ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58854— 2020

ФОТОГРАММЕТРИЯ

Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Урало-Сибирская Геоинформационная Компания» (АО «УСГИК») и Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ)

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 15 мая 2020 г. № 204-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, 2020

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Подготовка технического проекта 3
6 Геодезическое обеспечение аэрофотосъемки и фотограмметрических работ 5
7 Аэрофотосъемка 6
8 Фотограмметрические работы 8
9 Формирование материалов и данных для работы со стереомоделями местности 10
10 Технический контроль и приемка 10
Приложение А (обязательное) Общая технологическая схема создания ориентированных снимков для построения фотограмметрических стереомоделей местности 12
Библиография 13

Введение

Большинство задач муниципального управления, градостроительной и земельно-имущественной деятельности в городах, административных центрах, иных населенных пунктах решаются на основе пространственной информации о местности со средними квадратическими погрешностями определения координат точек до 10—20 см в плане и 15—25 см по высоте.

Современное развитие технических и аппаратно-программных комплексов позволяет применять стереофотограмметрический метод для получения пространственных данных о местности с вышеуказанной точностью, которая для фотограмметрических измерений по аэрофотоснимкам в настоящий момент является высокой.

Целью разработки настоящего стандарта является техническое регулирование технологических процессов создания ориентированных фотограмметрических аэроснимков, обеспечивающих построение стереоскопических моделей местности для решения задач кадастровой и градостроительной деятельности.

07 МАТЕМАТИКА. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

ОКС 07.040

Поправка к ГОСТ Р 58854—2020 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Предисловие. Пункт 1	Геоинформационная	Гео-Информационная

(ИУС № 9 2020 г.)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФОТОГРАММЕТРИЯ

Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомоделей застроенных территорий

Photogrammetry. Requirements for creating oriented aerial images for building stereo models of built-up areas

Дата введения — 2020—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает технические требования к выполнению комплекса работ в целях создания ориентированных фотограмметрических аэроснимков, обеспечивающих построение стереоскопических моделей (далее — стереомодели) местности для получения пространственных данных о местности со средней квадратической погрешностью (СКП) положения точек местности, не превышающей 10 см в плане и 15 см по высоте.

Положения настоящего стандарта распространяются на создание стереомоделей застроенных территорий для последующего получения по ним визуальной и геометрической информации вышеуказанной точности в виде координат и высот точек местности, границ объектов, высотных характеристик, которые используются в кадастровой и градостроительной деятельности, ведении баз пространственных данных, объемном проектировании и решении других задач.

Стандарт предназначен для применения организациями, независимо от форм собственности и подчинения, занимающимися созданием ориентированных аэрофотоснимков и использованием стереоскопических моделей местности, построенных по ним.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 19781 Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения

ГОСТ 20058 Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения

ГОСТ 21667 Картография. Термины и определения

ГОСТ 28441 Картография цифровая. Термины и определения

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

ГОСТ Р 8.736 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

ГОСТ Р 50381 Приборы фотограмметрические. Термины и определения

ГОСТ Р 51833 Фотограмметрия. Термины и определения

ГОСТ Р 52369 Фототопография. 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

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 ежемесяч-

Издание официальное

ного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 19781, ГОСТ 20058, ГОСТ 21667, ГОСТ 28441, ГОСТ Р 8.736, ГОСТ Р 50381, ГОСТ Р 51833, ГОСТ Р 52369, ГОСТ Р 53864, ГОСТ Р 57258, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **ориентированный (фотограмметрический) аэроснимок:** Аэроснимок, для которого известны элементы внутреннего ориентирования, а также угловые и линейные элементы внешнего ориентирования, обеспечивающие определение пространственного положения точек местности с заданной (установленной) точностью фотограмметрическим методом по стереопаре (фотограмметрических) аэроснимков или по нескольким перекрывающимся аэроснимкам.

3.1.2 **стереомонитор:** Устройство, реализующее стереоскопическую визуализацию стереопары цифровых ориентированных аэроснимков с целью построения стереоскопической модели местности.

3.1.3 **стереомодель местности:** Видимое пространственное изображение сфотографированной местности при стереоскопическом рассматривании стереопары топографических фотоснимков.

3.1.4 **фотограмметрическая стереомодель:** Стереоскопическая модель местности, построенная по стереопаре ориентированных фотограмметрических аэроснимков.

3.1.5 **цифровая фотограмметрическая система;** ЦФС: Комплекс аппаратно-программных средств фотограмметрической обработки материалов наземной, аэро- и космической съемок.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АФС — аэрофотосъемка;
АФА — аэрофотоаппарат;
БВС — беспилотное воздушное судно;
ВС — воздушное судно;
ГГС — государственная геодезическая сеть;
ГНСС — глобальная навигационная спутниковая система;
ИИБ — инерциальный измерительный блок;
ПО — программное обеспечение;
ПВП — планово-высотная подготовка;
ТЗ — техническое задание;
PPP* — точное точечное позиционирование.

