ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ
НОРМЫ И ПРАВИЛА

ИНСТРУКЦИЯ ПО ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

(издание официальное)

ГКИНП (ГНТА)–02-036-02

Утверждена руководителем
Федеральной службы геодезии и картографии России

Обязательна для исполнения всеми субъектами
геодезической и картографической деятельности

Москва
ЦНИИГАиК
2002

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ
НОРМЫ И ПРАВИЛА

ИНСТРУКЦИЯ ПО ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

(издание официальное)

ГКИНП (ГНТА)-02-036-02

Утверждена руководителем
Федеральной службы геодезии и картографии России

Обязательна для исполнения всеми субъектами
геодезической и картографической деятельности

Москва
ЦНИИГАиК
2002

УДК 528.7+528.93:516(083.133)

Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. М., 2002, 100 с. (Федеральная служба геодезии и картографии России).

(Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила)

В Инструкции изложены современные требования и указания по технологии фотограмметрических и других камеральных процессов при создании цифровых топографических карт и планов в масштабах 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500. В ней освещена общая система проведения работ и установлены основные технологические требования к их производству.

Документ подготовлен с учетом последних достижений науки и техники в области фотограмметрии. В новой инструкции регламентировано создание топографических карт и планов в цифровой форме с использованием аналитических и цифровых фотограмметрических приборов. Документ ориентирует производителя работ на применение наиболее эффективных технических, программных средств и технологий камеральных работ. Инструкция является обязательной в части требуемых допусков к точности технологических процессов и получаемой продукции и рекомендательной в части используемых методов, средств и технологий.

В отдельных случаях по организационным или экономическим мотивам допускаются аналоговые способы и формы получения и хранения информации, но только при наличии соответствующего технико-экономического обоснования выбранной технологии работ.

Стр. 100, табл. 4, список исп. документов – 18.

Инструкцию разработали: Антипов И.Т., Беликов П. В., Зотов Г. А., Кучинский Ю. И., Лужбина Е. Я., Михайлов А. П., Нехин С. С., Хлебникова Т. Н. под общей редакцией Нехина С.С.

Утверждена приказом руководителя Федеральной службы геодезии и картографии России от 11 июня 2002 г. № 84-пр.

Вводится в действие с 1 августа 2002 г.

© Роскартография, 2002
© ЦНИИГАиК, 2002

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АФА	–	аэрофотоаппарат.
ГЛОНАСС	–	глобальная навигационная спутниковая система (Россия)
НЛ	–	номенклатурный лист карты, плана.
НТА	–	нормативно-технический акт.
ПО	–	программное обеспечение.
ТУ	-	технические условия
ЦМР	–	цифровая модель рельефа.
ЦТК	–	цифровая топографическая карта.
ЦТП	–	цифровой топографический план.
GPS	–	глобальная навигационная спутниковая система (США).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Фототопографическая съемка – топографическая съемка с использованием фотограмметрических снимков и фотограмметрических методов их обработки.

Стереофототопографическая съемка – фототопографическая съемка посредством измерения стереомоделей местности, созданных по снимкам на обрабатывающих фотограмметрических приборах (аналоговых, аналитических, цифровых).

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая инструкция регламентирует камеральную фотограмметрическую обработку снимков при создании цифровых топографических карт и планов. Инструкция является обязательной для предприятий и организаций, выполняющих работы по созданию и обновлению топографических карт и планов масштабов 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500.

1.2 В современном производстве цифровые способы сбора топографической информации о местности являются основными, а полученная информация хранится и передается пользователям в цифровой форме. Аналоговые (графические) копии карт и планов являются производными от соответствующих цифровых оригиналов. Чисто аналоговые способы и форма получения и хранения информации допускается лишь при целесообразности их по организационным или экономическим мотивам. В этом случае следует руководствоваться прежней инструкцией по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов (изд. 1974 г.).

1.3 В дополнение к топографическим картам и планам (цифровым или графическим) могут создаваться фотокарты.

1.4 Фотограмметрические работы являются основной составной частью современных технологий создания и обновления топографических карт, изготовления фотокарт, создания и обновления топографических и специализированных планов. Технические требования и допуски на фотограмметрические работы определяются на основе требований действующих нормативных документов к точности карт и планов.

1.5 При создании цифровых топографических карт и планов методами стереотопографической съемки выполняется комплекс камеральных работ, включающий: подготовительные работы, фотограмметрическое сгущение опорной геодезической сети, изготовление фотопланов, дешифрирование, стереоскопическую съемку рельефа, сбор информации о контурах по фотоплану,

одиночным снимкам или стереопарам, редактирование оригиналов карт (планов), представление оригиналов карт и планов в цифровой и графической формах.

Технологическая последовательность процессов указана в приложении 1.

1.6 Точность получения пространственных координат *X, Y, Z* объектов местности зависит от масштаба и параметров обрабатываемых снимков, а также методов их фотограмметрической обработки. Характеристики точности координат точек объектов должны сохраняться в базе цифровых данных независимо от масштаба графического представления топографических карт и планов. При этом точность цифровой информации должна быть не ниже точности, предъявляемой к графическим оригиналам.

1.7 Для графических оригиналов средние погрешности* в положении на карте (плане) предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек планового съемочного обоснования, выраженные в масштабе создаваемой карты (плана), не должны превышать:

а) *0,5 мм* — при создании карт (планов) равнинных, всхолмленных и пустынных районов с преобладающими уклонами местности до 6°;

б) *0,7 мм* — при создании карт и планов горных и высокогорных районов.

При создании планов капитальной и многоэтажной застройки предельные погрешности** во взаимном положении точек близлежащих важных контуров (капитальных сооружений, зданий и т. п.) не должны превышать *0,4 мм*.

Если предусмотренная выше точность положения на плане предметов и контуров местности не требуется, топографические планы могут создаваться с точностью смежного более мелкого масштаба.

---

* равные средней квадратической погрешности, умноженной на коэффициент 0,71

** равные средней квадратической погрешности, умноженной на коэффициент 2

Технология создания таких планов разрабатывается в технических проектах работ; на оригиналах планов в этих случаях должна быть указана их действительная точность.

1.8 Средние погрешности съемки рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования, выраженные в долях принятой высоты сечения рельефа горизонталями, не должны превышать значений, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Характер районов съемки	Средние погрешности съемки рельефа на планах (картах) масштаба (в долях высоты сечения)					
	1:500	1:1 000	1:2 000	1:5 000	1:10 000	1:25 000
1	2	3	4	5	6	7
Плоскоравнинные с углами наклона до 1^0	1/4	1/4	1/4*	1/4*	1/4	1/3
Равнинные с углами наклона от 1 до 2^0	1/4	1/4	1/4	1/4*	1/3	1/3
Всхолмленные при углах наклона От 2 до 6^0 От 2 до 10^0	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3

*) 1/3 высоты сечения при съемке в масштабах 1 2 000 и 1 5 000 с сечением рельефа через 0,5 м

В районах с углами наклона местности свыше 10° для планов масштаба 1:500 и 1:1 000 и свыше 6° для планов и карт масштаба 1:2 000 – 1:25 000 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов. Средние погрешности высот, определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа на планах масштаба 1:500 – 1:5000 и 1/2 высоты сечения рельефа на картах масштаба 1:10 000 и 1:25 000.

На залесенных участках местности допуски увеличиваются в 1,5 раза.

Предельные расхождения высот точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных измерений, выполненных на местности или по стереомоделям, не должны превышать удво-

енных значений погрешностей, приведенных в табл. 1. Количество предельных расхождений не должно превышать 10% от общего числа контрольных измерений.

1.9 Специализированные топографические планы и фотокарты могут изготавливаться по техническим требованиям отраслевых инструкций или по отдельным техническим заданиям, согласованным или утвержденным Федеральным органом исполнительной власти по геодезии и картографии.

На фотограмметрические работы разового или узкоспециального назначения допуски устанавливаются в техническом проекте (задании), согласованном между заказчиком и исполнителем. Технический проект (задание) должен быть рассмотрен и утвержден в установленном порядке.

1.10 Фотограмметрические работы должны выполняться с применением имеющейся в распоряжении исполнителя новой техники и наиболее совершенной технологии. Выбранный технологический вариант должен быть обоснован техническими и экономическими расчетами.

1.11 Исполнители стереоскопических измерений должны обладать достаточно острым стереоскопическим зрением и соответствующей специальной подготовкой. Проверка зрения должна производиться не реже одного раза в год в соответствии с указаниями приложения 3 по эталонным стереопарам аэроснимков, масштаб которых близок к масштабу производственной аэросъемки. Заключение о пригодности исполнителя для выполнения данного процесса работ дает комиссия, назначаемая руководителем предприятия.

1.12 Приборы, используемые для фотограмметрических работ, должны удовлетворять требованиям приложения 4. Проверка соблюдения этих требований проводится не реже одного раза в квартал. Юстировки приборов выполняются в случае выявления изменений и недопустимого снижения точности обработки.

Предпочтение следует отдавать цифровым приборам, на которых строгое математическое решение фотограмметрических задач позволяет реализовать потенциальную точность цифрового снимка вне зависимости от его проекции, фокусного расстояния и элементов внешнего ориентирования. Используемые при этом компьютерные программы должны обеспечивать максимальную автоматизацию основных процессов ориентирования снимков, построения фотограмметрической модели и получения цифровой информации о местности и должны удовлетворять требованиям приложения 6.

2 ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

2.1 Фотограмметрической обработке снимков предшествуют подготовительные работы, которые включают:

а) сбор, изучение и оценку исходных съемочных и картографических материалов, материалов полевых топографо-геодезических работ;

б) рабочее техническое проектирование процессов обработки снимков;

в) подготовку необходимых материалов и исходных данных;

г) подготовку технических средств;

д) подготовку редакционных указаний;

е) подготовку инженерно-технического персонала и исполнителей.

Отдельные виды подготовительных работ могут осуществляться параллельно или в иной последовательности, чем перечислено в настоящем пункте.

2.2 Сбор, изучение и оценка исходных съемочных и картографических материалов, материалов полевых топографо-геодезических работ.

2.2.1 Исходными материалами при создании топографических карт и планов являются материалы наземной, аэро- или космической съемки (черно-белые, цветные или спектрозональные изображения), материалы планово-высотной подготовки снимков. Могут использоваться и другие дополнительные материалы (топографические и специальные карты и планы смежных масштабов, эталоны дешифрирования, справочники, словари, схемы, протоколы-описания, ведомости, лоции и т. п.).

Вместе с исходными материалами изучаются и анализируются также инструкции, наставления, руководства, условные знаки и др. документы, касающиеся содержания и технологии проведения работ.

2.2.2 Если при камеральных фотограмметрических работах предстоит использовать материалы предшествующей съемки (цифровые или графические карты, планы), то необходимо убедиться в совпадении систем координат предшествующей и предстоящей съемки. В противном случае на прежних картах, планах необходимо откорректировать их математическую основу. Величины смещения элементов математической основы на район работ выбираются из специальных карт-схем или таблиц.

Цифровые карты (планы) подлежат корректировке, если выраженные в их масштабе изменения координат dx и dy превышают *0,1 мм*. Корректировка предусматривает исправление координат всех объектов местности на dx, dy. Рамки новых номенклатурных листов смещаются относительно старых рамок на -dx, -dy. Исправляются также данные о линиях координатной сетки, если они в явном виде заданы в соответствующем слое цифровой информации.

Для графических карт (планов) корректировка сводится к вычерчиванию новых рамок номенклатурных листов и новой координатной сетки, сдвинутых относительно старых линий на -dx,

-dy. Новые линии проводятся, если они не сливаются со старыми. Координаты точек, если их приходится снимать с графической карты (плана), отсчитываются либо от новой координатной сетки, либо от старой сетки. В последнем случае в снятые координаты вводятся поправки -dx, -dy.

2.2.3 Изучение и оценка материалов съемки проводится с целью выявления:

а) полноты и качества всех материалов съемочных работ;

б) соответствия фотографического и фотограмметрического качества материалов требованиям нормативно-технических документов [7] и дополнительным условиям, предусмотренным в договоре на выполнение съемок;

в) полноты паспортных данных использованных съемочных систем (элементы внутреннего ориентирования, дисторсия объектива и др.) и соответствия фактических параметров съемочных камер проектным значениям;

г) обеспеченности снимками картографируемой территории. её границ (одновременно составляется схема расположения снимков. подлежащих фотограмметрической обработке, по их номерам);

д) наличия, полноты и качества дополнительной бортовой информации (координат центров проектирования снимков, полученных из спутниковых определений, данных инерциальной системы, лазерного профилографа и др.).

При картографировании (особенно в крупных масштабах) для фотограмметрической обработки следует использовать кадровые аэроснимки, полученные камерами с компенсацией продольного сдвига изображения. Предпочтение следует отдавать камерам с форматом кадра 23х23 см ввиду их большей эффективности.

В отношении угла поля зрения камер при создании топографических карт и планов, когда требуется определять высоты точек местности, для плоско-равнинных территорий следует использовать широкоугольные или сверхширокоугольные камеры. Для предгорных и горных территорий, застроенной, залесенной местности предпочтительнее нормальноугольные и узкоугольные

камеры. При картографировании городов, особенно с многоэтажной застройкой, при выборе камеры следует учитывать величину смещения изображения крыши здания на снимке относительно основания здания вследствие его высоты. С этой точки зрения, а также с учетом повышенных требований к точности определения плановых координат объектов местности наиболее подходящими являются узкоугольные камеры.

Используемые съемочные камеры должны обладать высокими измерительными и изобразительными качествами, которые подлежат проверке на фотограмметрическом тест-объекте в лабораторных условиях или на испытательном фотограмметрическом полигоне. Относительная средняя квадратическая погрешность определения высот точек местности при обработке снимков испытательного фотограмметрического полигона должна быть не менее *H/10 000*, а средняя квадратическая погрешность определения плановых координат – не более *15 мкм* в масштабе снимка. Средняя квадратическая величина искажений координат *X, Y* крестов контрольной сетки из–за нелинейной составляющей деформации аэропленки и не выравнивания ее в плоскость не должна превышать *8 мкм* для формата 18х18 см, *10 мкм* - для формата 23х23 см, *14 мкм* - для формата 30х30 см. Разрешающая способность по полю изображения снимка не должна быть меньше установленной в ТУ на фотокамеру.

2.2.4 При изучении материалов наземной фототопографической (фототеодолитной или цифровой) съемки проверяются:

а) полнота материалов съемки;

б) соответствие фактического фотограмметрического и фотографического качества полученных снимков заданному значению;

в) точность определения координат и высот съемочных станций и контрольных точек, длин базисов съемки, контрольных направлений и направлений оптических осей съемочной камеры.

2.2.5 Изучение и оценка материалов полевых топографо-геодезических работ проводится с целью выявления:

а) комплектности этих материалов;

б) соответствия фактического размещения точек съемочного геодезического обоснования техническому проекту;

в) качества изображения замаркированных точек (в том числе пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения) и качества опознавания на снимках контурных точек съемочного обоснования;

г) точности определения координат и высот точек съемочного обоснования.

2.2.6 Планово-высотной основой при создании топографических карт и планов могут служить пункты государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точки съемочной геодезической сети, определенные при полевой подготовке снимков. Точки съемочной геодезической сети, используемые для фотограмметрического сгущения, должны иметь среднюю погрешность в плане, не превышающую *0.1 мм* в масштабе составляемой карты (плана) и *0.1* принятой высоты сечения рельефа - по высоте (относительно ближайших пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения).

2.3 Рабочее техническое проектирование процессов обработки снимков.

2.3.1 В рабочем техническом проекте должны быть указаны и технически обоснованы рекомендуемые способы фотограмметрической обработки. При этом необходимо учитывать характер местности и застройки, качество исполненной воздушной или наземной съемки, плотность и размещение пунктов геодезических сетей и съемочного обоснования, оснащенность фотограмметрическими приборами и программным обеспечением. При рабочем техническом проектировании составляют схему работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети и схему работ по составлению оригиналов карт (планов) в цифровой форме.

Обосновывается выбор варианта фотограмметрической обработки снимков. В зависимости от объема и качества плано-

во-высотной подготовки в технологической схеме камеральных процессов может предусматриваться:

– фотограмметрическое сгущение съемочного обоснования (при разреженной полевой подготовке снимков) и последующий сбор цифровой информации о местности по одиночным снимкам или стереопарам, ориентированным по данным фотограмметрического сгущения;

– обработка одиночных снимков или стереопар, ориентированных непосредственно по точкам полевой подготовки (при сплошной привязке снимков) или по контурным точкам, опознанным на имеющихся снимках прежних лет или на картах (планах) более крупного масштаба.

2.3.2 Рабочее техническое проектирование фотограмметрического сгущения включает выбор и обозначение точек фотограмметрической сети, а также составление схемы сети. Опорными данными для фотограмметрического сгущения являются опознанные на снимках пункты государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точки съемочной геодезической сети, а также дополнительная информация, полученная бортовыми приборами непосредственно в аэросъемочном полете).

Точки фотограмметрической сети выбираются и обозначаются либо непосредственно на диапозитивах, либо с использованием комплекта контактных отпечатков (чистого или с опознаками) и с последующим переносом точек на диапозитивы. Отпечатки с намеченными точками систематизируют по маршрутным сетям и участкам обработки.

При использовании цифровых приборов точки выбираются и обозначаются на экране монитора по цифровым изображениям снимков.

Разметка фотограмметрических точек введется при стереоскопическом рассматривании снимков с увеличением не менее 4 – 6 крат. Точки намечаются на плоских участках местности, не имеющих ощутимых наклонов и кажущихся горизонтальными.

Для идентификации и разметки общих точек на снимках перекрывающихся маршрутов используются стереомаркирующие приборы или технологии и программное обеспечение цифровой идентификации на аналитических и цифровых фотограмметрических приборах.

Схему работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети составляют на стандартных бланках по группам трапеций – в границах комплектования материалов полевых топографо-геодезических работ. На схему наносят:

а) границы аэросъемочных участков, оси маршрутов аэросъемки (в том числе каркасных), указывают номера конечных аэроснимков, даты аэросъемки, номера использованных на каждом участке съемочных камер. На схему могут быть выписаны характеристики фотокамеры (фокусное расстояние, координаты координатных меток или расстояния между ними, координаты главной точки), а также номера приборов, использованных для определения элементов ориентирования снимков в аэросъемочном полете;

б) гидрографическую сеть с указанием мест полевых отметок урезов воды и проектируемых мест для фотограмметрических определений (намечаются в 2—2,5 раза чаще, чем это требуется для подписи на карте, с тем, чтобы повысить точность построения продольных профилей водотоков);

в) пункты геодезических сетей и точки съемочного обоснования с выделением замаркированных точек и указанием качества изображения маркировочных знаков;

г) границы маршрутных сетей и блоков;

д) очередность обработки сетей на участке.

Границы сетей намечают в соответствии с размещением точек геодезического обоснования. Предпочтение отдается уравниванию блочных сетей.

При топографической съемке в масштабах 1:1000 и мельче с сечением рельефа через 0,5 м и более для уравнивания фототриангуляционных сетей используют результаты спутниковых определений координат центров проектирования снимков, если

это было предусмотрено в техническом задании на аэросъемку. При этом точность спутниковых определений должна соответствовать измерительной точности снимков.

При проектировании предусматривается аналитический способ фотограмметрического сгущения опорной сети с использованием для стереоскопических измерений снимков автоматизированных стереокомпараторов, аналитических или цифровых фотограмметрических приборов.

