ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59562— 2021

СЪЕМКА АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКАЯ

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» (ООО «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 10 июня 2021 г. № 542-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

© 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 и определения . . . 2
4 Сокращения и обозначения . . . 5
5 Общие положения. Методы аэрофототопографической съемки . . . 6
5.1 Общие положения . . . 6
5.2 Стереотопографическая съемка . . . 7
5.3 Комбинированная стереотопографическая съемка . . . 7
5.4 Комбинированная аэрофототопографическая съемка . . . 7
6 Проектирование аэрофототопографической съемки . . . 8
6.1 Технический проект на выполнение работ по аэрофототопографической съемке . . . 8
6.2 Требования к техническим средствам и параметрам аэросъемки . . . 13
7 Требования к подготовке и выполнению аэросъемки . . . 14
7.1 Определение параметров редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника . . . 14
7.2 Угловая калибровка аэрофотокамеры и лидара . . . 14
7.3 Выполнение аэросъемки. Послеполетная и первичная обработка материалов аэросъемки. Технический контроль материалов АФС . . . 14
8 Требования к геодезическому обеспечению . . . 15
8.1 Содержание работ по геодезическому обеспечению. Общие требования . . . 15
8.2 Требования к созданию съемочной геодезический сети . . . 16
8.3 Требования к планово-высотной подготовке аэрофотоснимков и привязке контрольных точек . 19
8.4 Преобразование координат в требуемую систему координат и систему высот . . . 24
8.5 Требования к метрологическому обеспечению . . . 26
9 Требования к процессам камеральной обработки . . . 26
9.1 Содержание работ камеральной обработки . . . 26
9.2 Фотограмметрические работы . . . 27
9.3 Дешифрирование и векторизация границ и контуров объектов недвижимости . . . 35
9.4 Обработка данных воздушного лазерного сканирования и создание ЦМР . . . 35
9.5 Работы по составлению оригинала карты (плана) . . . 37
10 Полевое дешифрирование и обследование . . . 43
11 Подготовка технического отчета . . . 44
12 Перечень выходных материалов и документов . . . 47
Приложение А (обязательное) Технологические схемы аэрофототопографической съемки . . . 48
Приложение Б (рекомендуемое) Рекомендуемое номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимков . . . 51
Приложение В (обязательное) Допустимые погрешности съемки рельефа . . . 52
Приложение Г (рекомендуемое) Допустимая плотность точек ЦМР для отображения рельефа горизонталями . . . 53
Приложение Д (обязательное) Допустимые удаления воздушного судна от базовой станции . . . 54
Приложение Е (рекомендуемое) Примеры оформления абриса опознака . . . 55
Приложение Ж (рекомендуемое) Пример оформления каталога координат опознаков . . . 57
Приложение И (рекомендуемое) Максимальные допустимые расстояния между точками ЦМР для ортотрансформирования . . . 58
Приложение К (справочное) Пример изображения ортофотоплана на границе номенклатурного листа при разграфке по трапециям . . . 59
Библиография . . . 60

Введение

Метод аэрофототопографической съемки является основным при создании и обновлении топографических карт и планов масштаба 1:25000 и крупнее. Как результат основной части технологических процессов аэрофототопографической съемки создаются ортофотопланы, которые могут использоваться в качестве законченной самостоятельной продукции. Аэрофототопографическая съемка также может использоваться для определения координат характерных точек границ и контуров объектов недвижимости при решении кадастровых задач и для создания топографической основы специальных, отраслевых и тематических карт и планов соответствующих масштабов.

Аэрофототопографическая съемка включает работы по геодезическому обеспечению, аэрофотосъемку (АФС), воздушное лазерное сканирование (при необходимости), камеральные работы по фотограмметрической обработке и созданию продукции в виде карт и планов, ортофотопланов, цифровых моделей рельефа, координат контуров и границ объектов недвижимости.

Разработка настоящего национального стандарта обусловлена необходимостью установления общих принципов, характеристик, правил и требований к процессам аэрофототопографической съемки, обеспечивающих на основе материалов аэросъемки с пилотируемых и беспилотных воздушных судов эффективное получение конечной продукции требуемого качества, отвечающей современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту. Стандарт должен обеспечить единство требований к конечным и основным промежуточным результатам работ по аэрофототопографической съемке, выполняемых для удовлетворения государственных и муниципальных нужд, потребностей различных отраслей экономики страны.

В процессе разработки стандарта были использованы не потерявшие актуальности положения и требования не действующих в соответствии с частью 5 статьи 32 Федерального закона от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» нормативно-технических документов, устанавливающих порядок и требования к выполнению топографических, геодезических и фотограмметрических работ ([1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]).

Более детальные требования к приемам выполнения отдельных технологических процессов и операций, а также требования к специальным видам работ в общем комплексе работ по аэрофототопографической съемке в случае необходимости устанавливаются отдельно в техническом задании.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЪЕМКА АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКАЯ

Технические требования

Aerial mapping. Technical requirements

Дата введения — 2021—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на комплекс работ по созданию цифровых топографических карт, планов, ортофотопланов, цифровых моделей рельефа, а также по обеспечению задач кадастра недвижимости необходимыми пространственными данными методом аэрофототопографической съемки, являющимся основным методом создания топографических планов и государственных топографических карт масштабов 1:10 000 и 1:25000. Стандарт устанавливает требования к содержанию и последовательности выполнения технологических процессов, их основным параметрам, способам выполнения, а также требования к конечным и промежуточным результатам работ, методы контроля их качества и соответствующие допуски.

Настоящий стандарт предназначен для применения заказчиками и исполнителями аэрофототопографической съемки, а также исполнителями отдельных технологических процессов, входящих в комплекс работ по аэрофототопографической съемке.

Устанавливаемые требования отражают современные технологии и использование современных технических средств при производстве работ по аэрофототопографической съемке.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 21667 Картография. Термины и определения

ГОСТ 22268 Геодезия. Термины и определения

ГОСТ 28441 Картография цифровая. Термины и определения

ГОСТ 32453—2017 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек

ГОСТ Р 51605 Карты цифровые топографические. Общие требования

ГОСТ Р 51833 Фотограмметрия. Термины и определения

ГОСТ Р 52155 Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования

ГОСТ Р 52369 Фототопография. Термины и определения

ГОСТ Р 52438 Географические информационные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 52572 Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования

ГОСТ Р 52928 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения

ГОСТ Р 53864 Глобальная навигационная спутниковая система. Сети геодезические спутниковые. Термины и определения

ГОСТ Р 57258 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

ГОСТ Р 57371—2016 Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Оценка точности определения местоположения. Основные положения

Издание официальное

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

ГОСТ Р 59328—2021 Аэрофотосъемка топографическая. Технические требования.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 21667, ГОСТ 22268, ГОСТ 28441, ГОСТ Р 51833, ГОСТ Р 52155, ГОСТ Р 52369, ГОСТ Р 52572, ГОСТ Р 52928, ГОСТ Р 53864, ГОСТ Р 57258, ГОСТ Р 58854, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **аэросъемка** (топографическая): Съемка местности, выполняемая аэросъемочной системой того или иного типа или одновременно двумя или более съемочными системами с воздушного судна с целью создания и обновления топографических карт и планов и иных пространственных данных о местности.

3.2 **аэросъемочная система** (топографическая): Комплекс интегрированных технических и программных средств, используемых на борту воздушного судна и предназначенных для сбора исходных пространственных данных о местности того или иного типа с целью создания и обновления топографических карт и планов или иных продуктов аэрофототопографического производства, а также для иных целей.

3.3

аэрофотосъемочная система: Комплекс интегрированных технических и программных средств, используемый на борту воздушного судна для выполнения аэрофотосъемки (топографической).

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.1]

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

3.5

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.6]

3.6

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.7]

3.7

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.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.8]

3.8 **истинное ортотрансформирование:** Преобразование изображения исходного аэрофотоснимка в изображение, представленное в проекции карты или плана, с учетом рельефа местности и трехмерных векторных моделей всех зданий и сооружений, возвышающихся над земной поверхностью, или с учетом плотной цифровой модели поверхности, среднее расстояние между точками которой соизмеримо с номинальным пространственным разрешением аэрофотоснимка.

3.9 **истинный [цифровой] ортофотоплан:** Топографический цифровой фотоплан, составленный из ортофотоснимков, полученных в результате ортотрансформирования истинного, представляемый в рамках номенклатурных листов или в заданных границах и характеризуемый определенным номинальным пространственным разрешением.

3.10

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.9]

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

3.12

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, статья 3.1.10]

3.13

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.11]

3.14 **номинальное пространственное разрешение цифрового ортофотоплана:** Размер элементарного участка местности, представленной в картографической проекции на ортофотоплане, соответствующего одному пикселю цифрового ортофотоплана.

3.15 **объект аэрофототопографической съемки:** Территория площадного характера с заданными в техническом задании границами (населенный пункт, район), или совокупность территорий с определенными границами (конкретные населенные пункты района или субъекта Российской Федерации), или линейно протяженный объект (трасса, граница, береговая линия и проч.), для которых проектируется и выполняется аэрофототопографическая съемка.

3.16 **ортотрансформирование:** Цифровое преобразование изображения исходного аэрофотоснимка в фотоизображение, представленное в проекции карты или плана, с учетом рельефа местности и трехмерных векторных моделей отдельных заданных типов объектов местности, возвышающихся над земной поверхностью.

3.17 **параметры редукции аэрофотокамеры:** Измеренные линейные поправки для приведения фазового центра антенны спутникового приемника к центру проекции аэрофотокамеры.

3.18 **параметры редукции лидара:** Измеренные линейные поправки для приведения фазового центра антенны спутникового приемника к началу системы координат воздушного лазерного сканера.

3.19 **планово-высотная подготовка [привязка] аэрофотоснимков:** Комплекс работ по определению набора данных, позволяющих в результате их вычислительной обработки получить с допустимой погрешностью значения элементов внешнего ориентирования каждого снимка.

3.20 **поперечный угол захвата:** Угол поля зрения аэрофотокамеры, ограниченный поперечным относительно направления полета размером матрицы или линейки светочувствительных элементов.

3.21 **геодезическая привязка опознаков:** Комплекс полевых геодезических работ по определению координат опознаков.

3.22 **программно-аппаратный комплекс аэрофототопографической съемки:** Комплекс технических и программных средств цифровой аэрофотосъемки и фотограмметрической обработки, предназначенный для получения конкретных видов продукции аэрофототопографической съемки.

3.23

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.17]

3.24

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.19]

3.25

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.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.20]

3.26

угловая калибровка аэрофотокамеры: Совокупность процессов и операций по определению углов выставки системы координат аэрофотокамеры относительно системы координат инерциального измерительного устройства, выполняемых с целью настройки аппаратуры.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.25]

3.27

угловая калибровка лидара: Совокупность процессов и операций по определению углов выставки системы координат лидара относительно системы координат инерциального измерительного устройства, а также других параметров в зависимости от типа воздушного лазерного сканера, выполняемых с целью настройки аппаратуры.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.26]

3.28

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

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.27]

3.29 **цифровая модель поверхности:** Набор данных или файл, содержащий определенным образом представленные пространственные координаты (в определенной системе координат) множества точек, лежащих на всех открытых видимых с точек фотографирования поверхностях: поверхности земли, зданий, сооружений и проч.

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

3.31 **(цифровой) ортофотоплан:** Топографический цифровой фотоплан, составленный из ортотрансформированных аэрофотоснимков, представляемый в рамках номенклатурных листов или в заданных границах и характеризуемый определенным номинальным пространственным разрешением.

3.32

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.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.28]

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

3.34

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.

[ГОСТ Р 59328—2021, статья 3.1.29]

3.35

(пространственные) метаданные: Данные о пространственных данных.

Примечание — Пространственные метаданные, описывающие набор пространственных данных, в общем случае могут содержать сведения о составе, статусе (актуальности и обновляемости), происхождении, местонахождении, качестве, форматах представления, условиях доступа, приобретения и использования, авторских правах на данные, применяемых системах координат, позиционной точности, масштабах и других характеристиках.

[ГОСТ Р 52438—2005, статья 56]

4 Сокращения и обозначения

В стандарте применены следующие сокращения и обозначения.

АФС — аэрофотосъемка;

БВС — беспилотное воздушное судно;

ВГС — высокоточная геодезическая сеть;

ВЛС — воздушное лазерное сканирование;

ГГС — государственная геодезическая сеть;

ГИС — географическая информационная система;

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

ГСК — государственная геодезическая система координат;

ГСК-2011 — государственная геодезическая система координат 2011 года для использования при осуществлении геодезических и картографических работ ([9], [10]);

ИИУ — инерциальное измерительное устройство;

КТ — контрольная точка;

МСК — местная система координат;

НЛ — номенклатурный лист;

ОП — опорная точка;

ПВП — планово-высотная подготовка (привязка) аэрофотоснимков;

СГС — съемочная геодезическая сеть;

СКП — среднеквадратическая погрешность,

ТЗ — техническое задание;

ТЛО — точки лазерных отражений;

ТП — технический проект;

ФАГС — фундаментальная астрономо-геодезическая сеть;

ЦМП — цифровая модель поверхности;

ЦМР — цифровая модель рельефа;

ЦОФП — цифровой ортофотоплан;

ЦТК — цифровая топографическая карта;

ЦТП — цифровой топографический план;

ЭВО — элементы внешнего ориентирования;

EGM 2008 — гравитационная модель Земли 2008 года (Earth Gravitational Model);

GeoTIFF — открытый формат представления цифровых изображений в формате TIFF совместно с метаданными о географической привязке;

IGS — Международный ГНСС сервис (International GNSS Service);

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

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

MPIA* — многоимпульсный режим лидарной съемки (Multiple Pulse in Air);

PDOP — геометрический фактор точности определения местоположения потребителя ГНСС в пространстве;

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

RGB — обозначение цветного цифрового изображения, представленного аддитивной цветовой моделью;

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

5 Общие положения. Методы аэрофототопографической съемки

5.1 Общие положения

5.1.1 Технические требования к аэрофототопографической съемке разработаны в соответствии с положениями [11] и устанавливают правила создания ортофотопланов, топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500, государственных топографических карт масштабов 1:10000 и 1:25000, а также иных пространственных данных, необходимых для решения различных задач хозяйственного комплекса Российской Федерации, в том числе для обеспечения кадастровых работ в соответствии с установленными требованиями [12], по материалам топографической аэрофотосъемки и содержат технические указания по технологии и методике выполнения всего комплекса аэрофототопографических работ.

5.1.2 Технические требования основаны на применении современных технических средств получения и обработки материалов аэрофотосъемки и предусматривают использование следующих методов аэрофототопографической съемки:

- стереотопографическая съемка;
- комбинированная стереотопографическая съемка;
- комбинированная аэрофототопографическая съемка.

Технологические схемы аэрофототопографической съемки с использованием указанных методов представлены на рисунках А.1, А.2, А.3 приложения А.

5.1.3 Топографические карты и планы могут создаваться путем сочетания перечисленных методов в зависимости от съемки тех или иных элементов содержания и характера местности при обязательных полевом обследовании, дешифрировании и досъемке (при необходимости) контуров объектов. В техническом проекте должно быть исчерпывающе подробно отражено, какие методы съемки используются для съемки различных участков территории объекта в зависимости от характера местности этих участков, а также для съемки различных типов объектов местности.

5.1.4 Под масштабом векторной цифровой топографической карты (плана) понимается масштаб топографического плана или карты, которому векторная цифровая топографическая карта соответствует по точности, объектовому составу и детальности отображения рельефа и других объектов местности в соответствии с установленными требованиями [11]. На топографических планах и картах изображаются все объекты местности и элементы рельефа, предусмотренные положениями [11] и условными знаками ([13], [14], [15]) для соответствующих масштабов топографических карт и планов.

5.1.5 В общем случае весь комплекс работ по аэрофототопографической съемке включает в себя следующие процессы:

- техническое проектирование;
- геодезическое обеспечение;
- аэросъемка;
- послеполетная и первичная обработка данных аэрофотосъемки и лидарных данных;
- фотограмметрическая обработка данных аэрофотосъемки и специальная обработка лидарных данных;
- работы по составлению оригинала карты (плана) и/или работы по дешифрированию и векторизации границ и контуров объектов недвижимости;
- полевые работы по обследованию, дешифрированию и досъемке.

---

* Режим перекрывающихся во времени импульсов, когда импульс посылается до прихода отраженного сигнала предыдущего импульса.

В частном случае, в зависимости от требуемых выходных материалов аэрофототопографической съемки, ряд процессов может быть исключен или упрощен.

Пример — Когда съемка выполняется с целью создания ортофотоплана, цифровой модели рельефа или/и определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости для обеспечения кадастровых работ, составление оригинала карты или плана не требуется.

Выбор метода аэрофототопографической съемки или сочетания методов может быть отражен в техническом задании, а конкретная технологическая схема должна быть обоснована в техническом проекте на выполнение комплекса работ по аэрофототопографической съемке.

5.2 Стереотопографическая съемка

5.2.1 Стереотопографическая съемка применяется для съемки как контуров объектов местности, так и рельефа и может быть реализована следующими способами:

- с использованием стереоскопической модели местности, построенной по паре перекрывающихся аэрофотоснимков (стереопаре), визуально наблюдаемой и измеряемой исполнителем; при этом съемка рельефа местности, камеральное дешифрирование снимков и съемка контуров объектов местности выполняются стереоскопически на цифровой стереофотограмметрической станции. Этот способ является основным для съемки контуров объектов местности при создании топографических планов застроенных территорий масштабов 1:500—1:2000 и используется для определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости с СКП 10—50 см;
- с использованием пары или нескольких перекрывающихся снимков без построения визуально наблюдаемой стереоскопической модели; при этом определение пространственных координат интересующих точек местности выполняется так же, как в стереоскопической съемке, путем вычисления прямой фотограмметрической засечки по координатам идентичных точек, отождествленных полуавтоматически или вручную и измеренных на перекрывающихся снимках. Этот способ может использоваться для определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости с СКП 10—50 см и является основным для съемки рельефа путем автоматического создания плотной цифровой модели поверхности и рельефа.

5.2.2 При высоте сечения рельефа 1,0 и 0,5 м стереотопографическая съемка рельефа применяется только для открытой местности, свободной от сплошной древесной и кустарниковой растительности (леса, парки, сады, камыши). При топографической съемке с высотой сечения рельефа 1,0 и 2,0 м (2,5 м) залесенных территорий с лиственными и смешанными породами деревьев стереотопографическая съемка допускается при условии выполнения АФС весной или осенью при отсутствии листвы на деревьях.

5.3 Комбинированная стереотопографическая съемка

При комбинированной стереотопографической съемке камеральное дешифрирование снимков и съемка (векторизация) контуров объектов местности выполняются стереоскопически, а съемка рельефа выполняется с использованием воздушного лазерного сканирования (лидарной аэросъемки). Комбинированная стереотопографическая съемка в основном применяется для создания топографических планов местности масштабов 1:500—1:2000, закрытой древесной или кустарниковой растительностью.

5.4 Комбинированная аэрофототопографическая съемка

5.4.1 Комбинированная аэрофототопографическая съемка предусматривает использование ортофотопланов или ориентированных одиночных аэроснимков в совокупности с цифровой моделью рельефа в качестве источника информации о плановом положении контуров объектов местности, а также об их идентификации и характеристиках. При этом съемка рельефа может выполняться с использованием лидарной съемки или стереотопографической съемки в зависимости от характера местности.

5.4.2 Комбинированная аэрофототопографическая съемка применяется при создании топографических карт масштабов 1:10000 и 1:25000 и плана масштаба 1:5000 территорий с плоскоравнинным, равнинно-пересеченным и реже горным рельефом. Допускается применять комбинированную аэрофототопографическую съемку территорий сельских населенных пунктов с малоэтажной застройкой в масштабе 1:2000, а также при создании планов масштаба 1:2000 и крупнее для незастроенных территорий. Комбинированная съемка при создании планов масштаба 1:2000 населенных пунктов с многоэтажной

застройкой допускается в отдельных случаях при условии использования истинного ортофотоплана. Для съемки рельефа открытой местности допускается применять стереотопографическую и лидарную съемку; для местности, большая часть которой закрыта сплошной древесной или кустарниковой растительностью, применяется лидарная съемка, а при высоте сечения рельефа 2,0 м и более также допускается применение стереотопографической съемки.

6 Проектирование аэрофототопографической съемки

6.1 Технический проект на выполнение работ по аэрофототопографической съемке

6.1.1 Основанием для выполнения работ по аэрофототопографической съемке являются техническое задание и технический проект.

6.1.2 Техническое задание должно содержать следующие разделы:

- Основание для выполнения работ;
- Цель и назначение выполнения работ по аэрофототопографической съемке;
- Содержание работ;
- Требования к выполняемым работам и их результатам;
- Требования к составу и оформлению передаваемой продукции;
- Требования к контролю результатов аэрофототопографической съемки;
- Сроки и этапы выполнения работ.

6.1.3 В разделе «Основание для выполнения работ» указывают заказчика аэрофототопографической съемки и документ (контракт, договор), на основании которого выполняются работы по аэрофототопографической съемке.

6.1.4 В разделе «Цель и назначение выполнения работ...» указывают конечную цель, с которой выполняется аэрофототопографическая съемка, приводят сведения об объекте или объектах съемки — характер местности, расположение, площадь — со ссылками на приложение, в котором графически показаны границы объекта аэрофототопографической съемки, и дают перечень ожидаемых результатов (видов продукции) с их краткой характеристикой.

Пример — Ортофотоплан и топографический план масштаба 1:2000.

6.1.5 Раздел «Содержание работ» кратко отражает перечень всех работ (основных технологических процессов), которые должны быть выполнены в соответствии с назначением аэрофототопографической съемки.

6.1.6 Требования к выполняемым работам и результатам должны содержать:

- требования к высоте сечения рельефа;
- специфические требования (при наличии) к содержанию карты (плана) и к плотности отметок высот, показываемых на карте (плане), отличающиеся от установленных в [11];
- требования к системе координат и системе отсчета высот;
- требования к разграфке и номенклатуре;
- требования к погрешности ЦМР, если она является выходной продукцией;
- допустимое номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимка и ортофотоплана;
- допустимые значения продольного и поперечного перекрытий аэрофотоснимков и/или допустимое значение эффективного поперечного угла захвата, если требуются специфические значения, отличные от стандартных по ГОСТ Р 59328;
- особые требования к материалам АФС территорий, где могут быть неизбежные источники производственных дымов;
- требования к типу ортофотоплана (обычный или истинный) и специфические требования к его качеству (при наличии);
- требования к зарамочному оформлению карт, планов, ортофотопланов, к дополнительной графической нагрузке (геодезические пункты, координатная сетка и проч.);
- требования к среднеквадратической погрешности определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости;
- допустимая СКП определения координат точек местности ориентированных снимков, если они являются выходной продукцией;
- иные обоснованные специфические требования, дополняющие и уточняющие требования настоящего стандарта.

В зависимости от требований к составу и оформлению передаваемой продукции некоторые из перечисленных в 6.1.6 требований могут отсутствовать. Если заказчик работ по аэрофототопографической съемке помимо предусмотренной настоящим стандартом продукции задает получение иной продукции, в ТЗ должно быть дано исчерпывающее описание ее состава и требований к качеству.