4 Общие положения

4.1 Данный стандарт разработан на основе практического опыта и экспериментальных работ российских производственных и научных организаций соответствующего профиля.

4.2 Общая технологическая схема создания ориентированных фотограмметрических аэроснимков, обеспечивающих построение стереомоделей местности для решения задач кадастровой и градостроительной деятельности, приведена в приложении А.

4.3 В общем случае состав работ включает подготовку технического проекта, геодезическое обеспечение аэрофотосъемки и фотограмметрических работ, АФС местности и фотограмметрическую обработку ее материалов.

* Precise point positioning.

5 Подготовка технического проекта

5.1 Составление технического проекта на выполнение работ

5.1.1 В соответствии с ТЗ, получаемым от заказчика, и на основании исходных материалов составляется технический проект на выполнение работ, в котором должны быть отражены:

- цель выполнения работ;
- характеристика района работ;
- обоснование технологии работ и необходимых параметров АФС и геодезического обеспечения, соответствующих точности конечной продукции;
- техническое обеспечение выполнения работ;
- график проведения работ;
- состав исполнителей;
- техника безопасности;
- организация работ.

5.1.2 При разработке технического проекта следует руководствоваться действующими положениями [1]—[7].

5.1.3 Исходными материалами для проектирования являются ТЗ, материалы геодезической и топографической изученности района работ, материалы ранее выполненных производственных аэро- или космических съемок, справочные сведения.

5.2 Требования к аэрофотосъемочному оборудованию

5.2.1 В состав оборудования, устанавливаемого на борту воздушного судна, включают:

- топографический АФА (или нетопографический фотоаппарат);
- ГНСС-приемник для определения положения траектории полета;
- гиростабилизированная установка (может отсутствовать на БВС);
- ИИБ (может отсутствовать).

Допускается установка дополнительного оборудования в виде сканирующих лазерных систем и пр., если это предусмотрено ТЗ.

5.2.2 Для АФС следует использовать цифровые фотоаппараты, формирующие аэрофотоснимки в центральной проекции. Использование фотоаппаратов с иным принципом построения аэрофотоснимков допускается в исключительных случаях и должно быть оговорено в ТЗ.

5.2.3 В цифровых фотоаппаратах следует использовать объективы с постоянным фокусным расстоянием и жестким креплением к корпусу фотоаппарата.

5.2.4 Цифровые фотоаппараты должны быть калиброваны с целью уточнения элементов внутреннего ориентирования и дисторсии объективов. При использовании топографических АФА фотограмметрическую калибровку следует проводить не реже одного раза в три года. При использовании нетопографических цифровых фотокамер фотограмметрическая калибровка (самокалибровка) выполняется для каждого проекта.

5.2.5 В качестве бортового ГНСС-приемника следует использовать приемники геодезического класса точности с возможностью записи ГНСС-сигнала с частотой не менее 10 Гц.

5.2.6 Для наземных геодезических работ следует использовать ГНСС-приемники геодезического класса точности с возможностью записи ГНСС-сигнала:

- для измерений на пунктах геодезической сети и опознаках — с частотой не менее 1 Гц;
- для измерений на базовых станциях при сопровождении АФС — с частотой не менее 10 Гц.

5.3 Проектирование АФС

5.3.1 Проектирование аэрофотосъемки выполняется в соответствии с требованиями ТЗ, характеристиками снимаемой местности и имеющимся в распоряжении съемочным оборудованием.

5.3.2 На основе изучения физико-географических и климатических условий района работ, в т.ч. периодов наличия снежного покрова, вегетации растительности и подъема уровня воды в реках, устанавливается время начала и конца аэрофотосъемочного периода.

5.3.3 Выбор ВС для АФС выполняют с учетом его технических характеристик и характеристик съемочной аппаратуры, характера снимаемой местности, размеров и удаленности объекта съемки от

аэродрома базирования, продолжительности аэрофотосъемочного периода, а также стоимостных показателей.

5.3.4 Расчет основных параметров аэрофотосъемки выполняют с использованием программного обеспечения для планирования АФС.

Высоту фотографирования определяют с учетом размера проекции пикселя аэроснимка на местности. Примерное соотношение параметров АФС выражается формулой (1):

$$\delta_{px} \cdot \frac{H}{f} \leq 5 \text{ см}, \quad (1)$$

где δ_{px} — физический размер пикселя матрицы фотокамеры;

H — высота фотографирования;

f — фокусное расстояние фотокамеры;

5 см — требуемое разрешение АФС на местности.

Также необходимо учитывать условие обеспечения требуемой точности определения высот точек местности по стереоскопической модели. Окончательно выбирается меньшее из двух оцененных значений высоты фотографирования.