Очередность обработки сетей устанавливают с учетом количества, размещения и надежности точек геодезического обоснования. Если при аэросъемке проложены каркасные маршруты, то в зависимости от используемой программы пространственной аналитической фототриангуляции выполняют либо совместное уравнивание сетей, построенных по каркасным и заполняющим маршрутам, либо вначале выполняют фотограмметрическое сгущение опорной сети по аэроснимкам каркасных маршрутов, из которых затем выбирают плановые координаты и отметки контурных точек, запроектированных в качестве опорных для маршрутных и блочных заполняющих сетей.

Порядок измерения снимков блока намечается на схеме фотограмметрического сгущения. Стереопары для наблюдений в пределах маршрута нужно составлять так, чтобы снимки были однообразно ориентированы относительно местности. Это означает, что одни маршруты следует наблюдать в порядке возрастания номеров снимков, а другие – наоборот, в порядке убывания их номеров (т.е. с поворотом на 180 градусов). При этом для правильного учета положения главной точки и поправок за дисторсию съемочной камеры в программу фототриангуляции следует передавать сведения о положении маркированной координатной метки или какой-то иной детали на ее прикладной рамке при размещении снимков в каретках–снимкодержателях или на экране обрабатывающего прибора. Если используемое программное обеспечение не предусматривает ввода информации о положении маркированной координатной метки, то для каждой группы маршру-

тов, проложенных слева направо или наоборот, указываются свои данные о съемочной камере, в которых учтено направление полета.

При рабочем техническом проектировании рекомендуется использовать программные средства моделирования фототриангуляции, позволяющие создавать математические макеты фотограмметрических построений и проводить расчеты в целях подбора оптимальных размеров блоков, оптимального количества и характера размещения опорных и определяемых точек и других параметров фотограмметрической сети. Порядок моделирования и выбора оптимальных параметров сетей следует конкретизировать по указаниям технической документации используемого программного продукта.

2.3.3 В проекте предусматривается, что камеральное дешифрирование снимков при создании топографических карт и планов в зависимости от характера и изученности района выполняется до или после полевых работ. В соответствии с принятой общей технологией съемки камеральное дешифрирование проектируют либо в комплексе со стереоскопической рисовкой рельефа и сбором контуров, либо как отдельный процесс.

2.3.4 Стереоскопическая съемка рельефа (т.е. сбор цифровой информации о рельефе) предусматривается на аналитических или цифровых фотограмметрических приборах. Применение аналоговых стереофотограмметрических приборов с цифровой регистрацией результатов измерений разрешается только при условии, что они обеспечивают требуемое соотношение масштаба аэроснимков к масштабу создаваемой карты (плана).

2.3.5 Процесс съемки контуров (т.е. сбор цифровой информации о контурах) проектируется в одном из вариантов: 1) монокулярно на цифровом фотограмметрическом приборе по ортофотоизображению или по одиночному снимку с использованием имеющейся информации о рельефе; 2) стереоскопически на аналитических или цифровых фотограмметрических приборах.

Первый вариант предусматривается, как правило:

– при создании топографических карт масштабов 1:25 000 и 1:10 000 и планов масштаба 1:5 000 на равнинные и всхолмленные районы;

– при съемках населенных пунктов (особенно с мелкой застройкой);

– при создании планов масштаба 1:2 000 и крупнее преимущественно на равнинные и всхолмленные незастроенные территории, а также на территории с рассредоточенной или малоэтажной застройкой.

Второй вариант предусматривается при создании топографических карт и планов на всхолмленные, горные и высокогорные районы, или на территории с плотной многоэтажной застройкой (особенно в масштабах 1:1 000 и 1:500).

2.3.6 На схеме работ по составлению карт или планов показывают трапеции (планшеты), для которых должны изготавливаться фотопланы (для фотокарт или создания контурной основы). Отдельно выделяют участки, где необходимо выполнить ортотрансформирование снимков, а также участки, на которых целесообразно сочетание графического плана с фотоизображением (фотоврезкой) в рамках одного оригинала. Указывают также трапеции (планшеты), на которых должен составляться оригинал при помощи стереофотограмметрических приборов. На схеме помечают участки, обеспеченные ведомственными материалами картографического значения; условным знаком указывают вид материалов.

2.3.7 Использование материалов наземной фототопографической (фототеодолитной или цифровой) съемки проектируется:

а) при съемке в масштабах 1:25 000 и 1:10 000 горных районов – для определения способами стереофотограмметрической и фотограмметрической засечек координат и высот точек съемочного обоснования для аэроснимков, либо для составления оригинала карты на участки, на которые отсутствуют материалы аэросъемки;

б) при съемке в масштабах 1:5 000 и крупнее – для составления топографических и специализированных планов.

На схему работ по наземной съемке наносят места размеще ния съемочных станций, базисов и секторов съемки, зон размещени пунктов геодезических сетей, контрольных и определяемых точек.

2.3.8 Все схемы должны быть подписаны автором проек та, проверены и подписаны руководителем проектируемых рабо и утверждены в установленном порядке.

2.4 Подготовка необходимых материалов и исходных данных.

Подготовка исходных материалов для выполнения работ за ключается в их изготовлении, подборе, проверке комплектности.

2.4.1 Исходными для фотограмметрической обработк являются следующие материалы:

- исходные негативы и диапозитивы на стекле или мало деформирующейся фотопленке (если это предусматривается тех нологией работ);

- контактные отпечатки на фотобумаге или увеличенные от печатки в масштабе, близком к масштабу создаваемой карты (плана);

- каталоги координат и высот пунктов государственно геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точек съе мочной сети, полученных геодезическими методами, составляе мые по номенклатурным листам. На каждую опорную точку исходных материалах должны присутствовать абрис и описание Координаты всех опорных точек должны быть заданы в той сис теме координат (СК-42, СК-95 или в местной системе), в которо составляется или обновляется карта (план). В противном случа выполняется преобразование координат в нужную систему;

- копия паспорта съемочной камеры со значениями элементо внутреннего ориентирования, эталонных координат или расстояни между координатными метками, сведениями о дисторсии объектива другими константами (для нетрадиционных камер);

- приближенное значение высоты фотографирования ил среднего масштаба аэроснимков;

- редакционные указания и подлежащие использованию ве домственные материалы картографического назначения, подобран ные по трапециям; материалы полевого и камерального дешифриро

вания; уточненные фотосхемы или снимки, увеличенные до масштаба составляемой карты с подписанными географическими названиями, характеристиками топографических объектов.

2.4.2 Подготовка материалов и исходных данных включает:

а) изготовление диапозитивов, контактных отпечатков на фотобумаге, отпечатков, увеличенных до масштаба плана (для дешифрирования);

б) нанесение на снимки опорных точек;

в) обработку результатов спутниковых или других бортовых определений;

г) сканирование снимков (при использовании цифровых обрабатывающих приборов);

д) перенос цифровой исходной информации (паспортные данные съемочных камер, каталоги координат геодезических точек, цифровые изображения) на машинные носители и размещение их на жестком диске компьютера с помощью и по правилам программных средств, намеченных к использованию при обработке снимков.

2.4.3 Диапозитивы получают с оригинальных негативов контактным способом на проверенном и отъюстированном контактном станке или на электронном копировальном приборе. Диапозитивы изготавливаются форматом 18х18 см, 23х23 см или 30х30 см со всего кадра. Они могут служить в качестве исходного материала для сканирования, а также для выполнения по ним камерального дешифрирования и фотограмметрического сгущения. К фотографическому качеству диапозитивов предъявляются те же требования, что и к исходным негативам.

Диапозитивы делают на стеклянных фотопластинках, рабочая поверхность которых не имеет ощутимых отступлений от плоскости, или на фототехнической плёнке с малодеформируемой полиэтилентерафталатной (лавсановой) основой толщиной не менее 100 мкм. При изготовлении диапозитивов должны соблюдаться требования документа [8].

Контактные отпечатки на фотобумаге с исходных (оригинальных) негативов или увеличенные отпечатки в масштабе, близком к масштабу создаваемой карты (плана), изготавливаются параллельно с подготовкой диапозитивов [8].

2.4.4 При выборе опорных точек необходимо учитывать следующие рекомендации:

- в качестве опорных точек для фотограмметрического сгущения следует выбирать хорошо опознающиеся на снимках точки, значения плановых координат и абсолютных высот которых получены в процессе полевой подготовки снимков или по карте (плану) более крупного масштаба;

- при сплошной подготовке снимков количество выбранных опорных точек для построения модели местности в пределах площади снимка (стереопары) должно быть не менее 5. При этом 4 опорные точки должны размещаться в угловых стандартных зонах, что позволит наиболее точно определить элементы внешнего ориентирования снимка (стереопары).

Местоположение и номера планово-высотных опорных точек оформляются на контактных отпечатках или увеличенных фотоснимках с результатами полевых геодезических работ. Для точек, используемых в качестве опоры, выписываются также их отметки, отнесенные к поверхности земли. На эти же контактные отпечатки или увеличенные фотоснимки наносят границы планшетов (номенклатурных листов), на которых требуется выполнить работы в соответствии с редакционно-техническими указаниями.

2.4.5 Обработка результатов спутниковых или других бортовых определений.

При фотограмметрической обработке снимков могут использоваться координаты центров проектирования снимков, значения угловых элементов внешнего ориентирования снимков, высот фотографирования и высот центров проектирования над изобарической поверхностью или их функции, определенные в полете.

При использовании данных спутниковых систем следует иметь в виду, что они отнесены к общим земным эллипсоидам

WGS-84 (для GPS) или ПЗ-90 (для ГЛОНАСС). Топографо-геодезические работы в России выполняются в системе координат конформной поперечно-цилиндрической проекции, рассчитанной на референц-эллипсоиде Ф.Н.Красовского (в системах координат СК-42 или СК-95), Из-за различия параметров названных эллипсоидов, а также различий в положении начала систем координат и ориентации их осей возникает необходимость корректировки данных GPS и ГЛОНАСС. Такая корректировка выполняется по указаниям и с помощью программных средств, предназначенных специально для этих целей.

2.4.6 Сканирование снимков.

Сканирование кадровых снимков является важным этапом технологии создания топографических карт и планов с использованием цифровых фотограмметрических приборов и систем, так как от его качества зависят все последующие процессы фотограмметрической обработки цифровых изображений.

Для сканирование следует использовать фотограмметрические сканеры, имеющие стабильный элемент геометрического разрешения порядка 5 - 15 мкм и инструментальную погрешность не более 3-5 мкм. Допускается сканирование как негативного фильма, так и диапозитивного изображения, полученного на фотопленке или стеклянной фотопластинке.

Перед сканированием снимков выполняется расчет требуемого элемента геометрического разрешения с учетом рекомендаций, приведенных в приложении 5.

Фотоснимки сканируются в порядке их планируемой обработки. В пределах маршрута необходимо позаботиться об однообразной закладке диапозитивов или негативов в снимкодержатель сканера, добиваясь как можно точного устранения угла разворота снимка относительно системы координат сканера. Для обеспечения максимально возможно точной передачи геометрии и плотностей исходного изображения периодически должна проводиться геометрическая и радиометрическая калибровка сканера с использованием его штатного программного обеспечения. После сканирования до-

полнительно выполняется визуальный контроль качества изображ ния. Проверяется наличие на изображении координатных мет прикладной рамки съемочной камеры.

2.5 Подготовка технических средств включает проверку комплектности, калибровку и тестирование, а также проверку налич и работоспособности необходимых программных средств.

2.5.1 Для выполнения поверочных работ использует набор специальных тестов, контрольных сеток, мир, эталонны снимков (стереопар) и т.п.

2.5.2 Особое внимание уделяется контролю правильности надежности работы узлов прибора, фиксирующих плоские или пр странственные координаты точек в системе координат фотограмме рического прибора или сканера. Следует убедиться в соответстви системы координат прибора требованиям программного обеспечени При необходимости предусматривается преобразование данных левой системы координат в правую или наоборот.

2.6 Подготовка редакционных указаний.

2.6.1 Редакционные указания разрабатывают на осно технического проекта с использованием всех основных и допо нительных материалов и результатов их анализа. В редакцио ных указаниях даются конкретные предписания и рекомендаци по созданию карты (плана) в зависимости от особенностей мес ности и качества исходных материалов. Редакционные указани подготавливаются на основании технических условий и резул татов изучения и оценки исходных материалов и утверждают главным редактором предприятия. Они должны отражать:

– принятую технологию работ;

– перечень нормативно-технических актов, используемы при производстве работ;

– порядок и методику использования геодезических, ка тографических, съемочных, литературно-справочных и друг исходных материалов;

– содержание топографической карты (плана), критерии передачи топографических объектов характеристиками и дополнительными обозначениями и надписями, особенности применения условных знаков, критерии генерализации объектов;

– рекомендации по дешифрированию и отображению объектов местности и элементов рельефа с учетом ландшафта картографируемой местности, генерализации изображения этих элементов на снимке с приложением образцов дешифрирования на наиболее сложные по картографической нагрузке участки, рекомендации по полевому обследованию местности;

– особенности отображения контурной части и отдельных элементов рельефа на карте (плане),

– разграфку и компоновку листов карты (плана), включая образцы оформления их оригиналов и рекомендации по выполнению сводок по рамкам;

– согласование содержания карты (плана) с картами (планами) смежных масштабов;

– состав и оформление материалов, представляемых заказчику и в территориальный архив (банк) геодезических и картографических данных, в том числе по формату данных.

2.6.2 При разработке редакционных указаний особое внимание уделяют трудно дешифрируемым объектам местности, а также не дешифрируемым непосредственно по основным аэроснимкам объектам местности. Для таких объектов перечисляются источники, по которым они могут быть отображены на оригинале.

2.6.3 К редакционным указаниям прилагают схему расположения основных и дополнительных картографических, аэросъемочных и космосъемочных материалов, схему района работ и расположения участков, различающихся по характеру местности, схему сводок по границам района, эталоны дешифрирования и схему их расположения.

2.6.4 На участки местности, содержащие наибольшее число типичных для района работ объектов, перед сбором конту-

ров составляют эталоны дешифрирования. При разработке эталонов дешифрирования используют:

- материалы основных и дополнительных аэро- и космических съемок;

- имеющиеся на данный район топографические карты (планы), масштаб которых равен или близок к масштабу создаваемых топографических карт (планов);

- специальные карты (планы), содержащие изображения и характеристики объектов, которые отсутствуют на снимках и топографических картах (планах) и т.д.

К эталонам прилагают описания, содержащие краткие сведения о местности, дату, время и масштаб съемки, перечень изобразившихся и нанесенных объектов с указанием их дешифровочных признаков, неотдешифрированную копию снимка, а также рекомендации по использованию технических средств для дешифрирования данного фрагмента снимка.

Эталоны подготавливают наиболее опытные дешифровщики, изучившие район картографирования по всем имеющимся материалам, в том числе и по материалам на аналогичные ландшафты.

2.6.5 Если исходных материалов, используемых для составления эталонов, недостаточно, то проводят выборочное полевое обследование местности.

2.7 Подготовка специалистов к выполнению работ должна включать изучение задания, технического проекта, редакционных указаний и обучение инженерно-технического персонала и исполнителей выполнению наиболее сложных операций, которые редко встречались в предыдущей практике или не встречались вообще.

2.7.1 Обработку снимков поручают опытным специалистам, знакомым с районом работ и особенностями аэро- или космических снимков. При необходимости организуют техническую учебу специалистов. Рекомендуется специализировать исполнителей для аналитических и цифровых фотограмметрических приборов по конкретным операциям (фототриангуляция, сбор информации о рельефе и контурах, изготовление фотопланов и др.).

Критериями подготовки специалистов являются острота стереоскопического зрения, способность оценки местности по ее изображениям, степень освоения вычислительной техники.

2.7.2 Особое внимание уделяется подготовке исполнителей к дешифрированию космических снимков. В этом случае изучение редакционных указаний, основных и дополнительных материалов осуществляется комплексно. Рекомендуется следующий порядок работы:

- ознакомление с редакционными указаниями;

- подбор и ознакомление с основными и дополнительными материалами, изучение их характеристик, последовательности и полноты использования;

- изучение географических особенностей района с целью определения типичных природных и искусственных объектов и взаимосвязей между объектами, их количественных и качественных характеристик, климата (сезонных, погодных, суточных, стихийных и др. явлений), прямых и косвенных дешифровочных признаков, перечня не дешифрируемых по основным материалам объектов, перечня объектов, которые лучше дешифрировать по снимкам других сезонов или по каким-либо другим дополнительным материалам;

- изучение эталонов дешифрирования и уяснение порядка их использования;

- уяснение порядка дешифрирования и оформления его результатов.

2.7.3 Особое внимание должно быть обращено на обучение молодых специалистов и исполнителей с малым опытом выполнения подобного рода работ. Обучение должно проводиться на тех конкретных устройствах и материалах, которые будут использованы при создании выходной продукции. Качество подготовки специалистов должно проверяться на семинарах и собеседованиях в группах специалистов одного-двух видов работ.

3 ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ СГУЩЕНИЕ ОПОРНОЙ СЕТИ

3.1 Фотограмметрическое сгущение планового и высотного съемочного обоснования должно выполняться путем построения блочных или маршрутных фотограмметрических сетей. При многомаршрутной, площадной аэросъемке формируются и уравниваются блочные сети.

3.1.1 Для построения маршрутных фотограмметрических сетей необходимо, чтобы фактическое продольное перекрытие снимков было порядка 60%. Для блочных фотограмметрических сетей при таком же продольном перекрытии снимков поперечное перекрытие их должно составлять порядка 30% или более.

3.1.2 Если фотограмметрическое сгущение выполняется с целью определения плановых координат и высот точек местности, то для обработки предпочтение следует отдавать снимкам, полученным широкоугольными и сверхширокоугольными съемочными камерами. При фотограмметрическом сгущении планового обоснования могут использоваться снимки нормальноугольных фотокамер.

3.2 В фотограмметрические сети включают:

а) пункты геодезических сетей и точки съемочного обоснования, а также опорные фотограмметрические точки, определяемые при построении фотограмметрических сетей по каркасным маршрутам;

б) основные фотограмметрические точки (в углах моделей), используемые как опорные или контрольные при последующей обработке отдельных моделей или снимков на процессах составления оригинала и трансформирования снимков;

в) ориентировочные точки, по которым осуществляется внешнее ориентирование снимков и создаются отдельные модели, т.е. элементарные звенья сети;

г) связующие точки, лежащие в зоне тройного перекрытия снимков и служащие для соединения соседних элементарных звеньев при формировании маршрутной сети;

д) общие точки, предназначенные для объединения перекрывающихся маршрутных сетей в блок;

е) точки для связи со смежными участками;

ж) точки на урезах вод и наиболее характерные[1] точки местности, отметки которых должны быть подписаны на карте или плане;

з) закрепленные на местности точки инженерного назначения, координаты которых должны быть определены при фототриангулировании (при съемках в масштабах 1:5 000 – 1:500);

и) дополнительные точки, служащие для придания большей жесткости отдельным элементарным звеньям и сети в целом.

3.2 1 Точки для взаимного ориентирования снимков размещают группами по 2--3 в шести стандартных зонах стереопары. Радиус стандартной зоны может составлять порядка 0,1 размера базиса фотографирования в масштабе снимка.

3 2 2 Число связующих точек для соединения моделей в маршрутную сеть должно быть не менее пяти-шести в полосе тройного продольного перекрытия.

3 2 3 Общие точки для соединения маршрутов в блок размещают равномерно по всей полосе поперечного перекрытия. Количество таких точек зависит от ширины полосы, но в любом случае с каждой стороны стереопары следует намечать не меньше 3 точек при 30% поперечном перекрытии и не менее 6 точек при 60% поперечном перекрытии.

3.2.4 Фотограмметрические точки разного назначения должны по возможности совмещаться. Общее число их на стереопару при стандартных продольном и поперечном перекрытиях должно быть не меньше 30 при автоматическом отождествле-

---

[1] При большом числе характерных точек часть из них определяется в процессе стереорисовки рельефа на фотограмметрических приборах

нии идентичных точек снимков и не менее 20, если стереоскопические измерения снимков выполняет непосредственно исполнитель, работающий на фотограмметрическом приборе.

3.2.5 При выборе точек следует соблюдать следующие требования:

– выбранная точка должна изображаться на возможно большем числе смежных снимков;

– соседние точки должны располагаться на снимке на расстоянии друг от друга не менее 0,05 его базиса;

– точки в зонах тройного, четвертного и т. д. перекрытий снимков желательно располагать не на одной прямой;

– точка, изобразившаяся на нескольких маршрутах, должна быть включена в фототриангуляционную сеть в каждом из них;

– точки не должны располагаться ближе 10 мм от края снимка.

3.2.6 Точки сети следует выбирать при стереоскопическом рассматривании снимков с увеличением не менее 4 – 6$^{\times}$. Их размещают на плоских участках и совмещают с надежно отождествляемыми контурами. Не допускается выбор точек на крутых скатах, затененных участках оврагов и лощин; последние определяют только в качестве характерных, если это обусловлено назначением съемки (например, при съемке масштаба 1:2000 для целей мелиорации). При автоматическом отождествлении идентичных точек они должны выбираться с учетом требований программного обеспечения (схожесть на всех перекрывающихся снимках по геометрии, фототону, разности контрастов и др.).

3.3 Для измерения координат точек снимков используются автоматизированные стереокомпараторы, аналитические и цифровые фотограмметрические приборы, удовлетворяющие требованиям приложения 4. Порядок измерения точек сети и координатных меток и форматы записи результатов измерений определяются требованиями используемой программы обработки.

3 3 1 Измерения на автоматизированных стереокомпараторах выполняют одним или двумя приемами в зависимости от точности прибора.

Визирование на координатные метки можно осуществлять монокулярно или стереоскопически. В любом случае в момент снятия отсчетов со шкал прибора и левая, и правая измерительная марка должны точно совмещаться с изображением координатной метки на своем снимке.

Измерениям связующих и общих точек должно предшествовать их искусственное маркирование с использованием стереомаркирующих приборов или интерпретаскопа. Такие точки маркируют при стереоскопическом рассматривании снимков с увеличением не менее 8 – 12`. Точки маркируют на левом снимке каждой стереопары. диаметр маркировки не должен превышать 0,04 – 0.05 мм. Вначале маркируют общие точки в поперечном перекрытии маршрутов, а затем все остальные точки вне поперечного перекрытия маршрутов. Отождествление идентичных точек и их искусственное маркирование необходимо выполнять с максимально возможной точностью и тщательно контролировать. Каждая связующая и общая точка в пределах маршрута маркируется один раз.

3.3.2 При измерениях на аналитических фотограмметрических приборах искусственное маркирование обязательно только для общих точек смежных маршрутов. Для связующих точек, изображающихся на снимках одного маршрута, может использоваться как традиционное физическое маркирование точек, так и цифровое. Если позволяет конструкция прибора, то для повышения производительности работ используется способ измерений стереопар с переключением внутреннего базиса наблюдательной системы на внешний.

3.3.3 Фотограмметрическое сгущение опорной сети с использованием цифровых фотограмметрических приборов требует наличия растровых изображений снимков или их фрагментов. Растровое изображение может быть получено как непосредственно в процессе аэро- или космической съемки цифровыми ка-

мерами, так и путем сканирования снимков, полученных традиционными съемочными фотокамерами. В этом случае подбирается величина элемента сканирования (пикселя) снимков, исходя из требуемой точности определения координат точек сгущения. Требования к сканерам и сканированию снимков приведены в приложениях 4 и 5. Физическое маркирование точек снимков при использовании цифровых фотограмметрических приборов не требуется.

Для измерения на цифровых фотограмметрических приборах следует применять метод автоматического отождествления точек на смежных снимках. В зависимости от используемого программного обеспечения автоматическое отождествление может выполняться для двух, трех и т.д. (до шести или более) снимков, на которых изображается измеряемая точка.

3.4 Обработку стереопар следует вести строго последовательно согласно их расположению в маршрутной схеме. В этом случае уже обработанные стереопары будут защищены от порчи так как редактирование положения точек будет выполняться всегда только на правом снимке.

3.5 В состав исходной информации для программы фототриангуляции кроме паспортных данных съемочной камеры, измеренных на снимках координат точек и координатных меток, а также каталога координат опорных и контрольных точек могут входить:

а) длины и азимуты отрезков, превышения между объектами местности;

б) координаты центров проектирования снимков, определяемые спутниковыми системами (ГЛОНАСС или GPS);

в) значения угловых элементов внешнего ориентирования снимков, высот фотографирования и высот центров проекции над изобарической поверхностью или их функции, определенные в полете.

При условии, что точность координат центров проектирования, выраженная в масштабе снимков, сопоставима с измерительной точностью самих снимков, использование при фототриангулировании таких координат в качестве дополнительной исходной информации позволяет существенно сократить необхо-

димое число опорных точек. На блок среднего размера (10 маршрутов по 15 стереопар) в этом случае необходимо определять не менее пяти планово-высотных опознаков, располагая их по схеме "конверт". При большем размере блока и повышенных требованиях к точности сети количество необходимых опознаков увеличивается. В первую очередь дополнительные опознаки следует располагать в середине сторон блока, а затем – равномерно по площади его.

Исходная информация для уравнивания переносится в компьютерный файл с помощью вспомогательных программных средств, прилагаемых к программе фототриангуляции, или текстовых редакторов. Комплектование материалов для обработки и сама обработка ведутся в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации используемой программы.

3.6 При одинаковой геометрической схеме блока и сопоставимом качестве снимков используемый программный продукт для построения фототриангуляции должен обеспечивать стабильную (одного порядка) точность сгущения, выраженную в масштабе снимков, независимо от масштаба картографирования, физико-географических условий района работ и условий аэросъемки.

Используемая программа для уравнивания фотограмметрических сетей должна обеспечивать надежное определение пространственных координат точек сети различного размера и конфигурации. Важно, чтобы программа предоставляла возможности интерактивного редактирования исходных данных (включение, исключение, изменение данных).

Уравнивание сети может выполняться на основе либо условий компланарности и масштаба, либо условий коллинеарности проектирующих лучей связок. При правильной организации вычислительного процесса оба вида уравнивания приводят к одинаковым результатам.

В реальных программах фототриангуляционные сети создаются двумя способами:

– посредством совместного уравнивания полной совокупнос геодезических, фотограмметрических и других измерений на всю сеть;

– путем предварительного формирования отдельных часте сети (одиночных моделей, триплетов, маршрутных сетей) последующего объединения таких частей в более крупное построение

Теоретически первый вариант предпочтительнее и о рекомендуется в качестве основного. На практике, однако, на точност окончательных результатов влияют в большей степени погрешнос съемочного обоснования и стереоизмерений, нежел эксплуатационные возможности и алгоритмы различных программ Поэтому повышения качества продукции следует добиваться, п первую очередь, за счет сокращения погрешностей измерений.

Работоспособность программ проверяется по контроль ным примерам. Общие требования к программному продукту для фототриангуляции сформулированы в приложении 6.

3.7 Процесс построения сетей пространственной фото- триангуляции должен контролироваться путем анализа значений и распределения погрешностей измеренных величин и их функ- ций, выявленных на всех этапах построения и уравнивания:

- внутреннего ориентирования снимков;
- взаимного ориентирования снимков;
- построения маршрутных сетей;
- соединения смежных маршрутов;
- построения блочных сетей.

Критерием точности служат значения максимальных и средних погрешностей измеренных и определяемых величин. Для выявления грубых погрешностей на каждом этапе построе- ния сети следует руководствоваться не только ее значением на точке, но и положением этой точки на снимке и положением в сети относительно других точек.

3.7.1 На стадии внутреннего ориентирования снимков величина коэффициентов деформации должна отличаться от единицы не более чем на несколько единиц четвертого после де- сятичной точки знака, а их разность по осям X и У не должна

ревышать нескольких единиц пятого знака. Если эта разность ольше, следует искать причину и устранить ее влияние.

3.7.2 На стадии взаимного ориентирования снимков реднее квадратическое значение остаточных поперечных парал-аксов не должно превышать *10 мкм*. На стадии построения сво-одной маршрутной сети средние квадратические расхождения оординат связующих точек, вычисленных в смежных стереопа-ах не должны превышать в плане *15 мкм*, а по высоте – *15 мкм*, множенных на отношение фокусного расстояния фотокамеры к азису фотографирования на снимке. Средние квадратические огрешности остаточных погрешностей условий коллинеарности а точках снимках в свободной маршрутной сети также не долж-ы превышать *10 мкм*.

3.7.3 Погрешности переноса общих точек с маршрута на аршрут, выявленные при уравнивании свободного фототриан-уляционного блока, не должны превышать *40 мкм* при исполь-овании стереомаркирующего прибора или цифровой идентифи-ации общих точек и *60 мкм* при переносе общих точек с помо-ью интерпретаскопа.

3.7.4 Качество сетей, уравненных по опорным данным, ценивается по следующим критериям:

а) по остаточным расхождениям фотограмметрических и еодезических координат на опорных точках;

б) по расхождениям фотограмметрических и геодезиче-ких координат контрольных геодезических точек, не использо-анных при уравнивании сетей;

в) по разностям бортовых данных и фотограмметриче-ких значений соответствующих величин;

г) по остаточным погрешностям условий коллинеарности.

3.7.5 Для каркасных маршрутов остаточные средние рас-ождения высот на опорных геодезических точках после внешне-о ориентирования не должны превышать *0,15* высоты сечения ельефа, а расхождения плановых координат *0,15 мм* в масшта-

бе карты (плана). Средние расхождения между фотограмме ческими высотами контрольных точек и их геодезическими метками не должны быть более *1/5* высоты сечения рельеф расхождения в плане - *0.25* мм в масштабе карты (плана). Чи предельных расхождений, равных удвоенным средним, не до но быть более 5%. При соблюдении указанных допусков дан из каркасного маршрута могут использоваться для уравнива заполняющей фотограмметрической сети. Точки с больши расхождениями плановых координат или высот исключают.

3.7.6 Остаточные средние расхождения высот на опорных дезических точках после внешнего ориентирования маршрутной блочной сети не должны превышать *0,15* высоты сечения рельеф расхождения плановых координат — *0,2 мм* в масштабе карты (плана

Средние расхождения уравненных высот и геодезичес отметок контрольных точек не должны превышать:

а) *0,2* h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 1 также при съемках в масштабах 1:1 000 и 1:500 с сечением 0.5 м;

б) *0,25* h сеч — при съемках с высотой сечения рельеф и 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:2000 и 1: 5000 с се нием 0,5 м;

в) *0,35* h сеч — при съемках с высотой сечения рельеф и 10 м.

Средние расхождения в плановом положении контро ных точек не должны быть более *0,3 мм*.

Предельно допустимые расхождения, равные удвоенн средним, могут встречаться не чаще чем в 5% случаев в откр тых районах и 10% — в залесенных районах.

3.7.7 Средние расхождения высот на общих точ смежных маршрутов не должны превышать:

а) *0,4* h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 1 также при съемках в масштабах 1:1 000 и 1:500 с сечением 0,5 м;

б) *0,5* h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 2 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:2 000 и 1: 5 000 с се нием 0,5 м;

в) *0,7* h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 5 и 10 м.

Средние расхождения в плановом положении общих точек смежных маршрутов не должны быть более *0,5 мм* в масштабе карты (плана).

3.7 8 Остаточные погрешности условий коллинеарности в фототриангуляционных сетях, уравненных по опорным данным, не должны превышать аналогичные значения, полученные в свободных маршрутных сетях, более чем в 2 раза. Для таких погрешностей должен соблюдаться закон нормального распределения, т.е. количество погрешностей в каждом следующем интервале их должно быстро уменьшатся. Предельные значения погрешностей не должны превосходить утроенных средних значений, причем количество предельных погрешностей должно быть не более 1% общего числа их.

3.7.9 Средние разности бортовых данных и фотограмметрических значений соответствующих величин должны лежать в пределах удвоенной точности бортовых систем.

3.7.10 При превышении допустимых значений погрешностей анализируют измерения, а также правильность координат опорных и контрольных точек. При выявлении погрешностей или грубых промахов результаты должны быть откорректированы, а процесс уравнивания фототриангуляции выполнен повторно. При повторении процесса уравнивания блочной сети результаты каждого предыдущего счета следует использовать как стартовые для очередного, последующего счета

3.8 После завершения процесса фототриангулирования по результатам его составляют каталоги координат точек фотограмметрического сгущения, элементов внешнего (а для цифровых систем – и внутреннего) ориентирования снимков и проводят оценку их точности. К каталогу прилагается комплект фотоабрисов точек.

Кроме основного каталога, составляют каталог координат контрольных фотограмметрических точек для проверки оригиналов созданных цифровых карт (планов) Отделом технического контроля.

Результаты оценки должны быть записаны в формуляры трапеций и в технический отчет. Отчет должен содержать сведения о методике исполнения работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети, качестве сетей и итоговой точности определения координат.

Исходные данные и полученные окончательные результаты фототриангуляции следует сохранять в текстовом формате и форматах программ обработки путем создания архивной копии файлов на машинных носителях.

4 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОПЛАНОВ

4.1 Фотопланы изготавливаются:

- как самостоятельный вид топографической продукции (фотоплан, ортофотоплан, фотокарта, ортофотокарта);
- как основа для сбора по ней цифровой векторной информации.

Для изготовления фотопланов используются два метода трансформирования снимков: аналоговый (оптико-механический) и цифровой. Предпочтение следует отдавать цифровому трансформированию, как наиболее точному и производительному. Оптико-механический метод может применяться только в случае отсутствия соответствующих аппаратно-программных средств цифрового трансформирования.

Для трансформирования должны использоваться черно-белые, цветные или спектрозональные снимки, полученные, как правило, узкоугольными и нормальноугольными съемочными камерам, для снимков которых меньше влияние рельефа на смещения изображений точек.

4.2 Процесс получения цифрового фотоплана включает следующие основные этапы:

- расчет элемента разрешения для сканирования снимков;
- ориентирование снимков;
- получение информации о рельефе:
- выбор фрагментов для трансформирования (ортотрансформирования);
- ортотрансформирование или простое трансформирование по фрагментам;
- сшивка фрагментов мозаик с выравниванием тона, коррекции изображения;
- получение трансформированного изображения в пределах заданной трапеции или границ;
- оформление.

4.3 Расчет элемента разрешения РР (в мкм) для сканирования снимков выполняется, исходя из коэффициента К, задающего отношение требуемого масштаба фотоплана $1:M_к$ к масштабу используемых фотоснимков $1:M_с$,

$$\mathbf{P_P = 70\ K.}$$

В этой формуле постоянная величина **70** (в мкм) принята, исходя из графических требований к фотоплану. Если потребитель в качестве конечной продукции использует фотоплан только в цифровом виде, то этот коэффициент может иметь другое значение, определяемое с учетом характеристик используемого фотограмметрического сканера и разрешающей способности исходных снимков (см. приложение 5).

4.4 Значения параметров внешнего ориентирования цифровых снимков, необходимые для выполнения процессов цифрового трансформирования, могут быть получены в результате предварительного построения сетей пространственной аналитической фототриангуляции или путем непосредственной фото-

грамметрической обработки стереопар и одиночных снимков на цифровых фотограмметрических приборах.

4.5 Информация о рельефе, необходимая для цифрового трансформирования снимков, может быть получена в результате стереофотограмметрической обработки снимков или по цифровым моделям рельефа для существующих топографических карт и планов.

Точность и плотность узлов ЦМР должна обеспечивать определение высот элементарных участков цифрового трансформированного снимка с погрешностями (в м) не более

$$\Delta h_{пред} = 0{,}3 \bullet f \bullet M_k / r,$$

где **0,3 мм** – графическая точность топографической карты (плана);

f - фокусное расстояние съемочной камеры (в мм).

M_k - знаменатель масштаба создаваемого фотоплана;

r - максимальное удаление точки снимка от точки надира (в мм).

Тип создаваемой цифровой модели рельефа определяется требованиями используемого для цифрового трансформирования программного обеспечения. Общие требования к программному обеспечению для получения ортофотопланов сформулированы в приложении 6.

Если перепад высот местности не превышает удвоенной величины $\Delta h_{пред.}$, трансформирование производится на среднюю горизонтальную плоскость. Допустимые значения $\Delta h_{пред}$ или превышения точек местности в пределах используемой части снимка не должны превосходить величин, рассчитанных по табл. 2.

Таблица 2

Допустимые $\Delta h_{перед}$ (м) при масштабе фотоплана 1:10 000												
для формата кадра 18х18 см и $f_к$ (мм)							для формата кадра 23х23 см и $f_к$ (мм)					
Радиус рабочей площади (мм) на аэроснимке	70	100	140	200	250	350	Радиус рабочей площади (мм) на аэроснимке	90	150	210	300	600
60	7	10	14	20	25	35	90	6	10	14	20	40
70	6	9	12	17	21	30	100	6	9	13	18	36
80	5	7,5	10	15	20	26	110	6	8	11	16	33
90	4,5	7	9	13	17	23	120	5	7,5	10	15	30
100	4	6	8	112	15	21	130	5	7	10	14	28
110	4	5,5	7,5	11	14	19	140	4,5	6,5	9	13	26

Примечание. Если масштаб 1:М создаваемого фотоплана отличается от 1:10 000, то допустимые высоты зон определяют умножением табличных значений на отношение М : 10 000.

При получение цифровой модели рельефа на цифровом фотограмметрическом приборе могут использоваться автоматический или ручной режим сбора информации о ЦМР, либо их комбинация. В зависимости от характера рельефа шаг регулярной сетки ЦМР может меняться в пределах участка работ и стереопары. Мелкие элементы рельефа (промоины, небольшие перегибы скатов, канавы и т. п.) в пределах допустимых $\Delta h_{пред}$ не принимаются во внимание, а в населенных пунктах марка совмещается с поверхностью земли.

Для получения информации о рельефе могут использоваться цифровые карты смежных масштабов. При этом точность такой информации должна быть вдвое меньше величины $\Delta h_{пред}$ рассчитанной для высот элементарных участков.

4.6 Трансформирование снимков следует проводить в пределах полезной площади, ограниченной линиями, проведенными через середину продольного и поперечного перекрытия смежных снимков.

Размер элементарного участка трансформирования на местности, как правило, выбирается равным величине

$$\Delta = M_c \bullet P_P ,$$

где M_c - знаменатель масштаба снимка;

P_P - размер элементарного участка исходного цифрового снимка.

В случае если цифровой фотоплан требуется изготовить в виде твердой копии, размер элементарного участка на местности не должен быть больше

$$\Delta = 0{,}07 \bullet M_c ,$$

где **0,07** (в мм) – графическое разрешение, соответствующее фотографической разрешающей способности изображения не менее 7 л/мм.

4.7 Формирование цифрового фотоплана производят из смежных цифровых трансформированных снимков с одинаковыми размерами элементарных участков по выбранным границам фрагментов («линиям порезов»), полученным со смежных снимков. Границы «порезов», как правило, выбирают по середине зон перекрытий снимков. Линия «пореза» не должна пересекать высотные объекты и объекты, служащие ориентирами, а также не должна проходить вдоль границ объектов разного тона. При наличии таких линейных объектов, как дороги, реки и т.п. линию «пореза» следует проводить по середине объектов. При пересечении линейных объектов и четких контуров линию «пореза» следует проводить под прямым углом к этим объектам.