6.1.7 В требованиях к составу и оформлению передаваемой продукции должны быть отражены:

- перечень передаваемых материалов в виде файлов и бумажных документов с указанием типа носителя данных, его емкости и требования к структуре записи данных на носителе;
- требования к форматам представления данных;
- требования к именам файлов и каталогов;
- прочие требования к оформлению.

6.1.8 Требования к контролю результатов аэрофототопографической съемки устанавливают используемые методы и показатели контроля качества продукции при ее приемке.

6.1.9 Если кроме сроков завершения работ в целом устанавливаются сроки завершения отдельных этапов, для каждого этапа указывают материалы, подготовленные по его завершении.

6.1.10 Технический проект формулирует цель и основные исходные требования к выполнению работ, определяет их содержание и технические условия (параметры), методы и средства выполнения технологических процессов, включая контрольные операции, объемы выполняемых работ, трудовые затраты, сроки и организацию выполнения проектируемых работ. По специальному требованию в техническом проекте может быть отражена оценка сметной стоимости работ. В общем случае технический проект должен содержать следующие части и разделы:

Часть 1

- Общие положения;
- Краткая общая характеристика объекта съемки и физико-географическая характеристика района работ;
- Характеристика топографо-геодезической изученности района работ и имеющихся исходных материалов и данных;
- Технологическая схема
- Часть 2
- Работы по геодезическому обеспечению.
- Часть 3
- Аэросъемка;
- Послеполетная обработка материалов АФС;
- Первичная обработка материалов аэросъемки;
- Часть 4
- Фотограмметрические работы.
- Часть 5
- Работы по составлению оригинала карты (плана) и векторизации контуров и границ объектов недвижимости.
- Часть 6
- Полевые работы по обследованию, дешифрированию и досъемке.
- Часть 7
- Контроль и приемка работ;
- Перечень топографо-геодезических, картографических и других материалов, подлежащих сдаче по окончании работ;
- Мероприятия по технике безопасности и охране труда;
- Организация и сроки выполнения работ.

Часть 8

Расчет сметы на выполнение работ (по специальному требованию; может быть изложен в отдельном документе).

Части и разделы, касающиеся работ, не предусмотренных техническим заданием, могут отсутствовать в техническом проекте.

6.1.11 В разделе «Общие положения» указывают заказчика выполнения работ, цель и назначение выполнения работ, приводят сведения об объекте или объектах съемки, их расположение, границы, площадь, дают перечень видов продукции с их краткой характеристикой, сроки, основные технические требования в соответствии с ТЗ.

6.1.12 В разделе «Краткая общая характеристика объекта съемки и физико-географическая характеристика района работ» приводят общие сведения о характере объекта съемки (городская территория, сельские населенные пункты, межселенная территория или иное) и дают краткую физико-географическую характеристику района, содержащую сведения о характере рельефа (преобладающие формы, уклоны), климата, растительности, гидрографии, почв, описывают соотношение открытых и закрытых растительностью участков, а также дают характеристику транспортной инфраструктуры, в том числе сведения о наличии и расположении аэродромов.

6.1.13 В разделе «Характеристика топографо-геодезической изученности» приводится количество и схема обеспечения района пунктами ГГС, в том числе ФАГС, ВГС, СГС, пунктами IGS и пунктами государственной нивелирной сети, их состояние (по имеющимся сведениям), системы координат и высот, в которых они представлены, наличие постоянных дифференциальных станций (погрешности и происхождение координат в государственной системе координат (ГСК) или ITRF). Также должны быть представлены сведения о наличии топографических или иных карт на территорию объекта съемки с указанием их масштаба, года издания и формы представления и характеристикой возможности их использования для проектирования работ.

Примечание — В соответствии с [9] в Российской Федерации установлена единая государственная геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011) для использования при осуществлении геодезических и картографических работ.

6.1.14 В разделе «Технологическая схема» дают обоснование используемых методов аэрофототопографической съемки и их сочетания и приводят технологические схемы работ.

6.1.15 В разделе «Работы по геодезическому обеспечению» дают содержание и объем работ, исходные данные и проектируемые способы определения координат пунктов съемочной геодезической сети, а также координат центров проекции аэрофотоснимков и точек лазерных отражений (если проектируется лидарная съемка) в координатной системе ГСК или ITRF, необходимость и способ пересчета в требуемую систему координат и высот и используемые для этого исходные данные и программные средства, исходные требования или обоснование к расположению базовых станций и схему их расположения (если таковые проектируются), используемые ГНСС приемники и способы спутниковых наблюдений на пунктах ГГС и базовых станциях и схемы их уравнивания, прогнозируемую оценку погрешности определения координат точек траектории полета, наличие поверки у используемых типов средств измерения с неистекшим сроком поверки. При проектировании работ по геодезическому обеспечению следует определить максимальное допустимое удаление воздушного судна от базовой станции и установить возможность или невозможность использования PPP метода в обработке бортовых ГНСС измерений. Дается анализ территории с точки зрения необходимости маркирования опознаков, определяется способ маркирования. Раздел должен содержать проект развития съемочной сети и планово-высотной подготовки аэрофотоснимков на картографической основе, содержащий расположение имеющихся используемых пунктов геодезической основы и определяемых пунктов базовых станций, не маркируемых и маркируемых опознаков. В разделе также приводят оценку трудозатрат и сроков выполнения работ.

6.1.16 В разделе «Аэросъемка» приводят проектные данные по аэрофотосъемке и лидарной аэросъемке, если проектируется ее выполнение:

а) исходные требования к аэросъемке и ее параметрам, содержащиеся в ТЗ и обусловленные требованиями ГОСТ Р 59328 (разделы 5 и 6);

б) воздушное судно, его тип и основные характеристики (пилотируемое/беспилотное, герметизированное/негерметизированное, крейсерская скорость и максимальная скорость, максимальная высота полета, максимальная продолжительность полета);

в) используемая аэрофотосъемочная система и основные ее характеристики: тип и модель аэрофотокамеры, формат выходного цифрового аэрофотоснимка в пикселях, фокусное расстояние, физический размер пикселя, спектральная характеристика выходных аэрофотоснимков; наличие/отсутствие системы компенсации сдвига изображения или оценка максимального сдвига изображения с учетом проектных параметров аэросъемки и проектируемой выдержки, минимальный интервал фотографирования, тип затвора, наличие или отсутствие гироплатформы или иной аэрофотоустановки, наличие паспорта, сертификата или иного документа с результатами фотограмметрической калибровки, тип и модель бортового ГНСС приемника, используемого для определения координат центров проекции снимков, наличие/отсутствие инерциального измерительного устройства, его тип и СКП определения ЭВО; для компактных аэрофотокамер, эксплуатируемых на борту БВС, — наличие результатов иссле-

довательских или сертификационных испытаний, содержащих метрологические характеристики программно-аппаратного комплекса беспилотной аэрофотосъемки для конкретных условий эксплуатации, наличие поверки у используемых типов средств измерения утвержденного типа с неистекшим сроком поверки;

г) основные параметры аэросъемки: высота фотографирования относительно средней плоскости, скорость воздушного судна, номинальное пространственное разрешение на местности, продольное и поперечное перекрытия, расстояние между маршрутами, интервал фотографирования или длина базиса фотографирования;

д) система воздушного лазерного сканирования (если используется) и ее основные характеристики, максимальный угол сканирования, максимальная частота импульсов, максимальная частота сканирования, использование/неиспользование режима MPIA;

е) проектируемые параметры лидарной съемки: средняя плотность точек лазерных отражений и СКП определения их координат и высот, высота полета и допустимый диапазон высот полета над поверхностью, угол сканирования, частота сканирования и частота импульсов, расстояние между маршрутами, ширина полосы захвата, межмаршрутное перекрытие;

ж) проектируемый способ ГНСС-определений (PPK, RTK, PPP), допустимое максимальное удаление от базовой ГНСС-станции.

Если проектируется использование лидарной съемки, к проекту должны прилагаться результаты расчета параметров лидарной съемки с помощью использованных специальных программных средств.

При планировании аэросъемки следует учитывать продолжительность аэросъемочного периода для района расположения объекта съемки, ограниченного отсутствием снежного покрова и приемлемыми погодными условиями, а также оптимальные сроки выполнения АФС:

- для территорий, покрытых древесной растительностью, — в период отсутствия листвы;
- территорий сельскохозяйственных земель — в период, когда посевы отсутствуют или имеют минимальную высоту;
- пустынных районов — в весенний период;
- зон водохранилищ — при нормальном подпорном горизонте, который может приходиться на разные сезоны года;
- прибрежных участков с выраженными приливно-отливными явлениями — при одном из предельных уровней (определение отметок отлива и прилива проектируется геодезическими методами);
- крупных речных долин — в период меженного уровня воды в реках (в районах, где продолжительность съемочного периода ограничена, аэросъемку проводят независимо от уровня воды в реках, а для установления меженного уровня используют геодезические методы определения отметок).

Технический проект должен отвечать требованиям разделов 5 и 6 ГОСТ Р 59328—2021 и содержать для каждого съемочного участка расчет затрат полетного времени на выполнение аэросъемки с учетом затрат на подлеты от места временного базирования (для пилотируемого судна) и оценку затрат аэросъемочных и календарных дней на выполнение аэрофотосъемки с учетом статистических данных о количестве летных дней в месяц для данного региона, потребности в материалах и ресурсах. По каждому съемочному участку приводят сведения о площади, максимальной, минимальной и средней отметке земной поверхности, абсолютной высоте полета, проектном количестве маршрутов и аэрофотоснимков. В проекте дают в графической форме на картографической основе (карта, план, фотоплан мелкого масштаба из доступных источников), оптимального для проекта масштаба границы участков аэрофотосъемки и запроектированное положение аэросъемочных маршрутов для участков аэросъемки. При выполнении АФС с БВС допускается корректировка проекта аэросъемочных маршрутов по результатам уточнения точек взлета и посадки с учетом условий местности.

В проекте приводят сведения о необходимости выполнения калибровочной аэросъемки для определения параметров угловой калибровки лидара (если используется) и угловых параметров выставки аэрофотокамеры относительно системы координат ИИУ (при его наличии в составе аэрофотосъемочной системы). Если требуется выполнение калибровочной аэросъемки, выбираются и проектируются конкретные полигоны (участки местности), используемые в этих целях. Копии карт с указанием границ полигонов и схемой маршрутов приводят в приложении к проекту.

Также дают сведения о необходимости и методах определения элементов редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника.

6.1.17 В разделе «Послеполетная обработка материалов АФС» излагают содержание и способы послеполетной обработки, выполняемой непосредственно после полета и включающей в себя общий входной контроль качества материалов и запись данных АФС на внешний переносимый диск.

6.1.18 В разделе «Первичная обработка материалов аэросъемки» кратко указывают содержание операций по первичной обработке «сырых» данных аэрофотосъемки и лидарной съемки, выполняемых с целью получения цифровых аэрофотоснимков и файлов с точками лазерных отражений, пригодных для фотограмметрической и прикладной обработки, в зависимости от типа применяемой аэрофотосъемочной аппаратуры и лидарной системы. В общем случае в результате первичной обработки получают файлы аэрофотоснимков с требуемыми идентификаторами (именами) спектральной характеристикой, разрядностью и форматом. Лидарные данные (ТЛО) также представляют в заданном формате и системе координат и высот для последующей обработки. Также должны быть отражены содержание, методы и средства выполнения работ по послеполетной обработке бортовых спутниковых измерений, материалов аэросъемки и лидарной съемки, перечислены все контрольные операции, контролируемые параметры и их значения. Указывают сведения о системе координат и высот, а также формат, в котором представляют полученные в результате обработки бортовых ГНСС/ИИУ измерений элементы внешнего ориентирования.

6.1.19 В разделе «Фотограмметрические работы» перечисляют все проектируемые технологические процессы фотограмметрической обработки, соответствующие исходные и выходные данные процессов обработки, исходные требования к результатам обработки и параметрам обработки, содержащиеся в ТЗ и обусловленные требованиями настоящего документа, проектируемые параметры обработки, контрольные операции, используемые системы координат и высот на различных этапах.

Если проект предусматривает использование данных воздушного лазерного сканирования, приводят сведения о содержании работ по обработке ТЛО, программных средствах ее выполнения, специфических особенностях обработки для данного проекта, проектируемых параметрах обработки, используемых при классификации ТЛО; дают перечень и информацию о форме (форматах) представления результатов обработки.

Раздел также должен содержать сведения об оценке трудозатрат и затрат времени на весь комплекс работ по фотограмметрической обработке аэрофотоснимков и обработке ТЛО.

6.1.20 В разделе «Работы по составлению оригинала карты и/или векторизации границ и контуров объектов недвижимости» указывают содержание и последовательность работ по разработке редакционных указаний, камеральному дешифрированию и векторизации объектов местности, отображаемых на карте (плане), и/или границ и контуров объектов недвижимости, а также редактированию топографической карты (плана), в том числе работ, выполняемых после полевого обследования, программные средства их выполнения и используемое информационное обеспечение (классификатор объектов и их характеристик, правила цифрового описания, библиотеки условных знаков и шрифтов), дают редакционные указания, специфические для данного проекта. Приводят подробные сведения о составе конечной продукции, форме и форматах ее представления. Дают оценку трудозатрат на выполнение работ.

6.1.21 В разделе «Полевые работы по обследованию, дешифрированию и досъемке» приводят сведения об исходных материалах и данных для проведения полевого обследования, дешифрирования и досъемки, взаимосвязи с работами по составлению оригинала карты и/или векторизации границ и контуров объектов недвижимости, используемых методах и средствах выполнения работ, конкретные редакционные указания, оценку трудозатрат и затрат времени, проектные данные об организации работ.

6.1.22 В разделе «Контроль и приемка работ» устанавливают контролируемые процессы и операции, проверяемые параметры и методы контроля.

6.1.23 В разделе «Перечень топографо-геодезических, картографических и других материалов, подлежащих сдаче по окончании работ» дают детальный список всех материалов и данных с указанием их форм, форматов, носителей, территориальной нарезки, специфических требований к оформлению.

6.1.24 В разделе «Организация и сроки выполнения работ» в табличной форме представляют план-график выполнения всех основных технологических процессов, подготовительные работы, в том числе получение разрешений на выполнение АФС и контрольный просмотр аэрофотоснимков, и исполнителей (подразделения или организации), ответственных за их выполнение. Процессы описывают с той степенью подробности, которая позволяет оценить обоснованность сроков выполнения работ по отдельным этапам. Таблица также должна содержать графу «Материалы и данные, передаваемые между исполнителями», в которой должны быть указаны конкретные материалы и данные промежуточных этапов, передаваемые от одного исполнителя (подразделения, организации) к другому по их завершении.

6.2 Требования к техническим средствам и параметрам аэросъемки

6.2.1 Аэрофотосъемку следует выполнять аэрофотосъемочной системой, состав и технические характеристики которой удовлетворяют требованиям раздела 5 ГОСТ Р 59328—2021.

6.2.2 Аэрофотосъемка может выполняться с борта пилотируемого воздушного судна или беспилотного воздушного судна. Выбор типа судна определяется экономической целесообразностью применительно ко всему комплексу работ по аэрофототопографической съемке в зависимости от требований к выходной продукции (состав и свойства), требуемого пространственного разрешения аэрофотоснимков, площади, характера и местоположения объекта съемки, технических характеристик и специфических возможностей имеющихся воздушного судна и аэрофотосъемочной аппаратуры, требуемых сроков выполнения АФС.

6.2.3 Номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимков, выражаемое размером проекции пикселя на местности, выбирают в зависимости от масштаба создаваемой карты или плана исходя из эффективного решения задачи дешифрирования с использованием таблицы Б.1 приложения Б. 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 не должна превышать значения, при котором обеспечивается допустимая погрешность съемки рельефа, рассчитываемого исполнителем применительно к используемой аэрофотокамере, как указано в пункте 6.2.2 ГОСТ Р 59328—2021.

При выполнении аэрофототопографической съемки с целью определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости с СКП, не превышающей 10 см и 20 см (далее — точные определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости), рекомендуемый размер пикселя на местности составляет 5 см и 7 см соответственно.

6.2.4 Допустимая СКП съемки рельефа m_H определяется заданной техническим заданием и/или техническим проектом высотой сечения рельефа и допустимой СКП съемки рельефа, установленными в [11]. Допустимые средние и соответствующие им СКП для различных типов местности и масштабов карт и плана приведены в таблице В.1 приложения В. Представленные в приложении В погрешности ограничиваются равнинной и всхолмленной местностью с углами наклона склонов не более 6° и 10°. При больших уклонах, т. е. для предгорной и горной местности, требование к погрешности представления рельефа на склонах задается как равенство числа горизонталей результату деления разности высот на высоту сечения, округленного до целого.

6.2.5 Номинальные значения проектируемого продольного и поперечного перекрытий аэрофотоснимков выбирают в зависимости от характера местности и способа съемки контурной части карты или плана в соответствии с требованиями пунктов 6.2.5, 6.2.6, 6.2.7 ГОСТ Р 59328—2021.

6.2.6 Если для съемки рельефа используется воздушное лазерное сканирование или создается плотная цифровая модель поверхности фотограмметрическими методами путем автоматического отождествления точек, получаемая по этим данным исходная цифровая модель рельефа должна иметь плотность не менее, чем указанная в таблице Г.1 приложения Г. Представленные в таблице Г.1 максимальные допустимые расстояния между точками ЦМР удовлетворяют углам наклона склонов, ограниченным 40°, с одной стороны, или минимальным возможным заложением горизонталей в масштабе карты (плана), равным 0,5 мм, с другой стороны. Если относительно местности известно, что на ней отсутствуют крутые задернованные склоны и мелкие формы рельефа, выражающиеся горизонталями, приведенные в таблице значения допустимых расстояний между точками можно увеличить в 2—4 раза.

Плотность точек N, выражаемую числом точек на м^2, вычисляют по среднему расстоянию s между точками с использованием приближенной формулы

$$N = 1/s^2. \quad (1)$$

Для оценки требуемой проектируемой плотности ТЛО лидарной съемки следует учесть снижение плотности точек ЦМР (точек земной поверхности) относительно плотности исходного облака точек для залесенной местности с использованием таблицы Г.2 приложения Г.

Для определения требуемой проектной плотности точек лазерных отражений с учетом характера преобладающей лесной растительности следует вычисленную по формуле (1) плотность N умножить на коэффициент из таблицы В.2.

6.2.7 Угол сканирования (угол захвата) следует выбирать исходя из требований к плотности ТЛО и характера рельефа местности. Если характер рельефа горный с углами наклона 40° и более, угол сканирования проектируется не более 46° (угол отклонения луча лазерного сканера ±23°).

7 Требования к подготовке и выполнению аэросъемки

7.1 Определение параметров редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника

7.1.1 После установки аэросъемочного оборудования на борту воздушного судна должны быть определены параметры редукции фазового центра антенны бортового ГНСС-приемника к внешнему центру проекции аэрофотокамеры (передняя узловая точка объектива) и началу системы координат лидара, если предусматривается лидарная съемка. Абсолютная погрешность параметров по каждой из координатных осей не должна превышать 0,07 мм в масштабе создаваемой карты (плана), 0,01 м или 0,02 м для определений координат точек границ и контуров объектов с СКП, не превышающей 10 и 20 см.

7.1.2 Определение параметров редукции фазового центра антенны ГНСС-приемника проводят в соответствии с требованиями пункта 7.1 ГОСТ Р 59328—2021.

7.1.3 Методика и используемые средства измерения параметров редукции, а также полученные результаты кратко излагают в Техническом отчете по выполнению комплекса работ по аэрофототопографической съемке.

7.2 Угловая калибровка аэрофотокамеры и лидара

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 в соответствии с требованиями пунктов 7.2 и 7.3 ГОСТ Р 59328—2021.

7.2.2 При выполнении комплекса работ по угловой калибровке аэрофотокамеры, выполняемой с целью настройки аппаратуры, используется система координат ГСК или ITRF с указанием эпохи (далее — ITRF) и равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция.

7.2.3 Если съемка рельефа осуществляется с использованием воздушного лазерного сканирования, необходимо выполнить угловую калибровку воздушного лазерного сканера. Калибровку выполняют с целью настройки аппаратуры, направленной на определение углов ориентации (выставки) системы координат лазерной сканирующей системы относительно системы координат инерциального измерительного устройства, а также некоторых параметров лидара в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59328.

7.2.4 При выполнении комплекса работ по угловой калибровке аэрофотокамеры и воздушного лазерного сканера используются система координат ГСК или ITRF и равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция.

7.2.5 Остаточные расхождения на опорных точках полигона по высоте при использовании полученных значений параметров калибровки лидара не должны превышать допустимую СКП съемки рельефа для данного масштаба карты (плана), высоты сечения рельефа и типа местности, приведенной в таблице В.1 приложения В.

7.2.6 В промежутках между калибровками выполняют контроль данных ВЛС для каждого проекта по опорным точкам и взаимным рассогласованиям маршрутов, для чего рекомендуется при выполнении лидарной съемки по проекту делать короткий контрольный маршрут, совпадающий с каким-то из основных маршрутов, но имеющий противоположное направление. Такой маршрут должен по возможности выполняться над местностью, минимально покрытой растительностью и по возможности содержащей строения, дороги и другие четкие контуры.

7.3 Выполнение аэросъемки. Послеполетная и первичная обработка материалов аэросъемки. Технический контроль материалов АФС

7.3.1 Аэросъемку, послеполетную и первичную обработку материалов аэросъемки выполняют в соответствии с требованиями раздела 8 ГОСТ Р 59328—2021.

7.3.2 Элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков представляют в требуемой системе координат (плоские координаты в проекции карты и нормальная высота в требуемой системе высот (Балтийская), а также в геодезической системе координат ГСК или ITRF.

7.3.3 Облако точек лазерных отражений, полученное в результате первичной обработки, представляется координатами в равноугольной поперечно-цилиндрической картографической проекции применительно к геодезической системе координат ГСК или ITRF и геодезическими высотами.

7.3.4 Комплект материалов, передаваемых для фотограмметрической обработки, должен содержать следующие данные, объединенные в каталог:

- арта-схема объекта с его границами, а также с границами и идентификаторами съемочных участков;
- файлы с копиями сертификата или иного документа, содержащего значения параметров фотограмметрической калибровки, если АФС выполнялась топографической камерой;
- подкаталоги данных АФС по съемочным участкам, число таких подкаталогов должно быть равно числу съемочных участков.

7.3.5 Каждый подкаталог съемочного участка должен содержать подкаталог с файлами аэрофотоснимков, файл элементов внешнего ориентирования, файл паспорта АФС в виде копии подписанного документа, файл паспорта в текстовом формате, файл схемы покрытия АФС.

7.3.6 Передаваемые материалы должны отвечать требованиям разделов 9, 10, 11, ГОСТ Р 59328—2021, настоящего стандарта и технического задания. Для проверки качества материалов АФС осуществляется их технический контроль, в ходе которого проверяют:

- полноту покрытия съемочных участков, обеспечение границ съемочных участков;
- комплектность материалов и правильность их оформления;
- фотограмметрическое качество;
- фотографическое качество;
- соответствие требованиям технического задания, ГОСТ Р 59328 и настоящего стандарта.