5.3.5 При БВС значения относительных высот объектов местности не должны превышать 1/3 от высоты фотографирования.

Примечание — Для отдельных высотных сооружений допускается увеличение коэффициента до 1/2.

5.3.6 Номинальные значения продольного и поперечного перекрытия снимков должны быть не менее 60 %. Для АФС территорий с застройкой выше 16 этажей продольное перекрытие увеличивается до 80 %, поперечное — до 70 %. Эти значения перекрытий могут быть увеличены в случае съемки высотных зданий, а также при необходимости исключения влияния резких угловых колебаний носителя.

5.3.7 Маршруты АФС должны быть прямолинейными и продолжающимися за границы съемочного участка не менее чем на один базис фотографирования.

5.3.8 При составлении полетного задания следует использовать имеющиеся данные о рельефе для выдерживания заданной высоты фотографирования.

5.3.9 АФС следует проводить в бесснежный период при минимальном количестве листвы, когда объекты местности на снимках опознаются наиболее уверенно.

5.4 Проектирование планово-высотной подготовки снимков

5.4.1 Одновременно с проектированием АФС составляется проект ПВП аэрофотоснимков, который включает проект размещения базовых станций и планово-высотных опознаков (далее — опознаки).

5.4.2 Проект размещения опорных и контрольных опознаков составляется на любом доступном картографическом или фотографическом материале в виде обзорной схемы района работ, на которую наносятся границы района работ и пункты исходной геодезической сети, а также проектируемые места расположения базовых станций и опознаков.

Примечание — В исходную геодезическую сеть включаются имеющиеся пункты ГГС и геодезических сетей специального назначения, в том числе дифференциальные геодезические станции.

5.4.3 Место расположения каждой из базовых станций проектируется таким образом, чтобы ее удаленность не превышала 30 км от обеспечиваемого ею участка района АФС.

По возможности, базовые станции совмещаются с пунктами исходной геодезической сети.

Расстояние от базовой станции до опознака допускается до 40 км при использовании двухчастотного ГНСС-приемника и до 8 км при использовании одночастотного ГНСС-приемника.

5.4.4 Количество точек ПВП определяется из следующих условий:

- при использовании в качестве планово-высотных опорных данных координат центров проектирования аэроснимков наземные опорные точки не требуются;
- в остальных случаях необходимо запроектировать для каждого подблока фототриангуляции не менее пяти точек ПВП (четыре — по краям блока, пятая — в центре).

Примечания

1 Под блоком фототриангуляции подразумевается блок аэрофотоснимков, подлежащий совместному уравниванию. Блок может включать подблоки. Подблок среднего размера состоит из 10 маршрутов по 15 стереопар.

2 Там, где края блока обеспечивают границы объекта съемки, опорные точки ПВП проектируются за границами;

- при наличии водной преграды в районе работ необходимо дополнительно запланировать опознаки с целью исключения фотограмметрических разрывов в обработке материалов АФС;
- если проект выполняется в несколько аэрофотосъемочных полетов, необходимо дополнительно запланировать один-два опознака для связи аэросъемочных маршрутов.

5.4.5 Наличие контрольных опознаков является обязательным. На каждый подблок фототриангуляции проектируется не менее двух контрольных опознаков в наиболее удаленных от опорных точек местах. Если фототриангуляция выполняется с опорой только на координаты центров проектирования, контрольные опознаки (также не менее двух) разрешается размещать в любых местах блока.

5.4.6 Не допускается проектирование опознаков в теневых зонах, рядом с высотными сооружениями, на участках с уклонами рельефа местности более 15°, под линиями электропередач, вблизи древесно-кустарниковой растительности.

5.4.7 Опознаки подлежат маркированию на местности, за исключением четких контурных точек, которые обеспечивают их уверенное опознавание на аэрофотоснимке и точность наведения измерительной марки при фотограмметрических наблюдениях не хуже 0,5 размера пикселя.

Пример — Углы дорожной разметки на асфальте не маркируют.

5.4.8 Форма и размеры маркировочных знаков для точек ПВП должны обеспечивать их уверенное опознавание на аэрофотоснимке и точность наведения измерительной марки при фотограмметрических наблюдениях не хуже 0,5 размера пикселя.

Примечание — Рекомендуемые форма, размер и цвет маркировочных знаков:

- на участках с асфальтированным покрытием, в случае отсутствия четких контуров, маркировку осуществляют белой аэрозольной краской (тип — «крест», длина луча — 0,5 м, ширина равна величине проекции пикселя на местность с коэффициентом 1,0—1,5); при отсутствии дорог с покрытием и четких контуров выполняется искусственное маркирование в виде креста, в центре которого может устанавливаться круг диаметром 0,2 м для уверенного опознавания на снимке;
- цвет маркировочного материала определяется с учетом обеспечения максимального контраста между маркировочным знаком и подстилающей поверхностью; основные цвета: желтый (предпочтительнее) и белый, либо сочетание белого с красным.

5.4.9 Для определения при последующих полевых работах местонахождения запроектированных базовых станций и опознаков составляют каталог с их приближенными координатами в системе координат WGS-84.

6 Геодезическое обеспечение аэрофотосъемки и фотограмметрических работ

6.1 Общая часть

Основными этапами геодезического обеспечения АФС и фотограмметрических работ являются:

- обследование пунктов геодезической сети;
- маркировка опознаков;
- ГНСС-измерения на пунктах исходной геодезической сети, базовых станциях, опознаках;
- составление абрисов или фотоабрисов опознаков;
- ГНСС-измерения на базовых станциях во время выполнения АФС (наземное геодезическое сопровождение АФС);
- камеральная обработка наземных ГНСС-измерений и совместное уравнивание координат и высот пунктов геодезической сети, базовых станций и опознаков;
- совместная обработка ГНСС-измерений бортового спутникового приемника и наземных базовых станций, уравнивание координат и высот центров проектирования.

6.2 Полевые геодезические работы

6.2.1 В процессе обследования пунктов исходной геодезической сети, входящих в проект геодезического обоснования, проверяется и уточняется на местности сохранность, состояние и пригодность к проведению измерений каждого пункта. Результаты обследования отражают в ведомостях [2].

6.2.2 До начала аэрофотосъемочных работ необходимо провести выбор и маркировку опознаков в местах, обеспечивающих их сохранность на период АФС и ПВП. Количество опознаков, их тип (маркируемый, немаркируемый) и место установки определяют заранее в процессе проектирования. При полевых работах уточняются их положение и тип.

6.2.3 Маркировку опознаков выполняют с учетом критериев, указанных в 5.4.7, 5.4.8. В процессе маркировки следует обеспечить выраженный контраст подстилающей поверхности и маркировочного знака. Для этого при необходимости возможно создание искусственного фона, удаление высокотравной растительности в радиусе не менее двух метров, а посторонних предметов, которые могут помешать однозначному опознаванию знака на аэрофотоснимке, — в радиусе не менее 5 м.

6.2.4 Определение координат и высот базовых станций и опознаков выполняют методом спутниковых ГНСС-измерений. Спутниковая аппаратура размещается на базовой станции в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации. Работы проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 32453 и [3].

6.2.5 Плановое и высотное положение базовых станций следует определять с погрешностью не более 0,02 м относительно друг друга и пунктов исходной геодезической сети.

6.2.6 Средняя погрешность определения положения центров опознаков относительно базовых станций не должна превышать в плане 0,02 м, а по высоте — 0,05 м.

6.2.7 Допускается применение иных геодезических способов определения координат и высот опознаков [1] при условии обеспечения требуемой точности.

6.2.8 Выходными материалами геодезических работ для последующей фотограмметрической обработки являются:

- каталог значений координат и высот опознаков в системе координат, указанной в ТЗ;
- абрисы или фотоабрисы опознаков.

7 Аэрофотосъемка

7.1 Измерение элементов редукции антенны приемника относительно передней узловой точки объектива

7.1.1 Элементы редукции (величины смещений) ГНСС-антенны, установленной на борту ВС, относительно передней узловой точки объектива съемочной камеры должны быть определены с погрешностью не более 1 см.

7.1.2 Элементы редукции определяются в правой системе координат X, Y, Z с началом координат в передней узловой точке объектива АФА (ось X — по направлению полета).

7.1.3 При их наличии, значения элементов редукции выбирают из паспорта БВС.

7.2 Требования к условиям АФС

7.2.1 АФС следует выполнять при отсутствии сплошной облачности и высоте Солнца над горизонтом не менее 20°.

7.2.2 При пилотируемой АФС для устранения «елочки» следует учитывать угол сноса самолета ветром и поворачивать съемочную камеру на угол упреждения. Амортизационную платформу АФА требуется выставлять в горизонт для устранения углов крена и тангажа.

Примечание — «Елочкой» в аэрофотосъемке называют непараллельность базиса фотографирования продольной (вдоль линии направления съемки) стороне кадра аэрофотоснимка.

7.3 Требования к фотографическому качеству аэрофотоснимков

7.3.1 Изображение на аэрофотоснимках должно быть четким и контрастным, с хорошей проработкой деталей, в том числе на темных и светлых участках.

7.3.2 Продольный сдвиг изображения не должен ухудшать линейное разрешение изображения более чем на 0,3 пикселя.

7.3.3 На снимках не должно быть дефектов изображений в виде дымки, бликов и ореолов, а также изображений облаков, производственных дымов и теней от них, препятствующих выполнению фотограмметрических и дешифровочных работ.