Для выравнивания фототона фрагментов в пределах фотоплана наиболее целесообразно использовать автоматический метод.

4.8 Цифровые фотопланы могут создаваться в пределах границ планшетов или в произвольно заданных границах (населенный пункт, промышленный объект и др.).

На фотоплан должны быть нанесены все опорные геодезические пункты. Их следует отобразить на фотоплане условными знаками. Кроме этого должны быть нанесены рамка листа карты, координатная сетка и выполнено зарамочное оформление фотоплана.

Для получения на основе изготовленного цифрового фотоплана цифровой фотокарты на растровое фотоизображение (ортофотоизображение) накладывается векторная цифровая информация. Эта информация может включать условные знаки; линии различных типов, толщин и цветов; заливки, штриховки, подписи и т.п.

Цифровая векторная информация может включать в себя не все, а только часть слоев, например, горизонтали, гидрографию, дорожную сеть и т.д.

4.9 Точность созданных цифровых фотопланов оценивается по опорным и контрольным фотограмметрическим точкам, по линиям соединения фрагментов («порезам»), полученным со смежных снимков, и сводкам со смежными фотопланами. Контроль планового положения опорных и контрольных фотограм-

метрических точек выполняется по разности плановых координат изображений этих точек на фотоплане и их значений, выбранных из соответствующих каталогов.

Величины погрешностей в плановом положении опорных и контрольных точек не должны превышать в масштабе создаваемого фотоплана *0,5 мм* в равнинных и всхолмленных районах и *0,7 мм* - в горных.

Несовмещение контуров по линии соединения фрагментов не должно быть более *0,7 мм*, а в горных районах - *1,0 мм* Допустимые величины несовмещений контуров при контроле по сводкам со смежными фотопланами составляют: *1,0 мм* в равнинных и всхолмленных районах и *1,5 мм* – в горных районах.

Как исключение, в равнинных районах допускают расхождения по сводкам до *1,5 мм* (не более 5%).

Запрещается выпуск фотопланов без сводки со смежными фотопланами (или графическими планами) того же масштаба. При съемках в масштабах 1:25 000 и 1:10 000 должна быть выполнена такая сводка с ранее изданными картами. Если ранее изданные карты построены в иной системе координат, чем вновь созданный фотоплан, то при сводке учитывается различие координат общих углов рамок фотоплана и карты.

Контроль изобразительного качества фотоплана осуществляется визуальным сравнением с эталоном. При этом должно быть обращено особое внимание на проработанность деталей, одинаковую тональность и оптическую плотность по стыкам фрагментов соседних снимков (расхождение до 0,15 ед.), а для цветных и спектрозональных изображений – на одинаковость цветов.

Размеры сторон и диагоналей фотоплана не должны отличаться от теоретических более чем на *0,2 мм*.

4.10 В качестве конечной продукции могут служить цифровой фотоплан или фотокарта на машинном носителе в форматах, согласованных с потребителем, либо их графическая копия, полученная на соответствующих технических средствах.

5 ДЕШИФРИРОВАНИЕ

5.1 Камеральное дешифрирование заключается в выявлении и распознавании по изображению местности тех объектов, которые должны показываться на топографической карте или плане данного масштаба, установлении их качественных и количественных характеристик и отображении в виде условных знаков и надписей, принятых для обозначения данных топографических объектов.

5.2 Камеральное дешифрирование с последующей полевой доработкой должно применяться в качестве основного варианта работ по дешифрированию. Обратный порядок работ может потребоваться для районов, недостаточно изученных в топографическом отношении, и районов со значительным количеством объектов, не распознающихся на снимках. Камеральное дешифрирование целесообразно ставить после полевого также при съемках в масштабах 1:1 000, 1:500 на участках с плотной малоэтажной застройкой, когда возникает необходимость измерения в натуре ширины свесов крыш и карнизов построек, чтобы устанавливать затем на аэроснимках положение оснований дешифрируемых зданий.

5.3 При камеральном дешифрировании, выполняемом до полевых работ, после изучения редакционных указаний проводят стереоскопическое изучение снимков и используют дополнительные материалы, содержащие сведения об объектах местности. В качестве дополнительных применяются географические, топографические и специальные планы, карты, схемы, атласы, энциклопедии, справочники, кинофильмы и другие материалы, содержащие сведения о местности в районе картографирования или имеющей подобные ландшафты.

В процессе дешифрирования, наряду с распознаванием и отображением уверенно дешифрирующихся объектов, отмечают участки, по которым потребуется доработка дешифрирования на местности (из-за недостаточности характеристик объектов, их малых размеров и контрастности, слабой распознаваемости среди

растительности и в тенях, нечеткости воспроизведения на снимках углов контуров ориентирного значения и др.).

Камеральное дешифрирование, выполняемое после полевых работ, следует начинать с переноса на оригинал карты (плана) материалов полевого дешифрирования, включающих данные по дешифрированию объектов непосредственно в натуре и по передаче упрощенными знаками топографического содержания всех различных по изображению контуров.

5.4 Если на данной территории наряду с основной съемкой была выполнена дополнительная в более крупном масштабе, то камеральное дешифрирование должно проводиться с использованием материалов обоих залетов. При этом крупномасштабные снимки следует применять для распознавания объектов, а приведенный к масштабу создаваемой карты или плана комплект основных снимков, составленный по ним фотоплан или составительский оригинал — для отображения результатов дешифрирования.

5.5 При постановке камерального дешифрирования отдельно от составительских работ недопустимо ограничиваться простым визуальным изучением снимков. Применение в данном случае стереоскопических приборов, позволяющих рассматривать модель местности с увеличением и производить измерения объектов (стереоскопы, интерпретаскопы, аналитические или цифровые приборы и др.), обязательно.

5.6 При дешифрировании непосредственно на аналитических или цифровых приборах рекомендуется на каждой стереопаре вначале отрабатывать гидрографию и контуры, а затем рисовать рельеф. Такая последовательность в случае сложной ситуации дает возможность обнаруживать пропуски в дешифрировании. Исключение составляют горные районы с большой амплитудой превышений, где рельеф определяет ландшафтные особенности территории и поэтому должен быть зарисован в первую очередь. В процессе дешифрирования протяженные линейные объекты целесообразно от-

рабатывать сразу по всей стереопаре, а мелкие и сложные объекты — по отдельным ее частям.

Для экономии приборного времени на участках с небольшим количеством разных по содержанию крупных контуров результаты камерального дешифрирования следует фиксировать не условными знаками, а индексами (цифрами, буквами) в соответствии с используемым классификатором, учитываемыми при оформлении на рабочем месте редактирования.

5.7 При камеральном дешифрировании высоких местных предметов (мачт, заводских труб, вышек) и высоких зданий для правильного нанесения их оснований должны использоваться не только центральные, но и краевые части всех смежных аэрофотоснимков. Кроме того, в процессе дешифрирования при составлении планов масштаба 1:2 000 — 1:500 надлежит учитывать разномасштабность изображения оснований и крыш высоких зданий, а также размеры свесов крыш и карнизов, если величина их на плане более 0,1 мм. Когда на аэроснимке основание здания видно с какой-либо его стороны, измерения свесов выполнимы при помощи фотограмметрических приборов. Для тех же целей следует привлекать материалы технической инвентаризации зданий, включающие данные их натурного обмера.

5.8 Камеральное дешифрирование следует поручать исполнителям, имеющим опыт полевых и стереотопографических работ по созданию или обновлению карт (планов) на данный район или близкий по характеру местности. В каждой бригаде должен быть сосредоточен достаточно однородный в отношении дешифрирования материал.

5.9 При камеральном дешифрировании рекомендуется руководствоваться следующими принципами:

- приоритетностью материалов, которые наиболее соответствуют современному состоянию местности и не содержат субъективных ошибок;

- возрастанием достоверности опознания объекта с увеличением количества использованных для опознания признаков изображения объекта;

- ранжированием признаков объекта в соответствии с их значимостью для опознания объекта в конкретной ситуации.

5.10 При крупномасштабных съемках дешифрирование независимо от технологических вариантов съемки должно, как правило, контролироваться непосредственно на местности.

5.11 Особенности дешифрирования космических изображений.

На качество дешифрирования космических изображений существенно влияют особенности их получения и методы обработки, полнота и тщательность подготовительных работ, применяемая технология, квалификация исполнителя и его навыки применительно к космическим снимкам и конкретному ландшафту.

К основным особенностям космических снимков, влияющих на качество дешифрирования, относятся:

- увеличенное количество связей между объектами местности, а следовательно, большее число дешифровочных признаков, за счет уменьшения масштаба снимков и изображения в пределах кадра обширной территории;

- повышенная разрешающая способность вследствие значительного уменьшения сдвига изображения и отсутствия вибрации носителя;

- искажение или утрата изображений некоторых объектов, а также дешифровочных признаков (формы теней, деталей объектов и др.) вследствие мелкого масштаба изображения, наличия "полос нерезкости" между объектами и окружающим их фоном, а в некоторых случаях вследствие значительного отличия проекции снимков от ортогональной;

- снижение в ряде случаев изобразительных качеств снимков из-за сложности оптимизации экспозиции, обусловленной резкими изменениями освещенности и отражательной способности ландшафта, а также состояния атмосферы;

- отображение на снимках облаков, производственных дымов и атмосферной дымки, затрудняющих или исключающих процесс дешифрирования;

- наличие незначительных перекрытий между снимками, что ограничивает выявление дешифровочных признаков при рассматривании стереомодели;

- появление значительных (более 5 градусов) углов наклона снимков, или отличие проекции снимков от центральной.

Названные особенности усложняют дешифрирование, повышают требования к подготовке дешифровщиков.

При использовании для фотограмметрической обработки мелкомасштабных космических снимков возникает необходимость дополнительно обращаться к космическим снимком более крупного масштаба для дешифрирования деталей изображения и набора необходимых характеристик отображаемых объектов.

Для подготовки дешифровщиков космических снимков рекомендуется создавать специальные группы из специалистов, не имеющих большого опыта дешифрирования аэроснимков, который иногда затрудняет обучение. В процессе обучения изучаются редакционные указания, основные и дополнительные материалы (фотографии, кинофильмы, которые содержат сведения, связанные с элементами местности района или районов с подобным ландшафтом; эталоны дешифрирования; конкретные примеры использования прямых и косвенных признаков и картографического отображения объектов при дешифрировании). В процесс обучения включается пробное дешифрирование фрагментов снимков на один-два участка размером 10х10 см в масштабе составляемой или обновляемой карты с типичным для района работ ландшафтом.

5.12 Особенности дешифрирования цифровых изображений.

Оцифрованное фотоизображение, как правило, имеет пониженную разрешающую способность по сравнению с оригинальным. В таком случае с целью повышения эффективности камерального дешифрирования целесообразно для мелких трудно читаемых топографических объектов использовать традиционное

инструментальное дешифрирование, т.е. применять комбинированный метод дешифрирования, заключающийся в сочетании дешифрирования топографических объектов (большей их части) на экране дисплея и традиционного дешифрирования фотоизображений (фотоотпечатков, диапозитивов) с использованием стереоскопа, интерпретаскопа или бинокулярного микроскопа.

Важным преимуществом цифровых изображений являются широкие возможности их корректировки в отношении изменения гаммы, яркости, контраста, динамического диапазона и др. применительно ко всему снимку или отдельным его частям. Такие возможности позволяют выделять топографические объекты даже для тех участков изображений, на которых на исходном снимке эти объекты не дешифрируются.

Для автоматизации дешифрирования цифровых изображений можно использовать различные программные средства, предназначенные для сегментации и идентификации по фототону площадных объектов почвенно-растительного покрова и некоторых других типов объектов.

5.13 Оформление результатов дешифрирования заключается в присвоении объектам соответствующих условных знаков и сводке их на смежных снимках.

Сводка со смежными снимками, фотопланами и ранее составленными картами состоит в согласовании планового положения контуров, качественных и количественных характеристик, единообразия в условных знаках и генерализации однотипных объектов.

При приемке результаты дешифрирования рассматривают и оценивают с учетом увязки контуров и рельефа, а также содержания и оформления карты или плана в целом.

6. СОСТАВЛЕНИЕ ЦИФРОВОГО ОРИГИНАЛА

6.1 Процесс составления цифрового оригинала топографической карты (плана) на фотограмметрических приборах включает подготовительные работы, ориентирование снимков, сбор цифровой информации о рельефе и контурах.

Подготовительные работы заключаются в получении исходных материалов и проверке их комплектности, подготовке приборов и технических средств к работе, выполнении необходимых расчетов.

Исходными для получения цифровой информации при составлении оригинала карты (плана) на фотограмметрических приборах являются следующие материалы:

а) формуляр трапеции (планшета);

б) диапозитивы (на стекле или малодеформирующейся пленке) или цифровые изображения снимков на машинном носителе;

в) фотоотпечатки (контактные отпечатки или увеличенные фотоснимки) с отмеченными на них точками геодезического обоснования (плановыми и высотными) и точками фотограмметрического сгущения опорной сети. Для точек, используемых в качестве опоры при ориентировании фотограмметрической модели, должны быть, кроме того, выписаны их отметки, отнесенные к поверхности земли;

г) каталоги координат и высот опорных точек;

д) список элементов внешнего ориентирования снимков (если по этим же снимкам выполнялось фотограмметрическое сгущение опорной сети);

е) сведения об элементах внутреннего ориентирования съемочной камеры и положении координатных меток на прикладной рамке фотокамеры;

ж) значение высоты съемки над средней плоскостью участка или средний масштаб снимков;

з) материалы для дешифрирования: редакционные указания; материалы полевого дешифрирования (если оно предшест-

вовало камеральному); снимки, увеличенные до масштаба составляемой карты (плана). На этих снимках подписывают географические названия (при съемке в крупных масштабах – также названия улиц и номера домов), отмечают положение и наносят (по ведомственным материалам картографического значения) характеристики топографических объектов.

6.2 Подготовка фотограмметрических приборов к работе включает проверку работоспособности их аппаратных средств и программного обеспечения (ПО).

Калибровка аналитического прибора выполняется 1-2 раза в год или после перемещений прибора и заключается в измерении контрольной сетки с оценкой инструментальной точности прибора. Работоспособность ПО проверяется по тестовым примерам. Необходимо определить рабочий каталог на компьютере для каждого оператора, а также предусмотреть каталог для хранения архивных копий файлов, содержащих результаты обработки. В компьютер прибора вводят исходные данные.

Общие требования к программному обеспечению аналитических и цифровых фотограмметрических приборов для сбора цифровой информации о рельефе и контурах сформулированы в приложении 6.

При использовании аналитического прибора диапозитивы центрируют в кассетах (снимкодержателях) приближенно. После этого осуществляют внутреннее, взаимное и внешнее ориентирование снимков. Если известны элементы внешнего ориентирования, выполняют только внутреннее ориентирование снимков.

6.3 Построение фотограмметрической модели на аналитическом или цифровом обрабатывающем приборе должно обеспечиваться строгим математическим решением фотограмметрической засечки, полностью реализующим геометрическую точность снимка с учетом его масштаба, фотографического и фотограмметрического качества и величины элемента сканирования. Используемые алгоритмы должны также максимально обеспечи-

вать автоматизацию выполнения основных процессов восстановления и ориентирования фотограмметрической модели.

6.3.1 Внутреннее ориентирование снимков выполняется путем измерения координатных меток (крестов) снимка и вычисления по их координатам параметров преобразования из системы координат прибора (сканера) в систему координат снимка. На цифровом приборе внутреннее ориентирование может выполняться в ручном и автоматизированном режимах. Внутреннее ориентирование сопровождается определением деформации снимков. Величина коэффициентов деформации не должна отличаться от единицы более чем на несколько единиц четвертого после десятичной точки знака, а их разность по осям X и Y не должна превышать нескольких единиц пятого знака. При неудовлетворительных результатах визирование на координатные метки повторяется.

6.3.1 Взаимное ориентирование снимков ведется путем измерения координат точек стереопары, выбираемых в шести стандартных зонах, и вычисления элементов взаимного ориентирования. Оптимальное количество измеренных в каждой стандартной зоне точек равно 2 – 3. Результаты взаимного ориентирования позволяют построить свободно ориентированную фотограмметрическую модель местности. На цифровом приборе взаимное ориентирование может выполняться в ручном и автоматизированном режимах. Контроль результатов взаимного ориентирования проводится по величинам остаточных поперечных параллаксов на всех измеренных точках. Взаимное ориентирование считается законченным, если среднее квадратическое значение остаточных поперечных параллаксов не превышает *10 мкм* для аналитических приборов или *0,5* величины элемента сканирования – для цифровых. При неудовлетворительных результатах должно выполняться их редактирование. Оно заключается в повторном измерении координат точек, замене плохих точек или включении в обработку новых, дополнительных точек.

6.3.3 Для внешнего ориентирования одиночного снимка и стереопары снимков могут использоваться либо элементы внешнего ориентирования, полученные на стадии фотограмметрического сгущения, либо координаты опорных точек, полученные из фотограмметрического сгущения или полевой привязки снимков.

В первом варианте измерение координат опорных точек не требуется. Во втором варианте необходимо измерить координаты опорных точек на одиночном снимке или стереопаре.

6.3.3.1 Для внешнего ориентирования *одиночного снимка* по второму варианту опорные точки выбирают по возможности в углах рабочей площади снимка. Контроль результатов ориентирования выполняется по величинам расхождения координат *X, Y* на всех опорных точках. Внешнее ориентирование считается законченным, если среднее значение остаточных погрешностей в плане не превышает *0,2 мм* в масштабе карты (плана). При неудовлетворительных результатах должно выполняться их редактирование (исключение / включение, перемер точек).

6.3.3.2 Для внешнего ориентирования *фотограмметрической модели* по второму варианту опорные точки выбирают по возможности в углах рабочей площади стереопары. На цифровом фотограмметрическом приборе модель может ориентироваться внешне в ручном или автоматизированном режимах. Контроль результатов ориентирования осуществляется по величинам расхождений координат *X, Y, Z* на всех опорных точках. Внешнее ориентирование модели считается законченным, если среднее значение остаточных погрешностей в плане не превышает *0,2 мм* в масштабе карты (плана), а по высоте – *0,2* высоты сечения рельефа. При неудовлетворительных результатах проводится их редактирование (исключение / включение, повторное измерение точек).

6.3.4 Для определения точности построения модели измеряют контрольные точки, выбирая их, по возможности, в различных частях модели. Качество модели считается удовлетворительным, если среднее значение погрешностей координат контрольных точек в плане не превышают *0,3 мм* в масштабе карты

(плана), а по высоте – *0,3* высоты сечения рельефа. После измерения всех контрольных точек выполняется оценка точности с выдачей протокола, включающего погрешности координат измеренных точек и их средние (или средние квадратические) значения.

6.3.5 Если на цифровом фотограмметрическом приборе составляют только контурную часть плана, а данные о рельефе получают из других источников, то ориентирование модели можно осуществить в ряде случаев с меньшей точностью. Точность ориентирования должна быть тем выше, чем меньше фокусное расстояние съемочной камеры, больше разность высот измеряемых объектов и крупнее масштаб составляемого плана. При съемке в масштабе 1:2 000 равнинных районов остаточные расхождения высот на опорных точках могут составлять 1 м при f = 100 мм, 2 м при f = 140 мм и 3 м при f = 200 мм. При съемках в масштабах 1:1 000 и 1:500 остаточные расхождения в высотах на опорных точках не должны превышать величин, указанных в табл. 3.