8 Требования к геодезическому обеспечению

8.1 Содержание работ по геодезическому обеспечению. Общие требования

8.1.1 Работы по геодезическому обеспечению выполняют в соответствии с техническим проектом, эти работы в общем случае включают в себя следующие процессы:

- сбор данных о геодезической изученности района работ, получение информации о постоянно действующих дифференциальных станциях, ближайших пунктах ФАГС, IGS, ВГС и других пунктах ГГС и государственной нивелирной сети, каталогов координат и высот пунктов в государственной системе координат (ГСК), а также в референцной системе координат, на которой основана МСК, если результаты требуется представить в местной системе координат;
- подготовка рабочей программы по геодезическому обеспечению аэрофототопографической съемки;
- обследование пунктов, проверка сохранности пунктов и условий выполнения спутниковых измерений;
- составление проекта развития съемочной сети с указанием исходных пунктов и определяемых точек;
- составление программы спутниковых измерений, включающей перечень всех точек, на которых выполняются спутниковые измерения, время выполнения сеансов измерений и перечень точек, на которых выполняются измерения в одном сеансе;
- спутниковые измерения на точках съемочной геодезической сети, на пунктах ГГС, используемых для определения параметров преобразования координат из системы координат ГСК в референцную систему координат, на которой основана МСК (если она используется и требуется определить параметры преобразования), а также на точках государственной нивелирной сети;
- уравнивание съемочной геодезической сети, вычисление пространственных геодезических координат точек съемочной сети и остаточных невязок;
- спутниковые измерения на базовых станциях во время выполнения аэросъемки с целью относительного определения координат центров проекции аэрофотоснимков и начала системы координат лидара в системе координат ГСК (или ITRF, если используется метод PPP);

- планово-высотная геодезическая привязка опознаков (опорных и контрольных точек);
- определение параметров преобразования, связывающих систему координат ГСК с референцной системой координат, на которой основана МСК, если карта (план) или иная продукция создается в местной системе координат (при отсутствии значений параметров преобразования с допустимой погрешностью, полученных из официальных источников), вычисление остаточных расхождений;
- преобразование координат всех определяемых пунктов и точек из системы координат ГСК в МСК, если это предусмотрено в ТЗ;
- оценка погрешности преобразования высот по точкам государственной нивелирной сети;
- составление технического отчета (раздела отчета) по геодезическому обеспечению.

8.1.2 В рабочей программе по геодезическому обеспечению аэрофототопографической съемки детально отражают используемые исходные материалы и данные, порядок выполнения работ, особенности организации и выполнения процессов и создаваемые в ходе выполнения материалы и данные.

8.1.3 Спутниковые измерения на базовых станциях во время выполнения аэросъемки с целью определения координат центров проекции аэрофотоснимков и начала системы координат лидара выполняют с частотой записи данных не менее 1,0 Гц.

8.1.4 Допускается использовать постоянно действующие станции, погрешность координат которых в ГСК или ITRF документально подтверждена и удовлетворяет требованиям, изложенным в 8.2.3.

8.1.5 При продолжительности аэросъемочного полета не менее 50 мин, масштабе плана или карты 1:2000 и менее и высоте сечения рельефа 1,0 м и более для определения координат центров проекции аэрофотоснимков и начала системы координат лидара допускается применение метода точного абсолютного ГНСС определения местоположения (PPP).

8.1.6 Полевые спутниковые измерения следует выполнять с использованием двухчастотного (или более) мультисистемного ГНСС приемника, имеющего свидетельство об утверждении типа средств измерений и свидетельство о поверке, знак поверки или запись о поверке в формуляре.

8.1.7 Координаты и высоты пунктов съемочного обоснования вычисляют в принятой в Российской Федерации государственной системе координат (ГСК) и/или, когда это необходимо, в системе координат ITRF, а также в местной системе координат (уточняется в ТЗ) и в Балтийской системе высот 1977 года, если результаты аэрофототопографической съемки должны представляться в местной системе координат. Какие-либо другие системы координат и высот могут быть применены только если это указано в ТЗ. Применение системы координат ITRF допускается при выполнении спутниковых определений методом PPP (см. 8.2.3) или в случаях, когда для исходных пунктов не известны координаты в системе координат ГСК, но известны координаты в системе координат ITRF. Выполнение последующего преобразования полученных геодезических координат в геодезические координаты государственной системы координат ГСК является необходимым, если требуется определять координаты точек границ и контуров объектов недвижимости с СКП не более 10 или 20 см. Во всех прочих случаях различием систем координат ГСК-2011 и ITRF допускается пренебречь.

Примечание — Учитывая пренебрегаемо малое различие систем координат ГСК-2011 и ITRF в изложенных ниже положениях, в равной мере относящихся к обеим системам координат, указывается только государственная система координат.

Каталоги всех определенных точек в результате выполнения работ по геодезическому обеспечению должны быть представлены геодезическими координатами B, L, H в системе координат ГСК, а также плоскими прямоугольными координатами X, Y и нормальной высотой в Балтийской системе высот (если иное не требуется по ТЗ). В случае, когда продукция создается в МСК, также должны быть представлены каталог геодезических координат B, L, H в референцной для данной МСК системе координат и каталог координат X, Y в плоской системе координат принятой картографической проекции и нормальных высот в Балтийской системе высот.

8.1.8 Контроль погрешности определения координат точек съемочной сети и опознаков следует выполнять методами, изложенными в пункте 6.1 ГОСТ Р 57371—2016.

8.2 Требования к созданию съемочной геодезический сети

8.2.1 Плотность точек съемочной геодезической сети в виде совокупности пунктов временного или постоянного закрепления, координаты которых определены спутниковыми методами, должна быть такова, чтобы расстояние от базовой станции до любой точки траектории полета воздушного судна при выполнении аэросъемки не превышало значений, указанных в таблице Д.1 приложения Д. Для обеспечения съемки в целях решения задач кадастра недвижимости с точными определениями координат

точек границ и контуров объектов недвижимости, создания крупномасштабных топографических планов, а также съемки в горной местности рекомендуется проектировать сеть базовых станций таким образом, чтобы при выполнении аэрофотосъемки использовалось одновременно не менее двух базовых станций.

8.2.2 Средние погрешности планового положения пунктов съемочной геодезической сети (базовых станций) относительно пунктов государственной геодезической сети не должны превышать 0,1 мм в масштабе карты (плана) и 1/5 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости. Средние погрешности высот точек съемочной сети не должны превышать 1/10 высоты сечения рельефа и 1/2 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости.

8.2.3 Координаты точек съемочной геодезической сети (базовых станций) в системе координат ГСК или ITRF должны быть получены в результате спутниковых измерений, выполненных одним из следующих методов:

1) Спутниковые измерения статическим методом в течение не менее 4 ч относительно постоянно действующих дифференциальных станций, пунктов ФАГС, IGS, ВГС при условии, когда в радиусе до 100 км имеется один или более таких пунктов с известными геодезическими координатами в системе координат ГСК или ITRF.

2) Спутниковые измерения статическим методом в течение гринвичских суток (от полуночи до полуночи на Гринвиче) относительно пунктов постоянно действующих дифференциальных станций, пунктов ФАГС, IGS, ВГС при условии, когда в радиусе от 100 км до 500 км имеются один или более таких пунктов с известными геодезическими координатами в системе координат ГСК или ITRF.

3) Спутниковые определения методом PPP в течение не менее 6 ч, если в радиусе до 500 км отсутствуют постоянно действующие дифференциальные станции, пункты ФАГС, IGS, ВГС с известными геодезическими координатами в системе координат ГСК или ITRF или обстоятельства препятствуют их использованию.

Среднеквадратическая погрешность планового положения используемых постоянно действующих дифференциальных станций относительно ближайших пунктов ФАГС и ВГС должна быть документально подтверждена и не превышать 0,1 мм в масштабе карты (плана) и 1/5 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости. Средние погрешности высот не должны превышать 1/10 высоты сечения рельефа и 1/2 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости.

8.2.4 Количество пунктов съемочной сети (базовых станций), определенных указанными выше методами, должно обеспечивать требуемую плотность в соответствии с 8.2.1, но не должно быть меньше двух, если спутниковые определения выполнялись методом PPP или относительно одного исходного пункта (ГГС, IGS, постоянно действующей дифференциальной станции). При этом также должны быть выполнены относительные измерения между определяемыми пунктами и уравнивание сети. Вычисленные остаточные невязки после уравнивания сети, выраженные в виде смещения в плановом положении (геодезические координаты широта и долгота) и в высотном отношении (геодезическая высота), не должны превышать 7/10 допустимых средних погрешностей, указанных в 8.2.2.

В случае, когда требуемая плотность точек съемочной сети обеспечивается несколькими пунктами, число пунктов съемочной сети (базовых станций), независимо определенных указанными выше методами, может быть минимальным (не менее двух), но достаточным для того, чтобы от этих пунктов в качестве исходных пунктов затем развить съемочную сеть необходимой плотности при условии удаленности дополнительных пунктов от исходных на расстояние не более 50 км при аэрофототопографической съемке в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000 и не более 60 км — для более мелких масштабов. В этом случае должны быть выполнены относительные измерения между исходными пунктами сети и дополнительно определяемыми пунктами съемочной геодезической сети, а также измерения между дополнительно определяемыми пунктами, так, чтобы каждый дополнительный пункт был определен относительно не менее двух исходных и одного дополнительного. Вычисленные остаточные невязки после уравнивания сети, выраженные в виде смещения в плановом положении (геодезические координаты широта и долгота) и в высотном отношении (геодезическая высота), не должны превышать 7/10 допустимых средних погрешностей, указанных в 8.2.2.

На пунктах съемочной сети, определяемых относительно исходных пунктов сети сгущения, выполняют относительные определения в режиме статики при продолжительности сеанса не менее 1 ч в зависимости от условий. При высоте сечения рельефа 0,5 м и/или выполнении съемки для точных определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости, или при неблагоприятных

условиях — в статическом режиме в течение 1,5—2,0 ч, если в эксплуатационной документации спутниковой аппаратуры не содержатся более жесткие рекомендации.

Следует оценивать погрешности измерений, используя функциональные возможности ГНСС-приемника и программного средства обработки спутниковых измерений (например, СКП определения координат и высот центров проектирования, вычисленные по внутренней сходимости).

Все определяемые пункты по возможности должны быть совмещены с пунктами ГГС и/или государственной нивелирной сети.

8.2.5 Исходные пункты сети сгущения, созданные одним из перечисленных в 8.2.3 методов, а также пункты съемочной сети на территории населенных пунктов и промышленных площадок должны быть закреплены на местности долговременными знаками, если это указано в ТЗ или предполагается периодическая работа на данной территории. Прочие пункты съемочной геодезической сети закрепляют временными знаками, если такой пункт не расположен на хорошо опознаваемой (с предельной погрешностью не более 0,05 мм в масштабе карты или плана) контурной точке местности и не используется для обеспечения работ по определению координат границ и контуров объектов недвижимости. В качестве временного знака рекомендуется использовать металлическую трубу длиной не менее 40 см, вбитую в грунт вровень с землей, с оформлением окопкой (если это позволяют условия местности).

8.2.6 Всем пунктам съемочной геодезической сети должен быть присвоен идентификатор (имя), в качестве которого допускается использовать название ближайшего населенного пункта или иного крупного объекта. Идентификатор исходного пункта дополнительно должен содержать соответствующий признак. На все пункты составляется описание, состоящее из аэрофотоснимка или фрагмента космического снимка, на котором отмечено его положение, а также абриса и описания по форме, представленной на рисунке Е.1 в приложении Е.

8.2.7 Места расположения пунктов съемочной сети следует выбирать на открытых участках местности, свободных от зданий и сооружений, густой древесной растительности, загораживающих участки неба с вероятным расположением спутников. Также следует исключить расположение вблизи (менее 1 км) мощных источников радиосигналов, подвесных высоковольтных линий электропередач, металлических сооружений и электрического оборудования (менее 50 м).

8.2.8 Перед началом спутниковых измерений следует убедиться в приеме сигналов от спутников (отсутствии источников помех).

8.2.9 При выполнении спутниковых измерений рекомендуется использовать угол отсечки, равный 15°. Углы отсечки менее 10° не рекомендуются.

8.2.10 В техническом отчете должны быть отражены следующие результаты работ по созданию съемочной геодезической сети:

1) результаты обследования;

2) перечень пунктов ГГС, IGS и постоянно действующих дифференциальных станций с координатами в ГСК или ITRF, используемых в качестве геодезической основы,

3) перечень имеющихся на территории объекта съемки пунктов ГГС в референцной системе координат МСК, если требуется представить результаты аэрофототопографической съемки в МСК;

4) перечень имеющихся на территории объекта использованных пунктов государственной нивелирной сети;

5) схема развития съемочной сети, на которой должны быть показаны все исходные и определяемые пункты и точки;

6) используемые методы определения координат точек сети;

7) материалы и сведения, характеризующие условия выполнения измерений на каждой точке:

- тип используемого ГНСС-приемника, марка и модель антенны,

- фотографии, однозначно и четко показывающие расположение точки относительно ближайших объектов местности, внешний вид пункта со знаком постоянного или временного закрепления или контурной точки местности, фиксирующей положение определяемой точки;

- фотографии ГНСС приемников, установленных над точкой, на которых отчетливо виден метод измерения высоты антенны и отсчет при выполнении измерения;

- фотографии антенн ГНСС приемников крупным планом, сделанные в полевых условиях, на которых отчетливо видны марка и модель антенны;

- описание расположения пункта съемочной сети;

8) список точек съемочной геодезической сети, включая базовые станции, с геодезическими координатами (широта, долгота, высота) в системе координат ГСК;

9) программное обеспечение, использованное для обработки спутниковых измерений;

10) характеристика результатов обработки, в том числе: остаточные невязки в плановом отношении и по высоте, полученные при уравнивании сети по избыточным измерениям, погрешности измерений, полученные с использованием функциональных возможностей ГНСС-приемника и программного средства обработки спутниковых измерений.

8.3 Требования к планово-высотной подготовке аэрофотоснимков и привязке контрольных точек

8.3.1 Планово-высотную подготовку аэрофотоснимков выполняют с целью получения набора данных, необходимых для последующего определения элементов внешнего ориентирования (ЭВО) аэрофотоснимков. Такими данными могут быть:

- координаты фазового центра антенны бортового геодезического спутникового приемника, полученные с помощью бортовых ГНСС измерений во время выполнения аэрофотосъемки на моменты экспонирования;
- результаты угловых измерений, полученных с помощью инерциального измерительного устройства (при наличии ИИУ в составе бортовой аэрофотосъемочной аппаратуры),
- пространственные координаты опознаков, используемых в качестве опорных точек.

8.3.2 Определение элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков выполняют путем вычисления координат точек фотографирования по данным бортовых спутниковых измерений и угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков по данным ориентации ИИУ (при наличии ИИУ в составе бортовой аппаратуры) с учетом углов выставки камеры относительно системы координат инерциального измерительного устройства и параметров редукции фазового центра антенны спутникового приемника к центру проекции аэрофотокамеры. ЭВО необходимо уточнять в результате уравнивания блочной сети фототриангуляции в следующих случаях:

- отсутствие ИИУ, удовлетворяющего требованиям пункта 5.5.2 ГОСТ Р 59328—2021, в составе бортовой аэрофотосъемочной аппаратуры;
- съемка рельефа методом стереотопографической съемки;
- масштаб создаваемого плана крупнее, чем 1:2000;
- выполнение аэрофототопографической съемки с целью точных определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости.

Использование опознаков в качестве опорных точек при уравнивании фотограмметрической сети является обязательным при съемке линейных объектов с одного маршрута и при наличии выступающих одним маршрутом частей блока, а также в тех случаях, когда известно, что координаты точек фотографирования не могут быть получены в результате бортовых спутниковых измерений с допустимой погрешностью, или при необходимости съемки рельефа со средней погрешностью не более 0,25 м с применением самокалибровки.

СКП определения планового положения точек фотографирования относительно базовых станций в результате послеполетной обработки спутниковых измерений не должны превышать 0,15 мм в масштабе карты (плана) и 3/10 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости. СКП высот не должны превышать 0,3 высоты сечения рельефа и 3/4 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости.

8.3.3 Для контроля результатов фототриангуляции и обработки данных воздушного лазерного сканирования используют контрольные планово-высотные опознаки. Каждый отдельно уравниваемый блок должен быть обеспечен контрольными опознаками в количестве не менее чем N = число НЛ, покрываемых блоком/20+2,5 (округленное до ближайшего целого), которые используются для оценки погрешности пространственных фотограмметрических определений, ЦМР, ортофотоплана, конечного результата в виде топографической карты или плана, а также координат характерных точек недвижимости. Эти точки должны располагаться равномерно по площади блока. При выполнении аэрофототопографической съемки с целью точных определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости и плана масштаба 1:500 каждый отдельно уравниваемый блок должен быть обеспечен контрольными опознаками в количестве не менее, чем N = число НЛ, покрываемых блоком/90+2,5 (округленное до ближайшего целого).

8.3.4 При съемке линейных объектов с одного маршрута проектируют опорные опознаки через каждые 25 базисов фотографирования для каждого условно прямолинейного участка, а также проектируют опорные опознаки общие для пересекающихся маршрутов в точках поворота трассы и

по одной контрольной точке в интервале между точками поворота, но не менее пяти точек на весь объект съемки. При съемке линейных объектов двумя условно параллельными маршрутами должны быть запроектированы контрольные опознаки в интервалах между точками поворота, но не менее 5 на весь объект съемки.

В случаях, когда имеются выступающие более чем на 8 базисов отдельные маршруты блока, не имеющие поперечных перекрытий, должны быть предусмотрены опорные точки на выступающих частях не менее чем через 18 базисов, начиная с 9-го выступающего аэрофотоснимка и включая точку в зоне перекрытия последних двух снимков.

8.3.5 Общее число контрольных точек, используемых для контроля промежуточных и конечных результатов аэрофототопографической съемки всего объекта, должно быть не менее чем:

1 точка на 9 номенклатурных листов плана масштабов 1:500—1:2000;

1 точка на 4 номенклатурных листа плана масштаба 1:5000 и карты масштаба 1:10000;

1 точка на каждый номенклатурный лист карты масштаба 1:25000.

Если объект съемки представляет собой совокупность территорий сельских населенных пунктов площадью менее 9 номенклатурных листов, то территория каждого населенного пункта должны быть обеспечена не менее, чем одной контрольной точкой.

Общее число контрольных точек включает в себя как контрольные опознаки, используемые для контроля фототриангуляции (см. 8.3.3), так и дополнительно запроектированные. В качестве дополнительно запроектированных контрольных точек могут использоваться точки фотограмметрического сгущения, выбранные оператором на четких контурах местности и измеренные вручную двумя приемами или с контролем вторым оператором с составлением абриса.

Число контрольных точек, координаты которых определены в результате полевых геодезических измерений, не должно составлять менее 25 % от требуемого общего числа контрольных точек.

8.3.6 В качестве опознаков могут и по возможности должны быть использованы опознаваемые на аэрофотоснимках с погрешностью не более 0,1 мм в масштабе карты (плана) и 1/5 допустимой СКП определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости пункты ГГС и нивелирной сети, на которых выполнялись спутниковые определения.

8.3.7 Планово-высотную привязку опорных и контрольных опознаков осуществляют путем относительных спутниковых определений от пунктов развитой съемочной сети двухчастотным ГНСС-приемником статическим методом или иным в зависимости от допустимой средней погрешности определения положения опознаков при удалении от базовой станции не более, чем указано в таблице Д.1 приложения Д. Средние погрешности определения планового положения опознаков относительно точек съемочной геодезической сети (базовых станций) не должны превышать 0,1 мм в масштабе карты (плана) и 1/5 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости. Средние погрешности высот опознаков не должны превышать 1/10 высоты сечения рельефа и 1/2 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости.

8.3.8 Размещение опорных и контрольных опознаков следует предварительно проектировать на картографическом материале, отображающем объект съемки. Расположение проектируемого опознака уточняют на аэрофотоснимке. Окончательное решение о выборе той или иной точки объекта местности в качестве опознака принимают непосредственно в полевых условиях на основе проверки, достаточно ли уверенно данная контурная точка опознана на снимках.

В исключительных случаях допускается проектирование размещения опознаков при отсутствии материалов аэрофотосъемки на момент выполнения полевых работ с использованием космических снимков достаточного для этих работ пространственного разрешения. При этом в качестве опознаков должны выбираться объекты, вероятность опознавания, сохранность и неизменность положения которых до завершения аэросъемки не вызывает сомнений. В таких случаях абрис и описание опознака должны быть более подробными и содержать описание окружающей местности, позволяющее однозначно найти точку на снимке.

В качестве контрольных опознаков используют четкие контуры объектов местности, уверенно, с погрешностью не более 0,1 мм в масштабе карты или плана, опознаваемые на снимках и на будущей карте или плане. Эти точки должны располагаться на поверхности земли.

Примеры (для плана масштаба 1:2000 и крупнее)

Четкий угол асфальтового, бетонного или плиточного покрытия.

1 Угол деталей дорожной разметки.

2 Люк подземных коммуникаций.

3 Четкие углы пешеходных дорожек.

Для масштабов мельче 1:2000 могут быть использованы и другие контурные точки местности, опознаваемые с допустимой погрешностью: углы оснований опор высоковольтных линий электропередач, углы оснований крылец, углы бетонных плит, углы грунтовых дорог и пересечения троп. При использовании столбов в качестве опознаков рекомендуется на абрисе и в текстовом описании указывать точку, к которой относятся определенные координаты.

Пример — Западный край основания цилиндрического столба ЛЭП.

Не рекомендуется выбирать в качестве опознаков углы оснований строений (для масштаба 1:1000 и 1:500), низкие столбики и выходы труб, размер в поперечнике которых меньше номинального пространственного разрешения аэрофотоснимка или сопоставим с ним.

8.3.9 При отсутствии надежно опознаваемых естественных контуров объектов местности перед производством аэрофотосъемки должна быть выполнена маркировка опознаков маркировочными знаками (марками). Маркируются опорные и контрольные точки, используемые в уравнивании и контроле фотограмметрического блока, а также в оценке погрешностей ортофотоплана, карты плана. Если ортофотоплан не создается, все контрольные точки, определяемые помимо точек, используемых в фототриангуляции, и дополняющие общее число контрольных точек до требуемого, должны быть определены на четких, хорошо опознаваемых (см. 8.3.8) контурах объектов местности и не маркируются. Маркированный опознак закрепляют знаком временного закрепления. Центр симметрии марки должен совпадать с центром знака временного закрепления с погрешностью, не превышающей 0,04 мм в масштабе карты (плана) и 1/10 допустимой СКП координат определяемых характерных точек границ и контуров объектов недвижимости.

8.3.10 Маркировочные знаки должны иметь форму, размеры и цвет, обеспечивающие их надежное обнаружение и опознавание на аэрофотоснимке, а также и уверенное наведение на центр марки. При отсутствии естественного фона, обеспечивающего высокий контраст, следует проектировать его искусственное создание или применять знак, содержащий в себе сочетание контрастных светлых и темных полей. Общий размер маркировочного знака должен быть не менее 8 размеров проекции пикселя на местности. При проектировании маркировочного знака в виде креста ширина каждого луча должна быть не менее размера проекции пикселя.

Для маркировки должны использоваться материалы, обеспечивающие сохранность маркировочного знака в течение всего промежутка времени, от маркировки до завершения аэросъемки.

8.3.11 Привязанный в полевых условиях опознак должен быть показан (обведен кружком) на одном из аэрофотоснимков, на котором он опознается; рядом должен быть указан номер опознака. Опознак обозначают на том снимке, который непосредственно используется в полевых работах по привязке. Этот снимок сдают в составе комплекта материалов. При отсутствии аэрофотоснимков допускается использовать фрагмент детального космического снимка. Если для работы со снимками в полевых условиях используется переносное устройство (планшет, телефон, ноутбук), опознаки показываются на цифровых снимках. Имя файла цифрового снимка должно содержать: опознак, название объекта съемки, год и номера (идентификаторы) опознаков, которые на нем показаны.

Пример — Опознак _Курск_2017_оп23_оп54.

Если опознак показан на отпечатанном на бумаге снимке, он прилагается к абрису опознака.

8.3.12 Каждый опознак сопровождают абрисом и при необходимости — кратким, но исчерпывающим текстовым описанием, характеризующим положение опознака относительно ближайших уверенно опознаваемых объектов местности и позволяющим однозначно и с допустимой погрешностью опознать точку на снимке. На абрисе и в текстовом описании должна быть однозначно указана точка, к которой относятся координаты и высота, записанные в каталоге.

Пример — Северный угол газона, внешний угол бордюрного камня, отметка по основанию бордюрного камня.

Абрис должен быть представлен в виде файла (Word или PDF), содержащего схематическое изображение положения опознака относительно окружающих объектов местности и/или фотоизображение (фотоабрис). На абрисе подписывают номер опознака и снимок, на котором он опознан. Форма и пример абриса с описанием даны в приложении Е, рисунок Е.1. Имя файла абриса и описания опознака должно иметь следующую структуру: Абрис_ <название объекта съемки> _<год>_# <номер опознака>.

Пример — Абрис_ Курск_2017_оп23.

Фотоабрис должен иметь достаточно обзорный характер, чтобы уверенно характеризовать расположение опознака. Кроме обзорного фотоабриса должен быть дан детальный фотоабрис, однозначно показывающий положение инструмента над точкой. Если в полевых условиях абрис составлялся на бумаге, в камеральных условиях он затем сканируется и дополняется фотоабрисами.

8.3.13 При помещении материалов в Федеральный фонд пространственных данных, региональные или ведомственные фонды составляется фотоабрис, образец оформления которого приведен на рисунке Е.2 в приложении Е.

При оформлении фотоабриса наименование опознака формируют с учетом НЛ масштаба 1:100 000, в пределах которого он расположен (для масштабов съемки 1:2 000 — 1:25 000), или названия населенного пункта (для планов масштабов 1:5 000 и крупнее на населенные пункты).

Пример — М-38-035_КТ_001, *где* ***М-38-035 —*** *номенклатура листа масштаба 1:100 000,* ***КТ*** *— контрольная точка (или* ***ОТ*** *— опорная точка),* ***001*** *— номер точки для данного НЛ.*

Петровка_КТ_001, *где* ***Петровка —*** *название населенного пункта,* ***КТ*** *— контрольная точка (или* ***ОТ*** *— опорная точка),* ***001*** *— номер точки для данного НЛ.*

Название файла абриса должно соответствовать наименованию контрольной (опорной) точки в каталоге.

Вверху абриса приводят наименование опознака, например Новосибирск_ОТ-137.

Под названием располагают фотосхему расположения опознака, для изготовления которой используют аэрофотоснимок или детальный космический снимок. Место расположения опознака на снимке обозначают условным знаком. В верхнем левом углу контрастным по отношению к снимку цветом дают описание и координаты опознака. Под фотосхемой расположения опознака размещают наземные фотоабрисы опознака на фоне окружающей местности, в том числе выбранной в качестве опознака точки местности крупным планом с обязательным ее указанием графическими средствами. Ниже располагают фотоабрис опознака на аэрофотоснимке, представляющий собой увеличенную часть аэрофотоснимка, на котором данная точка уверенно опознается. Положение опознака отмечают кружком с точкой внутри, соответствующей точке привязки опознака.

Обзорная фотосхема и фотоабрис должны быть ориентированы на север. Внизу абрис заверяется подписями исполнителей и должностного лица, выполнившего проверку.

После окончательной подготовки фотоабрис формируют в формате *.jpg и представляют в виде отдельного файла на каждую контрольную (опорную) точку.

8.3.14 Допускается следующее содержание комплекта материалов создания съемочной геодезической сети и планово-высотной привязки опознаков, если иное не указано в ТЗ:

- схема планово-высотной привязки в виде файла, на котором показаны границы объекта съемки, рамки номенклатурных листов создаваемой карты (плана), расположение фактически выбранных и привязанных опознаков с их номерами;
- аэрофотоснимки, или фрагменты космических снимков, на которых опознаны и обозначены привязанные опознаки (в виде файлов цифровых изображений, как исключение — на бумажном носителе);
- абрисы с описаниями опознаков (в виде файлов);
- каталоги координат опознаков;
- координаты использованных пунктов геодезической основы, полученные из каталога;
- каталог координат точек съемочной геодезической сети, в том числе базовых станций, относительно которых выполнялись спутниковые определения на опознаках и на борту воздушного судна;
- координаты и высотные отметки использованных пунктов ГГС и государственной нивелирной сети, на которых выполнялись спутниковые определения, полученные из каталога;
- координаты использованных пунктов ГГС и государственной нивелирной сети, на которых выполнялись спутниковые определения, полученные в результате ГНСС-определений.

8.3.15 Перечисленные в 8.3.14 каталоги, кроме координат использованных пунктов геодезической основы, представляют следующими вариантами файлов:

- каталог геодезических координат: широта, долгота, высота в системе координат ГСК;
- каталог плоских прямоугольных координат X, Y в картографической проекции и нормальных высот H в Балтийской или иной требуемой в ТЗ системе отсчета высот, полученный в результате

преобразования геодезических координат в системе ГСК в плоские координаты картографической проекции;

- каталог геодезических координат опознаков: широта, долгота, высота в референцной системе координат, на которой основана МСК, полученный в результате преобразования геодезических координат в системе координат ГСК, если конечные продукты требуется представить в МСК;

- каталог плоских прямоугольных координат X, Y в картографической проекции и нормальных высот H в Балтийской или иной требуемой в ТЗ системе отсчета высот в МСК; если конечные продукты требуется представить в МСК.

Каждый каталог должен содержать следующее:

- заголовок (например, *Каталог координат опознаков)*;
- организация-исполнитель;
- наименование проекта (объекта работ),
- сведения о системе координат и единицы измерения координат (например, ГСК: широта, долгота, геодезическая высота, градус, или ГСК в проекции Гаусса-Крюгера, метр);
- система высот (например, *геодезическая высота* или *Балтийская*);
- фамилия и инициалы ответственного исполнителя, выполнившего работы по привязке опознака, обработке измерений и составлению каталога);
- дата составления каталога;
- оценки СКП, с которой определены координаты точек;
- координаты в указанной системе координат: для каждой точки отдельная строка: номер (идентификатор, состоящий из произвольных символов), координаты (например, геодезические координаты: широта, долгота и высота).

При помещении материалов в Федеральный фонд пространственных данных, региональные или ведомственные фонды рекомендуется следующее содержание каталога:

В заголовке каталога:

- название каталога;
- сведения о системе координат и единицы измерения координат (например, ГСК: широта, долгота, геодезическая высота, градус, или ГСК в проекции Гаусса-Крюгера, метр);
- сведения о системе высот (например, *геодезическая высота* или *Балтийская*);

Для каждой точки указывают:

- наименование опознака;
- координаты в указанной системе координат;
- высоту в указанной системе высот;
- описание опознака;
- тип опознака;

Примеры типов опознака —

1 СГС

2 ГГС

- организацию исполнителя.

Каталог подписывает ответственный исполнитель, выполнивший работы по привязке опознака, обработке измерений и составлению каталога.

Пример заполнения каталога координат опознаков приведен в приложении Ж.

Каталог представляют в виде текстового файла с именем следующей структуры: Каталог_<обозначение каталога> …._<Наименование объекта работ (проекта) >_<год >_<система координат и высот >_<номер части>, где Каталог — постоянная (неизменная часть) имени; номер части — номер части, если каталог создают не на весь объект сразу.

Примеры имени файла каталога опознаков —

1 Каталог_ОП_Калуга_ГСК-2011 BLH_#3.

2 Каталог_ОП_Калуга_ГСК-2011 XYH Балт_#3.

3 Каталог_ОП_Калуга_МСК XYH Балт_#3.

Пример имени файла каталога базовых станций —

Каталог_БС_Калуга_ГСК-2011 BLH_#3.

Пример имени файла каталога пунктов ГГС —

Каталог_ГГС_Калуга_ГСК-2011 BLH_#3.

8.4 Преобразование координат в требуемую систему координат и систему высот

8.4.1 Если карта или план должны быть представлены в картографической проекции в системе координат ГСК, то преобразование геодезических координат не требуется. Для перехода от геодезических высот к нормальным высотам используется цифровая карта высот квазигеоида (геоида), например EGM 2008:

$$H' = H - \zeta, \tag{2}$$

где H' — нормальная высота; H — геодезическая высота; ζ — высота квазигеоида в данной точке, полученная по цифровой карте высот квазигеоида (геоида).

Так как используемая цифровая карта высот квазигеоида (геоида) в общем случае может не позволять перейти непосредственно к Балтийской системе нормальных высот, то к полученным с использованием карты высот квазигеоида отметкам следует прибавить поправку δH, вычисленную по формуле

$$\delta H = \frac{\sum(H_i^0 - H_i')}{n}, \tag{3}$$

где H_i' — нормальная высота пункта ГГС или государственной нивелирной сети, полученная в результате перехода от геодезической высоты к нормальной с использованием модели высот квазигеоида; H_i^0 — нормальная высота пункта в требуемой системе высот из каталога; n — число использованных пунктов.

8.4.2 В тех случаях, когда требуется создать продукцию в отличной от ГСК местной системе координат (МСК), основанной на референцной системе координат СК-42 или СК-95, необходимо выполнить преобразование координат по ГОСТ 32453—2017 (пункт 5.2) с использованием семи локальных параметров преобразования и перейти к требуемой системе высот (Балтийской), как изложено в 8.4.6.

8.4.3 При отсутствии значений локальных параметров преобразования координат из официальных источников следует их вычислить, используя геодезические или соответствующие им пространственные прямоугольные координаты X, Y, Z пунктов ГГС в системе координат ГСК, полученные из спутниковых определений, и значения координат из каталога в референцной системе координат, на которой основана МСК. С этой целью при проектировании работ по геодезическому обеспечению необходимо предусмотреть выполнение спутниковых определений координат на пунктах ГГС, для которых из каталога известны координаты в системе координат МСК, но не известны координаты в системе координат ГСК. Если используемая цифровая карта высот квазигеоида или геоида (например, EGM 2008) не позволяет перейти непосредственно к Балтийской системе нормальных высот, рекомендуется также выполнить спутниковые определения на нескольких пунктах государственной нивелирной сети.

8.4.4 Количество пунктов государственной нивелирной сети и ГГС, используемых для определения параметров преобразования координат, должно быть 5—8, в зависимости от площади территории объекта съемки. Пункты ГГС и государственной нивелирной сети должны равномерно располагаться по территории и за ее пределами так, чтобы территория объекта съемки вписывалась в границы области, покрытой сетью таких пунктов, если объектом топографической съемки является субъект Российской Федерации или значительная его часть. Если объектом съемки является небольшая по площади территория по сравнению с субъектом Российской Федерации (например, город), пункты должны располагаться в том числе за пределами объекта.

8.4.5 В общем случае, когда цифровая карта высот квазигеоида представлена в системе координат ГСК или пренебрегаемо отличной от нее системе координат ITRF, но не позволяет перейти непосредственно к Балтийской системе нормальных высот, вычисления локальных параметров преобразования координат из системы координат ГСК в референцную систему координат МСК следует выполнять в следующем порядке:

1) определение высоты квазигеоида ζ на пунктах ГГС и нивелирной сети относительно общего земного эллипсоида ГСК 2011 или ITRF с использованием имеющейся цифровой карты высот квазигеоида (геоида);

2) вычисление высот квазигеоида ζ^0на пунктах ГГС и нивелирной сети относительно эллипсоида системы координат ГСК или ITRF, соответствующих Балтийской системе высот по формуле

$$\zeta^0 = H^O - H^{\prime}_K, \quad (4)$$

где $H^{\prime}_K$ — нормальная высота пункта в Балтийской системе высот из каталога, H^O — геодезическая высота пункта, полученная в результате спутниковых измерений;

3) вычисление среднего расхождения высот квазигеоида $\Delta\zeta$ на пунктах ГГС и нивелирной сети по формуле

$$\Delta\zeta = \frac{\sum(\zeta_i^0 - \zeta_i)}{n}, \quad (5)$$

где ζ_i^0 — значения высот квазигеоида (геоида), полученные из спутниковых измерений, ζ_i — значения высот квазигеоида (геоида), полученные по цифровой карте высот квазигеоида (геоида);

4) вычисление геодезических высот H' пунктов ГГС относительно эллипсоида референцной системы координат, на которой основана МСК по формуле

$$H' = H^{\prime}_Б + \zeta' + \Delta\zeta, \quad (6)$$

где $H^{\prime}_Б$ — каталожное значение нормальной высоты пункта в Балтийской системе высот,

ζ' — высота квазигеоида на пункте, полученная по преобразованной цифровой карте высот квазигеоида, $\Delta\zeta$ — расхождение высот квазигеоида, вычисленное по формуле (5);

5) вычисление прямоугольных пространственных координат X, Y, Z пунктов в системе координат ГСК, а также в референцной системе координат, на которой основана МСК по ГОСТ 32453—2017 (пункт 5.1.1);

6) вычисление по методу наименьших квадратов семи параметров преобразования из системы условных уравнений, основанных на формулах преобразования пространственных прямоугольных координат, данных в ГОСТ 32453—2017 (пункт 5.2), и остаточных расхождений в плановом отношении и по высоте на использованных пунктах ГГС. Среднее (по модулю) значение невязок не должно превышать допустимых погрешностей, установленных в 8.2.2.

Примечание — Вычисления параметров преобразования, а также сами преобразования координат выполняют с использованием доступного специального программного средства, предназначенного для определения параметров преобразования и выполнения преобразования координат.

8.4.6 Переход от координат точек (базовых станций, опознаков и координат точек фотографирования) в системе координат ГСК или ITRF к геодезическим координатам в референцной системе координат МСК осуществляют с использованием полученных семи локальных элементов преобразования. Вычисление плоских прямоугольных координат X, Y в картографической проекции выполняют по формулам проекции Гаусса-Крюгера или равноугольной поперечной цилиндрической проекции Меркатора с использованием характерных для данной МСК параметров. Переход от геодезических высот H к нормальным высотам $H^{\prime}_Б$ в Балтийской системе высот осуществляют по формуле

$$H^{\prime}_Б = H - \zeta' - \Delta\zeta, \quad (7)$$

где ζ' — значение высоты квазигеоида (геоида) для данной точки, определенное по цифровой карте высот квазигеоида (геоида) по геодезическим координатам в системе координат ГСК; $\Delta\zeta$ — вычисленное по формуле (5) среднее расхождение высот квазигеоида на пунктах ГГС и нивелирной сети.

8.4.7 Для оценки погрешности перехода от геодезических высот к нормальным высотам в требуемой системе (Балтийской) для всех пунктов ГГС и государственной нивелирной сети, для которых были выполнены спутниковые определения их координат и последующие преобразования, изложенные в 8.4.5, вычисляют расхождения значений высот в Балтийской системе между каталожными значениями и вычисленными. Среднее расхождение (по модулю) не должно превышать значений допустимых погрешностей, высот точек съемочной сети, указанных в 8.2.2.

8.4.8 В техническом отчете должны быть отражены результаты определения параметров преобразования координат и самого преобразования координат и высот, включая:

- используемые исходные данные,
- полученные и/или использованные значения параметров преобразования координат,
- остаточные невязки в плановом положении и по высоте на использованных пунктах ГГС и их средние по абсолютной величине значения, свойственные применению использованных значений параметров преобразования,

- расхождения значений высот в Балтийской системе высот между каталожными значениями и вычисленными на пунктах ГГС и государственной нивелирной сети и среднее (по модулю) значение расхождения.

8.5 Требования к метрологическому обеспечению

При проведении геодезических измерений в соответствии с действующим законодательством должны применяться средства измерения утвержденного типа с неистекшим сроком поверки.

9 Требования к процессам камеральной обработки

9.1 Содержание работ камеральной обработки

9.1.1 Камеральная обработка в общем случае включает в себя следующие виды работ:

- фотограмметрические работы;
- обработка данных воздушного лазерного сканирования (если выполнялась лидарная съемка);
- работы по составлению оригинала карты (плана);
- дешифрирование и векторизация границ и контуров объектов недвижимости.

Необходимость тех или иных работ и их конкретное содержание зависят от целей аэрофототопографической съемки и ее технологической схемы, изложенных в ТЗ и техническом проекте.

9.1.2 Фотограмметрические работы в общем случае охватывают процессы:

- подготовительные работы;
- фототриангуляция;
- создание ЦМП и ЦМР для ортотрансформирования аэрофотоснимков и/или для отображения рельефа на топографической карте (плане);
- ортотрансформирование и монтаж ортофотоплана.

9.1.3 Дешифрирование и векторизацию границ и контуров объектов недвижимости допускается выполнять непосредственно после фототриангуляции следующими способами:

- с использованием стереоскопической модели местности, построенной по паре перекрывающихся аэрофотоснимков (стереопаре), визуально наблюдаемой и измеряемой исполнителем;
- с использованием пары или нескольких перекрывающихся снимков без построения визуально наблюдаемой стереоскопической модели; при этом определение пространственных координат интересующих точек местности выполняют так же, как в стереоскопической съемке, путем вычисления прямой фотограмметрической засечки по координатам идентичных точек, отождествленных на двух и более перекрывающихся снимках (способ прямой фотограмметрической засечки);
- по ортофотоплану.

Дешифрирование и векторизация границ и контуров объектов недвижимости с СКП не более 10 см и 20 см по ортофотоплану не допускаются.

9.1.4 Обработка данных воздушного лазерного сканирования состоит из следующих этапов:

- первичная обработка;
- контроль погрешности ТЛО по расхождениям в межмаршрутных перекрытиях, уравнивание данных ТЛО многомаршрутной съемки;
- классификация точек лазерных отражений (выделение точек земной поверхности) и формирование ЦМР;
- контроль плотности точек ЦМР;
- контроль погрешности ЦМР по опорным точкам и взаимной согласованности ЦМР и точек фотограмметрического сгущения;
- преобразование ЦМР в требуемую систему координат и высот с учетом модели квазигеоида.

9.1.5 Работы по составлению оригинала карты (плана) в общем случае включают в себя следующие процессы:

- подготовительные работы;
- камеральное дешифрирование аэрофотоснимков и векторизация контурной части карты или плана, ввод семантической информации;
- загрузка файлов ЦМР (классифицированных точек земной поверхности) и построение триангуляционной модели;
- построение горизонталей с требуемым сечением рельефа;

- сглаживание горизонталей;
- построение структурных линий;
- расстановка подписей и бергштрихов;
- ручная доработка горизонталей с учетом структурных линий, ручная доработка бергштрихов и подписей;
- отображение объектов рельефа, не выражающихся горизонталями;
- нанесение точек с отметками высот;
- контроль качества векторной карты (плана);
- сводка номенклатурных листов;
- представление цифровой векторной карты в требуемом формате.

9.2 Фотограмметрические работы

9.2.1 Исходными материалами и данными для выполнения фотограмметрических работ являются:
- материалы аэрофотосъемки в составе, указанном в 7.3.4 и 7.3.5;
- комплект материалов планово-высотной привязки опознаков в составе, указанном в 8.3.14;
- элементы трансформирования координат из системы координат ITRF в требуемую систему координат и параметры картографической проекции местной системы координат (если результаты работ представляют в МСК);
- цифровая модель рельефа, если создают ортофотоплан и для этого используется ЦМР, полученная по данным лидарной съемки или из внешних источников.

9.2.2 Конкретное содержание фотограмметрических работ зависит от масштаба создаваемой карты или плана и методов съемки рельефа и ситуации (контуров объектов). Перед началом фотограмметрических работ составляют рабочую программу, уточняющую и детализирующую технический проект, содержащую вопросы организации работ, распределения по исполнителям, сроки выполнения, используемые методы и программные средства, значения используемых в них параметров (стандартные отклонения исходных значений элементов внешнего ориентирования, координат опознаков и проч.).

9.2.3 В общем случае фотограмметрические работы включают следующие процессы:
- фототриангуляция,
- создание ЦМП;
- создание ортофотоплана.

9.2.4 Если для съемки рельефа используется воздушное лазерное сканирование и проектом не предусмотрено определение координат точек границ и контуров объектов недвижимости с допустимой СКП 10—20 см или создание плана (ортофотоплана) масштаба крупнее, чем 1:2000, фототриангуляцию можно не выполнять при наличии в составе аэрофотосъемочной системы ИИУ, удовлетворяющей требованиям пункта 5.5.2 ГОСТ Р 59328—2021. Такое решение допускается использовать при съемке малоконтурной местности, большие площади которой заняты лесами. Контроль точности фотограмметрических построений с использованием имеющихся в распоряжении элементов внешнего ориентирования в таких случаях выполняют путем стереоскопических измерений координат контрольных точек и сравнения их со значениями из каталога.

9.2.5 Если предусматривается съемка рельефа стереотопографическим методом, фототриангуляцию выполняют в обязательном порядке, в результате чего уточняют элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков и оценивают точность построения фотограмметрической сети.

9.2.6 Программное средство фототриангуляции должно удовлетворять следующим требованиям:

1) наличие возможности блочного уравнивания фотограмметрической сети методом связок;

2) наличие возможности автоматического выбора и отождествления связующих точек снимков маршрута и перекрывающихся маршрутов и определение их координат в системе координат снимка;

3) наличие возможности «ручного» (интерактивного) отождествления;

4) возможность измерения координат опорных, контрольных и характерных точек;

5) возможность использования в качестве данных планово-высотной подготовки координаты центров проекции аэрофотоснимков и угловые элементы внешнего ориентирования, полученные с помощью ГНСС-приемника и ИИУ, входящих в состав АС, в том числе при отсутствии опорных планово-высотных опознаков;

6) возможность ввода и использования при уравнивании сети фототриангуляции значений стандартных отклонений априорных значений координат центров проекции аэрофотоснимков, угловых элементов внешнего ориентирования, координат опорных точек;

7) возможность уравнивания блока с пропусками снимков при условии обеспеченности участвующих в уравнивании снимков связующими точками в соответствии с требованиями 9.2.8;

8) создание файла уточненных в результате уравнивания значений элементов внешнего ориентирования;

9) предоставление отчета и материалов о результатах уравнивания, содержащих следующую информацию:

- число снимков в блоке, число опорных и контрольных точек,
- остаточные расхождения в плане и по высоте на опорных и контрольных (отдельно) точках, а также средние или среднеквадратические значения расхождений,
- отклонения уравненных значений элементов внешнего ориентирования от исходных значений и среднеквадратические значения отклонений,
- стандартные отклонения вычисленных значений элементов внешнего ориентирования и пространственных координат точек фотограмметрической сети из ковариационной матрицы определяемых параметров (рекомендуется),
- вычисленные в результате самокалибровки значения параметров калибровки камеры и их стандартные отклонения из ковариационной матрицы определяемых параметров,
- среднеквадратические значения поправок в измеренные координаты точек на снимках;

10) возможность выбора определяемых (уточняемых) в результате уравнивания сети фототриангуляции параметров фотограмметрической калибровки фотокамеры (самокалибровка) и использования стандартных отклонений исходных значений параметров калибровки в уравнивании фотограмметрической сети.