7.4 Требования к фотограмметрическому качеству аэрофотоснимков

7.4.1 Высота фотографирования над средней плоскостью съемочного участка не должна отличаться от заданной более чем на 5 %.

7.4.2 Величины перекрытий аэрофотоснимков не должны отклоняться от запроектированных значений более чем на 10 %, но не допускается продольное перекрытие отдельных аэрофотоснимков менее 55 %.

7.4.3 Углы наклона аэрофотоснимков не должны превышать 7°.

7.4.4 Максимальные значения «елочки» не должны превышать 12°.

7.4.5 Непрямолинейность маршрутов, выражаемая отклонениями центров фотографирования от запроектированной прямой линии, должна быть не более 20 % от запроектированного расстояния между маршрутами.

7.5 Постобработка материалов АФС

7.5.1 Обработка исходных аэрофотоснимков

7.5.1.1 Аэрофотоснимки в формате записи съемочной камеры (исходные снимки) подлежат постобработке с целью приведения их в наиболее удобный для дальнейшей работы вид и получения максимального дешифровочного качества изображения, для чего с использованием специализированного программного обеспечения устраняют эффекты виньетирования, выполняют коррекцию цвета и тона.

7.5.1.2 При необходимости выполняется конвертация обработанных аэрофотоснимков в формат *tif либо другой формат по требованиям технического проекта.

7.5.2 Постобработка данных бортовых ГНСС-измерений

7.5.2.1 При постобработке данных бортовых ГНСС-измерений с целью определения координат и высот центров проектирования используют:

- данные приемника ГНСС на борту ВС, запись которых ведется в течение всего полета (в передаваемых файлах должны содержаться первичные данные измерений и метки событий — временные отметки срабатывания затвора съемочной камеры);
- элементы редукции (величины смещений) антенны приемника ГНСС, установленной на борту воздушного судна, относительно передней узловой точки объектива;
- при наличии, данные с гироплатформы и/или ИИБ, содержащие временные отметки срабатывания затвора съемочной камеры и значения углов крена, тангажа и рыскания.

7.5.2.2 Постобработку ГНСС-измерений для получения координат и высот центров проектирования проводят в относительном режиме. Режим PPP допускается использовать в качестве вспомогательного, для улучшения основного решения на отдельных участках траектории, а также в качестве основного при наличии соответствующих источников данных и средств обработки, для которых экспериментально подтверждена возможность получения результата требуемой точности.

7.5.2.3 При постобработке данных ГНСС-измерений последовательно изменяются параметры, предусмотренные ПО, и минимизируется влияние негативных факторов до достижения наилучшего результата.

7.5.2.4 СКП определения координат и высот центров проектирования, вычисленные по внутренней сходимости в результате постобработки, не должны превышать 3 см в плане и 5 см — по высоте.

7.6 Оценка и сдача материалов АФС

7.6.1 Первичный контроль материалов АФС проводят в процессе летно-съемочных работ.

7.6.2 Прямолинейность маршрутов, величины продольного и поперечного перекрытия, а также эффект «елочки» визуально оценивают по цифровому накидному монтажу, создаваемому по аэрофотоснимкам и координатам их центров проектирования. При наличии приближенных значений элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков вместо накидного монтажа может быть создана схема покрытия съемочного участка снимками.

7.6.3 Оценка фотограмметрического качества может выполняться автоматически с использованием специального программного средства, либо по картограмме, созданной в любом удобном программном обеспечении по номерам аэрофотоснимков и плановым координатам их центров проектирования в проектных границах объекта АФС с отображенными центрами аэрофотоснимков.

7.6.4 При выявлении аэрофотоснимков, не соответствующих требованиям технического проекта, проводят анализ нарушений и принимают решение о возможности приемки или необходимости повторной, полной или частичной АФС.

7.6.5 Выходными материалами аэрофотосъемочных работ для дальнейшей фотограмметрической обработки являются:

- картограмма АФС;
- репродукция накидного монтажа или схема покрытия;
- паспорт АФС с указанием данных о съемочной камере (тип и название камеры АФА, тип и название объектива, значение фокусного расстояния, размер элемента светочувствительной матрицы) и общих данных об АФС (даты съемки, тип воздушного судна, номинальные значения продольного и поперечного перекрытия; в случае повторной АФС — номера маршрутов и аэрофотоснимков, причины повторения);
- данные фотограмметрической калибровки АФА (при наличии);
- каталог значений координат центров проектирования;
- каталог значений углов крена, тангажа и рыскания для каждого аэрофотоснимка (при наличии);
- цифровые аэрофотоснимки в растровом формате *tif либо ином по требованию ТЗ.

8 Фотограмметрические работы

8.1 Подготовительные работы

8.1.1 Фотограмметрической обработке материалов АФС предшествуют подготовительные работы, которые включают подготовку исходных данных, материалов аэрофотосъемки и материалов геодезического обеспечения, подготовку технических и программных средств, исполнителей и техническое проектирование фототриангуляции.

8.1.2 До начала фотограмметрических работ выполняют подготовку всех исходных материалов, перечисленных в 6.2.8 и 7.6.5, и, при необходимости, конвертацию исходных материалов в формат, пригодный для обработки в фотограмметрическом ПО.

8.1.3 Предназначенные для фотограмметрических работ технические средства и ПО должны отвечать следующим требованиям:

- выполнять фототриангуляцию строгими методами;
- иметь возможность вычисления параметров фотограмметрической калибровки съемочной камеры путем самокалибровки в процессе уравнивания сети фототриангуляции;
- иметь средства контроля и оценки точности на всех этапах фотограмметрических построений и уравнивания, включая взаимное ориентирование снимков (оценка по остаточному поперечному параллаксу);
- иметь возможность интерактивного операторского контроля и редактирования на всех этапах фотограмметрической обработки, в т.ч. и стереоскопического, при необходимости;
- для стереофотограмметрических наблюдений следует использовать оборудование, позволяющее в ПО получать стереоэффект без искажений фотограмметрических моделей и проводить трехмерные измерения с субпиксельной точностью.

8.1.4 Исполнитель стереофотограмметрических работ должен иметь соответствующую остроту стереозрения, периодически проверяемую в соответствии с установленными требованиями [2].

8.1.5 По материалам аэрофотосъемки и планово-высотной подготовки составляют технический проект фототриангуляции, выполняют анализ имеющегося геодезического обоснования и разбивку массива аэрофотоснимков на фотограмметрические блоки в соответствии с 5.5.4 для их совместного уравнивания.

8.2 Выполнение фототриангуляции

8.2.1 При производстве фототриангуляции последовательно выполняют следующие операции в автоматизированном режиме:

- внутреннее ориентирование аэрофотоснимков;
- выбор связующих точек и измерение их координат на аэрофотоснимках;
- опознавание и измерение координат опознаков;
- уравнивание блока фототриангуляции с использованием имеющихся координат опорных точек линейных и угловых элементов внешнего ориентирования определенных бортовыми системами;
- сводку фотограмметрических блоков (при необходимости);

- контрольные операции;
- создание отчетных материалов.

8.2.2 Связующие точки должны располагаться равномерно по всей площади перекрытия аэрофотоснимков, за исключением участков с водными поверхностями. Общее количество связующих точек на стереопару должно быть не менее 30.

8.2.3 Необходимо проконтролировать наличие связующих точек в зонах тройного перекрытия и межмаршрутных перекрытиях аэрофотоснимков. Число связующих точек для стереомоделей в маршруте должно быть не менее пяти-шести в полосе тройного продольного перекрытия.

Межмаршрутные связующие точки должны быть размещены равномерно по всей полосе поперечного перекрытия: не менее шести точек на стереопару при 60 %-ном поперечном перекрытии.

8.2.4 Качество сетей фототриангуляции должно соответствовать следующим показателям и критериям точности:

- среднее квадратическое значение поправок в измеренные координаты точек на снимках блока относительно их уравненных значений не должно превышать 1,0 пикселя;
- среднее значение погрешностей координат на опорных точках уравненного блока не должно превышать 0,04 м в плане и 0,08 м — по высоте;
- среднее значение погрешностей координат на контрольных геодезических точках не должно превышать 0,06 м в плане и 0,10 м — по высоте;
- среднее значение расхождений координат на общих точках между стереопарами и между маршрутами не должно превышать 0,10 м в плане и 0,15 м по высоте;
- максимальные значения поправок в измеренные координаты точек, погрешностей на опорных, контрольных точках и расхождений на общих точках не должны превышать допустимых средних значений более чем в 2,5 раза, а количество значений, превышающих допустимое среднее более чем в два раза, не должно быть больше 5 % от общего числа.

Примечания

1 Если программное средство фототриангуляции имеет функциональные возможности автоматически оценивать средние квадратические значения поправок в измеренные положения связующих точек для каждого снимка, оценка средних расхождений координат на общих точках между стереопарами не является обязательной.

2 Если ориентированные снимки создаются для последующих определений только плановых координат, требования к точности высот не предъявляются.

8.2.5 В тех случаях, когда точность фототриангуляции не обеспечивается имеющейся полевой подготовкой из-за отбраковки опознаков или ошибок проектирования геодезического обоснования, необходимо выполнить анализ уравнивания и произвести дополнительный набор опознаков в поле. Дополнительные опознаки — в виде контурных точек, с учетом требований 5.7.4, в этом случае следует проектировать по стереомоделям, полученным в результате первичного уравнивания,

После полевых определений геодезических координат и высот дополнительных опознаков уравнивание следует повторить.

8.2.6 По завершении уравнивания требуется составить технический отчет о результатах фототриангуляции, который включает:

- схему АФС с границами объекта и границами блоков фототриангуляции, если их несколько;
- данные калибровки (самокалибровки) съемочных камер;
- каталог значений координат и высот опознаков в системе координат, указанной в ТЗ;
- абрисы или фотоабрисы опознаков;
- сведения о количестве снимков в блоках и подблоках фототриангуляции, количестве опорных и контрольных точек;
- каталог значений элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков;
- данные оценки точности фототриангуляции;
- величины расхождений координат в плане и по высоте на опорных точках, а также средние значения расхождений;
- величины расхождений координат в плане и по высоте на контрольных точках, а также средние значения расхождений;
- величины отклонений уравненных значений элементов внешнего ориентирования от исходных значений (при наличии) и средние значения отклонений.

9 Формирование материалов и данных для работы со стереомоделями местности

9.1 Состав материалов и данных фотограмметрических ориентированных аэроснимков для работы со стереомоделями

9.1.1 По результатам выполненных работ подготавливается комплект материалов в цифровом виде для формирования стереомоделей и дальнейшей работы с ними:

- цифровые аэрофотоснимки в формате *tif или *jpg;
- значения элементов внутреннего ориентирования и параметров дисторсии аэрофотоснимков, полученные или использованные при выполнении фототриангуляции, в текстовом формате;
- каталог линейных и угловых элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков, полученных по результатам фототриангуляции, в текстовом формате.

9.1.2 Формат записи элементов внутреннего и внешнего ориентирования аэрофотоснимков должен быть общеупотребимым, не зависящим от конкретного программного продукта, с однозначной интерпретацией значений записанных элементов ориентирования.

9.1.3 Дополнительно допускается формирование набора данных для работы со стереомоделями в формате конкретной цифровой фотограмметрической системы, если это предусмотрено в ТЗ.

9.2 Требования к последующей работе со стереомоделями

9.2.1 Требования к ПО, оборудованию и остроте стереозрения исполнителей при работе со стереомоделями аналогичны требованиям в 8.1.3, 8.1.4.

9.2.2 При избыточном продольном (до 80 % — 90 %) и поперечном (до 70 % — 80 %) перекрытиях снимков определение пространственных координат объектов интереса производится по выбранным путем перебора стереопарам под условием оптимальной геометрической засечки и фотографического качества наблюдаемых снимков.

10 Технический контроль и приемка

10.1 Необходимо обеспечить технический контроль и приемку промежуточных и конечных результатов выполнения работ по созданию ориентированных фотограмметрических аэроснимков на всех этапах, руководствуясь актуальными положениями [6].

10.2 При техническом контроле и приемке работ следует проверить соответствие технологии и результатов выполнения работ требованиям технического проекта.

10.3 При приемке работ выполняется контроль качества фотограмметрических стереомоделей, построенных по созданным ориентированным аэроснимкам, согласно таблице 1.

Таблица 1 — Контрольные операции при оценке качества фотограмметрических стереомоделей и допустимые величины

Контрольная операция	Объем контрольных измерений	Вид контроля	Допустимое значение
Измерение поперечного параллакса на точках стереомоделей (выборочный контроль)	До 10 % стереомоделей; по одной — три точки для каждой стереомодели	Среднее значение поперечного параллакса	1 пиксель
Измерение координат общих точек смежных стереомоделей в маршрутах и между маршрутами (выборочный контроль)	До 10 % стереомоделей; по одной — три точки для каждой стереомодели	Среднее значение расхождений плановых координат общих точек	0,10 м
		Среднее значение расхождений высот общих точек	0,17 м

Окончание таблицы 1

Контрольная операция	Объем контрольных измерений	Вид контроля	Допустимое значение
Измерение координат геодезических контрольных точек	100 % контрольных точек	Среднее значение расхождений плановых координат	0,06 м
		Среднее значение расхождений высот	0,10 м

Максимальные контрольные значения не должны превышать допустимого среднего значения более чем в 2,5 раза, а количество значений, превышающих допустимое среднее более чем в два раза, не должно быть больше 5 % от общего числа.

Примечание — Если ориентированные снимки создаются для последующих определений только плановых координат, требования к точности высот не предъявляются.

10.4 Ответственными за качество на каждом этапе работ являются исполнители и их непосредственные руководители, а за качество выходной продукции (фотограмметрической стереомодели местности) отвечают руководитель отдела технического контроля (при наличии) и технический руководитель производственного подразделения предприятия.

Приложение А
(обязательное)

Общая технологическая схема создания ориентированных снимков для построения фотограмметрических стереомоделей местности

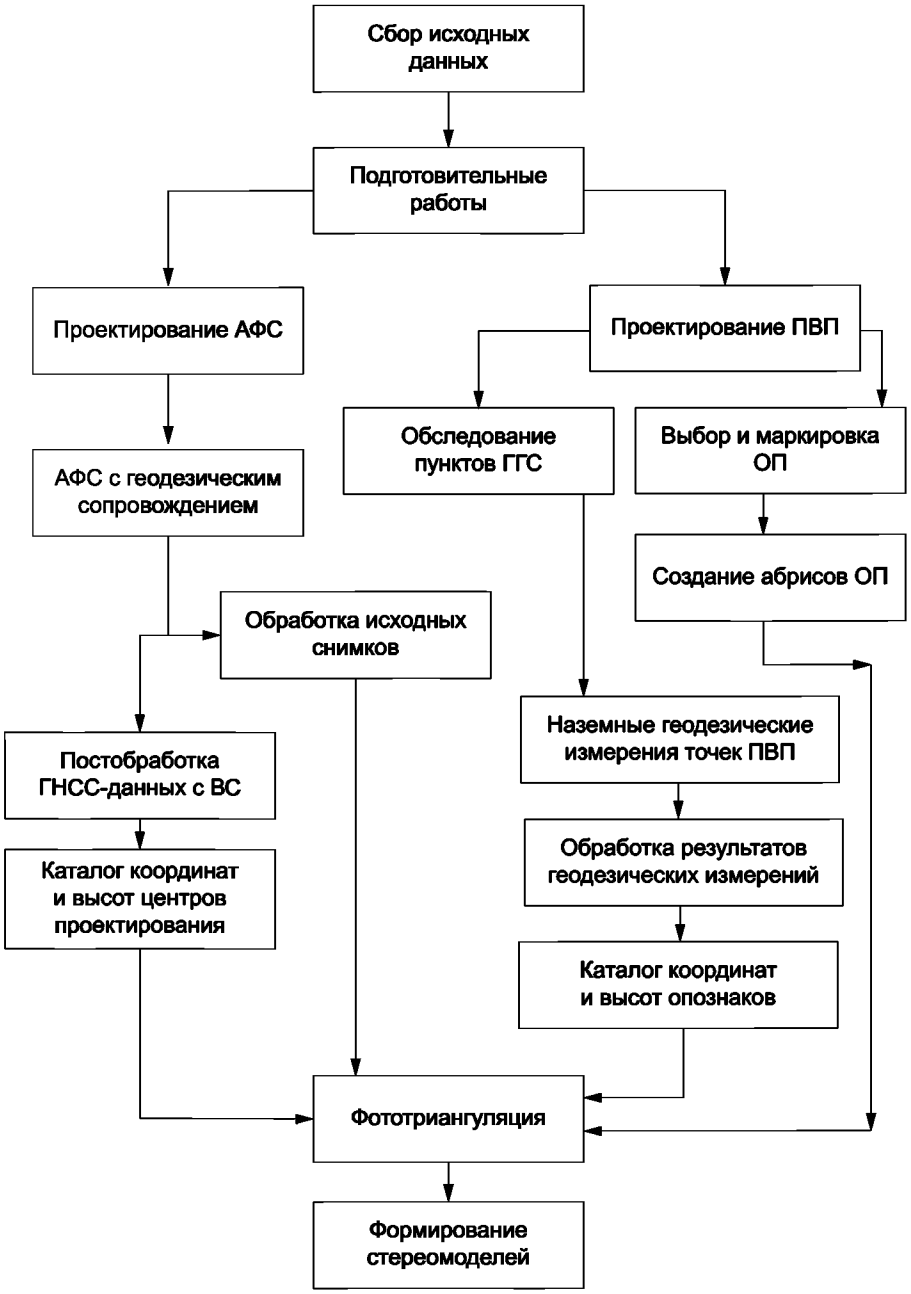


Рисунок А.1 — Технологическая схема создания ориентированных снимков для построения фотограмметрических стереомоделей местности

Библиография

[1]	ГКИНП-02-033-82	Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500
[2]	ГКИНТП (ГНТА)-02-036-02	Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов
[3]	ГКИНП (ОНТА)-02-262-02	Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS
[4]	ГКИНП-09-32-80	Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов
[5]	ГКИНП (ГНТА)-16-2000	Инструкция по составлению проектно-сметной документации
[6]	ГКИНП (ГНТА)-17-004-99	Инструкция о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ
[7]	РАФ 89	Руководство по аэрофотосъемке в картографических целях

УДК 528.735.2:006.354 ОКС 07.040

Ключевые слова: ориентированные аэрофотоснимки, фотограмметрическая стереомодель местности, аэрофотосъемка, геодезические измерения, маркировка, опознак, плановые координаты, высоты, фототриангуляция

БЗ 6—7/2020

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.В. Бучная*
Компьютерная верстка *М.В. Лебедевой*

Сдано в набор 27.05.2020. Подписано в печать 04.06.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,00.

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