Таблица 3

Разность высот точек местности плюс высота построек (м)	*Масштаб плана*							
	1:1 000 при f равных				1:500 при f равных			
	100	140	200	350	100	140	200	350
	Остаточные расхождения высот (м)							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	1,0	2,0	3,0	5,0	0,3	0,5	0,6	1,2
20	0,6	1,0	1,6	3,0	0,20	0,3	0,4	0,7
27	0,5	0,8	1,2	2,0	0,14	0,20	0,3	0,5
35	0,4	0,6	1,0	1,6	0,10	0,16	0,20	0,4
48	0,3	0,5	0,7	1,2	0,07	0,12	0,17	0,3

Примечание. Для горных районов допуски увеличиваются в два раза.

6.4 После ориентирования модели или снимков производят сбор информации о рельефе и/или контурах в последовательности, определяемой характером картографируемого участка.

6.5 Сбор информации о рельефе.

6.5.1 Перед рисовкой рельефа определяют отметки характерных точек, которые должны быть подписаны на карте (плане). При съемке плоскоравнинных районов количество определяемых отметок должно быть не менее 8 – 10 на 1 дм^2 карты для равнинных, пересеченных, холмистых, а также низкогорных районов и песчаных пустынь и не менее 10—15 на 1 дм^2 карты для среднегорных и высокогорных районов, если в задании не предусмотрена их большая густота. Для отдельных плоскоравнинных районов (с мелкими формами рельефа) количество отметок высот может быть увеличено на 50%. Для каждого квадратного дециметра плана масштабов 1:500 – 1:5000 должно быть определено не менее 5 высот характерных точек местности, если в задании не предусмотрена их большая густота.

При съемке в масштабе 1:2000 с высотой сечения рельефа 0,25 м для вертикальной планировки отметки точек местности определяют и подписывают для углов сетки квадратов со сторонами 20 м (1 см на плане).

6.5.2 Отметки, подписываемые на карте (плане), определяют как средние из двух приемов измерений. Расхождения высот между двумя приемами не должны превышать:

а) 1:4 000 от H при $f = 70$ и 100 мм (для формата кадра съемочной камеры 18х18 см), $f = 90$ и 150 мм (для формата кадра 23х23 см) и масштабах фотографирования 1:10000 и крупнее; 1:5000 от H при масштабах фотографирования мельче 1:10 000;

б) 1:6 000 от H при f более 140 мм (для формата кадра АФА 18х18 см) и f более 210 мм (для формата кадра АФА 23х23 см) и масштабах фотографирования 1:10 000 и крупнее; 1:8 000 от H при масштабах фотографирования мельче 1:10 000.

6.5.3 Как правило, все горизонтали должны быть получены на приборе в результате стереоскопического трассирования поверхности стереомодели измерительной маркой, установленной на высоту горизонтали. Одновременно с этим программное обеспечение прибора визуализирует на экране монитора положение горизонталей и других элементов рельефа.

На участках с крутыми склонами (без перегибов), где расстояние между утолщенными горизонталями не превышает 3 мм в масштабе карты (плана) допускается проведение только утолщенных горизонталей

6.5.4 При стереоскопической рисовке рельефа на участках, покрытых высокой растительностью, следует учитывать высоту последней, а также взаимосвязь высоты растительности и рельефа. При съемке в масштабах 1:25 000 и 1:10 000 с высотой сечения 5 м к высокой растительности относятся древесные и кустарниковые насаждения. Высоту полога насаждений определяют, в основном, фотограмметрическим способом. Сведения об изменении высоты растительности в связи с изменением рельефа получают на основе данных лесной таксации и промеров, выполненных на местности; такие сведения должны содержаться в редакционных указаниях. При съемках с высотой сечения 2,5 и 2,0 м к высокой растительности относятся и посевы таких культур, как кукуруза, подсолнечник, а при высоте сечения 1,0 и 0,5 м – и все остальные посевные культуры, травы и т. п. Данные об их высоте на дату аэросъемки должны содержаться в материалах высотной полевой подготовки и в редакционных указаниях.

6.5.5 Одновременно со стереоскопической рисовкой горизонталей определяют численные характеристики элементов рельефа – высоты обрывов, скал, курганов и др., а также насыпей, выемок, валов и других объектов в соответствии с действующими условными знаками.

При съемке в масштабе 1:2 000, кроме того, определяют отметки полотна железных и автомобильных дорог, а на застроенных территориях – отметки тротуаров и проезжей части улиц.

При съемке в масштабах 1:1 000 и 1:500 дополнительно определяют и подписывают отметки люков подземных коммуникации, отмостки зданий и т. п.

6.5.6 При стереоскопической рисовке рельефа на цифровом фотограмметрическом приборе может использоваться ручной, автоматизированный, интерактивный режимы или их сочетания.

В ручном режиме процесс построения горизонталей по стереоскопической модели местности аналогичен тому, как он осуществляется на аналоговых или аналитических фотограмметрических приборах.

В автоматизированном режиме сначала автоматически строится цифровая модель рельефа (ЦМР) для узлов регулярной сетки и пикетов (характерных точек местности). Затем высоты узлов ЦМР, которые не "лежат" на поверхности фотограмметрической модели (крыши зданий, кроны деревьев и т.п.), подвергаются редактированию вручную. На основе отредактированной ЦМР и пикетов выполняется автоматическое построение горизонталей и контроль правильности их положения.

В интерактивном режиме автоматизированный и ручной способы могут сочетаться. При этом автоматизированный способ рекомендуется для участков стереопары с открытой местностью и несложным характером рельефа.

6.6 Сбор информации о контурах.

6.6.1 При создании цифровой топографической карты (плана) в базе данных содержится цифровая информация на весь район картографирования. По заданным размерам рамки листа должен осуществляться автоматический отбор информации, относящейся к выбранному листу цифровой карты (плана). Каждый исполнитель пользуется только той информацией, которая ему действительно необходима.

6.6.2 Сбор цифровой информации о контурах на аналитическом фотограмметрическом приборе выполняется стереоскопически с одновременным дешифрированием и кодированием объектов. На цифровом фотограмметрическом приборе эта операция может осуществляться как по стереопаре, так и по одиночному снимку (ортофотоснимку). В последнем случае требуется информация о рельефе, полученная с имеющейся карты (плана) смежного масштаба, на аналитическом фотограмметрическом приборе или наземными методами.

6.6.3 Дешифрирование и съемку контуров ведут согласно указаниям раздела 5. При составлении планов масштабов 1:500 – 1:2 000 учитывается наличие карнизов и свесов крыш. Ширина карнизов и свесов крыш замеряется либо стереоскопически, либо монокулярно (по перспективным изображениям построек и их геням). Точно так же путем сочетания стереоскопических измерений с монокулярными при съемке застроенных территорий фиксируются границы тротуаров. арки, подъезды, крыльца, наружные лестницы, люки подземных коммуникаций и т. п. При монокулярных измерениях обязательна предварительная установка значения Z на высоту, соответствующую основанию дешифрируемого объекта.

6.6.4 Цифровая информация о контурах собирается по слоям. В процессе сбора фиксируются объекты, вызывающие сомнения как в отношении конфигурации, так и характеристик, а также объекты, указанные в ведомственных материалах, но не опознанные на снимках. По этим данным на контрольной графической копии составляют задание на полевую доработку результатов камерального дешифрирования и досъемку вновь появившихся или не изобразившихся на снимках объектов.

6.6.5 Одновременно со сбором метрической информации должно выполняться семантическое кодирование объектов. Для этой цели используется классификатор топографических объектов на соответствующий масштабный ряд топографических карт (планов). Собранная топографическая информация хранится в базе данных по слоям. Структура полей и внутренние форматы базы данных определяются информационным обеспечением используемого фотограмметрического прибора.

6.6.6 Собираемая топографическая информация визуализируется в реальном времени на экране монитора в масштабе, подбираемом оператором. Программное обеспечение прибора должно одновременно отображать несколько слоев в любом сочетании. Для цифрового прибора с целью улучшения читаемости изображения на экране карты (плана) и снимка целесообразно

загружать на экран не все слои. а только тот, для объектов которого собирается цифровая информация. Если составляемый планшет в дальнейшем будет направлен на полевую доработку, то ненадежно отдешифрированные контуры должны быть выделены цветом. отличающимся от остальных цветов.

6.6.7 Рекомендуется на фотограмметрическом приборе собирать такие метрические характеристики объектов, которые невозможно получить не фотограмметрическим способом, например, длина, ширина, высота, глубина и т.п. объектов. Другие характеристики, получаемые из нефотограмметрических источников, например, грузоподъемность моста, число жителей, собственные названия и т.п., могут собираться (обновляться) на более дешевом рабочем месте редактирования.

6.6.8 При сборе информации должна быть предусмотрена возможность первичного редактирования полученных данных, в том числе удаление, изменение формы или создание нового объекта из имеющихся фрагментов.

6.7 После ориентирования каждой последующей стереопары должна быть проверена точность взаимного положения контуров и горизонталей на стыке с соседними стереопарами. Расхождения в положении четких контуров 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*.

6.8 Составленный оригинал карты (плана) должен быть сведен со смежными листами карт (планов) того же или более крупного масштаба, создаваемыми одновременно или составленными ранее. Если для старой карты (плана) была использованы система координат, отличающаяся от принятой в данных работах, то координаты всех объектов старой цифровой карты (плана) предварительно преобразовываются в нужную систему. Такая

операция должна быть проведена на весь район картографирования. Одновременно корректируется цифровая информация о рамках номенклатурных листов, координатной сетке и других элементах математической основы карт (планов).

При сводке проверяют сходимость в положении всех элементов содержания. Расхождения в положении контуров и предметов местности с четкими очертаниями не должны превышать:

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 табл. 1. 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 стереотопографические работы и в случае необходимости производят полевой контроль. В затруднительных случаях вопрос о сводке с изданными ранее картами решает федеральный орган исполнительной власти по геодезии и картографии. На полях оригинала и в формуляре делают запись о проведении сводок и о материалах, с которыми выполнена сводка.

Правильность выполнения сводок проверяют и визируют руководители производственного подразделения.

По внешним границам объекта, примыкающим к изданным ранее картам более мелких масштабов, сводку не проводят, а проверяют только сходимость не изменившихся контуров и форм рельефа, географических названий и классификации дорожной сети.

Результатом сбора цифровой информации о рельефе и контурах на фотограмметрических приборах являются файлы участков территории, соответствующей нескольким стереопарам

или номенклатурному листу карты или плана во внутреннем формате прибора. Ежедневно по завершению работы каждому оператору следует создавать архивные копии файлов и хранить их на индивидуальном диске. Их удаление выполняется только по разрешению руководителя группы.

Если редактирование цифровой информации выполняется на другом рабочем месте, то файлы конвертируют в формат ввода используемой для редактирования программы.

6. 9 Особенности обработки наземных снимков

6.9.1 Особенности обработки наземных снимков связаны с отличными от аэроснимков условиями их получения. При наземной съемке фотокамера устанавливается на неподвижных станциях, элементы внешнего ориентирования определяются непосредственно в процессе съемки, фотографирование выполняется с большими выдержками, в течение которых могут измениться элементы внешнего ориентирования снимков, в связи с чем требуется их контролировать и, если требуется, учитывать выявленные изменения. На координаты точек наземных снимков ощутимое влияние оказывают кривизна Земли и рефракция проектирующих лучей в атмосфере, которые также требуется принимать во внимание.

6.9.2 Наземные снимки могут использоваться для планово-высотной подготовки аэроснимков и для составления оригинала топографических карт и планов.

При использовании наземных снимков для определения координат и высот точек подготовки аэроснимков производят:

а) идентификацию точек на аэроснимках и наземных снимках;

б) вычисление теоретических координат и параллаксов точек контрольных направлений на наземных снимках;

в) измерение наземных снимков на фотограмметрических приборах, исправление измеренных координат за влияние ошибок элементов внутреннего и внешнего ориентирования,

г) вычисление и увязку геодезических координат и высот точек местности.

6.9.3 Точки подготовки аэроснимков должны быть надежно опознаны при стереоскопическом рассматривании снимков обоих видов съемки. При этом определяемые точки не должны быть удалены от станций наземной съемки больше, чем указано в проекте.

В каждой зоне размещения опорных точек рекомендуется опознать две-три точки, хорошо изобразившиеся на снимках, идентификация которых не вызывает сомнений. Кроме точек проекта, на всех наземных снимках должны быть опознаны геодезические точки, а также две-три точки, общие со смежными стереопарами. При фотограмметрической засечке точки должны быть опознаны не менее чем на трех снимках, полученных каждый на разных узлах наземных станций.

Контроль опознавания должен быть сплошным и включать проверку размещения точек в заданных зонах и полноту обеспечения аэроснимков плановыми и высотными точками. Контроль опознавания следует поручить другому исполнителю, которому выдают аэроснимки с маркированными точками и второй экземпляр наземных снимков с обозначением лишь зоны расположения точек. Различия в положении точек на основном и контрольном снимках не должны превышать *0,1 мм*. При больших расхождениях повторяют контрольное опознавание или выбирают другой контур, опознавание которого должно быть также проконтролировано.

6.9.4 Для фотограмметрической обработки наземных снимков должны применяться стереокомпараторы, аналитические или цифровые приборы, отвечающие требованиям, изложенным в приложении 4.

Измерения начинают с точек контрольных направлений, которые опознают при помощи полевого абриса. При фотограмметрической засечке измеряют и обрабатывают одиночные снимки; вспомогательный снимок используют только для получения стереоэффекта, необходимого для опознавания точек.

6.9.5 Измеренные значения координат *X, Z* и параллаксов *P* точек в случае необходимости должны быть исправлены поправками за неплотное прилегание пластинок к плоскости прикладной рамки камеры и поправками за влияние ошибок элементов внешнего ориентирования снимков.

Поправки за неплотное прилегание пластинок вычисляют, если элементы их неприлегания превышают *0,05 мм* при введении поправок в абсциссы *X* и *0,09 мм*—при введении поправок в аппликаты *Z*.

Поправки за влияние ошибок элементов внешнего ориентирования снимков определяют по величине невязок на точках контрольных направлений, получаемых как разность между их вычисленными и измеренными значениями координат и параллаксов. Если невязка $\Delta X<0,17$ *мм*, а невязка $\Delta P<0,08$ *мм*, то их следует считать постоянными поправками для данной стереопары. Если эти невязки превосходят указанные пределы, то вычисляют дополнительные поправки; поправку δZ всегда принимают равной величине невязки ΔZ. Предельные расхождения в параллаксах и координатах точек после введения поправок не должны превышать соответственно *0,02* и *0,04 мм*; при расхождениях, превышающих указанные допуски, измерения и вычисления повторяют.

6.9.6 Геодезические координаты точек местности определяются стереофотограмметрической и фотограмметрической засечками по известным зависимостям. Исходной информацией для определений служат исправленные поправками измеренные значения *X, Z, P* точек; плановые координаты *Xo, Yo* и высоты *Ao* станций фотографирования, длины базисов *Bo*, дирекционные углы базисов *T* и направлений оптических осей наземной съемочной камеры αo; значения поправок за кривизну Земли и рефракцию.

Увязку плановых координат и высот при стереофотограмметрической засечке проводят по расхождениям в плане и по высоте на контрольных геодезических точках. Для увязки в качестве «твердых» разрешается использовать точки, определенные

способом фотограмметрической засечки, или общие точки смежных стереопар, надежно обеспеченных полевыми контрольными точками. За окончательное значение координат берется среднее из полученных значений, а за окончательное значение высот принимается среднее весовое. Средние погрешности увязанных точек не должны превышать: в плане *0,2 мм* в масштабе карты, по высоте *0,2* высоты сечения рельефа.

6.9.7 К сдаче представляют следующие материалы:

а) аэроснимки с маркированными точками подготовки отдельно на каждую трапецию смежного более мелкого масштаба;

б) каталоги плановых координат и высот точек подготовки, пунктов главной геодезической основы и концов базисов;

в) формуляры трапеций.

6.9.8 Обработку стереопар наземной съемки с целью сбора цифровой информации о рельефе и контурах начинают с определения планового положения и высот характерных точек, для чего стереоскопически визируют на выбранные точки. После этого изображают гидрографию участка, которая в то же время будет основой (скелетом) для изображения рельефа.

Сбор информации о горизонталях начинают с наиболее высоких участков. Положение горизонталей определяется с учетом соответствующих поправок за кривизну Земли и рефракцию.

Информацию о контурах и объектах собирают после сбора цифровой информации о рельефе, используя материалы полевого и камерального дешифрирования. Данные, полученные неуверенно, выделяются особым цветом, отличающимся от цвета других данных, собранных надежно. Ненадежная информация подлежит в последующем уточнению при полевом обследовании.

Съемку следует проводить, как правило, в пределах рабочей площади стереопары. В случае необходимости можно расширять границы съемки не более чем на 0,2 расстояния между опорными точками.

Расхождения в положении горизонталей и контуров, а также отметок точек не должны превышать значений, указанных в разделах 6.3 и 6.9.

6.10 Особенности фотограмметрической обработки космических снимков

Особенности фотограмметрической обработки космических снимков связаны с видом их проекции, форматом, углом поля зрения, величиной перекрытия и др. факторами.

При обработке любых космических снимков для их внешнего ориентирования должны использоваться программные модули, учитывающие влияние кривизны Земли.

Обработка космических снимков проекций, отличных от центральной (например, панорамных, шторно-щелевых и т.п.), требует использования цифровых фотограмметрических приборов с соответствующим программным обеспечением. Если на таких снимках отсутствуют калибровочные координатные метки, необходимые для выполнения внутреннего ориентирования, то в виде исключения допускается ориентирование по ограниченному числу некалиброванных меток (например, по двум меткам).

Обработка космических снимков увеличенных или нестандартных форматов (30х30 см, 30х45 см, 18х72 см и др.) может выполняться на цифровых приборах. При этом если фотограмметрический сканер не позволяет сканировать сразу всю площадь снимка, снимок сканируется по фрагментам. Для внешнего ориентирования каждый фрагмент должен быть обеспечен достаточным количеством опорных точек.

Космическая съемка, как правило, выполняется длиннофокусными узкоугольными камерами, которые не обеспечивают с необходимой точностью определение высот точек местности. В связи с этим по космическим снимкам должен проводиться только сбор (обновление) цифровой информации о контурах, а информация о рельефе должна быть получена по другим снимкам или другим методом.

Задача получения информации о контурах эффективно решается путем обработки одиночных снимков.

Для внешнего ориентирования космических снимков должно использоваться не 4 – 5, как для аэроснимков, а существенно большее количество опорных точек. Координаты последних, как правило, определяются по картам (планам) более крупного масштаба.

Обработка космических снимков должна поручаться операторам, имеющим достаточный опыт работы с таким типом изображений. По завершении обработки контролируется качество ее исполнения. Контроль проводится бригадиром, другим исполнителем или самим оператором-фотограмметристом в порядке самоконтроля.

7 РЕДАКЦИОННЫЕ РАБОТЫ

7.1 Назначение редакционных работ при топографических съемках – обеспечить полноту и достоверность содержания топографических карт (планов), правильное и наглядное отображение ситуации и рельефа местности установленными условными знаками. В соответствии с этим редакционные работы осуществляют на всех этапах создания топографических карт и планов.

7.2 В состав камеральных редакционных работ входит:

а) изучение территории съемки по снимкам и материалам картографического значения (графическим, справочным, литературным), а при специализированных крупномасштабных съемках – изучение дополнительных требований к создаваемой продукции;

б) составление редакционных указаний по камеральному дешифрированию и стереоскопической рисовке рельефа и инструктаж исполнителей до начала и в процессе выполнения работ;

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

г) редактирование цифровых составительских оригиналов карт и планов.

7.3 Из материалов картографического назначения основными для редакционных работ являются изданные топографические карты (планы) и отчеты о съемках, материалы различных ведомств – планы сельскохозяйственные, лесоустроительные, торфяных месторождений, геологические, линий электропередач; лоцманские карты, линейные графики автодорог; справочники административно-территориального деления, путей сообщения, гидрометслужбы; таблицы магнитных склонений, списки населенных пунктов, лесотаксационные описания, паспортные ведомости колодцев, материалы привязок скважин и т. д. Для создания крупномасштабных карт и планов, кроме того, большое значение имеют материалы технической инвентаризации гражданских зданий (схематические планы строительных кварталов, улиц, усадебных участков).

На основе сравнительного анализа различных материалов картографического назначения и их сопоставления с новейшими снимками устанавливают соответствие материалов современному состоянию местности.

7.4 Редакционные указания должны содержать:

– краткую характеристику данной местности и особенностей ее отображения на снимках;

– конкретные установки по составу подлежащей сбору цифровой информации на имеющиеся на территории съемки топографические объекты (с приложением графических образцов) и написанию географических названий;

– рекомендацию по использованию материалов картографического значения;

– регламентацию постановки камерального дешифрирования и стереоскопической рисовки рельефа, с учетом того, проводятся они до или после полевых работ.

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

7.5 Редактирование законченных составительских оригиналов должно проводиться 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 и дорожной сети. Для большей наглядности цифровую информацию на редактируемый планшет представляют в графической форме.

В процессе редактирования оригиналов карт (планов) окончательно увязывают изображения объектов гидрографической сети и, если это предусмотрено техническими условиями, приводят отметки урезов воды к среднему меженному уровню. Результаты увязки и уравнивания отображают на самих оригиналах и на специальных редакционных схемах.

7.6 Содержание и качество цифровых топографических карт (ЦТК) и планов (ЦТП) проверяются по показателям:

- полнота информации;
- точность;
- правильность идентификации объектов;
- логическая согласованность структуры и представления объектов;
- согласование информации.

Полнота информации. Цифровые топографические карты (планы) должны содержать все объекты, соответствующие их масштабу и состоянию картографируемого района работ. Объекты ЦТК (ЦТП) должны принадлежать одному из элементов содержания, предусмотренных нормативно-техническим актом [5]. Созданный лист ЦТК (ЦТП) в качестве обязательной структур-

ной единицы должен иметь паспорт, содержащий справочные данные в соответствии с требованиями стандарта [14]

Точность. Метрика и количественные характеристики объектов должны быть представлены с точностью, соответствующей требованиям, предусмотренным для данного масштаба карты в НТА [5] и стандарте [15].

Правильность идентификации объектов. Критерием для оценки правильности служит отношение числа объектов с неверно заданными кодами к общему количеству всех объектов на созданном номенклатурном листе ЦТК (ЦТП). Это отношение, выраженное в процентах, не должно быть более 0,1%. Все ошибки, замеченные при редактировании, должны быть исправлены.

Логическая согласованность структуры и представления объектов. Этот показатель должен отражать степень соответствия структуры и формы представления данных требованиям используемого информационного обеспечения. Количество кодов, характеристик и значений характеристик объектов, не предусмотренных системой классификации и кодирования для карт (планов) данного масштаба, не должно быть более 0,1 % от общего количества кодов, характеристик и значений характеристик соответственно. Количество объектов, для которых не соблюдены правила цифрового описания и неверно определены связи, не должно быть более 0,2 % от общего количества объектов для данного НЛ ЦТК (ЦТП). Соответствие физической структуры формата созданного НЛ ЦТК (ЦТП) логической структуре принятого формата ЦТК (ЦТП) должно быть полным.

Согласование информации. Информация об объектах в составе созданного НЛ ЦТК (ЦТП) и смежных с ним листов, а также с ЦТК (ЦТП) смежного масштаба должна иметь полное согласование в части метрики и семантики.

7.7 В пределах созданного НЛ ЦТК (ЦТП) пересекающиеся объекты, если это требуется топологией, в месте пересечения должны иметь общую точку (то же для объектов, имеющих место примыкания в одной точке). Общая граница смежных площадных объектов должна

иметь общую метрику. Участки совпадения линейных объектов должны иметь единую метрику осевых линий.

Для смежных листов ЦТК (ЦТП) должна быть выполнена сводка по рамкам для всех общих объектов.

Созданный лист ЦТК (ЦТП) согласовывается с листами смежного масштаба по объектам и подписям, имеющимся в составе ЦТК (ЦТП) как более крупного, так и более масштаба. При этом должна сохранятся тождественность классификации объектов и подписей собственных названий объектов, отметок высот, качественных и количественных характеристик за исключением изменившихся и ошибочных.

7.8 Программные средства, используемые при сборе цифровой информации, должны обеспечивать возможность проведения контроля качества ЦТК (ЦТП) в автоматическом и интерактивном режимах.

7.8.1 В автоматическом режиме должны проверяться:

- структура и размеры рамок НЛ ЦТК (ЦТП);
- наличие и правильность формирования обязательных характеристик объектов;
- наличие объектов без метрики или семантики;
- согласованность отметок высот и горизонталей, значений высот горизонталей;
- наличие дублированных точек и участков; объектов с дискретным, линейным и площадным типом локализации;
- совпадение первой и последней точки замкнутого объекта;
- правильность формирования заданных пространственно-логических связей;
- выходы объектов на рамку НЛ ЦТК (ЦТП) и наличие соответствующих объектов за рамкой НЛ ЦТК (ЦТП);
- правильность направления сбора объектов (если это предусмотрено правилами цифрового описания).

7.8.2 В интерактивном режиме должна выполняться проверка:

- правильности информации о коде, характеристиках и связях, присвоенных конкретным объектам;

- правильности определения и выдачи расстояний между заданными точками;

- правильность отображения объектов в топографических условных знаках, соответствующих масштабу создаваемого НЛ ЦТК (ЦТП);

- соответствия собственных названий и пояснительных подписей объектов заданным кодам шрифтов;

- вывода паспортных данных НЛ ЦТК (ЦТП).

7.8.3 Выявленные по указанным выше показателям ошибки исправляются средствами используемого программного обеспечения в соответствии с правилами его эксплуатации.

7.9 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.

8 КОНТРОЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ И ОСНОВНЫЕ ДОПУСКИ

8.1 Контрольные операции осуществляются как в процессе выполнения самих работ, так и после завершения крупных этапов (фотограмметрическое сгущение опорной сети, изготовление фотопланов, составление цифровых оригиналов). При контрольных операциях в процессе работ должны быть выдержаны допуски, указанные в соответствующих разделах инструкции.

8.2 Результаты построения фотограмметрических сетей оцениваются по расхождениям фотограмметрических и геодезических высот и координат контрольных точек. Средние величины расхождений высот не должны превышать:

0,20 h сеч—при съемках с высотой сечения рельефа 1 м, а также при съемках в масштабах 1:1 000 и 1:500 с сечением 0,5 м;

0,25 h сеч—при съемках с высотами сечения 2,0 и 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:5 000 и 1:2 000 с сечением рельефа 0,5 м;

0,35 h сеч—при съемках с высотами сечения 5, 10 м и более.

Средние величины расхождения в плане не должны превышать *0,3 мм* (в масштабе плана).

В каркасных маршрутах средние расхождения высот не должны быть более *0,20* h сеч, а расхождения в плане — *0,25 мм*.

Предельно допустимые расхождения, равные удвоенным средним, не должны встречаться более чем в 5% случаев в открытых районах и 10% в залесенных районах.

8.3 Точность составленных фотопланов и ортофотопланов проверяют по контрольным точкам, специально определенным при фотограмметрическом сгущении опорной сети и не используемым в процессе трансформирования. На каждый фотоплан должно быть определено не менее 5 точек, находящихся на разных высотах.

Предельные уклонения положения этих точек на фотоплане или ортофотоплане от вычисленного при фотограмметрическом сгущении не должны превышать *0,7 мм* в равнинных и всхолмленных районах и *1,0 мм* в горных районах.

8.4 Графический план проверяют так же, как фотоплан, по контрольным фотограмметрическим точкам. Величина расхождения в плане хорошо опознаваемых объектов не должна превышать *0,7 мм*.

8.5 Точность стереоскопической съемки рельефа проверяют по контрольным точкам, определенным из фотограмметрического сгущения опорной сети, из геодезических измерений (преимущественно при съемках с высотами сечения рельефа 1,0 м и менее) или из повторного набора пикетов на фотограмметрическом приборе другим исполнителем. При этом средние величины расхождений не должны превышать допусков, приведенных в табл. 4. В залесенных районах допуски увеличиваются в 1,5 раза.

8.6 В случае сомнений в правильности изображения деталей ситуации или отображения форм рельефа горизонталями контроль осуществляют путем повторного составления плана или его части и сравнения с ранее составленным. При этом расхождения в положении контуров и горизонталей не должны превышать допусков, приведенных в 8.4 и 8.5.

Таблица 4

№№ п/п	Масштаб съемки, характеристика района и высота сечения рельефа	Контроль по геодезическим точкам (м)		Контроль по фотограмметрическим точкам (м)	
		Отметки, подписанные на карте (плане)	Горизонтали	Отметки, подписанные на карте (плане)	Горизонтали
1	2	3	4	5	6
А. Съемки в масштабах 1:25 000 и 1:10 000					
1	Плоскоравнинные открытые:			***H: 4 200*** но не более	
	Сечение 2,5 м.....	0,65	0,8	0,6	0,6
	Сечение 2,0 м	0,60	0,7	0,4	0,4
	Сечение 1,0 м.....	0,25	0,3	0,2	0,2
2	Равнинные пересеченные и всхолмленные с преобладающими уклонами до 6^0:			***H: 4 000*** но не более	
	Сечение 5,0 м.....	1,40	1,7	0,9	1,5
	Сечение 2,5 м.....	0,65	0,8	0,6	1,0
	Сечение 2,0 м.....	0,60	0,7	0,5	0,7

1	2	3	4	5	6
3	Горные и высокогорные:			***H: 3 000*** но не более	
	Сечение 5 м.....	2,5	-	1,5	-
	Сечение 10 м.....	5,0	-	2,0	-
	Б. Съемки в масштабах 1:5 000 – 1:500				
4	Плоскоравнинные открытые с уклонами до 2^0				
	Сечение 1,0 м.....	0,25	0,25	0,20	0,20
	Сечение 0,5 м (в масштабах 1:5 000 и 1:2 000.....	0,14	0,17	0,13	0,15
	сечение 0,5 м (масштабы 1:1 000 и 1:500)	0,10	0,12	0,10	0,10
5	Равнинно-пересеченные с углами наклона от 2 до 6^0				
	Сечение 2,0 м.....	0,50	0,65	0,45	0,50
	Сечение 1,0 м.....	025	0,30	0,23	0,26
	Сечение 0,5 м (в масштабах 1:5 000 и 1:2 000.....	0,14	0,17	0,14	0,15
	сечение 0,5 м (масштабы 1:1 000 и 1:500) уклоны от 2 до 10^0.....	0,14	0,17	0,12	0,15
6	Горные:				
	Сечение 5,0 м.....	1,67	-	0,80	-
	Сечение 2,0 м.....	0,65	-	0,40	-
	Сечение 1,0 м.....	0,30	-	0,20	-

9 ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

9.1 Составленные в цифровой форме топографические карты и планы представляются в графическом виде с целью:

а) получения контрольного графического оригинала топографических карт или планов;

б) изготовления номенклатурных листов карт и планов малым тиражом;

в) подготовки топографических карт и планов к изданию большим тиражом.

9.2 Контрольный графический оригинал служит для проверки полноты содержания и качества сбора цифровой топографической информации.

9.3 В случае необходимости графические копии цифровых карт и планов могут изготавливаться малым тиражом на графопостроителях (плоттерах).

9.4 Для изготовления большого тиража полученный фотограмметрическим методом оригинал карты (плана) подготавливается к изданию соответствующими аппаратно-программными средствами. При этом используются два варианта:

1) путем изготовления по векторной цифровой информации разделенных по цветам диапозитивов издательских оригиналов и приложений к ним в соответствии с требованиями к изданию топографических планов и карт;

2) путем представления всего содержания подготовленного к изданию оригинала в цифровой растровой форме.

9.5 Для графического представления карт и планов пригодны графопостроители (плоттеры), удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к создаваемым картам и планам в отношении формата, точности и цветопередачи.

9.6 Обязательным условием является возможность калибровки плоттера с целью исключения его геометрических ис-

ки и диагоналей вычерченного оригинала номенклатурного листа и сравнения результатов измерений с соответствующими заданными значениями. Размеры сторон и диагоналей оригинала не должны отличаться от теоретических более чем на 0.2 мм. В случае расхождений, превышающих допустимое значение, определяются параметры, которые затем учитываются средствами используемого программного обеспечения для корректировки размеров графического оригинала.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КАМЕРАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ФОТОТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ

Содержание камеральных процессов и последовательность их выполнения определяются принятым технологическим вариантом создания топографических карт или планов. На рис. 1–5 приведены технологические схемы различных вариантов, предусматривающие использование аналитических и цифровых фотограмметрических приборов:

– для сбора цифровой информации о контурах и рельефе (стереотопографический метод),

– для сбора информации только о контурах в сочетании с получением цифровой информации о рельефе наземными методами или с имеющихся топографических карт и планов (комбинированный метод).

Технологические схемы 1, 2, 4 и 5 рекомендуются для создания как цифровых топографических планов масштабов 1:500 - 1:5 000, так и цифровых топографических карт масштабов 1:10 000 и 1:25 000

На рис. 1 показана технологическая схема № 1 камеральных работ, предусматривающая обработку стереопар аэроснимков на аналитических фотограмметрических приборах. По этой технологии при создании ЦТП и ЦТК выполняется сбор цифровой информации о рельефе и контурах и камеральное дешифрирование снимков с последующим полевым обследованием.

Рис. 2 демонстрирует технологическую схему № 2, базирующуюся на использовании цифровых фотограмметрических приборов. Эта технологическая схема подобна предыдущей, но предусматривает измерение не диапозитивов, а цифровых изображений аэроснимков.

На рис. 3 показана технологическая схема № 3, рассчитанная на создание контурной части цифровых топографических карт в масштабах 1:10 000 - 1:25 000 с помощью цифровых фотограмметрических приборов по одиночным аэро– или космическим снимкам. Схема применима при съемке равнинных и всхолмленных районов и территорий с малоэтажной застройкой. При создании ЦТК выполняется сбор

цифровой информации о контурах путем векторизации одиночных снимков или ортофотоизображения. Данные о рельефе заимствуются с имеющихся цифровых карт и планов, в том числе смежных масштабов. При наличии стереоснимков эта технологическая схема может предусматривать также сбор информации о рельефе на аналитических фотограмметрических приборах. Полевое дешифрирование снимков может предшествовать камеральному или выполняться после него.

Рис. 4 характеризует технологическую схему № 4, предусматривающую один из вариантов камеральных работ при комбинированном методе топографической съемки для террито- рии, покрытой густой растительностью. Съёмка рельефа выполняется обычными наземными методами (спутниковым, тахеометрическим, мензульным и т. д.) одновременно с дешифрированием снимков и сбором информации о не изобразившихся на них объектах. Цифровая информация о рельефе используется для получения контурной части карты или плана аналогично технологической схеме № 2 или 3. Цифровая информация о контурах векторизуется на цифровых фотограмметрических приборах по одиночным снимкам, ортофотоизображениям или стереопарам.

Технологическая схема № 5, показанная на рис. 5, является другим вариантом комбинированного метода. Этот вариант также предназначен для съемки территории с густой растительностью, но опирается на аналитические фотограмметрические приборы. Кроме того, предполагается камеральное дешифрирование всех изобразившихся на снимках объектов. Съёмка рельефа выполняется путем наземных измерений; при этом уточняются данные камерального дешифрирования и производится досъёмка отсутствующих на снимках объектов. Собранная полевая информация о рельефе переводится в цифровую форму.

Процессы работ показаны на схемах стрелками с подписью соответствующего номера. Нумерация процессов принята единой для всех схем данного метода съемки и соответствует технологической последовательности работ в основных вариантах.

Содержание процессов работ для рис. 1 — 3.

0. Подготовка материалов для полевых работ по планово-высотному съемочному обоснованию, дешифрированию снимков. Сбор ведомственных материалов картографического назначения.

1. Проверка материалов аэро- и/или космической съемки, планово-высотного обоснования. Составление рабочего проекта на снимках. Составление плана-графика камеральных работ.

2. Изготовление диапозитивов.

3. Сканирование негативов (диапозитивов) на фотограмметрическом сканере и запись цифровых изображений снимков на машинный носитель информации.

4. Ввод исходных данных: паспортных характеристик съемочных камер, цифровых изображений снимков, информации о рельефе, каталогов координат опорных точек, материалов полевого дешифрирования снимков и ведомственных материалов.

5. Фотограмметрическое сгущение планово-высотного съемочного обоснования.

6. Сбор цифровой информации о контурах (6′) и рельефе (6″) с камеральным дешифрированием и семантическим кодированием объектов. Запись цифровой информации на машинный носитель.

7. Изготовление цифрового ортофотоплана. Запись цифровой информации на машинный носитель.

8. Редактирование и оформление цифрового оригинала топографической карты (плана) или фотокарты.

9. Вывод на струйном плоттере ограниченного числа графических копий цифрового оригинала.

10. Получение разделенных по цветам диапозитивных копий карт и планов.

11. Подготовка материалов для издания.

Содержание процессов работ для рис. 4 — 5.

0. Подготовка материалов для полевых работ по планово-высотному съемочному обоснованию, дешифрированию снимков, съемке рельефа. Сбор ведомственных материалов картографического назначения.

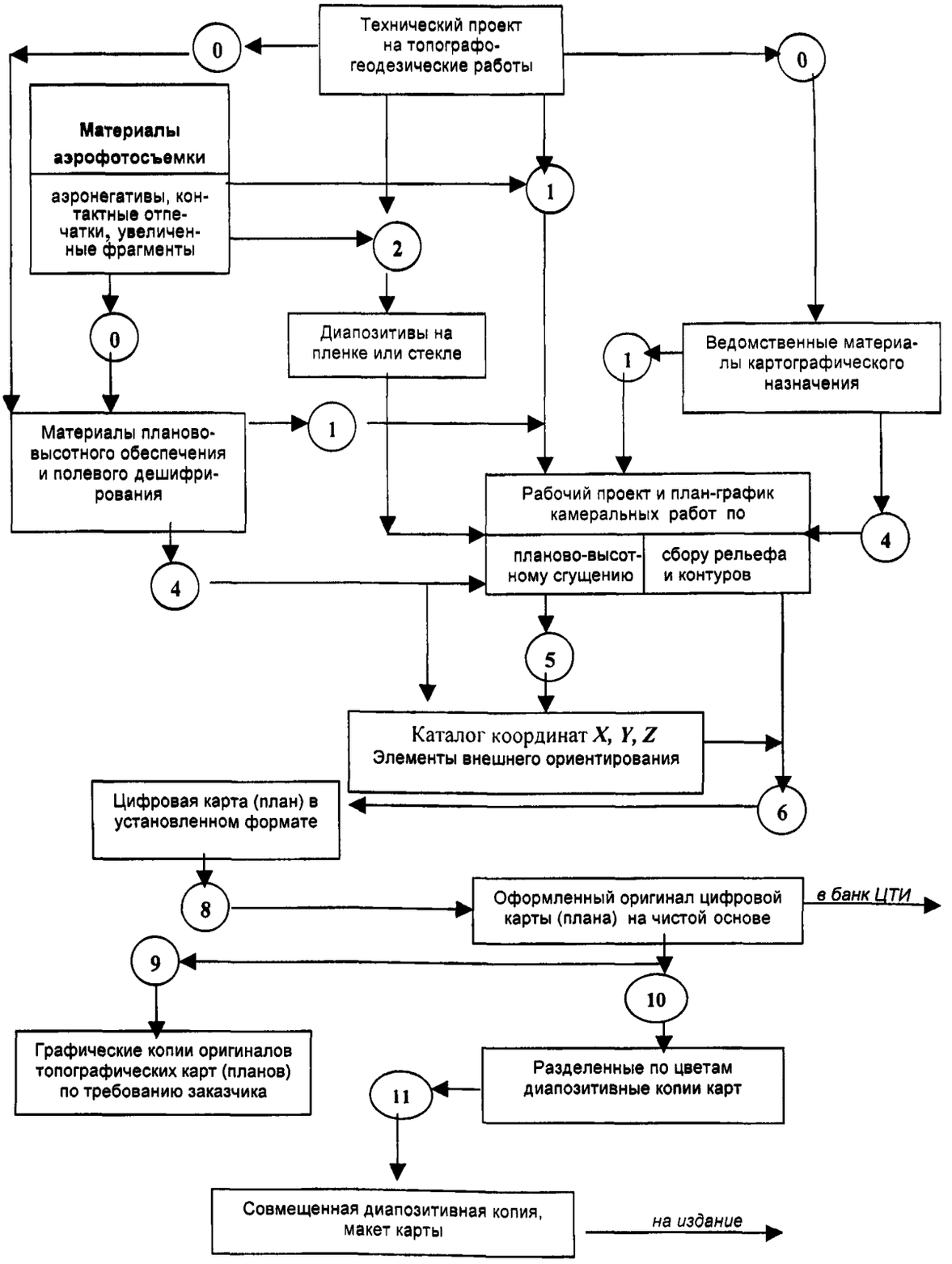

Рис. 1. Технологическая схема камеральных работ при создании цифровых топокарт и планов в масштабах 1:500 - 1:25 000 на аналитических фотограмметрических приборах

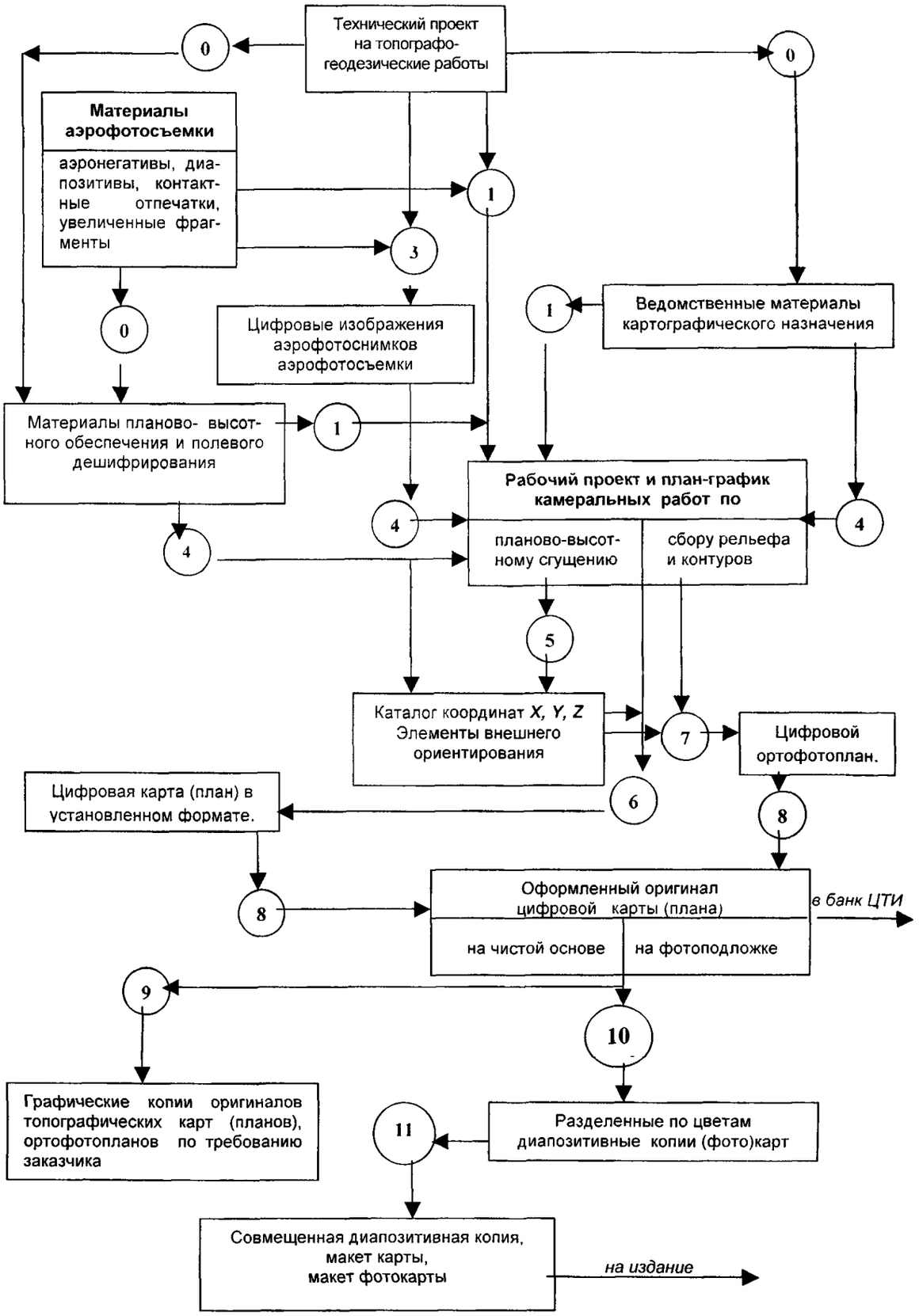

Рис. 2. Технологическая схема камеральных работ при создании цифровых топокарт и планов в масштабах 1:500 - 1:25 000 на цифровых фотограмметрических приборах по стереоснимкам

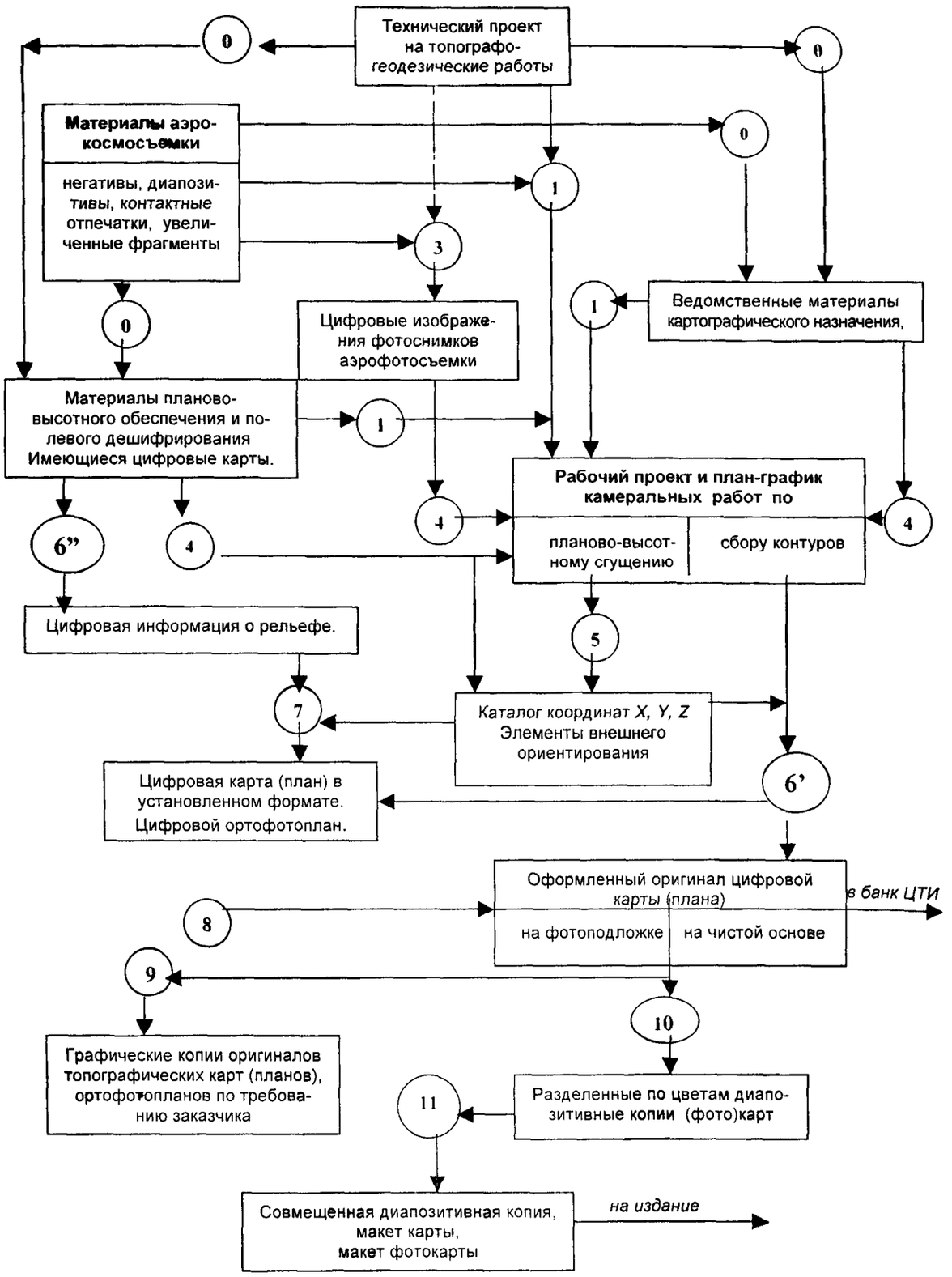

Рис. 3. Технологическая схема камеральных работ при создании цифровых топокарт в масштабах 1:10 000 - 1:25 000 на цифровых фотограмметрических приборах по одиночным аэрокосмическим снимкам

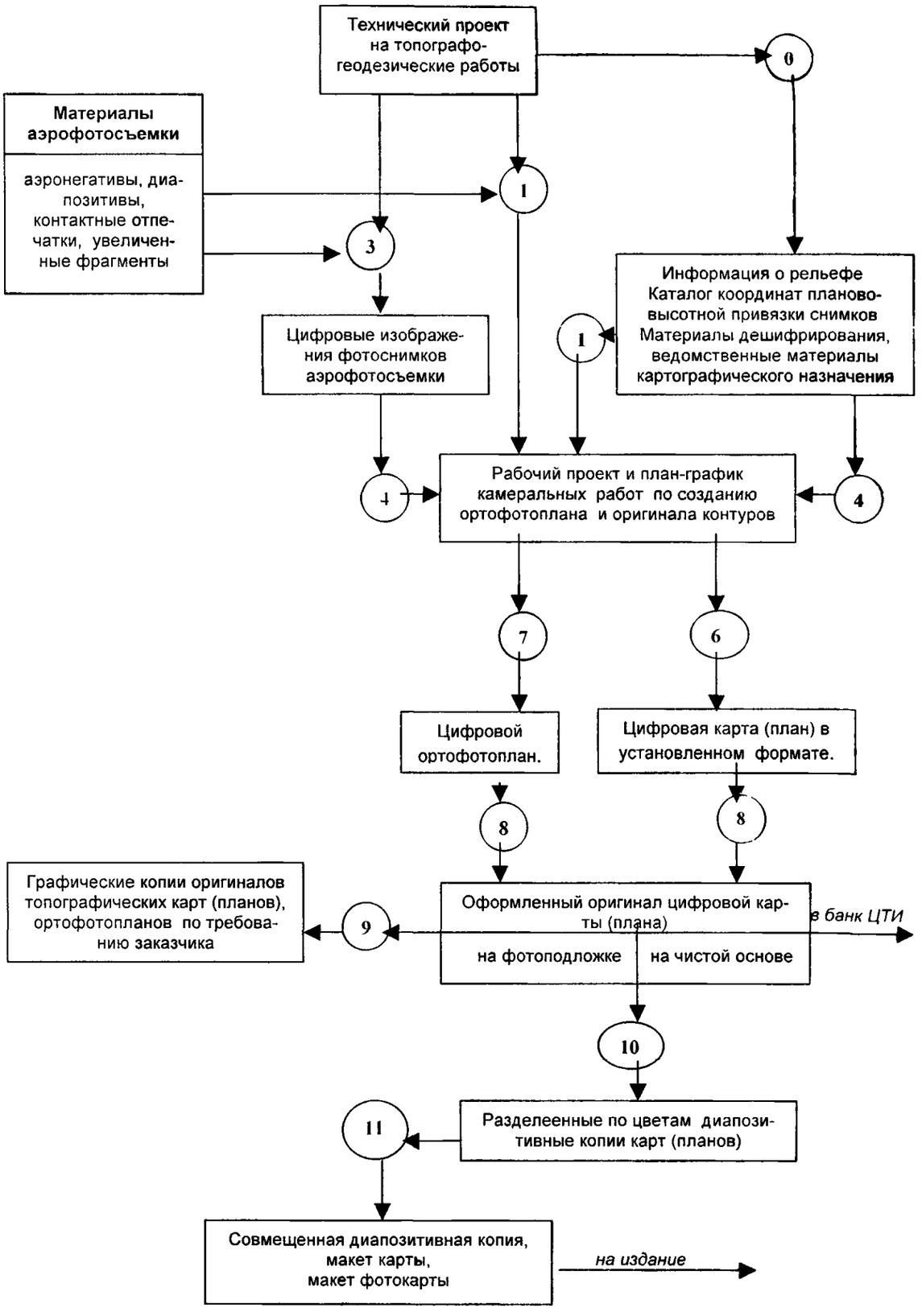

Рис. 4. Технологическая схема камеральных работ при комбинированной топографической съемке в масштабах 1:500 - 1:25 000 с использованием цифровых фотограмметрических приборов

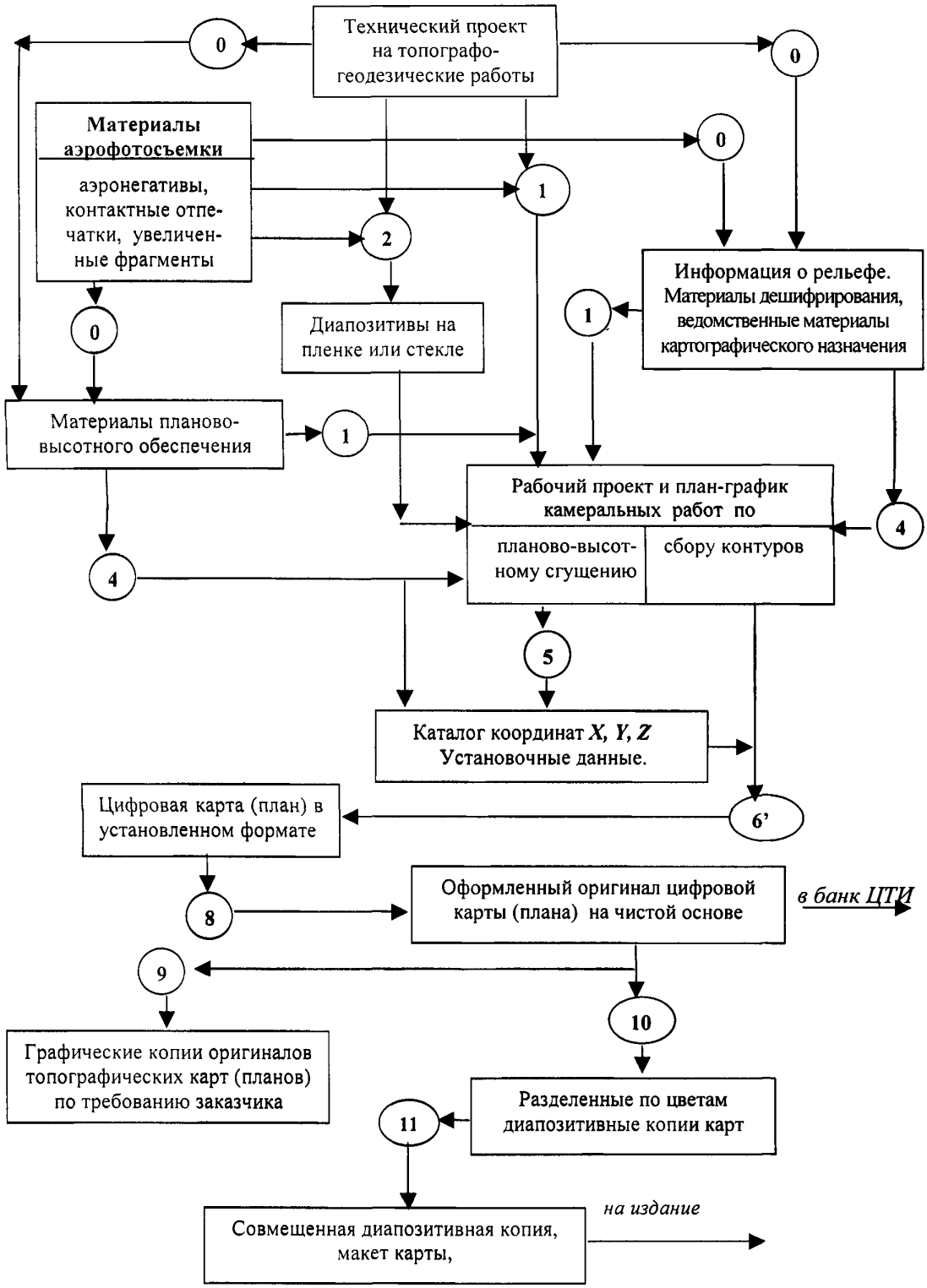

Рис. 5. Технологическая схема камеральных работ при комбинированной топографической съемке в масштабах 1:500 - 1:25000 с использованием аналитических фотограмметрических приборов

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ В КАМЕРАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Снимки с идентификацией и номерами контурных точек планово-высотного съемочного обоснования; на обратной стороне отпечатков должен быть абрис или описание точки.

Примечание. При создании планов масштаба 1:5 000 и крупнее полевое опознавание контурных точек планового обоснования должно быть исполнено на увеличенных до масштаба плана фрагментах аэроснимков.

Снимки должны быть уложены в специальные конверты, на которых указаны номера снимков и количество их. Нумерация точек и оформление их должны быть едиными и четкими.

2. Репродукции накидного монтажа с нанесенными точками съемочного обоснования.

3. Каталоги координат и высот пунктов геодезической сети и точек съемочного обоснования со схемами и объяснительной запиской; таблицы склонений магнитной стрелки.

4. Каталог отметок урезов воды гидрографической сети со схемами определений и увязки; каталог составляют на весь объект (участок) съемки.

5. Карточки маркировки точек планового (планово-высотного) обоснования.

6. Материалы полевого дешифрирования, включающие:

а) отдешифрированные фотопланы (фотосхемы или отдельные снимки);

б) снимки-эталоны полевого дешифрирования и описания к ним;

в) ведомости установленных названий;

г) наземные фотографии важных объектов местности;

д) сведения о местности для военно-топографического описания;

е) ведомственные материалы картографического назначения (материалы технической инвентаризации гражданских зданий, материалы по автомобильным и железным дорогам и др.).

7. Формуляры трапеций с заполненными разделами, относящимися к полевым работам.

Материалы по п. 1—3 и 5—7 комплектуют:

а) по листам карты масштаба 1:100 000 – при топографической съемке в масштабах 1:25 000 и 1:10 000;

б) по листам карты масштаба 1:25 000 – при топографической съемке в масштабе 1:5 000;

в) по листам карты масштаба 1:10 000 - при топографической съемке в масштабах 1:2 000 и крупнее. Материалы по п. 6 комплектуют в рамках трапеций смежного более мелкого масштаба.

На малых участках съемки материалы комплектуют в границах всего участка.

Перечисленные материалы должны быть уложены в отдельную папку.

На внутренней стороне папки помещается опись вложенных материалов, подписанная начальником или главным инженером экспедиции; на наружной стороне папки — надпись «материалы полевых топографо-геодезических работ», номер предприятия и полевого подразделения, год производства работ, шифр объекта и номенклатура листа карты.

При использовании координат центров проектирования снимков, определенных в полете, в камеральные подразделения должны быть переданы следующие материалы:

1. Схема маршрутов аэросъемки со спутниковыми определениями; на схеме должны быть указаны: номера аэроснимков, направление полета и углы сноса.

2. Каталог координат центров проектирования снимков (в т.ч. на машинных носителях), вычисленных по результатам регистрации бортовых определений, с указанием их точности.

3. Материалы контрольных определений координат базовых станций и станций на пунктах государственной геодезической сети с элементами редукции.

4. Материалы определения редукций антенн самолетной станции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРОВЕРКА ОСТРОТЫ СТЕРЕОЗРЕНИЯ

Проверка остроты стереоскопического зрения проводится у всех лиц, выполняющих работы на стереофотограмметрических приборах, при поступлении (переводе) на данный вид работ и в последующем не реже одного раза в год.

В качестве исходного материала подбирают 3–5 эталонных стереопар аэроснимков (диапозитивов) открытого района с отличным или хорошим качеством фотоизображения на участки с различными формами рельефа (но не плоскоравнинные).

Исполнителей работ по пространственному фототриангулированию проверяют в отношении точности наведения на точки стереомодели, исполнителей работ по стереоскопической рисовке рельефа — также и в отношении правильности изображения рельефа.

Для проверки точности стереоскопического наведения на контактных отпечатках эталонной стереопары размечают, маркируют и нумеруют 50–60 точек, располагаемых, как правило, на четких контурах. Затем выписывают номера этих точек в ведомость контрольных измерений (ведомость составляют дважды). Диапозитивы устанавливают в кассеты прибора. Если работа выполняется на стереокомпараторе, то снимки ориентируют по начальным направлениям. При работе на аналитических и цифровых приборах выполняется взаимное и внешнее ориентирование снимков. После этого приступают к измерениям двумя приемами продольных параллаксов или высот выбранных точек. В первом приеме наводят поочередно измерительную марку на каждую точку и регистрируют результаты измерений. Запись полученных результатов выполняется в первую ведомость измерений. При этом отсчеты по параллактическому винту стереокомпаратора регистрируются до 0,001 мм, а высоты на аналитических и цифровых приборах—до 0,01 м. После того, как получены отсчеты на все намеченные точки, первый экземпляр ведомости сдают контролирующему лицу и приступают ко второму приему измерений, который выполняют так же, как и первый. Результаты второго приема измерений записывают во вторую ведомость. По

окончании измерений вторую ведомость также сдают контролирующему лицу. В первый экземпляр ведомости для всех точек выписывают разности отсчетов, а затем подсчитывают средние квадратические погрешности стереоскопического визирования по формуле

$$m_h = \sqrt{\frac{\delta^2}{2n}}$$

где δ — полученные величины расхождений;

n—количество точек, на которых были выполнены измерения.

При измерениях на стереокомпараторе среднюю квадратическую погрешность наведения получают в миллиметрах. Наблюдатель допускается к выполнению стереофотограмметрических измерений, если средняя квадратическая погрешность наведения (в продольном параллаксе) не превышает 0,006 мм по аэроснимкам, полученным сверхширокоугольными и широкоугольными камерами и 0,004 мм по аэрснимкам, полученным нормальноугольными камерами. При измерениях на аналитических и цифровых стереофотограмметрических приборах погрешность получают в метрах; она не должна превышать соответственно величин

$$m_{\delta h} \le 0{,}006\frac{H}{b} \qquad\qquad m_{\delta h} \le 0{,}004\frac{H}{b}$$

Для проверки правильности изображения рельефа на аналитических и цифровых приборах выбирают эталонную стереопару на участок или со сложными формами микрорельефа, или с сильно расчлененным эрозионным, или моренным рельефом. Эталонная стереопара при этом должна быть обеспечена по углам четырьмя геодезическими или фотограмметрическими опорными точками.

Ориентирование и рисовку рельефа выполняют обычными приемами. При оценке выполненной работы обращается внимание на полноту и правильность изображения характерных форм рельефа, на правильность применения полугоризонталей и горизонталей произвольного сечения. Особое внимание обращается на правильную передачу террас и изменений крутизны склонов. Оценку дает специальная комиссия, в которую обязательно должен входить редактор цеха.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ ПРИБОРАМ

1. Инструментальная точность стереокомпаратора и аналитических фотограмметрических приборов, полученная по измерениям контрольных сеток, должна удовлетворять требованиям, указанным в таблице

№№ п/п	Основные требования	Значения погрешностей для приборов	
		обычной точности	высокой точности
1	2	3	4
1	Средние квадратические погрешности измерения координат (мкм)	6	3
2	Средние квадратические погрешности измерения параллаксов (мкм)	4	3
3	Отклонение от перпендикулярности хода кареток по направляющим X и Y (сек)	15	7,5
4	Люфты измерительных цепей (мкм)	8	3

Примечание. К приборам обычной точности относятся: стереокомпараторы фирмы Карл Цейсс (Йена, Стеко 18Х18). К приборам высокой точности относятся: стереокомпараторы отечественные СКВ-1, СКА-30, производства фирмы Карл Цейсс – Стекометр, Дикометр; аналитические фотограмметрические приборы – Стереоанаграф отечественного производства, SD-20 совместного производства ЭОМЗ и фирмы Leica (Швейцария); SD 2000, SD 3000 фирмы Leica (Швейцария).

2. Средняя квадратическая инструментальная погрешность стереоскопического отождествления и маркирования точек на стереомаркирующих приборах МП-1, СММ-1К, ДСИ-Т, PUG (определения по фотокопиям контрольных сеток) не должна превышать 10 мкм.

Узел маркировки должен обеспечивать:

а) постоянство формы, размеров и качества маркировочных знаков;

б) сохранение юстировки в течение не менее 1 мес. двухсменной работы на приборе;

в) возможность маркировки на диапозитивах не менее 5000 точек без замены маркирующего элемента.

3. Для перевода фотографических снимков в цифровую форму должны использоваться специализированные фотограмметрические сканеры, имеющие:

- элемент геометрического разрешения 5 - 15 мкм;
- инструментальную погрешность 3 - 5 мкм;
- процедуры геометрической и радиометрической коррекции цифровых изображений;
- возможность сканирования позитивного и негативного изображений на стекле и пленке;
- возможность представления цифровых изображений в наиболее распространенных растровых форматах TIFF, BMP или каких-либо других, имеющих близкие спецификации.

4. Для проверки программного обеспечения ЦФС могут использоваться оцифрованные макеты Ошуркова. Средние погрешности координат точек стереопары не должны превышать 0,4 – 0,5 элемента сканирования при его величине 10 – 20 мкм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕМЕНТА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ СНИМКОВ

Перед сканированием снимков выполняется расчет оптимального элемента геометрического разрешения ***P***, исходя из: требуемой точности определения плановых координат *Vs* (0,2 мм) и высот *Vz* (0,2 *hc*) точек фотограмметрической модели; передачи разрешающей способности исходного снимка ***R*** (в мм$^{-1}$); разрешающей способности графического фотоплана 70 мкм; масштаба карты (плана) M_k, масштаба обрабатываемых снимков M_c, величины фокусного расстояния камеры *f*, базиса фотографирования на снимке ***b***.

Величина элемента разрешения для обеспечения точности определения плановых координат составит

$$P_s = \frac{M_к}{2M_c} V_s$$

Для обеспечения точности определения высот

$$P_z = \frac{f}{2b\,M_c} V_z$$

Для обеспечения разрешающей способности снимка

$$P_R = \frac{0{,}4}{R}$$

Для обеспечения разрешающей способности графических фотопланов

$$P_P = 70\frac{M_к}{M_c}$$

В первых двух формулах цифра *2* - коэффициент, учитывающий потерю точности из-за процессов обработки: сканирования, опознавания, стереонаведения и измерения точек. За окончательное из Ps, Pz, PR, PP берется их минимальное значение.

Например, если план масштаба 1:2 000 с сечением рельефа 1,0 м составляется по аэроснимкам масштаба 1:10 000, полученным АФА формата 18х18 см с фокусным расстоянием 100 мм и разрешающей способностью 40 мм$^{-1}$, то Ps = 20 мкм, Pz = 14 мкм, PR = 10 мкм, PP = 14 мкм. Чтобы выполнить все условия требуется элемент сканирования снимков 10 мкм. На практике часто приходится оптимизировать соотношения между элементом разрешения цифрового изображения и объемом цифровой информации. При этом следует иметь в виду, что если для обеспечения точности плана или фотоплана выбрать элемент разрешения 14 мкм, то он не обеспечит полностью дешифрируемость цифрового изображения на экране монитора. В этом случае дешифрирование мелких объектов должно выполняться традиционными методами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДЛЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

Программное обеспечение для выполнения фотограмметрических работ должно базироваться на строгих математических решениях (если таковые известны) фотограмметрических задач и позволять реализовывать всю геометрическую точность аналоговых или цифровых снимков с учетом их проекции, масштаба, измерительных и изобразительных качеств.

Используемые при этом алгоритмы должны обеспечивать максимальную автоматизацию выполнения основных процессов ориентирования снимков, построения фотограмметрической модели и получения цифровой информации о местности. Алгоритмы должны быть насыщены логическими операторами контроля полноты и правильности данных; решение основных этапов должно сопровождаться оценкой точности.

Программное обеспечение должно гарантировать решение задачи во всех случаях, когда оно теоретически возможно. При этом не допустимы какие–либо ограничения, связанные с быстродействием и объемом памяти современных компьютеров.

Пользовательский интерфейс должен обеспечивать удобство работы с системой. Программная документация должна быть полной и ясной. Составляющей частью программной документации должна служить хорошо развитая справочная информация.

Программное обеспечение должно поддерживаться авторским сопровождением, предусматривающим учет опыта производственного функционирования и модернизацию в соответствии с общими тенденциями развития программно-технологических средств.

С учетом ограниченного срока функционирования программного продукта, следует следить за его периодическим обновлением, чтобы он полностью отвечал вновь возникающим потребностям производства и возможностям наиболее распространенных в конкретный момент операционных систем и средств вычислительной техники.

Программные средства **цифровых и аналитических приборов** должны позволять выполнять обработку одиночных

снимков, отдельных стерепар, множества снимков в пределах фотограмметрической сети произвольного размера и конфигурации.

Программные средства должны обеспечивать:

- внутреннее ориентирование снимков по произвольному числу координатных меток (не менее 4) или крестов (не менее 25) с возможностью учета поправок за дисторсию объектива съемочной камеры;

- взаимное ориентирование по произвольному (не менее 6) числу точек снимков стереопары;

- внешнее ориентирование по произвольному числу плановых, высотных, планово-высотных опорных точек;

- восстанавление ориентирования одиночных снимков и отдельных стереопар на основе элементов их внутреннего и внешнего ориентирования, полученных на стадии фотограмметрического сгущения или в процессе съемки;

- сбор цифровой информации о рельефе в виде горизонталей, профилей, регулярной и нерегулярной сетки ЦМР, отдельных пикетов, урезов воды, структурных линий и т.д.;

- сбор цифровой информации о контурах с настраиваемым классификатором и информационным обеспечением, использованием шаблонов типов объектов (прямоугольник, окружность, параллельные линии и др.), автоматизирующих процесс сбора;

- редактирование цифровой информации с использованием автоматизированных процедур (слияние, разделение, примыкание, заимствование метрики, конструирование объектов из отдельных элементов, удаление, добавление, перемещение точек, линий, объектов и т.п.);

- представление собранной цифровой информации в широко распространенных форматах и в виде графических копий, полученных с учетом результатов калибровки плоттера.

Программные средства **цифровых приборов** дополнительно должны позволять:

- обрабатывать цифровые изображения (черно-белые и цветные) в несжатых и сжатых (с различной степенью) форматах;

- обеспечивать стереоскопические измерения цифровых изображений с использованием оптического (бинокулярная стереонасадка) и электронного (стереоочки) методов;

- автоматически опознавать и измерять изображения координатных меток и выполнять внутреннее ориентирование цифровых снимков;

- выполнять автоматическое стереоотождествление и измерение идентичных точек перекрывающихся снимков при цифровой фототриангуляции, а также на процессах взаимного и внешнего ориентирования снимков стереопары, построения по стереопаре цифровых моделей рельефа и сбора контуров;

- использовать для ортотрансформирования информацию о рельефе, представленную в виде горизонталей, пикетов, регулярной и нерегулярной ЦМР и их сочетания;

- получать ортотрансформированное изображение с пикселем произвольного размера, выбранного с учетом соотношения масштабов аэросъемки и ортофотоплана и элемента сканирования фотоснимков;

- выполнять автоматическое выравнивание плотностей фотомозаик при формировании из них ортофотоплана;

- выполнять векторизацию контуров по одиночным снимкам, ортоизображению, стеремодели.

Программное обеспечение цифровых приборов может иметь процедуры автоматического дешифрирования цифровых изображений отдельных топографических объектов.

Для **аналитической фототриангуляции** могут использоваться программные средства двух типов.

1) Фототриангуляция встроена в общую автоматизированную фотограмметрическую систему обработки снимков на аналитическом или цифровом приборе (он-лайн). При этом программы фототриангуляции жестко связаны с внутренней информационной базой системы, и состав программ диктуется технологическими решениями, реализуемыми в этой системе. Целесообразно, чтобы информационная база системы содержала файлы измеренных координат точек снимков и других исходных данных, относящихся к фототриангуляции, в текстовом формате. Это позволит при необходимости переносить информацию в другие программные

продукты для независимого контроля результатов обработки, сравнения различных систем и объективной оценки их. Отсутствие таких файлов в какой-либо системе должно служить предостерегающим сигналом в отношении принятия решения о ее использовании.

2) Комплексы программ для технологической обработки фотограмметрических измерений общего назначения, не накладывающие ограничения на приборы и методы сбора информации по снимкам (офф-лайн). Окончательные результаты вычислений должны быть пригодны для использования в любых обрабатывающих фотограмметрических приборах. Состав процедур и модулей таких комплексов должен позволять компилировать исполняемые файлы применительно как к задачам топографической съемки, так и к другим специальным задачам, в том числе и к проектированию работ.

ёКомплексы программ второго типа должны складываться, в свою очередь, из нескольких взаимно связанных компонентов. В минимальный перечень должны входить следующие компоненты:

– библиотечный, объединяюший программы составления и ведения библиотек геодезических проекций, измерительных приборов и съемочных камер;

– маршрутной фототриангуляции с программами подготовки исходных данных или заимствования их из других систем (аналитических или цифровых) и самой маршрутной фототриангуляции (с построением свободной и внешне ориентированной сети);. сюда же могут входить дополнительные программы, обеспечивающие удобство анализа протоколов маршрутной фототриангуляции и сопоставления смежных маршрутных сетей;

– блочной фототриангуляции, включающей программы подготовки заданий на уравнивание блока, самого уравнивания различными способами и анализа протоколов счета;

– сервисный, включающий программы составления различных каталогов координат точек уравненной фототриангуляционной сети, а также программы подсчета установочных данных, упрощающих процедуры ориентирования одиночных снимков и стереопар на фотограмметрических приборах;

В комплекы программ могут входить и другие компоненты, например, исследовательский, позволяющий проверить, как влияет изменение каких-либо параметров фототриангуляцинной сети на ее точность, и подобрать оптимальный вариант сети.

В оптимальном варианте целесообразно иметь на производстве для фототриангуляции как программное обеспечение, непосредственно входящее в систему аналитического или цифрового фотограмметрического прибора, так и независимый от этой системы комплекс программ общего назначения.

Программное обеспечение как первого, так и второго типов должно удовлетворять следующим основным требованиям:

– программы должны позволять создавать фототриангуляционные сети произвольных размеров, реально встречающихся или потенциально возможных в производстве.

– должны восприниматься любые виды опорных данных, в том числе элементов внешнего ориентирования снимков; при этом должна предусматриваться возможность задания неравноточных опорных данных;

- в каждом конкретном случае точность решения должна зависеть только от геометрии фототриангуляционной сети и погрешностей исходных данных.

Используемое программное обеспечение для построения сетей фототриангуляции должно обеспечивать стабильные результаты точности независимо от масштаба картографирования, физико-географических условий района работ и условий аэросъемки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ

1. Инструкция о порядке разработки и утверждения нормативно-технических и методических актов на производство топографо-геодезических и картографических работ на территории РФ. ГКИНП-119-94. М., Роскартография, 1994.

2. Инструкция о порядке контроля и приемки топографо-геодезических и картографических работ. М. Недра, 1979.

3. Инструкция по топографическим съёмкам в масштабах 1:10 000 и 1:25 000. Полевые работы. М.: Недра, 1978, 80 с.

4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. - М.: Недра, 1974, 80 с.

5. Основные положения по созданию и обновлению топографических планов и карт. Утверждены Роскартографией и Госкомземом Республики Беларусь 1 декабря 2000 г. (сфера действия общеобязательная).

6. Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500. ГКИНП-НТА-02-118.-М.: ГУГК СССР, 1979, 17 с.

7. Основные положения по аэрофотосъёмке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32-80. М.: Недра, 1982, 17 с.

8. Руководство по фотографическим работам. ГКИНП-02-190-85. -М.: ЦНИИГАиК, 1985, 256 с.

9. Руководство по редактированию топографических крупномасштабных карт и планов. ГКИНП-02-127-80. М.: ЦНИИГАиК, 1980, 49 с.

10. Руководство по сбору и установлению географических названий на топографических картах и планах. М. Наука, 1985.

11. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения.

12. ГОСТ 21002-75. Фототопография. Термины и определения.

13. ГОСТ Р51833-2001. Фотограмметрия. Термины и определения.

14. ГОСТ 51605-2000. Карты цифровые топографические. Общие требования.

15. ГОСТ 51606-2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации.

16. ГОСТ 51607-2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования.

17. ГОСТ 51608-2000. Карты цифровые топографические. Требования к качеству цифровых топографических карт.

18. Временное положение по организации редактирования цифровой картографической продукции. –М. ЦНИИГАиК, 2000, 16 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Список принятых сокращений и обозначений...	3
1	Общие положения.....	4
2	Подготовительные работы.....	8
3	Фотограмметрическое сгущение опорной сети.....	26
4	Изготовление фотопланов.....	36
5	Дешифрирование.....	43
6	Составление цифрового оригинала.....	49
7	Редакционные работы.....	65
8	Контрольные операции и основные допуски.....	71
9	Графическое представление цифровых топографических карт и планов.....	74
	Приложения:	
	1. Технологические схемы камеральных процессов при фототопографических съемках.....	76
	2. Перечень материалов полевых топографических работ, передаваемых в камеральное производство.....	84
	3. Проверка остроты стереозрения.....	86
	4. Основные требования к фотограмметрическим приборам.....	88
	5. Расчет величины элемента геометрического разрешения для сканирования снимков.....	90
	6. Общие требования к программному обеспечению для фотограмметрических работ.....	92
	Список использованных документов.....	97

Подписано в печать
23.07.02
Формат 60x90/16
Бумага типографская
Печать офсетная
Усл. печ. л.6,25
Усл. кр. отт. 6,38
Уч. изд. л. 6,00

Тираж 700
Заказ 26-02

ЦНИИГАиК
125413, Москва,
Онежская ул., 26