9.2.7 Использование самокалибровки аэрофотокамеры в процессе уравнивания фотограмметрической сети с целью определения (уточнения) элементов внутреннего ориентирования допускается в случаях, предусмотренных ГОСТ Р 59328. Не допускается определять самокалибровкой параметры, не предусмотренные номинальной моделью (проекцией) изображения снимка.

Пример — Для кадровых снимков центральной проекции не допускается определять какие-либо параметры, кроме фокусного расстояния, координат главной точки и коэффициентов радиальной и тангенциальной дисторсии.

9.2.8 Выбор и отождествление связующих точек на перекрывающихся снимках допускается выполнять автоматически программным средством фототриангуляции с последующим контролем качества и ручной доработки при необходимости. При выборе и отождествлении связующих точек следует следить, чтобы точки были набраны равномерно по площади перекрывающихся частей снимков маршрута и, как минимум, по две точки в каждой из шести стандартных зон. В зоне тройного перекрытия снимков маршрута должно быть не менее шести общих точек; в межмаршрутном перекрытии не менее четырех общих точек для перекрывающихся моделей при номинальном поперечном перекрытии от 30 % до 40 % или восьми общих точек для перекрывающихся моделей смежных маршрутов при номинальном поперечном перекрытии более 40 %. Меньшее число точек в межмаршрутном перекрытии или их отсутствие для отдельных снимков допускается в исключительных случаях, когда местность бедна контурными точками.

Пример — Местность, покрытая сплошной однородной растительностью или занятая водными поверхностями.

Общее число связующих точек на стереопару должно быть не менее 30 или 20 при выполнении отождествления и измерений координат точек на снимке оператором.

9.2.9 В результате уравнивания должны быть получены следующие данные:

1) число снимков в блоке, число опорных и контрольных точек;

2) расхождения в плане и по высоте на опорных и контрольных (отдельно) точках, а также средние или среднеквадратические значения расхождений;

3) среднеквадратические значения поправок в измеренные координаты точек на снимках;

4) каталог уточненных значений элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков в системе координат и высот, в которой должна быть представлена конечная продукция;

5) каталог координат точек фотограмметрического сгущения, выбранных оператором на четких контурах местности и измеренных вручную в качестве дополнительно запроектированных контрольных точек в соответствии с требованиями 8.3.5;

6) значения поправок в измеренные координаты точек на снимках;

7) отклонения уравненных значений элементов внешнего ориентирования от исходных значений, полученных по результатам ГНСС/ИИУ измерений, и средние квадратические значения отклонений.

Данные, указанные в 1)—3), должны быть представлены в техническом отчете.

9.2.10 Среднее значение остаточных расхождений высот на опорных точках не должно превышать 0,15 высоты сечения рельефа, если предусмотрено использование стереотопографической съемки рельефа, и 4/5 допустимой СКП определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости.

Если для ортотрансформирования используют ЦМР, получаемую в результате фотограмметрической обработки снимков, среднее значение остаточных расхождений высот на опорных точках не должно превышать 1/2 допустимой СКП высоты точек ЦМР, вычисляемой по формуле (9).

Среднее значение остаточных расхождений на опорных точках в плановом положении, вычисляемое по формуле

$$\delta_{ср} = \frac{\sum\sqrt{dX_i^2 + dY_i^2}}{N}, \quad (8)$$

где dX_i, dY_i — расхождения значений координат на отдельной точке; N — число точек, не должно превышать 0,2 мм в масштабе карты (плана) и 2/5 допустимого значения СКП высокоточных определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости.

9.2.11 Если предусмотрено использование стереотопографической съемки рельефа, среднее значение расхождений высот на контрольных точках не должно превышать:

0,2 высоты сечения рельефа при высоте сечения 1 м;

0,25 высоты сечения рельефа при высоте сечения 2,0 м и 2,5 м;

0,33 высоты сечения рельефа при высоте сечения 5 м и 10 м.

Для обеспечения ортотрансформирования среднее значение расхождений высот на контрольных точках не должно превышать 0,7 допустимой СКП определения высоты точек ЦМР, вычисляемой по формуле (9).

Среднее значение расхождений в плановом положении на контрольных точках, вычисляемое по формуле (8), не должно превышать 0,3 мм в масштабе карты (плана) и 3/5 допустимой СКП определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости.

9.2.12 Если фототриангуляцию не выполняют, но имеются полученные с помощью бортовых определений элементы внешнего ориентирования снимков, осуществляют контроль точности фотограмметрических построений с использованием имеющихся в распоряжении элементов внешнего ориентирования путем стереоскопических измерений или путем отождествления и измерения на перекрывающихся снимках координат контрольных точек и сравнения их со значениями из каталога. Полученные средние значения расхождений должны удовлетворять требованиям 9.2.11.

9.2.13 Средние расхождения на общих точках смежных блоков не должны превышать 0,5 мм в масштабе карты в плановом положении, а по высоте:

0,28 высоты сечения рельефа при высоте сечения 1 м;

0,35 высоты сечения рельефа при высоте сечения 2 м и 2,5 м;

0,45 высоты сечения рельефа при высоте сечения 5 м и 10 м.

9.2.14 При оценке точности фотограмметрической сети согласно 9.2.10—9.2.13 для отдельного контрольного измерения погрешность (расхождение между значением, полученным по ортофотоплану, и значением из каталога контрольных точек) может превышать допустимую среднюю погрешность. Расхождение по отдельному контрольному измерению не должно превышать более чем в 2,5 раза допустимое среднее значение. Количество отдельных расхождений, полученных в результате контрольных измерений, превышающих установленные допустимые средние погрешности более чем в два раза, не должно быть больше 5 % от общего числа контрольных измерений.

9.2.15 ЦМП может применяться для обеспечения процесса ортотрансформирования при создании истинного ортофотоплана и для последующей подготовки ЦМР, используемой в следующих целях:

- отображения рельефа на топографической карте (плане) в случае применения стереотопографического метода съемки рельефа,
- ортотрансформирования аэрофотоснимков при создании обычного ортофотоплана;
- предоставления заказчику в качестве продукции, если такое требование содержится в ТЗ.

9.2.16 ЦМР допускается создавать путем автоматического выбора и отождествления точек на перекрывающихся аэрофотоснимках и вычисления пространственных координат точек местности с использованием прямой фотограмметрической засечки, создания ЦМП и последующей классификации

точек и выделения точек, принадлежащих земной поверхности, и контроля точности (см. 9.4). При необходимости ЦМР может быть дополнена отдельными точками и структурными линиями, полученными посредством стереофотограмметрических измерений.

9.2.17 Если ЦМР используется для отображения рельефа на топографической карте или плане, СКП высот ее точек не должна превышать значений, указанных в таблице В.1 приложения В, а плотность — значений, указанных в таблице Г.1 приложения Г.

9.2.18 Ортофотопланы изготавливают в случаях, когда их используют для съемки (векторизации) контуров объектов и их дешифрирования, а также когда ортофотоплан является конечным продуктом, передаваемым заказчику, что должно быть отражено в ТЗ и техническом проекте.

9.2.19 Номинальное пространственное разрешение цифрового ортофотоплана выбирают таким же, как и номинальное разрешение исходного снимка, если оно определено в соответствии с таблицей Б.1 приложения Б. В случае, когда номинальное пространственное разрешение снимков более чем в полтора раза выше указанного в таблице, номинальное разрешение ортофотоплана выбирают в соответствии с таблицей Б.1, если иное не указано в ТЗ.

Пример — Использован размер проекции пикселя на местности меньшего значения, чтобы обеспечить допустимую погрешность съемки рельефа.

9.2.20 В случае использования прямоугольной разграфки ортофотоплана номинальное разрешение должно быть скорректировано относительно размеров рамок номенклатурного листа так, чтобы размер рамки выражался целым числом пикселей или отличался от целого не более чем на 0,05 пикселя.

9.2.21 Исходными материалами и данными для создания ортофотоплана являются:

- цифровые аэрофотоснимки, полученные в результате первичной обработки;
- файлы элементов внешнего ориентирования;
- элементы внутреннего ориентирования;
- каталог координат опорных и контрольных точек;
- абрисы и описания опорных и контрольных точек;
- цифровая модель рельефа;
- координаты углов рамок номенклатурных листов.

9.2.22 Если техническим проектом предусмотрено применение стереотопографической съемки рельефа, созданную для этих целей ЦМР допускается использовать для ортотрансформирования. При отсутствии такой ЦМР создают ЦМР специально для ортотрансформирования. Допустимую СКП высоты точек ЦМР для ортотрансформирования, выраженную в метрах, определяют по формуле

$$m_{\text{ЦМР}} = \frac{0{,}00035}{\operatorname{tg}\alpha} M = \frac{0{,}00035}{\sqrt{B_X^2 + B_Y^2}} HM, \tag{9}$$

где $m_{\text{ЦМР}}$ — допустимая СКП высоты точек ЦМР, м;

α — максимальный угол наклона оптического луча относительно вертикали в пределах рабочей (используемой) части аэрофотоснимка;

B_X, B_Y — продольный и поперечный базисы фотографирования, м,

H — высота фотографирования, м;

M — знаменатель масштаба создаваемой карты или плана.

9.2.23 Допустимое максимальное расстояние D между точками ЦМР зависит от характера рельефа и оценивается по рекомендуемой формуле

$$D \le 4\frac{m_{\text{ЦМР}}}{g}, \tag{10}$$

где g — максимальный градиент уклона (перепад значений уклона в месте перегиба) форм рельефа местности, на которую создается ортофотоплан, характерный для естественных форм рельефа, выражающихся горизонталями. В случаях, когда в месте перегиба форм рельефа один из уклонов имеет малые значения (не более 0,07, что соответствует наклону, равному 4°), можно использовать формулу

$$D \le 4\frac{m_{\text{ЦМР}}}{\operatorname{tg} v}, \tag{11}$$

где v — максимальный градиент угла наклона склона (перепад значений угла наклона склона в месте перегиба). В таблице И.1 приложения И приведены значения максимального допустимого расстояния D для некоторых вариантов значения градиента угла наклона склона, вычисленные по формуле (11). При выполнении фотограмметрических работ следует вычисленное по формулам (10), (11) или взятое из таблицы значение допустимого расстояния между точками уменьшить на 20 % для того, чтобы обеспечить точность ортофотоплана с некоторым запасом. Если после определения допустимого расстояния указанным способом обнаружится, что местности свойственны локальные формы рельефа, размеры G которых меньше D, отличающиеся по высоте от окружающей поверхности на величину более допустимой погрешности ЦМР ($m_{ЦМР}$), значение допустимого расстояния между точками следует уменьшить до $D = G/2$ или выполнить стереоскопические измерения дополнительных точек или структурных линий.

9.2.24 Вычисленное описанным в 9.2.21 способом максимальное расстояние между точками ЦМР допускается применять для точек, описывающих основные формы рельефа, как правило отображающиеся горизонталями, что соответствует условию корректного (без смещения) отображения на ортофотоплане объектов местности, расположенных на земной поверхности с формами рельефа, характеризующимися максимальным градиентом уклона g или максимальным градиентом угла наклона v. Удовлетворяющую данным требованиям ЦМР допускается применять для создания ортофотоплана, на котором положения контуров форм рельефа, не выражающихся горизонталями и имеющих градиенты, превышающие заданные значения, могут иметь смещения, величина которых прямо пропорциональна разности высоты точки объекта и высоты, полученной в результате интерполирования между точками ЦМР.

Примеры —

1 Бровки незадернованных обрывов.

2 Верхние части эстакад, зданий и сооружений.

По такому ортофотоплану не допускается векторизовать объекты по возвышающимся частям ввиду смещений их изображения относительно изображения основания.

Пример — Контур эстакады или здания.

Если в соответствии с ТЗ изготавливают такой ортофотоплан, допустимое максимальное значение эффективного поперечного угла захвата $\beta_{эф}$, соответствующее допустимому максимальному смещению R в поперечном относительно полета направлении, рассчитывают по формуле

$$\beta_{эф} = 2\operatorname{arctg}\frac{R}{H_{зд}}, \qquad (12)$$

где $H_{зд}$ — высота здания.

9.2.25 Если требуется создать ортофотоплан, на котором положение верхней части некоторых специфических форм рельефа, не выражающихся горизонталями и возвышающихся над поверхностью земли объектов, не имеет смещения, должна быть выполнена их векторизация в стереорежиме (стереоскопическая съемка орографических и структурных линий). Типы объектов, которые должны быть изображены на ортофотоплане без смещений планового положения их верхних частей, должны быть перечислены в ТЗ.

9.2.26 В случае, когда требуется, чтобы для всех объектов, возвышающихся над земной поверхностью, таких как здания и сооружения, имеющие площадной характер локализации, отсутствовало смещение положения верхних частей, изготавливают истинный ортофотоплан. С этой целью в стереорежиме должна быть выполнена векторизация всех таких объектов, возвышающихся над землей. Для обеспечения возможности создания истинного ортофотоплана территории с многоэтажной застройкой аэрофотосъемка должна быть выполнена с перекрытиями в соответствии с таблицей Б.2 приложения Б ГОСТ Р 59328—2021.

9.2.27 Истинный ортофотоплан также допускается создавать с использованием сверхплотной ЦМП, в которой расстояние между точками соизмеримо с размером проекции пикселя на местности (1—3 пикселя). На таком ортофотоплане не допускается наличие смещений планового положения верхних частей каких-либо объектов (в том числе древесной растительности), кроме объектов, размеры которых (длина и ширина) не отображены в масштабе карты.

9.2.28 При монтаже ортофотоплана из ортотрансформированных снимков используют их центральные части так, чтобы граница между монтируемыми снимками (линия пореза) проходила прибли-

зительно по середине перекрывающихся частей. При этом необходимо минимизировать случаи, когда линия пореза проходит по изображению искусственных объектов с четкими очертаниями, максимально отдавая предпочтение расположению линии пореза на однородном изображении природных площадных объектов с однородной текстурой (пашня, лес, луг, пустырь, болото и проч.) или вдоль (рядом) линейных объектов (рядом с обочиной, рядом с проселочной дорогой). Четкие линейные контуры (автомобильная дорога, железная дорога и проч.) линия пореза должна пересекать под углом по возможности близким к 90°. На участках, где наблюдается неизбежное различие фототона, следует избегать протяженных прямолинейных участков линии пореза. Не допускаются линии порезов по высотным объектам.

9.2.29 При монтаже ортофотоплана следует контролировать совмещения контуров на стыке монтируемых снимков, т.е. по линиям порезов. Среднее значение расхождения контуров не должно превышать 0,5 мм в масштабе карты (плана) для ортофотопланов равнинной и всхолмленной местности и 0,7 мм — горной местности.

9.2.30 Допускается монтаж ортофотоплана в пределах рамок номенклатурного листа карты (плана) или в границах территории, охватывающей несколько номенклатурных листов. В первом случае выполняют контроль совмещения контуров по сводкам с ортофотопланами смежных номенклатурных листов. При этом среднее значение расхождений контуров не должно превышать 0,5 мм в масштабе карты (плана) для ортофотопланов равнинной и всхолмленной местности и 0,7 мм — горной местности. Во втором случае контроль совмещения контуров по сводкам с ортофотопланами смежных номенклатурных листов можно не выполнять, при этом осуществляют создание файлов номенклатурных листов ортофотоплана в соответствии с принятой разграфкой карты (плана). Контроль несовмещений по сводкам номенклатурных листов в этом случае выполняют только с листами смежной территории, если их два и более.

9.2.31 В случае, когда ортофотоплан входит в состав конечной продукции, передаваемой заказчику, он представляется набором файлов ортофотопланов по номенклатурным листам карты (плана), если иное не указано в ТЗ. Если карту или план представляют в разграфке по трапециям, ограниченным меридианами и параллелями, и предполагается использование ортофотопланов в геоинформационных системах, рекомендуется применять для цифровых ортофотопланов прямоугольную нарезку с размерами рамок, достаточными для того, чтобы номенклатурные листы карты вписывались в номенклатурные листы прямоугольной нарезки ортофотоплана. Если территория объекта аэрофототопографической съемки не велика, т. е. покрывается всего несколькими номенклатурными листами, ортофотоплан может быть представлен одним общим файлом, если это не противоречит ТЗ. В техническом задании должно быть указано, какая именно разграфка применяется для цифровых ортофотопланов, а также оговаривается необходимость зарамочного оформления ортофотоплана, если он представляется номенклатурными листами карты. В этом случае зарамочное оформление номенклатурных листов ортофотоплана представляют файлами векторных данных. В ТЗ должен быть указан формат представления зарамочного оформления. На каждый ортофотоплан создается файл метаданных.

9.2.32 В случае, когда ортофотоплан представляют в разграфке по трапециям, ограниченным меридианами и параллелями, допускается отображение границы номенклатурного листа в виде ступенек, выходов фотоизображения за границу или пробелов, обусловленных дискретностью изображения (см. рисунок К.1 приложения К) и не превышающих размера пикселя на местности, задаваемого при ортотрансформировании в соответствии с 9.2.18.

9.2.33 Точность созданных цифровых фотопланов оценивают по всем имеющимся контрольным точкам (опознакам), не использованным в качестве опорных точек при уравнивании фотограмметрической сети, по контрольным точкам, координаты которых определены в процессе фототриангуляции (контрольные фотограмметрические точки), а также по величинам расхождений соответственных контуров по линиям соединения смежных снимков (порезам) и сводкам со смежными фотопланами.

Оценку точности по контрольным опознакам выполняют путем измерения координат X, Y точки на ортофотоплане, вычисления разностей между измеренными значениями и значениями X_O, Y_O из каталога:

$$\vartheta_X = X - X_O;\ \vartheta_Y = Y - Y_O, \tag{13}$$

погрешностей в плановом положении для каждой точки $\vartheta_{XY} = \sqrt{\vartheta_X^2 + \vartheta_Y^2}$ и среднего значения погрешности для всех N_K контрольных точек

$$\vartheta_{ср} = \frac{\sum \delta_{XY}}{N_K}. \quad (14)$$

Отдельно вычисляются средние значения погрешности для контрольных точек, представленных геодезическими опознаками и определенных фотограмметрическим методом.

Среднее значение погрешности планового положения контрольных точек (опознаков) на фотоплане относительно ближайших пунктов планового съемочного обоснования не должно превышать 0,5 мм в масштабе карты или плана для равнинной и всхолмленной местности и 0,7 мм — для горной местности.

Среднее значение погрешности плановых координат для контрольных фотограмметрических точек на фотоплане не должно превышать 0,4 мм в масштабе карты или плана для равнинной и всхолмленной местности и 0,6 мм — для горной местности.

Для отдельного контрольного измерения погрешность (расхождение между значением, полученным по ортофотоплану, и значением из каталога контрольных точек) может превышать допустимую среднюю погрешность. Расхождение по отдельному контрольному измерению не должно превышать более чем в 2,5 раза допустимое среднее значение. Отдельно для контрольных точек, представленных геодезическими опознаками, и фотограмметрических контрольных точек определяют количество расхождений, полученных в результате контрольных измерений, превышающих установленные допустимые средние погрешности более чем в два раза. Их количество не должно быть больше 5 % от числа контрольных точек, использованных для вычисления средней погрешности.

Для ортофотопланов территорий с капитальной и многоэтажной застройкой максимальная погрешность взаимного положения ближайших контуров капитальных сооружений, зданий и прочих объектов с четкими очертаниями не должна превышать 0,4 мм в масштабе плана.

Полученное среднее значение погрешности относится не к отдельному номенклатурному листу ортофотоплана, а к фотоплану картографируемой территории (например, населенного пункта) в целом. Все полученные в результате измерений и вычислений расхождения на контрольных точках в виде таблицы, а также вычисленное среднее значение представляют в техническом отчете. В техническом отчете также приводят результаты оценки точности по расхождениям контуров на линиях порезов и по сводкам в соответствии с 9.2.29, 9.2.30.

9.2.34 Контроль изобразительного качества ортофотоплана осуществляют путем визуального просмотра ортофотоплана. Изображения монтируемых в рамках номенклатурного листа ортофотоснимков должны быть взаимно выровнены по фототону, включая интегральную яркость, контраст и цветовой тон, так, чтобы в целом изображение в пределах НЛ воспринималось как единое, без явно заметного деления на фрагменты снимков. Если при визуальном просмотре наблюдаются отдельные локальные участки швов, на которых можно обнаружить заметную разницу фототона смежных снимков, средние значения пикселей по каждому из компонентов RGB для двух тестовых локальных граничащих участков изображения не должны различаться более чем на 7 единиц.

9.2.35 На ортофотоплане не должно быть изображений облаков, а также теней от облаков, бликов и ореолов, препятствующих выполнению дешифрирования. Изображения облаков, теней от облаков и бликов не являются препятствующими выполнению, если они расположены на участках аэрофотоснимка, не содержащих изображений значимых для топографической съемки объектов или их деталей.

9.2.36 Фотоизображение ортофотоплана не должно иметь потерь деталей в светах и тенях. Этому соответствует отсутствие на восьмибитном изображении пикселей со значениями, равными нулю и 255. Допускается наличие пикселей со значениями, равными 255, если оно обусловлено наличием солнечных бликов и их количество не превышает 0,5 % от общего числа пикселей в файле цифрового изображения.

Изображение высоких объектов (деревья, здания, строения) таким образом, когда изображение верхней части объекта смещено относительно основания, является допустимым для обычного ортофотоплана.

9.2.37 Если иное не указано в ТЗ, цифровые ортофотопланы представляют в формате GeoTIFF с разрядностью 8 битов и сопровождают файлами метаданных и файлами зарамочного оформления в векторном формате (если это предусмотрено техническим заданием). На ортофотоплан могут быть нанесены геодезические пункты и координатная сетка, если это требуется по ТЗ.

9.2.38 Если иное не указано в ТЗ, допускается следующее содержание файла метаданных ортофотоплана:

- название (шифр) объекта аэрофототопографической съемки;
- субъект Российской Федерации, район, населенный пункт;
- месяц и год выпуска ортофотоплана;
- номер контракта и дата;
- организация-заказчик;
- организация-изготовитель;
- количество и список номенклатурных листов на данном носителе;
- общее количество и список НЛ;
- масштаб, которому соответствуют точность и пространственное разрешение фотоплана;
- система координат и проекция;
- разграфка (по трапециям карты, прямоугольная, без нарезки на НЛ);
- номинальное пространственное разрешение в метрах (размер пикселя фотоплана на местности в метрах);
- спектральная характеристика изображения (панхроматическое, цветное, спектрозональное);
- оценка качества (наличие облаков, шумов, «смазов», искажений и т. п.);
- название и формат записи файлов ортофотоплана;
- формат файлов зарамочного оформления (если таковые есть, или указывается, что они не создавались);
- год и месяцы аэрофотосъемки;
- организация — исполнитель аэрофотосъемки;
- тип (марка, модель) аэрофотосъемочной системы;
- фокусное расстояние аэрофотокамеры;
- высота фотографирования,
- гриф (при его наличии).

При помещении ортофотопланов в Федеральный фонд пространственных данных, региональные или ведомственные фонды рекомендуется следующее содержание файла метаданных в формате XML:

- название объекта съемки (номенклатурного листа);
- исходные снимки для создания ортофотоплана;
- вид изображения (спектральная характеристика);
- название файла ортофотоплана;
- масштаб, которому соответствует нарезка на номенклатурные листы;
- линейное разрешение на местности (с точностью до второго знака после запятой);
- дата съемки (год, месяц, число);
- полнота покрытия площади ортофотоплана относительно заданных границ;
- облачность (процент облачности от площади ортофотоплана);
- оценка качества (наличие шумов, «смазов», искажений и т. п.);
- точность ортофотоплана (предельное отклонение в плановом положении относительно контрольной точки);
- система координат, в которой создан ортофотоплан;
- субъект Российской Федерации;
- формат создания ортофотоплана;
- гриф секретности;
- номер контракта и дата;
- исполнитель контракта;
- заключение ОТК исполнителя контракта;
- координаты границ ортофотоплана (номенклатурного листа или границ объекта съемки).

Формат представления файла метаданных указывают в техническом задании. В ТЗ также указывают, представляется ли файл метаданных для каждого номенклатурного листа или для всего ортофотоплана объекта в целом.

9.2.39 Файл зарамочного оформления должен содержать рамку номенклатурного листа и километровую сетку, подготовленные в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов (условные знаки), если иное не указано в ТЗ.

9.2.40 Имя файла ортофотоплана и/или его номенклатурного листа, если иное не сформулировано в ТЗ, должно иметь следующую структуру:

<номенклатура листа (или название объекта)>_<вид документа>_<год съемки>_<система координат>_ <формат>

Например: М-37-072-А-г-1_ЦОФП_2020_ГСК2011.tif;

Махачкала_L-38-032-(040-а)_ЦОФП_2019_ ГСК2011.tif.

имя файла зарамочного оформления —
Зарамочное_<название объекта съемки>_< масштаб >_<год> # <номенклатура>.

Имя файла метаданных ортофотоплана должно совпадать с именем файла ортофотоплана, за исключением поля «формат».

9.3 Дешифрирование и векторизация границ и контуров объектов недвижимости

9.3.1 Целью дешифрирования и векторизации границ и контуров объектов недвижимости является определение плановых (X, Y) координат их характерных точек в местной системе координат, используемой в кадастровых работах, при условии, когда характерные точки границ и контуров не закрыты высокой растительностью (деревья, высокий кустарник) или иными близко к ним расположенными высокими объектами. При этом границы земельных участков на местности должны совпадать с какими-либо линейными объектами (межа, забор, канава), хорошо опознаваемыми на снимках. При векторизации необходимо учитывать, как положение этих объектов соотносится с положением границы участка.

9.3.2 Дешифрирование и векторизацию границ и контуров объектов недвижимости для земельных участков, отнесенных к землям населенных пунктов и к землям сельскохозяйственного назначения, предоставленным для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального гаражного или индивидуального жилищного строительства, следует выполнять способами стереоскопической съемки или съемки путем прямой фотограмметрической засечки по паре или нескольким снимкам с использованием следующих исходных материалов и данных:

- цифровые аэрофотоснимки в требуемом формате,
- файл элементов внешнего ориентирования, полученных в результате фототриангуляции,
- параметры калибровки фотокамеры,
- накидной монтаж или схема покрытия территории аэрофотоснимками.

Если техническим заданием и проектом предусматривалось изготовление ортофотоплана, рекомендуется использовать его для общей навигации на местности и выбора объектов векторизации. На ортофотоплане опознают интересующие объекты недвижимости, координаты границ которых подлежат определению, и предварительно оценивают возможность дешифрирования и определения координат.

9.3.3 Перед началом векторизации контура или границы объекта недвижимости следует выбрать те стереопары или перекрывающиеся снимки, на которых поворотные точки границы или контура опознают наиболее уверенно. Измеряемые точки могут быть выбраны не на поверхности земли (нижние точки), а над ней (например, на вершине поворотного столба забора). При векторизации объектов капитального строительства помимо угла основания здания допускается измерять координаты точек крыши с обязательным учетом ее свеса, используя результаты дополнительных фотограмметрических измерений.

9.3.4 Дешифрирование и векторизацию границ и контуров объектов недвижимости для земельных участков, отнесенных к землям, не указанным в 9.3.2, допускается выполнять по ортофотоплану.

9.3.5 Программное средство векторизации должно содержать возможности измерять последовательности точек, т.е. линии границ объектов, и вводить необходимый набор атрибутов этих линий, обеспечивающий идентификацию объектов недвижимости, а также выполнять дополнительные геометрические построения для определения координат поворотных точек, закрытых растительностью, путем продолжения прямолинейных границ.

9.3.6 В случаях, когда фотограмметрическими методами определить координаты отдельных точек с допустимой погрешностью невозможно, результаты векторизации следует дополнить полевой съемкой.

9.3.7 Результаты векторизации подвергают выборочному полевому контролю. Количество определенных полевыми геодезическими способами контрольных точек зависит от количества объектов недвижимости, но должно быть не менее 10 на объект аэрофототопографической съемки, если иное не указано в ТЗ.

9.4 Обработка данных воздушного лазерного сканирования и создание ЦМР

9.4.1 Обработка лидарных данных и создание ЦМР включают в себя следующие процессы:

- обработка данных калибровочного полета и определение параметров калибровки лидара;

- входной контроль, обработка «сырых» лидарных данных с использованием полученных параметров калибровки и ГНСС/ИИУ измерений, формирование файлов ТЛО;
- контроль точности ТЛО по расхождениям в межмаршрутных перекрытиях, уравнивание данных ТЛО многомаршрутной съемки;
- классификация точек лазерных отражений и ЦМП, полученной в результате фотограмметрической обработки, с целью выделения точек земной поверхности и формирование ЦМР;
- контроль плотности точек ЦМР;
- контроль точности ЦМР по контрольным точкам и взаимной согласованности ЦМР и точек фотограмметрического сгущения;
- преобразование ЦМР в требуемую систему координат и высот с учетом модели квазигеоида.

Для выполнения указанных процессов следует использовать специальные программные средства, обладающие соответствующими функциональными свойствами.

9.4.2 Обработку данных калибровочного полета и определение параметров калибровки выполняют в соответствии с документацией используемого воздушного лазерного сканера. Полученные в ходе вычислений параметров калибровки средние остаточные расхождения на связующих точках, значения угловых параметров калибровки и их стандартные отклонения фиксируют в специальном файле, а затем отражают в техническом отчете.

9.4.3 Целью входного контроля является оперативная проверка полноты покрытия территории объекта работ лидарной съемкой (отсутствие незаснятых частей территории, разрывов между маршрутами) и оценка плотности точек лазерных отражений.

9.4.4 С использованием полученных параметров калибровки и ГНСС/ИИУ измерений выполняют обработку «сырых» лидарных данных и формирование файлов ТЛО, в которых точки лазерных отражений представлены в системах координат ГСК или ITRF (координаты в картографической проекции Гаусса-Крюгера и геодезические высоты).

9.4.5 В результате контроля точности ТЛО по расхождениям в межмаршрутных перекрытиях определяют среднее и максимальное значения систематических расхождений точек по высоте, которые фиксируют. Если среднее значение расхождений не превышает 1/5 от высоты сечения рельефа, выполняют уравнивание данных ТЛО многомаршрутной съемки и их «сшивку». Деление всей совокупности точек на территориальные части осуществляется исходя из планируемого распределения работы по классификации точек и составлению плана (карты) между исполнителями.

9.4.6 Классификацию точек лазерных отражений и ЦМП выполняют с помощью специальных программных продуктов, она включает в себя выделение «низких» точек, расположенных заведомо ниже естественной земной поверхности (например, в ямах), и выделение точек земной поверхности. Установочные параметры классификации указывают в техническом отчете. После выполнения автоматических процедур осуществляют просмотр и корректировку классификации вручную. При проверке следует обращать внимание на качество выделения точек земли под низкорослой растительностью, в особенности вблизи береговой линии водоемов. В результате классификации создают ЦМР в виде совокупности нерегулярно расположенных точек поверхности земли.

9.4.7 Для уменьшения влияния случайных погрешностей высот, обусловленных инструментальной погрешностью лидара и микрорельефом, свойственных каждой точке ТЛО, полученную ЦМР рекомендуется сгладить, используя имеющееся для этого программное средство. Отклонение точек сглаженной поверхности от исходной не должно превышать 0,3 высоты сечения рельефа.

9.4.8 В результате контроля плотности ЦМР выявляют отсутствие/наличие участков, не обеспеченных точками. Оценивают среднюю плотность точек ЦМР и сравнивают с требуемой (допустимой) плотностью. Под участком, не обеспеченным точками, понимают участок без ТЛО площадью более чем $9/N$, где N — требуемая средняя плотность точек (число точек на м^2). Исключение составляют участки водных поверхностей и занятые строениями и сооружениями, на которых точки ЦМР могут вообще отсутствовать. Результаты контроля отражаются в техническом отчете. Если выявляются участки, не занятые водоемами или строениями, но не обеспеченные ЦМР, проверяют корректность классификации точек на этих участках и устанавливают причины отсутствия точек. При этом проверяют и учитывают следующее:

- не были ли точки участка классифицированы как «низкие», корректна ли такая классификация;
- наличие и характер растительности;
- наличие иных объектов;
- уклон поверхности.

При необходимости и обоснованности выполняют ручную корректировку — добавление точек из других классов.

9.4.9 Точность сформированной цифровой модели рельефа проверяют по всем опорным и контрольным точкам, координаты которых определены в результате выполнения работ по геодезическому обеспечению, а также по дополнительным контрольным точкам из каталога точек фотограмметрического сгущения, выбранных оператором и измеренных вручную при выполнении фототриангуляции, если параметры аэрофотосъемки отвечают требованиям стереотопографической съемки рельефа. Координаты опорных и контрольных точек должны быть представлены в той же системе координат, что и ТЛО (ГСК или ITRF). СКП ЦМР по высоте, вычисленная по расхождениям высот на опорных и контрольных точках, координаты которых определены в результате выполнения работ по геодезическому обеспечению, не должна превышать значения, указанного в таблице В.1 приложения В. СКП ЦМР, вычисленная по расхождениям на контрольных точках, полученных из фотограмметрического сгущения, не должна превышать 1,4 значения, указанного в таблице В.1 приложения В. Расхождения высот определяют как разность между высотой контрольной точки и высотой, вычисленной в результате линейной интерполяции по значениям высоты ближайших ТЛО, являющихся вершинами треугольника, в котором расположена контрольная точка.

9.4.10 Преобразование ЦМР в требуемую систему координат и высот выполняют с использованием элементов преобразования и параметров проекции с учетом модели квазигеоида и поправки к высоте, вычисленной, как указано в 8.4. После перевычисления выполняют повторный контроль по контрольным опознакам, координаты которых представлены в требуемой системе координат и высот.

9.4.11 В качестве результата обработки данных лидарной съемки передают файлы с классифицированными точками лазерных отражений, принадлежащих поверхности земли, в требуемой системе координат и высот в виде текстовых файлов (*.XYZ).

9.5 Работы по составлению оригинала карты (плана)

9.5.1 Работы по составлению оригинала карты (плана) следует начинать с анализа картографической изученности и материалов картографического значения: изданные топографические и прочие карты (планы) и отчеты о съемках, материалы различных ведомств — планы сельскохозяйственные, лесоустроительные, геологические, линий электропередачи; лоцманские карты, линейные графики автодорог; справочники административно-территориального деления, путей сообщения, гидрометеорологической службы; таблицы магнитных склонений, списки населенных пунктов, лесотаксационные описания, паспортные ведомости колодцев, материалы привязок скважин, справочная информация (географические названия, названия железнодорожных станций, административно-территориальное деление, постановления об изменении статусов населенных пунктов) и др. Для создания крупномасштабных планов, кроме того, используют материалы технической инвентаризации гражданских зданий, схематические планы строительных кварталов, улиц, усадебных участков, схематические планы городов, содержащие названия всех площадей, улиц, переулков и тупиков. На основе сравнительного анализа различных материалов картографического значения и их сопоставления с новейшими снимками устанавливают соответствие материалов современному состоянию местности.

9.5.2 По результатам анализа составляют редакционные указания, определяющие содержание карты с учетом особенностей местности, использование и сочетание различных методов, средств и приемов выполнения работ, в том числе сочетания камерального и полевого дешифрирования, использование материалов картографического значения, значения используемых в них параметров.

9.5.3 Редакционные указания, детализирующие установки действующих нормативных актов и технического проекта, должны содержать:

- цель создания карты или плана с указанием масштаба и высоты сечения рельефа;
- краткую характеристику данной местности и особенностей ее отображения на снимках и карте или плане;
- конкретные установки по составу подлежащей сбору цифровой информации об имеющихся на территории съемки топографических объектах с учетом особенности местности;
- применяемые приоритеты в отображении объектов местности;
- основные принципы генерализации и цензы;
- используемые материалы для сводки и согласования по рамкам НЛ;
- указания по установлению (включая транскрибирование) и утверждению географических названий, подлежащих нанесению на карты и планы;

- указания по используемым методам дешифрирования и векторизации применительно к разным типам объектов;
- указания по порядку выполнения камерального и полевого дешифрирования и их сочетанию;
- рекомендации по использованию материалов картографического значения;
- требования к оформлению карт и планов и их форматам представления в цифровой форме;
- указания по используемой разграфки (стандартная или автономная);
- указания по организации работ и взаимодействию исполнителей.

Для последующих полевых работ редакционными указаниями оговаривают места проверки склонения магнитной стрелки.

9.5.4 Выбор методов камерального дешифрирования и векторизации и их сочетание должны основываться на положениях раздела 5.

9.5.5 Камеральное дешифрирование заключается в выявлении и распознавании на изображении местности объектов, которые должны быть показаны на топографической карте или плане соответствующего масштаба, установлении их качественных и количественных характеристик.

9.5.6 Камеральное дешифрирование с последующей полевой доработкой должно применяться в качестве основного варианта работ по дешифрированию. Иной порядок выполнения работ допускается для районов, недостаточно изученных в топографическом отношении, и территорий со значительным количеством объектов, не распознающихся на снимках или скрытых на фотоизображении растительностью или иными объектами. Камеральное дешифрирование рекомендуется также проводить после полевого при съемках в масштабах 1:1 000, 1:500 на участках с плотной малоэтажной застройкой.

9.5.7 При любом методе дешифрирования осуществляется изучение материалов картографического значения. Имеющиеся материалы должны быть проанализированы с точки зрения их точности и возможности использования. При необходимости составляют эталоны дешифрирования и образцов показа на карте (плане).

9.5.8 При камеральном дешифрировании, выполняемом до полевых работ, после изучения редакционных указаний проводят стереоскопическое изучение местности и используют дополнительные материалы, содержащие сведения об объектах местности. В качестве дополнительных применяют географические, топографические и специальные планы, карты, схемы, атласы, энциклопедии, справочники, кинофильмы и другие материалы.

9.5.9 Камеральное дешифрирование и векторизацию контуров объектов местности выполняют как единый процесс, который сопровождается вводом необходимой семантической информации в соответствии с классификатором топографических объектов для соответствующего масштаба карты (плана). При этом определяют метрические характеристики объектов, которые возможно получить фотограмметрическим способом (например, длина, ширина, высота обрывов, скал, курганов, насыпей, валов, глубина выемок и проч.) в соответствии с действующими условными знаками. Такие характеристики, как грузоподъемность моста, число жителей, собственные названия и тому подобное, получаемые из иных различных источников, могут вводиться отдельно после выполнения камерального дешифрирования и векторизации. При выполнении камерального дешифрирования используют материалы полевого дешифрирования, если оно выполнялось до камерального. Составление оригинала карты (плана) выполняют с использованием основных принципов генерализации: объединение контуров, отбор объектов в соответствии с приоритетами и цензами, замена масштабных условных знаков на внемасштабные.

9.5.10 Допускается сочетать разные методы камерального дешифрирования [4] и векторизации в зависимости от характера местности, масштаба карты или плана:

- по стереоскопической модели местности с использованием цифровых стереофотограмметрических рабочих станций;
- по ортофотоплану;
- по одиночному ориентированному аэроснимку с учетом ЦМР.

9.5.11 В наиболее сложных случаях, а также для определения количественных характеристик объектов, требующего пространственных измерений, используют стереоскопический метод, заключающийся в построении стереоскопической модели местности по перекрывающимся аэрофотоснимкам с известными элементами внешнего ориентирования и выполнении измерений пространственных координат точек и контуров дешифрируемых объектов.

9.5.12 При аэрофототопографической съемке населенных пунктов с многоэтажной застройкой использование стереоскопического метода является обязательным для дешифрирования и векторизации объектов с многоэтажной застройкой при создании плана масштаба 1:2000 и при съемке в масштабах

1:1000 и 1:500 территорий с застройкой любого типа. В этом случае стереоскопически векторизуются все искусственные объекты, возвышающиеся над поверхностью земли более чем на 1,0 мм в масштабе плана, у которых уверенно не наблюдается основание объекта и векторизовать которые приходится по возвышающейся его части.

9.5.13 Если контуры объектов векторизуют по ортофотоплану или одиночному снимку по возвышающейся части строения, необходимо учитывать разномасштабность крыши и основания, используя коэффициент уменьшения масштаба K, вычисляемый по формуле

$$K = \frac{(H - h)}{H}, \quad (15)$$

где H — высота фотографирования; h — высота здания.

9.5.14 Векторизацию зданий и строений стереофотограмметрическим методом при создании планов масштаба 1:2000 и крупнее допустимо выполнять по основанию здания, а также по крыше, если у здания отсутствуют выражающиеся в масштабе нависающие части; при этом следует учитывать свесы крыши, определяемые путем измерений стереоскопической модели местности или с использованием данных полевого обследования.

9.5.15 Векторизацию зданий и строений по ортофотоплану при создании плана территории с малоэтажной застройкой выполняют по крыше зданий и строений с учетом свесов крыш с использованием данных полевого обследования или предварительного анализа и измерений по стереоскопической модели местности и обычному ортофотоплану.

9.5.16 При дешифрировании и векторизации зданий и строений, закрытых деревьями, затрудняющими установление их контура, допускается дополнительно использовать ТЛО, если выполнялась лидарная съемка, в результате которой было получено облако ТЛО с плотностью точек, характеризуемой средним расстоянием между точками не более 0,5 мм в масштабе плана.

9.5.17 При дешифрировании и векторизации по стереоскопической модели местности следует на каждой стереопаре в первую очередь выполнять векторизацию объектов гидрографии, после чего допускается выполнять составительские работы по отображению на карте (плане) рельефа. Исключение составляют горные районы с большими перепадами высот, где рельеф определяет ландшафтные особенности территории и поэтому должен быть отображен в первую очередь.

9.5.18 Если камеральное дешифрирование выполняют до полевого дешифрирования, в процессе выполнения камерального дешифрирования и векторизации выявляют и выделяют цветом объекты или части их контура, требующие уточнения в отношении типа объекта, его положения и конфигурации, а также (если требуется) характеристик, и составляют задание на полевое обследование и досъемку вновь появившихся или не изобразившихся на снимках объектов с перечислением конкретных вопросов, ответы на которые следует получить в результате полевого обследования. Должна быть выполнена проверка, с достаточной ли полнотой выделены участки и отдельные объекты, подлежащие обследованию и дешифрированию в натуре, и намечены точки местности, в которых нужно определить характеристики объектов, контуров и форм рельефа.

9.5.19 В случаях, когда камеральное дешифрирование выполняют после полевого, его следует начинать с переноса на основу составляемой карты (плана) результатов полевого дешифрирования, при этом должна быть обеспечена полнота и правильность переноса и последующего использования данных полевого обследования и дешифрирования.

9.5.20 Полноту и детальность дешифрирования определяют действующими условными знаками ([13], [14], [15]), дополнительными техническими требованиями, если таковые содержатся в ТЗ, и редакционными указаниями. Условные знаки объектов должны размещаться с просветами между ними 0,3 мм. Если это условие невыполнимо, следует проводить генерализацию содержания карт в соответствии с требованиями редакционных указаний и условных знаков.

9.5.21 Дешифрирование независимо от технологических вариантов съемки должно контролироваться непосредственно на местности.

9.5.22 Составительские работы по отображению на карте (плане) рельефа допускается выполнять следующими способами:

- стереоскопическое построение горизонталей по стереоскопической модели местности, заключающееся в стереоскопической съемке путем трассирования поверхности стереоскопической модели местности измерительной маркой, установленной на высоту горизонтали;

- автоматическое построение горизонталей по цифровой модели рельефа, построенной по ТЛО или ЦМП, созданной в результате фотограмметрической обработки аэрофотоснимков.

9.5.23 Независимо от метода построения горизонталей выполняют векторизацию структурных (орографических) линий, влияющих на характер отображения рельефа горизонталями и представляющих формы рельефа, не выражающиеся горизонталями: береговые линии, обрывы, овраги, водотоки, бровки, подошвы, дороги, границы участков, по которым горизонтали не должны проходить. Векторизацию структурных линий, а также определение численных характеристик объектов рельефа и урезов воды выполняют стереоскопически по стереоскопической модели местности. Должна быть выполнена векторизация и увязка отображения объектов гидрографически и, если это предусмотрено ТЗ, приведение отметок урезов воды к среднему меженному уровню. Результаты увязки и уравнивания отображают на самих оригиналах и на специальных редакционных схемах.

9.5.24 Построению горизонталей должно предшествовать стереоскопическое определение отметок характерных точек, которые должны быть подписаны на карте (плане). Количество определяемых отметок на государственных топографических картах и планах должно соответствовать установленным требованиям [11], а для планов масштабов 1:500, 1:1000 и 1:5000 оно должно быть не менее 5 высотных точек на 1 дм^2 плана. В качестве точек отметок высот выбирают наиболее характерные точки данной территории. Отметки, подписываемые на карте (плане), определяют как средние из двух приемов измерений. Расхождения высот между двумя приемами не должны превышать 1/4 высоты сечения.

9.5.25 В качестве точек отметок высот выбирают все наиболее характерные точки данной территории в количестве, определенном ТЗ. Если в техническом проекте плотность точек с отметками не определена, то обеспечивают плотность, установленную действующими требованиями [11].

9.5.26 Одновременно со стереоскопической рисовкой горизонталей определяют численные характеристики элементов рельефа, высоты обрывов, скал, курганов и другие, а также насыпей, выемок, валов и других объектов в соответствии с действующими условными знаками. При съемке в масштабе 1:2000, кроме того, определяют отметки полотна железных и автомобильных дорог, а на застроенных территориях — отметки тротуаров и проезжей части улиц. При съемке в масштабах 1:1000 и 1:500 дополнительно определяют и подписывают отметки люков подземных коммуникаций, отмосток зданий.

9.5.27 Расхождения в положении четких контуров на границе участков, векторизованных по разным стереопарам, не должны превышать 0,6 мм в масштабе составляемой карты (плана). Допустимое расхождение в положении горизонталей на равнинных и всхолмленных участках составляет 1/3 высоты сечения рельефа. На участках с величиной заложения менее 2 мм расхождения в положении одноименных горизонталей в смежных стереопарах не должны превышать 0,7 мм.

9.5.28 Автоматическое построение горизонталей по цифровой модели рельефа в общем случае включает в себя следующие процессы:

- загрузка файлов ЦМР (классифицированных точек земной поверхности) и построение триангуляционной модели;
- построение структурных линий;
- построение горизонталей с требуемым сечением рельефа;
- сглаживание горизонталей;
- расстановка подписей и бергштрихов;
- ручная доработка горизонталей с учетом структурных линий, ручная доработка бергштрихов и подписей;
- нанесение точек с отметками высот;
- отображение объектов рельефа, не выражающихся горизонталями;
- контроль качества векторного слоя рельефа.

9.5.29 Загрузка файлов ЦМР, построение триангуляционной модели и построение горизонталей выполняют специальными программными средствами.

9.5.30 Сглаживание горизонталей допускается выполнять автоматизированно, с помощью специального программного средства при различных установочных значениях параметров для разных участков территории в зависимости от характера рельефа, или вручную. Эту процедуру допускается выполнять несколько раз до достижения требуемого качества.

9.5.31 Проверку качества горизонталей, построенных по ЦМР, и при необходимости их корректировку выполняют по стереоскопической модели местности.

9.5.32 Расстановку подписей и бергштрихов выполняют вручную или с помощью специальных утилит с последующей ручной доработкой.

9.5.33 Ручная доработка горизонталей заключается в их согласовании с объектами гидрографии, формами рельефа, не выражающимися горизонталями, и прочими структурными линиями.

9.5.34 Формы рельефа, не выражающиеся горизонталями, урезы воды, отметки высот оформляют с использованием имеющихся графических средств символизации.

9.5.35 Для равнинной или всхолмленной местности могут быть свойственны локальные формы рельефа, выражающиеся горизонталями, с большими уклонами. В таких случаях горизонтали показывают условно (слияние), если просвет между горизонталями меньше 0,3 мм в масштабе плана. С учетом толщины горизонтали (0,15 мм) минимальное возможное заложение составляет 0,45 мм или приблизительно 0,5 мм.

9.5.36 По окончании составления всех элементов карты (плана) номенклатурные листы карты или плана должны быть сведены по тем сторонам рамки, к которым примыкают снятые в том же году или ранее карты (планы) того же или более крупного масштаба. При сводке должна сохраняться тождественность классификации объектов и подписей собственных названий объектов, отметок высот, качественных и количественных характеристик, за исключением изменившихся и ошибочных, с обязательным пояснением причин несводки в сопроводительных документах (например, в формуляре карты). Сводку прямолинейных отрезков выполняют от поворотных точек.

Примеры —

1 Линии электропередачи — от поворотных столбов.

2 Строения — от углов с сохранением прямоугольности всего контура.

Если для старой карты (плана) была использована система координат, отличающаяся от принятой в данных работах, то координаты всех объектов старой цифровой карты (плана) предварительно преобразовывают в нужную систему. Такая операция должна быть проведена для всех НЛ старой карты (плана), используемых в сводке. Одновременно корректируют цифровую информацию о рамках номенклатурных листов, элементов математической основы и зарамочном оформлении. При сводке проверяют сходимость в положении всех элементов содержания. Расхождения в положении контуров и предметов местности с четкими очертаниями не должны превышать следующих значений в масштабе карты (плана):

а) 1,0 мм — в равнинных и всхолмленных районах,

б) 1,5 мм — в горных и высокогорных районах.

Для прочих контуров расхождения не должны быть более 2 мм.

Расхождения в положении горизонталей не должны превышать полуторной величины допусков, указанных в таблице В.1 приложения В. При соблюдении указанных допусков расхождения устраняют путем смещения на каждом из смежных оригиналов на половину величины расхождения; при этом не должны допускаться резкие изгибы контуров и горизонталей по линии рамки, если это не соответствует характеру объекта. При выполнении сводок с изданными ранее картами (планами) все исправления вносят в оригинал новой съемки. Если расхождения по сводке превышают указанные допуски, проверяют работы по векторизации и составлению и в случае необходимости проводят полевой контроль.

По внешним границам объекта, примыкающим к изданным ранее картам более мелких масштабов, сводку не проводят, а выполняют согласование содержания карт.

9.5.37 На всех этапах составления топографических карт и планов осуществляют редакционные работы, обеспечивающие полноту и достоверность содержания топографической карты (плана), правильное и наглядное отображение ситуации и рельефа местности установленными условными знаками, классификаторами и правилами цифрового описания объектов. В состав камеральных редакционных работ помимо составления редакционных указаний входят:

а) обеспечение эффективного использования материалов картографического назначения при камеральном дешифрировании, рисовке рельефа и составлении оригиналов карт (планов);

б) контроль выполнения редакционных указаний и проверка правильности показа на карте всех элементов содержания;

г) редактирование цифровых составительских оригиналов карт и планов.

9.5.38 Редактирование законченных составительских оригиналов проводят детально по всем элементам содержания и оформления как по каждому номенклатурному листу, так и по блокам листов с целью проверки обеспечения единства в показе на всей территории съемки однотипных объектов и увязки между смежными листами характеристик крупных контуров угодий, дорожной сети и других линейных объектов.

9.5.39 По завершении процессов по составлению цифровой векторной карты просмотр (проверку) карты (плана) выполняет редактор. При наличии замечаний исполнитель делает исправления. Фамилию, инициалы редактора пишут под южной рамкой карты или плана справа в выходных данных НЛ. В техническом отчете приводят краткие сведения об использовании специфических методов и программных средств в технологических процессах при составлении карты (плана) и сведения об установочных значениях параметров.

9.5.40 Содержание и качество цифровых топографических карт (ЦТК) и планов (ЦТП) проверяют по следующим показателям.

- точность карты (плана),
- полнота информации;
- правильность идентификации объектов;
- топологическая корректность;
- логическая согласованность структуры и представления объектов;
- согласование информации.

Точность карты или плана должна отвечать требованиям к точности государственных топографических карт и планов [11] и/или требованиям ТЗ.

В части полноты информации цифровые топографические карты (планы) должны содержать все объекты, соответствующие их масштабу и отображаемой на карте (плане) местности картографируемого района работ. Созданный НЛ ЦТК (ЦТП) в качестве обязательной структурной единицы должен иметь паспорт, содержащий справочные данные в соответствии с требованиями ГОСТ 51605.

Правильность идентификации объектов характеризуется правильностью значений кодов объектов и их характеристик в соответствии с классификатором, использованным при создании цифровой карты, а также правильностью самих значений характеристик. Все ошибки, замеченные при редактировании, должны быть исправлены.

Топологическая корректность характеризует качество векторных данных, при котором их топологические свойства удовлетворяют заданным требованиям.

Детальные требования топологической корректности могут меняться в зависимости от используемой модели данных цифровой карты и должны быть сформулированы в редакционных указаниях. В общем случае топологические свойства векторных данных должны удовлетворять следующим требованиям:

- границы площадных объектов должны быть замкнуты, т. е. координаты первой точки контура должны быть равны координатам последней точки;
- осевые линии линейных объектов не должны иметь разрывов в местах, где их не имеют соответствующие объекты картографирования.

Если используется топологическая векторная модель данных, то дополнительно следует применять следующие требования:

- на пересечении линий, используемых как границы площадных объектов, должны быть образованы узлы, а линии должны быть разбиты на отдельные контурные элементы;
- начальная и конечная точки каждой линии, не являющейся границей замкнутого полигона, должны совпадать с точками других линий и образовывать узлы в местах совпадения, т.е. каждая линия должна опираться своими крайними точками на точки других линий;
- должно отсутствовать дублирование линий.

Логическая согласованность структуры и представления объектов отражает степень соответствия структуры и формы представления данных требованиям используемого информационного обеспечения. В ЦТК (ЦТП) не должно быть использовано кодов, характеристик и значений характеристик объектов, не предусмотренных системой классификации и кодирования для карт (планов) соответствующего масштаба.

Согласованность информации заключается в полном согласовании информации об объектах в составе созданного НЛ ЦТК (ЦТП) и смежных с ним листов, а также с ЦТК (ЦТП) смежного масштаба в части метрической и семантической информации. При этом должна сохраняться тождественность классификации объектов и характеристик для смежных листов ЦТК (ЦТП) и должна быть выполнена сводка по рамкам для всех общих объектов.

9.5.41 Результаты редактирования должны быть отражены:

- в паспорте и формуляре НЛ ЦТК (ЦТП);
- в протоколе проверки качества НЛ ЦТК (ЦТП) по всем показателям; там же должно содержаться заключение о качестве НЛ ЦТК (ЦТП).

Протокол должен быть подписан соответствующим должностным лицом.

Отредактированные оригиналы передают для подготовки к изданию или непосредственного оперативного размножения (крупномасштабные планы) на плоттере или другим путем.

10 Полевое дешифрирование и обследование

10.1 В зависимости от топографической изученности района съемки, принятой технологической схемы работ и редакционных указаний полевое дешифрирование производят до камерального или после него. При любом сочетании методов дешифрирования подлежат изучению и использованию материалы картографического значения, перечисленные в 9.5.1.

10.2 Сплошное камеральное дешифрирование применяют при топографической съемке в масштабах 1:10000 и 1:25000, когда в пределах территории работ имеются недоступные и труднодоступные участки (высокогорья, непроходимые болота, песчаные массивы и т. д.). Основой дешифрирования в этом случае будут являться материалы картографического значения и эталоны дешифрирования, ранее изготавливавшиеся на аналогичные типы местности в других районах.

10.3 Сплошное полевое дешифрирование следует проводить в крупных населенных пунктах на участках, где сосредоточено много топографических объектов, не дешифрирующихся камерально.

10.4 Полевое дешифрирование проводят до камерального в следующих случаях:

- объектом съемки является населенный пункт с большим количеством древесной растительности, при этом аэрофотосъемка выполняется в период присутствия листвы;
- фотограмметрическое определение высот для количественных характеристик с допустимой погрешностью невозможно из-за влияния растительного покрова;
- наличие значительного числа объектов на отдельных участках, не полностью или вообще не распознающихся на аэрофотоснимках при камеральном дешифрировании.

10.5 В районах, недостаточно обеспеченных материалами картографического значения, при топографической съемке в масштабах 1:10000 и 1:25000 сначала проводят полевое маршрутное дешифрирование со станциями наблюдения и созданием эталонов дешифрирования типичных ландшафтов, а затем выполняют камеральное дешифрированием. Маршруты дешифрирования прокладывают: через населенные пункты, которые не выделены особо для выполнения в их пределах сплошного полевого дешифрирования; вдоль основных дорог, линий электропередачи и связи; трубопроводов, вдоль русел рек, замаскированных деревьями; вдоль свободных рамок трапеций; по избранным направлениям, необходимым для распознавания аэрофотоизображения растительного покрова и грунтов, изучения форм рельефа, показываемых условными знаками, и т. п., и определения характеристик объектов дешифрирования, которые нельзя получить в камеральных условиях. Для труднодоступных участков территории вместо маршрутного дешифрирования или в дополнение к нему допускается использование перспективной аэрофотосъемки по заданным маршрутам, в том числе с использованием БВС.

10.6 Полевое дешифрирование во всех других случаях следует проводить после камерального. Территория должна быть обследована в натуре для проверки и доработки камерального дешифрирования в отношении объектов, неуверенно распознающихся на аэрофотоснимках (из-за малых размеров, слабого контраста, наличия теней, особенности ситуации), установления недостающих характеристик объектов и нанесения промерами (или другими способами) местных предметов и углов контуров объектов местности, не изобразившихся на аэрофотоснимках.

10.7 Полевое дешифрирование и обследование, проводимое после камерального, выполняют с использованием задания, сформированного в ходе камерального дешифрирования, и ортофотоплана с рабочим пометками тех мест и объектов, которые вызвали сомнения и затруднения, и незавершенного составительского оригинала карты (плана). При необходимости задание может содержать указания по выполнению контрольных определений координат каких-либо объектов, отображаемых на карте, и поворотных точек границ и контуров объектов недвижимости. Помимо конкретных мест и объектов в задании указывают (перечисляют) характеристики объектов, которые необходимо определить непосредственно на месте. При необходимости выполняют съемки объектов с использованием по возможности наиболее простых методов, обеспечивающих допустимую погрешность. Данные промеров при работе с аэрофотоснимками фиксируют на ортофотоплане или на незавершенном составительском оригинале составляемой карты (плана), а при необходимости — дополнительно на отдельном абрисе.

10.8 Полноту и детальность дешифрирования определяют действующими условными знаками и дополнительными требованиями ТЗ и редакционными указаниями.

10.9 При дешифрировании застроенной территории необходимо учитывать следующее:

- к жилым строениям кроме жилых зданий относят здания общественного назначения (учебные заведения, столовые, кафе, больницы, дома отдыха, санатории, административные, культурные, торговые и детские учреждения);

- постройки, пригодные для жилья лишь в теплое время года (легкие постройки детских лагерей, дачных кооперативов и др.), относятся к нежилым;

- огнестойкими следует считать здания, материалом для постройки которых послужили камень, кирпич, бетон, стекло;

- деревянные и соломенные постройки, а также постройки с тесовыми, камышовыми и соломенными крышами следует относить к неогнестойким;

- как правило, на топографических планах в масштабе 1:5000 выходы колодцев (люки) подземных коммуникаций не показывают; в масштабе 1:2000 отображают смотровые колодцы (люки) подземных прокладок; на планах в масштабах 1:1000 и 1:500 показывают все виды коммуникаций и выходы на поверхность по имеющимся данным их инвентаризации соответствующих служб города, поселка, промышленного объекта.

Наименьшая площадь контуров, подлежащая отображению на планах в масштабах 1:5000—1:500, должна быть:

20 мм^2 — для хозяйственно-ценных угодий;

50 мм^2 — для участков, не имеющих хозяйственного значения.

10.10 В процессе дешифрирования осуществляют проверку и дополнение географических названий.

10.11 Дешифрирование, независимо от технологических вариантов съемки, принимает редактор камерально в полном объеме, а также частично на местности в процессе полевого контроля.

10.12 Материалы полевого дешифрирования и обследования передают в камеральную доработку с целью использования при составлении карты или плана, корректировки и дополнения цифровой карты (плана), в завершение которой окончательно проверяют качество и сводки.

10.13 После корректировки цифровую карту или план отдают на редакторский просмотр, а после исправления замечаний принимает служба технического контроля в качестве готовой продукции с приложением к нему формуляра. Замечания, фамилию, инициалы редактора и сведения об исправлении затем отражают в техническом отчете. В техническом отчете также приводят краткие сведения об использовании специфических методов и средств при составлении карты (плана) и сведения об используемых установочных значениях параметров, классификаторе топографических объектов и библиотеке условных знаков.

11 Подготовка технического отчета

11.1 По завершении работ по аэрофототопографической съемке составляют технический отчет, в котором в общей части излагают:

- краткую характеристику объекта съемки с приложением карты-схемы границ объекта;

- требования технического задания;

- использованную технологическую схему выполнения работ по аэрофототопографической съемке, выбор и сочетание методов аэрофототопографической съемки, основные ее параметры;

- фактический график исполнения работ по технологическим процессам.

11.2 Технический отчет должен состоять из разделов по отдельным видам работ, которые фактически выполнялись.

11.3 В разделе «Подготовка к аэрофотосъемочным работам» дают следующие сведения:

- получение разрешений на выполнение АФС;

- методика 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 и лидара, если выполнялась лидарная аэросъемка.

11.4 В разделе «Аэрофотосъемка» приводят следующие фактические сведения:

- данные об использованной системе аэрофотосъемки, ее составе и параметрах аэрофотокамеры (производитель, тип, модель, фокусное расстояние, размер матрицы выходного изображения,

физический размер пикселя), наличии паспорта или сертификата фотограмметрической калибровки с приложением копии документа;

- данные об использованной системе воздушного лазерного сканирования (производитель, модель, диапазон высот полета относительно поверхности земли, частота импульсов, частота сканирования, СКП из документации, максимальный угол сканирования);

- сведения о дополнительном оборудовании (ГНСС-приемник, ИИУ, гироплатформа, если используется);

- номинальные значения параметров аэрофотосъемки (номинальное пространственное разрешение, высота фотографирования, продольное и поперечное перекрытия) с их обоснованием,

- сведения о воздушном судне (тип, модель, основные характеристики: крейсерская скорость, потолок, продолжительность полета);

- сведения о делении объекта съемки на участки с приложением карты-схемы;

- фактические сроки АФС каждого из участков, число маршрутов в каждом участке, максимальную продолжительность полета по маршруту и общее число снимков с приложением карт-схем маршрутов, включая части траектории на подлете и возвращении, содержащие полетные процедуры инициализации.

11.5 В разделе «Послеполетная обработка материалов АФС» отражают результаты общего контроля качества АФС и записи данных на внешний накопитель.

11.6 В разделе «Первичная обработка данных аэросъемки» должно быть отражено следующее:

- краткая характеристика результатов входного контроля качества материалов аэросъемки (см. 7.3);

- содержание, методы и средства выполнения работ по первичной обработке бортовых спутниковых измерений, материалов аэросъемки и лидарной съемки; оценка погрешности определения координат точек траектории полета;

- сведения о системе координат и высот, а также форматы, в которых представлены траекторные данные после постобработки;

- содержание операций по первичной обработке «сырых» данных аэрофотосъемки и лидарной съемки, выполняемых с целью получения цифровых аэрофотоснимков и файлов с точками лазерных отражений, пригодных для фотограмметрической обработки и дешифрирования с указанием использованных программных средств;

- состав и характеристики (форматы, система координат и высот) передаваемых в камеральную обработку материалов;

- результаты контрольного просмотра.

11.7 В разделе «Работы по геодезическому обеспечению» приводят следующие фактические сведения:

- характеристика исходных данных, результатов сбора данных о геодезической изученности и обследования пунктов геодезической сети;

- содержание работ по геодезическому обеспечению (перечисление процессов с приложением технологической схемы);

- использованный метод определения координат центров проекции аэрофотоснимков и лидара (PPP, дифференциальные определения от базовой станции);

- число использованных базовых станций, максимальное удаление воздушного судна от базовых станций, фактическое расположение базовых станций с приложением карты-схемы;

- сведения о выполненных определениях (измерениях) на пунктах ГГС, на точках государственной нивелирной сети, точках съемочного обоснования (базовых станциях);

- сведения об уравнивании съемочной геодезической сети с приложением ее схемы, включая положения всех исходных пунктов, результаты контроля точности, полученные при уравнивании сети;

- сведения об измерениях на базовых станциях во время выполнения аэросъемки (количество базовых станций, их расположение, максимальное удаление воздушного судна от базовой станции);

- использованные технические средства (спутниковые приемники) с приложением копии свидетельства об утверждении типа средств измерений и свидетельства о поверке или знака поверки;

- необходимость и способ пересчета в требуемую систему координат и высот и используемые для этого исходные данные и программные средства, остаточные расхождения на пунктах ГГС при вычислении параметров трансформирования;

- обоснование необходимости маркирования опознаков или ее отсутствие, количество замаркированных опознаков, краткое описание конфигурации и размеров марки с приложением фотографии;

- способы определения координат опознаков.

11.8 В разделе «Фотограмметрические работы» приводят следующее:

- исходные материалы и данные (например, аэрофотоснимки, файл элементов внешнего ориентирования, полученных по бортовым ГНСС/ИИУ измерениям, материалы ПВП);
- состав процессов фотограмметрической обработки;
- структура блоков фототриангуляции с прилагаемой картой-схемой;
- исходные данные фототриангуляции — значения использованных установочных параметров (стандартные отклонения элементов внешнего ориентирования и координат опорных точек, если они используются);
- параметры фотограмметрической калибровки аэрофотокамеры; если выполнялась самокалибровка — обоснование ее необходимости; значения использованных стандартных отклонений априорных значений, определяемых самокалибровкой параметров;
- отчетные данные о результатах фототриангуляции в соответствии с 9.2.9;
- результаты контроля точности построения и уравнивания фотограмметрической сети по стереоизмерениям координат контрольных опознаков (если фототриангуляция не выполнялась);
- тип создаваемого ортофотоплана (обычный ортофотоплан, истинный ортофотоплан);
- обоснование допустимой погрешности и плотности точек ЦМР для ортотрансформирования;
- источник получения ЦМР для ортотрансформирования;
- применяемая разграфка ортофотоплана и ее обоснование;
- обоснование размера пикселя на местности ортофотоплана;
- результаты контроля точности ортофотоплана по контрольным опознакам, по расхождениям контуров по линиям «пореза» и по сводкам, расхождениям на общих точках смежных блоков;
- использованные в процессах работ системы координат;
- использованные программные средства.

11.9 В разделе «Дешифрирование и векторизация границ и контуров объектов недвижимости» приводят сведения об использованном способе дешифрирования и векторизации, использованных материалах, программных и технических средствах, о досъемке и способах ее выполнения, средней погрешности планового положения, вычисленной по расхождениям на контрольных опознаках и пунктах ГГС.

11.10 В разделе «Обработка данных воздушного лазерного сканирования» должны содержаться сведения:

- результаты входного контроля данных ВЛС (обеспечение перекрытий между маршрутами, отсутствие/наличие участков, не обеспеченных точками, наличие грубых выбросов, оценка фактической плотности точек);
- СКП координат ТЛО, вычисленные по расхождениям в межмаршрутных перекрытиях, до уравнивания и после уравнивания;
- использованные программные средства обработки данных ВЛС;
- установочные параметры классификации точек лазерных отражений;
- СКП координат ТЛО, вычисленные по расхождениям на контрольных точках.

11.11 В разделе «Работы по составлению оригинала карты» должны быть отражены:

- использованные основные материалы и данные;
- использованные материалы картографического значения;
- использованные классификатор и библиотека условных знаков;
- использованные редакционные указания;
- использованные методы, программные и технические средства построения и сглаживания горизонталей;
- использованные методы, программные и технические средства дешифрирования и векторизации, а также редактирования;
- результаты сводки НЛ;
- результаты проверки содержания и качества цифровой карты плана;
- сведения о наличии гидрографических объектов, использовании данных гидрологических постов, на какую дату/межень подписаны отметки урезов воды;
- результаты контроля точности карты (плана): среднее расхождение в плановом положении на контрольных опознаках.

11.12 Раздел «Работы по полевому обследованию и корректировке цифровой карты (плана) по данным полевого обследования и досъемкам» должен содержать следующие сведения:

- использованные материалы и данные;
- использованные методы и средства полевых измерений;
- объем выполненных работ;
- результаты контрольных определений координат точек объектов, отобразившихся на карте.

12 Перечень выходных материалов и документов

По завершении работ по созданию карты (плана) объекта аэрофототопографической съемки представляют следующие материалы и документы:

1) материалы аэрофотосъемки в составе, отвечающем требованиям ГОСТ Р 59328;

2) материалы по геодезическому обеспечению:

- каталоги координат пунктов съемочной сети (базовых станций) в системе координат ITRF и требуемой системе координат и высот;
- каталоги координат опорных и контрольных точек в системе координат ITRF и требуемой системе координат и высот;
- файлы абрисов и описаний опознаков;
- каталоги с отметками использованных водных (гидрологических) постов;

3) конечная продукция (в зависимости от требований):

- ортофотоплан в требуемой системе координат и разграфке в формате GeoTIFF с файлом зарамочного оформления (если предусмотрено ТЗ), файлом метаданных в формате XML и схемой покрытия территории в согласованном ГИС-формате;
- результаты векторизации границ и контуров объектов недвижимости (план земельных участков и объектов капитального строительства);
- цифровая карта или план в требуемом формате по номенклатурным листам или единым покрытием на объект съемки в зависимости от требований ТЗ с файлом метаданных в формате XML и схемой покрытия территории в согласованном ГИС-формате;
- цифровая модель рельефа в требуемых системе координат, разграфке, формате со схемой покрытия территории в согласованном ГИС-формате;
- файлы элементов внешнего ориентирования аэроснимков, использованные в фотограмметрических проектах при выполнении камеральных работ;

4) технический отчет.

Состав конечной продукции может ограничиваться некоторыми из перечисленных документов и определяется требованиями ТЗ.

Приложение А
(обязательное)

Технологические схемы аэрофототопографической съемки

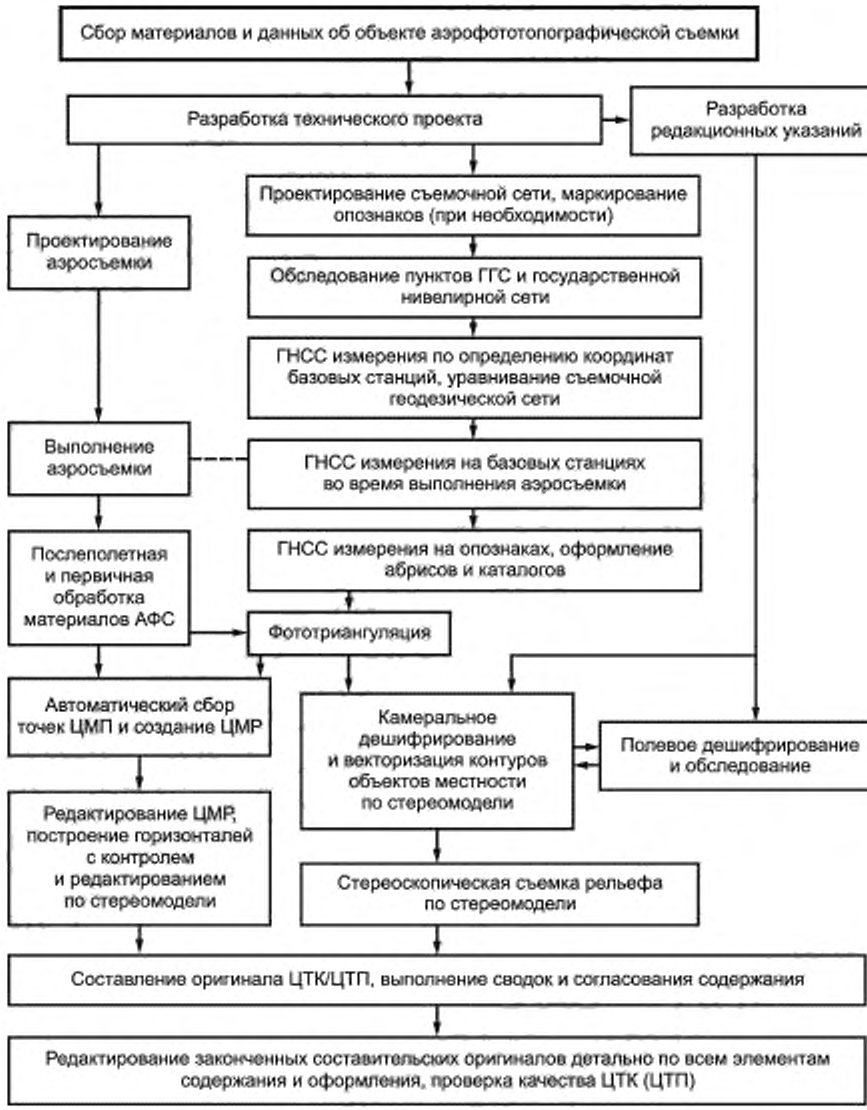


Рисунок А.1 — Технологическая схема стереотопографической съемки

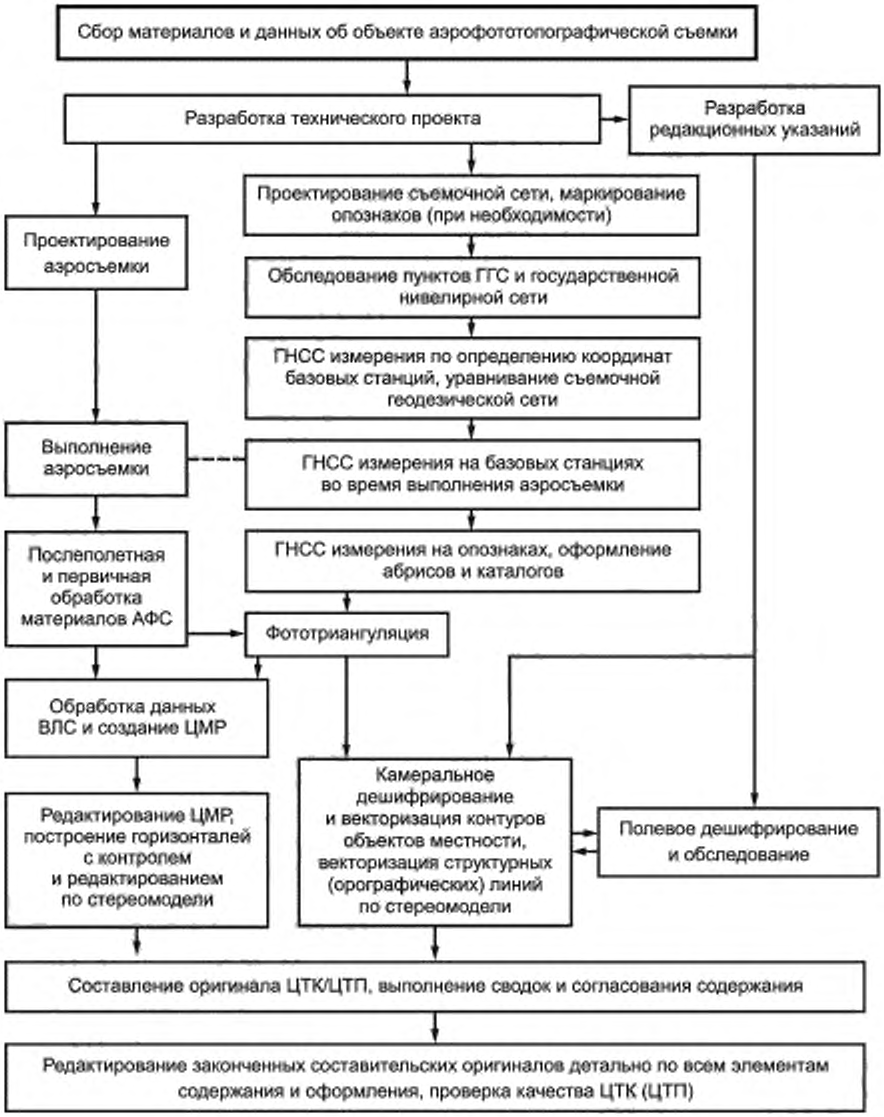


Рисунок А.2 — Технологическая схема комбинированной стереотопографической съемки

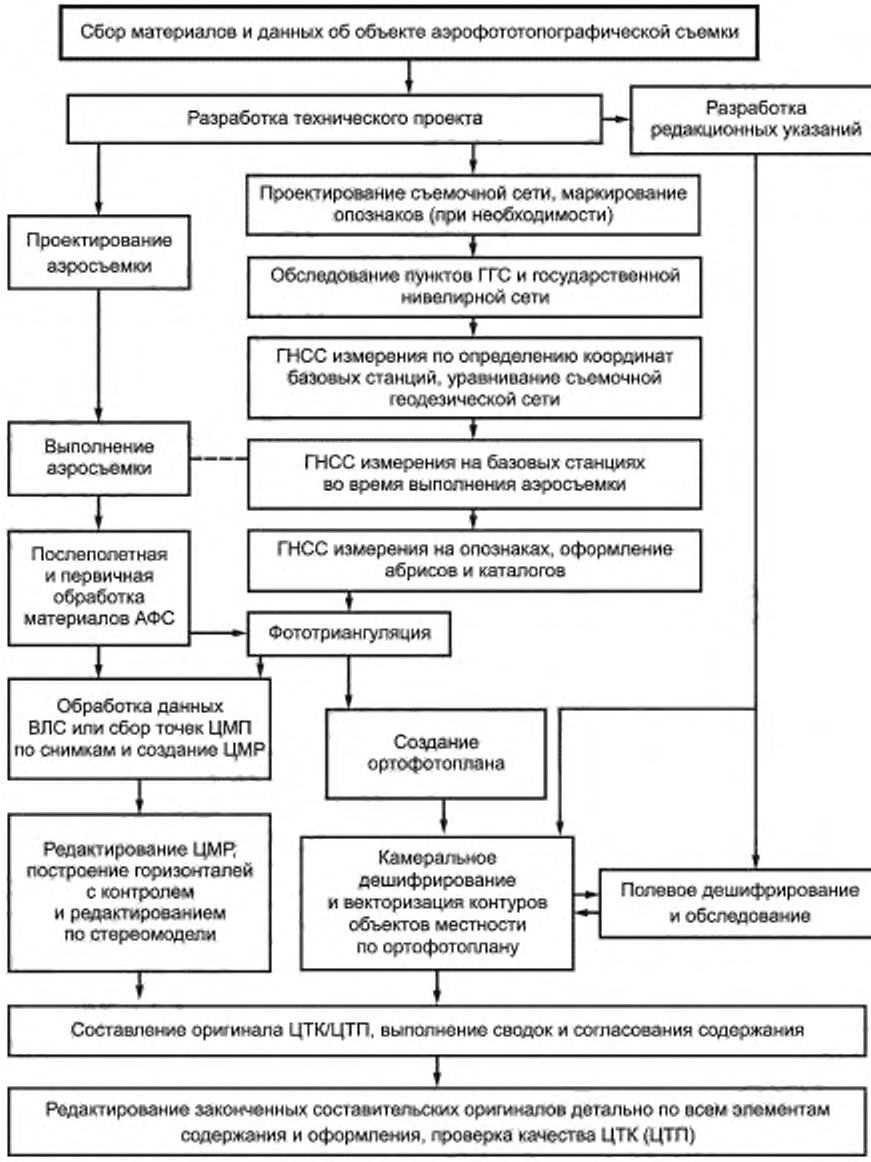


Рисунок А.3 — Технологическая схема комбинированной аэрофототопографической съемки

Приложение Б
(рекомендуемое)

Рекомендуемое номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимков

Таблица Б.1 — Номинальное пространственное разрешение аэрофотоснимков

Масштаб топографического плана или карты	Рекомендуемый размер пикселя на местности (не более), см
1:500	6
1:1000	9
1:2000	20 (14*)
1:5000	30
1:10000	50
1:25000	70
* Для территории городских населенных пунктов с многоэтажной и плотной застройкой.	

Приложение В
(обязательное)

Допустимые погрешности съемки рельефа

Таблица В.1 — Допустимые средние и средние квадратические погрешности съемки рельефа, м

Масштаб топографической карты, плана	Характер местности и условия топографической съемки	Допустимая средняя погрешность	Допустимая СКП
1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000	Равнинная с углами наклона местности до 2°, открытая	0,25h[1)]	0,31h
1:2000, 1:5000	Равнинная с углами наклона местности до 2°, открытая; при высоте сечения 0,5 м	0,33h	0,41h
	Всхолмленная с углами наклона местности от 2° до 6°, горная в долинах, открытая		
1:500, 1:1000	Всхолмленная с углами наклона местности от 2° до 10°, горная в долинах, открытая		
1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000	Равнинная с углами наклона местности до 2°, залесенная	0,38h	0,48h
1:2000, 1:5000	Равнинная с углами наклона местности до 2°, залесенная; при высоте сечения 0,5 м	0,50h	0,63h
	Всхолмленная с углами наклона местности от 2° до 6°, горная в долинах, залесенная		
1:10 000	Плоскоравнинная с углами наклона местности до 1°, открытая	0,25h	0,31h
	Плоскоравнинная с углами наклона местности до 1°, залесенная	0,38h	0,48h
	Равнинная, всхолмленная, горная и предгорная в долинах с углами наклона местности от 1° и более, открытая	0,33h	0,41h
	Равнинная, всхолмленная, горная и предгорная в долинах с углами наклона местности от 1° и более, залесенная	0,50h	0,63h
1:25 000	Плоскоравнинная, равнинная, всхолмленная, предгорная и горная в долинах, открытая	0,33h	0,41h
	Плоскоравнинная, равнинная, всхолмленная, предгорная и горная в долинах, залесенная	0,50h	0,63h

[1)] h — высота сечения рельефа.

Приложение Г
(рекомендуемое)

Допустимая плотность точек ЦМР для отображения рельефа горизонталями

Таблица Г.1 — Допустимые значения среднего расстояния между точками и плотности точек исходной цифровой модели рельефа, используемой для построения горизонталей

Тип местности	Масштаб	Высота сечения, м	Среднее расстояние между точками, м	Плотность точек, 1/м^2
Равнинная с преобладающими углами наклона местности до 2°, открытая	1:500 1:1000 1:2000 1:5000	0,5 0,5 0,5; 1,0 1,0; 2,0	0,6 0,8 1,5 3,3	2,7 1,56 0,44 0,09
Всхолмленная с углами наклона местности от 2° до 6°, горная в долинах, открытая	1:500; 1:1000 1:500; 1:1000 1:2000 1:2000 1:2000 1:5000	0,5 1,0 0,5 1,0 2,0 1,0; 2,0	0,7 1,4 1,5 1,8 3,7 3,8	2,04 0,51 0,44 0,31 0,08 0,07
Равнинная с углами наклона местности до 2°, залесенная	1:2000	0,5; 1,0	1,9	0,28
Всхолмленная с углами наклона местности от 2° до 6°, горная в долинах, залесенная	1:2000	0,5 1,0 2,0	1,9 2,2 4,5	0,28 0,21 0,05
Плоскоравнинная с преобладающим углом наклона до 1°, открытая	1:10000	1,0	6,5	0,024
Равнинная и всхолмленная, горная в долинах, открытая	1:10000	1,0 2,0	7,7	0,017
	1:25000	2,5; 5,0	19,0	0,003
Плоскоравнинная с углом наклона до 1°, залесенная	1:10000	1,0	8,0	0,016
Равнинная и всхолмленная, горная в долинах, залесенная	1:10000	1,0; 2,0	9,45	0,011
	1:25000	2,5; 5,0	23,6	0,002

Таблица Г.2 — Коэффициенты снижения плотности точек ЦМР относительно исходного облака точек ВЛС

Характер лесной растительности	Коэффициент снижения плотности точек
Редколесье	1,1
Хвойный лес или невысокий (до 16 м) лиственный	2,0
Высокий лиственный лес (береза)	3,0
Высокий (30—35 м) густой лиственный лес	4,0

Приложение Д
(обязательное)

Допустимые удаления воздушного судна от базовой станции

Таблица Д.1 — Допустимое удаление от базовой станции

Назначение съемки	Высота сечения рельефа, м	Допустимое удаление от базовой станции, км
Определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости с СКП, не превышающей 0,1 м и 0,2 м; создание топографических планов (ортофотопланов) масштаба 1:500	—	30
Создание топографических планов (ортофотопланов) масштаба 1:1000, 1:2000, 1:5000	0,5 1,0 и более	30 50
Создание топографической карты (ортофотоплана) масштаба 1:10000	1,0 более 1 м	50 60
Создание топографической карты (ортофотоплана) масштаба 1:25000	2,5 и более	60

Приложение Е
(рекомендуемое)

Примеры оформления абриса опознака

<Название организации-исполнителя работ>

АБРИС И ОПИСАНИЕ ПУНКТА СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ/ОПОЗНАКА

Проект (объект работ): *< название объекта работ >*

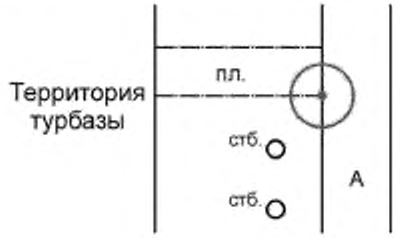
Дата: *дд.мм.гггг*

Исполнитель: *<должность, фамилия, имя, отчество>*

Опознак № ....

Тип: планово-высотный, контрольная точка

Опознан на снимке №___ ; Файл *<имя файла>*



С. Красное. Юго-восточный угол бетонной дорожки, ведущей от асфальтированной дороги к въезду на турбазу.

Обзорный фотоабрис



Детальный фотоабрис

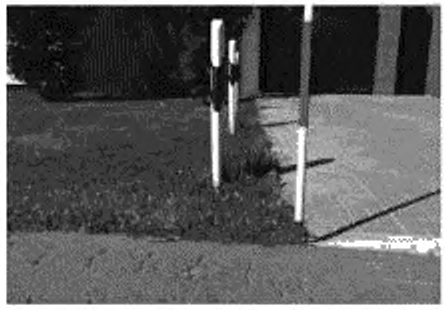


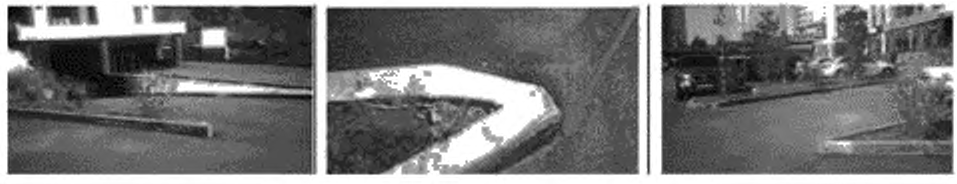
Рисунок Е.1— Форма абриса и описания опознака

Новосибирск_от_137.

Фотосхема расположения опознака



Наземные фотоабрисы опознака



Фотоабрис опознака на аэрофотосъемке



Опознавание и координирование на местности произвел: инженер Евтеев А.Ю. 28.07.2019
Проверил: начальник партии Морозов А.С. 30.07.2019

Рисунок Е.2 — Пример оформления фотоабриса опознака

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Пример оформления каталога координат опознаков

Таблица Ж.1 — Каталог координат опознаков

Каталог_ОП_Новосибирск_ГСК-2011 ХУН Балт_#3

№ п/п	Наименование опознака	ГОСТ 2011, зона 14		H м	Описание опознака	Тип опознака*	Организация-исполнитель
		X м	Y м				
1	Новосибирск_ОТ_137	6097357.020	612091.729	108,54	угол бордюрного камня	СГС	АО Роскартография
2	Новосибирск_ОТ_215	6092006.825	616825.706	117.263	пункт ГГС	ГГС	АО Роскартография
3	Новосибирск_ОТ_30	6090996.679	618362.840	140.090	центр люка колодца	ФСОС	АО Роскартография

* Сокращения для типа опознака:
- СГС — точки съемочной геодезической сети, определенные при полевой подготовке снимков;
- ГГС — пункты государственной геодезической сети;
- ФСОС — точки фотограмметрического сгущения опорной сети, полученные в результате уравнивания сети.

Приложение И
(рекомендуемое)

Максимальные допустимые расстояния между точками ЦМР для ортотрансформирования

Таблица И.1 — Максимальные допустимые расстояния между точками ЦМР в зависимости от максимального градиента наклона склона и допустимой СКП ЦМР по высоте, м

Максимальный градиент наклона склона	Допустимая СКП высоты точек ЦМР						
	1 м	2 м	5 м	10 м	15 м	20 м	30 м
	Допустимые расстояния между точками ЦМР, м						
5	46	91	229	457	686	914	1372
10	23	45	113	227	340	454	681
15	15	30	75	149	224	299	448
20	11	22	55	110	165	220	330
25	9	17	43	86	129	172	257
30	7	14	35	69	104	139	208
35	6	11	29	57	86	114	171
40	5	10	24	48	72	95	143
45	4	8	20	40	60	80	120

Приложение К
(справочное)

Пример изображения ортофотоплана на границе номенклатурного листа при разграфке по трапециям



Рисунок К.1 — Увеличенное с отображением пикселей изображение ортофотоплана на границе номенклатурного листа при разграфке по трапециям

Библиография

[1] ГКИНП-02-033-82	Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500
[2] ГКИНП 34	Инструкция по топографическим съемкам в масштабах 1:10000 и 1:25000. Полевые работы
[3] ГКИНП (ГНТА)-02-036-02	Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов
[4] ГКИНП-02-121-79	Руководство по дешифрированию аэроснимков при топографической съемке и обновлении планов масштабов 1:2000 и 1:5000
[5] ГКИНП (ОНТА)-02-262-02	Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS
[6] ГКИНП-09-32-80	Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов
[7] ГКИНП(ГНТА)-17-004-99	Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ
[8] ГКИНП-02-127-80	Руководство по редактированию топографических крупномасштабных карт и планов

[9] Постановление Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О единых государственных системах координат»

[10] Геометрические и физические числовые геодезические параметры государственной геодезической системы координат 2011 года (утверждены приказом Росреестра от 23 марта 2016 г. № П/0134)

[11] Требования к государственным топографическим картам и государственным топографическим планам, включая требования к составу сведений, отображаемых на них, к условным обозначениям указанных сведений, требования к точности государственных топографических карт и государственных топографических планов, к формату их представления в электронной форме, требования к содержанию топографических карт, в том числе рельефных карт (утверждены приказом Минэкономразвития от 6 июня 2017 г. № 271)

[12] Требования к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требования к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требования к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места (утверждены приказом Росреестра (от 23 октября 2020 г. № П/0393)

[13] Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (утверждены Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г.)

[14] Условные знаки для топографических карт масштаба 1:10000 (утверждены начальником Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР и начальником Военно-топографического управления Генерального штаба)

[15] Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000 (утверждены начальником Военно-топографического управления Генерального штаба и начальником Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1983 г.)

УДК 528:006.354 ОКС 07.040

Ключевые слова: аэрофототопографическая съемка, аэрофотосъемка, топографическая карта, топографический план, ортофотоплан, геодезическое обеспечение, планово-высотная подготовка, опознак, фотограмметрические работы, камеральные работы

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 11.06.2021. Подписано в печать 06.07.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,70.

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.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru