешение;
- продольное и поперечное перекрытия с обоснованием их значений;
- используемые воздушные суда и их технические характеристики (тип, модель, крейсерская скорость, потолок, продолжительность полета);
- проектную оценку затрат полетного времени (включая части траектории на подлете и возвращении, содержащие полетные процедуры инициализации) и календарных дней на выполнение АФС.

В разделе «Подготовительные работы» приводят:
- сведения о методике и используемые средства измерения параметров редукции фазового центра антенны к центру проекции аэрофотокамеры и началу системы координат лидара, а также полученные результаты;
- сведения о выполненных работах по калибровке углов выставки аэрофотокамеры;
- сведения о выполненных работах по калибровке лидара (если использовался).

В разделе «Выполнение АФС» дают сведения о фактических сроках (начало и окончание) АФС каждого из участков, число маршрутов в каждом участке, общее число снимков с приложением карт-схем фактических маршрутов, включая части траектории на подлете и возвращении, содержащие полетные процедуры инициализации.

В разделе «Послеполетная обработка» отражаются результаты общего контроля качества АФС и записи данных на внешний носитель.

В разделе «Первичная обработка» должны содержаться:
- характеристика результатов контроля качества материалов аэросъемки;
- содержание, методы и средства выполнения работ по первичной обработке бортовых ГНСС/ИИУ-измерений, материалов аэросъемки и лидарной съемки; оценка точности определения координат точек траектории полета по внутренней сходимости;
- сведения о системе координат и высот, а также форматы, в которых представляются траекторные данные после постобработки;
- содержание операций по первичной обработке «сырых» данных аэрофотосъемки с указанием использованных программных средств;
- содержание операций по первичной обработке «сырых» данных лидарной съемки с указанием использованных программных средств;
- состав и характеристики (форматы, система координат и высот) материалов АФС, передаваемых заказчику.

12 Требования к контролю и приемке материалов топографической аэрофотосъемки

12.1 Сдаче-приемке подлежат материалы аэрофотосъемки на завершенные съемочные объекты или участки.

12.2 Для технического контроля передается весь комплект материалов, указанный в приложении Д. Передаваемые материалы должны отвечать требованиям, изложенным в настоящем стандарте и в техническом задании.

12.3 В процессе технического контроля материалов проверяют:
- полноту покрытия съемочных участков, обеспечение границ съемочных участков;
- комплектность материалов и правильность их оформления;
- фотограмметрическое качество,

- фотографическое качество;
- соответствие требованиям технического задания.

12.4 Продукция, не принятая техническим контролем, описывается в специальной ведомости, в которую вносятся сведения о браке, его объемах и причинах.

12.5 Приемка и контроль качества продукции по незавершенным съемочным участкам производится по окончании съемочного сезона.

12.6 По завершении приемки аэрофотосъемочные материалы, прошедшие в установленном порядке контрольный просмотр, представляются заказчику.

Приложение А
(рекомендуемое)

Определение допустимой максимальной высоты фотографирования, обусловленной требованиями к точности съемки рельефа

Таблица А.1 — Формулы для определения допустимой (максимальной) высоты фотографирования

Тип цифровой аэрофотокамеры	Способ определения элементов внешнего ориентирования	Формулы для определения допустимой высоты фотографирования
Кадровая	Фототриангуляция	$H_{доп} = \frac{N_x(1-P_x/100)}{q}\sqrt{\frac{m_H^2 - 0{,}5m_{H_s}^2}{3}}$
	Блок определения положения и ориентации	$H_{доп} = pN_x(1-P_x/100)\sqrt{\frac{m_H^2 - 0{,}5m_{H_s}^2}{2f^2m_\alpha^2 + q^2p^2}}$
Сканирующая с ПЗС линейкой	Фототриангуляция	$H_{доп} = \frac{f(\mathrm{tg}\beta_1 - \mathrm{tg}\beta_2)}{qp}\sqrt{\frac{m_H^2 - 0{,}5m_{H_s}^2}{3}}$
	Блок определения положения и ориентации	$H_{доп} = f(\mathrm{tg}\beta_1 - \mathrm{tg}\beta_2)\sqrt{\frac{m_H^2 - 0{,}5m_{H_s}^2}{2f^2m_\alpha^2 + q^2p^2}}$

Обозначения:

N_x — продольный размер кадра, выраженный в пикселях;

P_x — продольное перекрытие, %;

q — СКП измерения координат на цифровом фотоснимке в пикселях (0,33);

m_H — допустимая СКП съемки рельефа, м;

m_{H_s} — СКП определения высоты центра проекции аэрофотоснимка, м;

p — физический размер пикселя, мм;

f — фокусное расстояние аэрофотокамеры, мм;

β_1 и β_2 — постоянные углы отклонения плоскости сканирования от направления в точку надира;

β_1 — угол отклонения вперед по ходу движения воздушного судна (положительный), β_2 — угол отклонения назад от направления движения (отрицательный);

m_α — СКП продольного угла наклона снимка, полученного с помощью блока определения положения и ориентации, радиан.

Приложение Б
(обязательное)

Номинальные значения проектируемых перекрытий аэрофотоснимков

Таблица Б.1 — Номинальные значения проектируемых перекрытий аэрофотоснимков при съемке межселенных территорий и аэрофототопографической съемке застроенных территорий комбинированным методом

Тип местности	Номинальные значения проектируемых перекрытий аэрофотоснимков, %			
	Продольное		Поперечное	
	с гироплатформой	без гироплатформы	с гироплатформой	без гироплатформы
Равнинная, $\Delta H/H_ф \le 0,07$	61	63	30	32
Всхолмленная, $\Delta H/H_ф \le 0,15$	64	67	33	35
Горная, $\Delta H/H_ф \le 0,25$	68	72	37	40

Обозначения:
ΔH — перепад высот земной поверхности на участке;
$H_ф$ — высота фотографирования.

Таблица Б.2 — Номинальные значения проектируемых перекрытий при создании топографического плана территории с многоэтажной застройкой методом стереотопографической съемки

Высота зданий относительно средней плоскости (от высоты фотографирования)	Номинальные значения проектируемых перекрытий аэрофотоснимков, %			
	Продольное		Поперечное	
	с гироплатформой	без гироплатформы	с гироплатформой	без гироплатформы
≤ 0,05	74	76	57	60
≤ 0,10	75	77	60	62
≤ 0,15	77	79	62	64
≤ 0,20	79	81	65	67
≤ 0,25	80	82	68	70

Приложение В
(рекомендуемое)

Примеры траекторий полета при выполнении процедуры инициализации бортового инерциального измерительного устройства

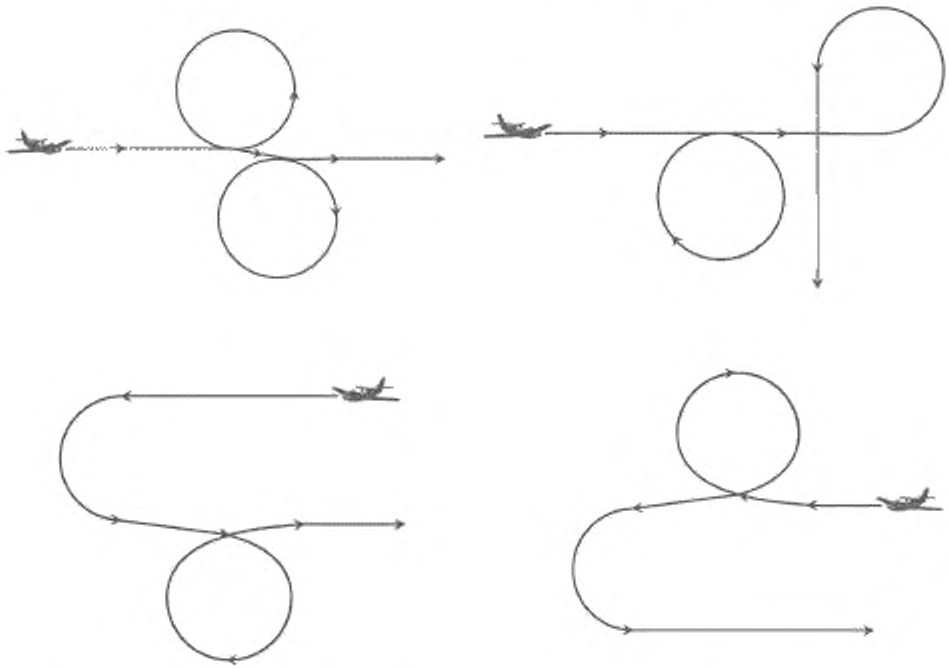

Рисунок В.1 — Варианты траекторий полета при выполнении процедуры инициализации бортового инерциального измерительного устройства

Приложение Г
(обязательное)

Допуски отклонений при оценке фотограмметрического качества материалов АФС

Таблица Г.1 — Допустимые взаимные и абсолютные углы наклона снимков

Наличие гироплатформы	Допустимые взаимные углы наклона, градус	Допустимые абсолютные углы наклона, градус
используется	≤1,5	≤3,0
не используется	≤6,0	≤13,0

Таблица Г.2 — Допустимые отклонения фактических перекрытий снимков от номинальных проектных значений

Тип местности	Допустимые отклонения фактических перекрытий от номинальных проектных значений, выбранных по таблице Г.1			
	Продольное перекрытие		Поперечное перекрытие	
	с гироплатформой	без гироплатформы	с гироплатформой	без гироплатформы
$\Delta H/H_ф \le 0,07$	от –5% до +5%	от –7% до +6%	от –10% до +9%	от –12% до +10%
$\Delta H/H_ф \le 0,15$	от –8% до +6%	от –9% до +7%	от –13% до +11%	от –15% до +12%
$\Delta H/H_ф \le 0,25$	от –10% до +7%	от –12% до +8%	от –17% до +13%	от –19% до +13%

Обозначения:
ΔH — перепад высот на участке, включая высоту зданий застроенных территорий;
$H_ф$ — высота фотографирования.

Приложение Д
(справочное)

Структура каталога результатов цифровой аэрофотосъемки, передаваемых заказчику

Характеристика содержания папок и файлов			Файл/ каталог	Название файлов/папок
Комплект материалов АФС объекта			Каталог	<Название объекта>_<год>
1	Схема объекта с границами участков на картографической основе		Файл	Границы участков <название объекта>_<год>
2	Копия документа (сертификата), содержащего значения параметров фотограмметрической калибровки аэрофотокамеры		Файл	КалибровкаАФК_<тип фотокамеры>_<серийный номер>
3	Участок (повторяющаяся папка с данными АФС конкретного участка с конкретными параметрами АФС)		Каталог	Участок_<идентификатор участка>
	3.1	Аэрофотоснимки	Каталог	Снимки_<идентификатор участка>
	3.2	Элементы внешнего ориентирования	Файл	ЭВО_<идентификатор участка>_<система координат и проекция>
	3.3	Паспорт АФС (копия подписанного документа)	Файл	Паспорт АФС_<идентификатор объекта>_ <идентификатор участка>_
	3.4	Паспорт АФС (текстовый файл)	Файл	Паспорт АФС_<идентификатор объекта>_ <идентификатор участка>
	3.5	Схема покрытия	Файл	Схема покрытия_<идентификатор участка>
	3.6	Прочие документы по требованию ТЗ	Файлы	<название документа>_<идентификатор участка>
4	Технический отчет		Файл	

Приложение Е
(справочное)

Форма паспорта аэрофотосъемки

ПАСПОРТ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Название или шифр объекта съемки		Съемочный участок	
Исполнитель АФС		Заказчик	
Дата начала АФС		Дата окончания АФС	
Характер местности		Вид съемки	
Фактическая площадь АФС, км^2, для АФС объекта площадного характера			
Фактическая протяженность АФС, км, для АФС линейного объекта			
Ориентация маршрутов (широтная, меридиональная, заданная)			
Продольное перекрытие, %		Поперечное перекрытие, %	
Высота фотографирования, м		Номинальное пространственное разрешение, м	
Модель аэрофотокамеры		Серийный номер аэрофотокамеры	
Наличие и тип компенсации продольного сдвига изображения			
Фокусное расстояние аэрофотокамеры, мм		Тип и серийный номер объектива (если объектив съемный, заменяемый)	
Размер кадра N_x, пикс		Размер кадра N_y, пикс	
Физический размер пикселя, мм		Ориентация системы координат снимка	
Тип аэрофотоустановки (гироплатформы)		Серийный номер аэрофотоустановки (гироплатформы)	
Спектральная характеристика аэрофотоснимков (RGB, PAN, прочее)			
Формат представления цифрового изображения (TIFF, JPEG)			
Лидар (тип)		Лидар, серийный номер	
Блок определения положения и ориентации, тип, модель, состав			
ГНСС-приемник, тип, модель			
Прочая аппаратура			
Воздушное судно			
Дополнительные сведения по требованию ТЗ			

Список номеров концевых снимков маршрутов:

Дата аэрофотосъемки	Номер маршрута	Курс	Номера концевых аэрофотоснимков	Номера концевых аэрофотоснимков повторной АФС	Замечания
1	2	3	4	5	

Качество материалов аэрофотосъемочной продукции соответствует ТЗ и требованиям к АФС

Представитель исполнителя _____
(должность, Ф.И.О., подпись, дата)

Руководитель подразделения технического контроля _____
(должность. Ф.И.О., подпись, дата)

Приложение Ж
(справочное)

Спектральные характеристики цифровых аэрофотоснимков

Спектральная характеристика цифровых аэрофотоснимков	Код
Цветное изображение	RGB
Панхроматическое (черно-белое) изображение	PAN
Спектрозональное изображение (в условных цветах), каналы: ближний инфракрасный, красный, зеленый	IRG
Спектрозональное изображение (в условных цветах), каналы: ближний инфракрасный, красный, синий	IRB
Спектрозональное изображение (в условных цветах), каналы: ближний инфракрасный, зеленый, синий	IGB
Компонент многоспектрального изображения — ближний инфракрасный	NIR
Компонент многоспектрального изображения — красный	R
Компонент многоспектрального изображения — зеленый	G
Компонент многоспектрального изображения — синий	B
Многоспектральное изображение, содержащее все четыре цветовых канала — ближний инфракрасный, красный, зеленый, синий	IRGB

Приложение И
(справочное)

Структура первой строки файла элементов внешнего ориентирования

№ п/п	Структура первой строки файла элементов внешнего ориентирования, содержащей общие характеристики	
	Содержание	Примеры записи
1	Наименование системы координат или координатной системы отсчета	ITRF, СК2011, МСК
2	Тип координат или название проекции	BLH — геодезические широта, долгота (угловые градусы), высота (м); XYZ — геоцентрические прямоугольные (м); Гаусса — Крюгера (м); UTM (м); прочее
3	Номер зоны	9
4	Способ отсчета высот	Н — нормальные высоты; Г — геодезические высоты

Приложение К
(справочное)

Структура представления информации, содержащейся в схеме покрытия АФС

Таблица К.1 — Требования к содержанию метаданных объекта съемки

Наименование поля	Пример заполнения
Название_или_шифр_объекта_ съемки	*Петровка*
Название_административного_района	*Приморский_район*
Название__субъекта_РФ	*Республика_Дагестан*
Номер_контракта	*ГК_321-0045/17-17 от 14.02.2017*

Таблица К.2 — Требования к содержанию метаданных аэрофотоснимка

Наименование поля	Пример заполнения
Идентификатор аэрофотоснимка	*4567_011_Sochi_05-06-17_RGB*
Модель АФК	*ADS100*
Спектральная характеристика	*Цветное RGB*
Дата_съемки_ГМД	*20170605*
Пространственное разрешение, м	*0.50*
Фокусное_расстояние_мм	*62.5*
Высота_фотографирования_м	*6270*
Перекрытие_продольное_%	*60*
Перекрытие_поперечное_%	*30*
Формат цифрового изображения	*TIFF*
Качество	*Удовл.*
Гриф_секретности	*НС*
Контракт_номер_дата	*ГК_321-0045/17-17 от 14.02.2017*
Исполнитель_съемки	*АО Роскартография*
Примечание	

УДК 528.735.2 ОКС 07.040

Ключевые слова: топографическая аэрофотосъемка, аэрофотосъемочная система, аэрофотокамера, воздушное судно, фотограмметрическое и фотографическое качество материалов аэрофотосъемки

Редактор *З.Н. Киселева*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 25.02.2021. Подписано в печать 03.03.2021. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,38.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru