

АГЕНТСТВО РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПО УПРАВЛЕНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ,
НОРМЫ И ПРАВИЛА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ РАБОТАМ
ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ
ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ И ПЛАНОВ

ГКИНП (ОНТА)–05–005–07

*Обязательна для всех предприятий, организаций и учреждений,
выполняющих топографо–геодезические и картографические работы,
независимо от их ведомственной принадлежности*

АСТАНА 2008

ББК 26.17
И 70

И 70 Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – Астана, 2008. — 75 с.
ISBN 978-601-7123-10-9

Инструкция разработана Агентством Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами.

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 цифровых фотограмметрических станций. 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.

ББК 26.17

Утверждена приказом Агентства Республики Казахстан
по управлению земельными ресурсами
от 07 октября 2009 г., № 175-П

И $\frac{1802030000}{00(05)-08}$

© АЗР, 2008

ISBN 978-601-7123-10-9

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АФА	–	аэрофотоаппарат.
ГЛОНАСС	–	глобальная навигационная спутниковая система (Россия).
ДЗЗ	–	дистанционное зондирование Земли.
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.
ЦФС	–	цифровая фотограмметрическая станция.
GPS	–	глобальная навигационная спутниковая система (США).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Фототопографическая съемка — топографическая съемка с использованием аэрофото–, космических снимков и фотограмметрических методов их обработки.

Стереотопографическая съемка — фототопографическая съемка посредством измерения (наблюдения) 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 «Инструкцией по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов». М., Недра, 1974.

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 , H объектов местности зависит от масштаба и параметров обрабатываем-

мых 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 съёмочного 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**.

Предельные расхождения в положении контуров не должны быть больше удвоенных значений средних погрешностей, а их количество не должно превышать 10% от общего числа контрольных измерений.

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

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

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

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

** равные средней квадратической погрешности, умноженной на коэффициент 2

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°	1/4	1/4	1/4*	1/4*	1/4	1/3
Равнинные с углами наклона от 1 до 2°	1/4	1/4	1/4	1/4*	1/3	1/3
Всхолмленные при углах наклона: от 2 до 6° от 2 до 10°	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 определения высот на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа на планах масштаба 1:500—1:5 000 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 удвоенных значений погрешностей, приведенных в табл. 1. Количество предельных расхождений не должно превышать 10% от общего числа контрольных измерений.

1.8. Специализированные топографические планы и фотокарты могут изготавливаться по техническим требованиям отраслевых инструкций или по отдельным техническим заданиям, согласованным или утвержденным Центральным исполнительным органом, осуществляющим государственное управление, контрольные и надзорные функции в области геодезии и картографии Республики Казахстан

(далее — Уполномоченный орган).

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.

1.9. 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.

1.10. При выполнении фотограмметрических работ предпочтение следует отдавать цифровым фотограмметрическим станциям, 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 приложений 3, 4, 5.

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 картогра-

фических 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 спектрзональные 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 другие 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 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, ее 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 23×23 см ввиду их большей эффективности.

В отношении угла поля зрения камер при создании топографических карт и планов, когда требуется определять высоты точек местности, для плоскоравнинных 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 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 $15\ \text{мкм}$ в масштабе снимка. Средняя квадратическая погрешность координат X, Y крестов контрольной сетки из-за нелинейной составляющей деформации аэропленки и не выравнивания ее в плоскость не должна превышать $8\ \text{мкм}$ для формата $18\times 18\ \text{см}$, $10\ \text{мкм}$ — для формата $23\times 23\ \text{см}$, $14\ \text{мкм}$ — для формата $30\times 30\ \text{см}$. 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 съёмочных станций и контрольных точек, длин базисов съемки, контрольных направлений и направлений оптических осей съёмочной 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 съёмочного 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 съёмочного обоснования;
- г) точности определения координат и высот точек съёмочного обоснования.

2.2.6. Планово–высотной основой при создании топографических карт и планов могут служить пункты государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точки съёмочной геодезической сети, определенные при полевой подготовке снимков. Точки съёмочной геодезической сети, используемые для фотограмметрического сгущения, должны иметь среднюю погрешность в плане, не превышающую $0,1\ \text{мм}$ 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 выполненной воздушной или наземной съемки, плотность и размещение пунктов геодезических сетей и съемочного обоснования, оснащенность цифровыми фотограмметрическими станциями 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 планово–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.

При использовании цифровых фотограмметрических станций точки выбираются и обозначаются по цифровым изображениям снимков.

Разметка фотограмметрических точек ведется по цифровым (растровым) снимкам с увеличением не менее 4—8 крат. Точки намечаются на плоских участках местности, не имеющих ощутимых на-

клонов и кажущихся горизонтальными.

Для идентификации и разметки общих точек на снимках перекрывающихся маршрутов используются технологии цифровой идентификации на цифровых фотограмметрических станциях.

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 1:1 000 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 цифровых фотограмметрических станций.

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 на экране цифровой фотограмметрической станции. Если используемое программное обеспечение не предусматривает ввода информации о положении маркированной координатной метки, то для каждой группы маршрутов, 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) выполняется на цифровых фотограмметрических станциях.

2.3.5. Процесс съемки контуров (т. е. сбор цифровой информации о контурах) проектируется в одном из вариантов:

1) по ортофотоизображению с использованием имеющейся информации о рельефе;

2) стереоскопически на цифровых фотограмметрических станциях.

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 ЦФС. 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 размещения съемочных станций, базисов и секторов съемки, зон размещения пунктов геодезических сетей, контрольных и определяемых точек.

2.3.8. Все схемы должны быть подписаны автором проекта, проверены и подписаны руководителем проектируемых работ и утверждены в установленном порядке.

2.4. Подготовка необходимых материалов и исходных данных.

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

2.4.1. Исходными для фотограмметрической обработки являются следующие материалы:

– исходные негативы и диапозитивы на малодеформирующейся фотопленке (если это предусматривается технологией работ);

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

– каталоги координат и высот пунктов государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точек съемочной сети, полученных геодезическими методами, составляемые по номенклатурным листам. На каждую опорную точку в исходных материалах должны присутствовать абрис и описание. Координаты всех опорных точек должны быть заданы в той системе координат (СК-42 или в местной системе), в которой составляется или обновляется карта (план). В противном случае выполняется преобразование координат в нужную систему;

– копия паспорта съемочной камеры со значениями элементов внутреннего ориентирования, эталонных координат или расстояний между координатными метками, сведениями о дисторсии объектива и другими константами (для нетрадиционных камер);

– среднее значение высоты фотографирования на участке или среднего масштаба аэроснимков;

– редакционные указания и подлежащие использованию ведомственные материалы картографического назначения, подобранные по трапециям; материалы полевого и камерального дешифрирования;

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;

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 неразрезанных оригинальных негативов контактным способом на проверенном и отъюстированном контактном станке или на электронном копировальном приборе. Диапозитивы изготавливаются форматом 18×18 см, 23×23 см или 30×30 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 фототехнической пленке с малодеформируемой полиэтилентерафталатной (лавсановой) основой толщиной не менее 100 мкм.

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

При изготовлении диапозитивов и контактных отпечатков должны соблюдаться требования «Руководства по фотографическим работам», ГКИНП-02-190-85. М., ЦНИИГАиК, 1985.

Процесс изготовления диапозитивов можно исключить, при сканировании негативов изображение конвертировать в позитивное, если это не оговорено в технологии.

2.4.4. При выборе опорных точек необходимо учитывать сле-

дующие рекомендации:

– в качестве опорных точек для фотограмметрического сгущения следует выбирать хорошо опознающиеся на снимках точки, значения плановых координат и 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 Республике Казахстан выполняются в системе координат конформной поперечно–цилиндрической проекции, рассчитанной на референц–эллипсоиде Красовского (в системе координат СК-42). 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 станций и систем, так как от его качества зависят все последующие процессы фотограмметрической обработки цифровых изображений.

Для сканирования 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 4.

Фотоснимки сканируются в порядке их планируемой обработки. В пределах маршрута необходимо позаботиться об однообразной закладке диапозитивов или негативов в снимкодержатель сканера, добиваясь как можно более 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 дополнительно выполняется визуальный контроль качества изображения. Проверяется наличие на изображении координатных меток прикладной рамки съёмочной камеры.

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

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

2.6. Подготовка редакционных указаний.

2.6.1. Редакционные указания разрабатывают на основе технического проекта с использованием всех основных и дополнительных материалов и результатов их анализа. В редакционных указаниях даются конкретные предписания и рекомендации по созданию карты (плана) в зависимости от особенностей местности и качества исходных материалов. Редакционные указания подготавливаются на осно-

вании технических условий и результатов изучения и оценки исходных материалов и утверждаются главным редактором предприятия. Они должны отражать:

- принятую технологию работ;
- перечень нормативно–технических актов, используемых при производстве работ;
- порядок и методику использования геодезических, картографических, съемочных, литературно–справочных и других 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 недешифрируемым 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 расположе-

ния.

2.6.4. На участки местности, содержащие наибольшее число типичных для района работ объектов, перед сбором контуров 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, неотдешифрованную 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 цифровых фотограмметрических станций 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) связующие точки, лежащие в зоне тройного перекрытия снимков и служащие для соединения соседних моделей при формировании маршрутной сети;

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

д) точки для связи со смежными участками;

е) точки на урезах вод и наиболее характерные точки местности, отметки которых должны быть подписаны на карте или плане;

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

з) дополнительные точки, служащие для придания большей жесткости отдельным моделям 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 зоне тройного продольного перекрытия.

3.2.3. Общие точки для соединения маршрутов в блок размещают равномерно по всей зоне поперечного перекрытия. Количество таких точек зависит от ширины зоны, 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 пере-

крытии.

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.

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—8^x. 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 1:2 000 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. Фотограмметрическое сгущение опорной сети с использованием цифровых фотограмметрических станций требует наличия растровых изображений снимков или их фрагментов. Растровое изображение может быть получено как непосредственно в процессе аэро- или космической съемки цифровыми камерами, 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 3 и 4.

Для измерения на цифровых фотограмметрических станциях

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 по наблюдениям спутниковых систем 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 необходимое 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.

Наиболее оптимальная схема расположения опознаков: два в начале маршрута, два в середине, два в конце и по одному через 4—5 базисов, через маршрут.

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 совокупности геодезических, фотограмметрических и других измерений на всю сеть;

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

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

Работоспособность программ проверяется по контрольным примерам. Общие требования к программному продукту для фототриангуляции сформулированы в приложении 5.

3.7. Процесс построения сетей пространственной фототриан-

гуляции должен контролироваться путем анализа значений и распределения погрешностей измеренных величин и их функций, 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 построения 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 десятичной точки знака, а их разность по осям X и Y не должна превышать нескольких единиц пятого знака. Если эта разность больше, следует искать причину и устранить ее влияние.

3.7.2. На стадии взаимного ориентирования снимков среднее значение остаточных поперечных параллаксов не должно превышать **7 мкм**. На стадии построения свободной маршрутной сети средние квадратические расхождения координат связующих точек, вычисленных в смежных стереопарах, не должны превышать в плане **15 мкм**, а по высоте — **15 мкм**, умноженных на отношение фокусного расстояния фотокамеры к базису фотографирования на снимке. Средние квадратические значения остаточных погрешностей условий коллинеарности на точках снимков в свободной маршрутной сети также не должны превышать **10 мкм**.

3.7.3. Средние погрешности переноса общих точек с маршрута на маршрут, выявленные при уравнивании свободного фототриангуляционного блока, не должны превышать **40 мкм** при использовании цифровой идентификации общих точек.

3.7.4. Качество сетей, уравненных по опорным данным, оценивается по следующим критериям:

- а) по остаточным расхождениям фотограмметрических и геодезических координат на опорных точках;
- б) по расхождениям фотограмметрических и геодезических

координат контрольных геодезических точек, не использованных при уравнивании сетей;

в) по разностям бортовых данных и фотограмметрических значений соответствующих величин;

г) по остаточным погрешностям условий коллинеарности.

3.7.5. Для каркасных маршрутов остаточные средние погрешности высот на опорных геодезических точках после внешнего ориентирования не должны превышать **0,15** высоты сечения рельефа, а погрешности плановых координат **0,15 мм** в масштабе карты (плана). Средние расхождения между фотограмметрическими высотами контрольных точек и их геодезическими отметками не должны быть более $1/5$ высоты сечения рельефа, а расхождения в плане — **0,25 мм** в масштабе карты (плана). Число предельных расхождений, равных удвоенным средним, не должно быть более 5%. При соблюдении указанных допусков данные из каркасного маршрута могут использоваться для уравнивания заполняющей фотограмметрической сети. Точки с большими расхождениями плановых координат или высот исключают.

3.7.6. Остаточные средние погрешности высот на опорных геодезических точках после внешнего ориентирования маршрутной или блочной сети не должны превышать **0,15** высоты сечения рельефа, а плановых координат — **0,2 мм** в масштабе карты (плана).

Средние расхождения уравниваемых высот и геодезических отметок контрольных точек не должны превышать:

а) **0,2** 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;

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

в) **0,35** h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 5 и 10 м.

Средние погрешности в плановом положении контрольных точек не должны быть более **0,3 мм**.

Предельно допустимые погрешности, равные удвоенным средним, могут встречаться не чаще чем в 5% случаев в открытых районах и 10% — в залесенных районах.

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

а) **0,4** 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;

б) 0,5 h сеч — при съемках с высотой сечения рельефа 2 и 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:2 000 и 1:5 000 с сечением 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 должно быстро уменьшаться. Предельные значения погрешностей не должны превосходить утроенных средних значений, причем количество предельных погрешностей должно быть не более 1% от 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 трапещий и в технический отчет. Отчет должен содержать сведения о ме-

тодике 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 трансформирования должны использоваться черно–белые, цветные или спектрзональные снимки, полученные, как правило, узкоугольными и нормальноугольными съёмочными камерами, 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 P_p (в мкм) для сканирования снимков выполняется, исходя из коэффициента K , задающего отношение требуемого масштаба фотоплана $1:M_k$ к масштабу используемых фотоснимков $1:M_c$,

$$P_p = 70 K.$$

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 4).

4.4. Значения параметров внешнего ориентирования цифровых снимков, необходимые для выполнения процессов цифрового трансформирования, могут быть получены путем непосредственной фотограмметрической обработки стереопар и одиночных снимков на цифровых фотограмметрических станциях.

4.5. Информация о рельефе, необходимая для цифрового трансформирования снимков, может быть получена 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

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

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

f — фокусное расстояние съёмочной 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 5.

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

ТАБЛИЦА 2

Допустимые $\Delta h_{\text{пред}}$ (м) при масштабе фотоплана 1:10 000												
Для формата кадра 18×18 см и f_k (мм)							Для формата кадра 23×23 см и f_k (мм)					
Радиус рабочей площади (мм) на аэро-снимке	70	100	140	200	250	350	Радиус рабочей площади (мм) на аэро-снимке	90	150	210	300	600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
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	12	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 получении цифровой модели рельефа на цифровой фотограмметрической станции 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 $\Delta h_{\text{пред}}$ 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 $\Delta h_{\text{пред}}$, рассчитанной для высот элементарных участков.

4.6. Трансформирование снимков следует проводить в пределах полезной площади, ограниченной линиями, проведенными через

середины продольного и поперечного перекрытия смежных снимков.

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

$$\Delta = M_c \cdot P_p ,$$

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

$$\Delta = 0,07 \cdot M_c ,$$

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

Средние величины погрешностей в плановом положении опорных и контрольных точек не должны превышать в масштабе создаваемого фотоплана **0,5 мм** в равнинных и всхолмленных районах, **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**.

Предельно допустимые величины несовмещений контуров при контроле по сводкам со смежными фотопланами составляют: **1,0 мм** в равнинных и всхолмленных районах, **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 спектральнональных 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 снимках 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 потребуются 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 упрощен-

ными 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. Необходимо в данном случае стереоскопически рассматривать модель местности с увеличением и производить измерения объектов на цифровой фотограмметрической станции.

5.6. При дешифрировании непосредственно на цифровых фотограмметрических станциях рекомендуется на каждой стереопаре вначале обрабатывать гидрографию и контуры, а затем рисовать рельеф. Такая последовательность в случае сложной ситуации дает возможность обнаруживать пропуски в дешифрировании. Исключения 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 обрабатывать 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 программных средств. 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 но-

сителя;

– 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 рассмотрении 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 снимкам более крупного масштаба для дешифрирования деталей изображения и набора необходимых характеристик отображаемых объектов.

Для подготовки дешифровщиков космических снимков рекомендуется создавать специальные группы из специалистов. 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 10×10 см в масштабе составляемой или обновляемой карты с типичным для района работ ландшафтом.

5.12. Особенности дешифрирования цифровых изображений.

Если оцифрованное фотоизображение имеет пониженную раз-

решающую способность по сравнению с оригинальным, то в этом 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 (большой их части) на экране дисплея и традиционного дешифрирования фотоизображений (фотоотпечатков, диапозитивов) с использованием стереоскопа, интерпретоскопа 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 станциях включает подготовительные работы, ориентирование снимков, сбор цифровой информации о рельефе и контурах.

Подготовительные работы заключаются в получении исход-

ных материалов и проверке их комплектности, подготовке технических средств к работе, выполнении необходимых расчетов.

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

а) формуляр трапеции (планшета);
б) 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) сведения об элементах внутреннего ориентирования съёмочной камеры и положении координатных меток на прикладной рамке фотокамеры;

е) значение высоты съёмки над средней плоскостью участка или средний масштаб снимков;

ж) материалы для дешифрирования: редакционные указания; материалы полевого дешифрирования (если оно предшествовало камеральному); снимки, увеличенные до масштаба составляемой карты (плана). На этих снимках подписывают географические названия (при съёмке 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 станций к работе включает проверку работоспособности их аппаратных средств и программного обеспечения (ПО).

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 цифровых фотограмметрических станций для сбора цифровой информации о рельефе и контурах сформулированы в приложении 5.

6.3. Построение фотограмметрической модели на цифровой

обрабатывающей станции 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 обеспечивать 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 сканера в систему координат снимка. На цифровой станции 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.

6.3.2. 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 цифровой станции 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 значение остаточных поперечных параллаксов не превышает $0,4$ величины элемента сканирования. 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 стереомодели могут использоваться координаты опорных точек, полученные из фотограмметрического сгущения или полевой привязки снимков.

6.3.3.1. Для внешнего ориентирования *одиночного снимка* 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* опорные точки выбирают по возможности в углах рабочей площади стереопары. На цифровой фотограмметрической станции модель ориентируется внешне в автоматизированном режиме. 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 средняя погрешность координат контрольных точек в плане не превышает **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 цифровой фотограмметрической станции 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, указан-

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 дм² карты для равнинных, пересеченных, холмистых, а также низкогорных районов и песчаных пустынь и не менее 10—15 на 1 дм² 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—1:5 000 должно быть определено не менее 5 высот характерных точек местности, если в задании не предусмотрена их большая густота.

При съемке в масштабе 1:2 000 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. 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 коммуникаций, отстойники зданий и т. п.

6.5.3. При стереоскопической рисовке рельефа на цифровой фотограмметрической станции 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 цифровой фотограмметрической станции 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 теням). 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 станции должно одновременно отображать несколько слоев в любом сочетании. Для цифровой станции 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 фотограмметрической станции собирать такие метрические характеристики объектов, которые невозможно получить нефотограмметрическим 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 обработки 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 использована 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 со-

блюдении 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 Уполномоченный 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 неизменившихся контуров и форм рельефа, географических названий и классификации дорожной сети.

Результатом сбора цифровой информации о рельефе и контурах являются файлы участков территории, соответствующей нескольким стереопарам или номенклатурному листу карты или плана во внутреннем формате станции. 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 Зем-

ли 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 ЦФС, 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 цифровые станции, отвечающие требованиям,

изложенным в приложении 3.

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 параллакс 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 параллакс. 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 определяют стереофотограмметрической и фотограмметрической засечками по известным зависимостям. Исходной информацией для определений служат исправленные поправками измеренные значения X , Z , P точек; плановые координаты X_0 , Y_0 и высоты A_0 станций фотографирования, длины базисов B_0 , дирекционные углы базисов T и направлений оптических осей наземной съемочной камеры α_0 ; 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 фотограм-

метрической 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 станций 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 (30×30 см, 30×45 см, 18×72 см и др.) может выполняться на цифровых станциях. 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 топогра-

фических 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, гидрометеослужбы; 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 топографиче-

ские 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 действующими нормативно–техническими документами. Созданный лист ЦТК (ЦТП) в качестве обязательной структурной единицы должен иметь паспорт, содержащий справочные данные.

Точность. Метрика и количественные характеристики объек-

тов должны быть представлены с точностью, соответствующей требованиям, предусмотренным действующими нормативными документами для данного масштаба карты.

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 мелкого масштаба. При этом должна сохраняться 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;
- правильности 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 или 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 отклонения 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). 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 пунктах 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)	Горизонтالي	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: сечение 2,5 м сечение 2,0 м сечение 1,0 м	0,65 0,60 0,25	0,8 0,7 0,3	<i>H: 4 200</i> , но не более 0,6 0,6 0,4 0,4 0,2 0,2	
2	Равнинные пересеченные и всхолмленные с преобладающими уклонами до 6°: сечение 5,0 м сечение 2,5 м сечение 2,0 м.	1,40 0,65 0,60	1,7 0,8 0,7	<i>H: 4 000</i> , но не более 0,9 1,5 0,6 1,0 0,5 0,7	

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

фических 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 искажений. Калибровка выполняется путем измерения сторон рамки 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.

ПРИЛОЖЕНИЯ

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, 2 приведены технологические схемы различных вариантов, предусматривающие использование цифровых фотограмметрических станций:

– 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 на рис. 1 и 2 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, а также фотопланов и ортофотопланов различных масштабов.

Рис. 1 демонстрирует технологическую схему, базирующуюся на использовании цифровых фотограмметрических станций. Эта технологическая схема предусматривает обработку цифровых изображений аэроснимков с уже имеющимися данными планово–высотной подготовки и полевого дешифрирования.

На рис. 2 показана технологическая схема, также рассчитанная на использование цифровых фотограмметрических станций. Эта технологическая схема предусматривает предварительную обработку цифровых изображений снимков без данных планово–высотной подготовки и полевого дешифрирования, которые могут быть получены в дальнейшем после выполнении полевых работ. Данная технологическая схема приводит к сокращению срока исполнения работ.

Эти схемы применимы и для обработки одиночных аэро– или космических снимков.

Содержание процессов работ для рис. 1.

- 1. Создание технического проекта на производство работ:**
 - составление технического проекта на производство работ;
 - сбор материалов топографо–геодезической изученности.
- 2. Получение и проверка данных ДЗЗ:**
 - проверка материалов аэро– и/или космической съемки.
- 3. Подготовка материалов для полевых работ:**
 - подготовка материалов для планово–высотного обоснования и полевого дешифрирования; составление рабочего проекта на снимках;
 - проведение и проверка данных полевых работ.
- 4. Сканирование и конвертирование снимков:**
 - сканирование негативов (диапозитивов) на фотограмметрическом сканере и запись цифровых изображений снимков на машинный носитель информации;
 - при необходимости конвертирование цифровых изображений снимков в формат программы.
- 5. Создание рабочего проекта в программном обеспечении ЦФС:**
 - создание рабочего проекта по фотограммсгущению;
 - ввод цифровых изображений снимков в проект.
- 6. Ввод данных АФА, элементов внутреннего ориентирования снимков, таблицы дисторсии и т. д.:**
 - ввод паспортных данных съемочных камер, таблиц дисторсий, крестов, определение деформации снимков и т. д.
- 7. Расстановка опорных, контрольных точек и точек фотограммсгущения. Ввод координат опорных точек.**
- 8. Создание стереопар. Взаимное ориентирование стереопар:**
 - создание стереопар и проведение взаимного ориентирования;
 - анализ и уточнение местоположения точек.
- 9. Блочная фототриангуляция:**
 - установка параметров и расчет блочной триангуляции;
 - анализ полученных координат и исправление грубых ошибок;
 - создание каталога координат.
- 10. Построение ЦМР:**
 - установка параметров и построение ЦМР;

- уточнение построения ЦМР;
- съемка рельефа и контуров по слоям;
- запись цифровой информации на машинный носитель.

11. Построение ортофотоплана:

- изготовление цифровых ортофотопланов по номенклатурным листам либо в заданных размерах;
- запись цифровой информации на машинный носитель.

12. Построение фотоплана:

- изготовление цифровых фотопланов по номенклатурным листам либо в заданных размерах;
- запись цифровой информации на машинный носитель.

13. Создание и оформление оригинала цифровой карты (плана) на чистой основе либо на фотоподложке:

- создание и оформление цифрового оригинала топографической карты (плана) или фотокарты в принятых условных знаках;
- редактирование;
- вывод на плоттере ограниченного числа графических копий цифрового оригинала.

14. Подготовка цифровой карты к изданию. Издание карты (плана).

Содержание процессов работ для рис. 2.

Данную технологию целесообразно применять в случае ограниченных временных сроков, отведенных на выполнение работ.

В неблагоприятный период для проведения полевых работ или же параллельно с выполнением полевых работ выполняется часть камеральных работ. Камеральные процессы работ аналогичны схеме на рис. 1, но с небольшими изменениями. Так как нет координат опорных точек, то их проектируют из точек фотограммгущения и дальше процессы идут по технологической схеме вплоть до блочной фототриангуляции.

1. Построение накидного монтажа и изготовление фотоабрисов опорных точек:

- накидной монтаж изготавливается для проектирования планово–высотной подготовки;
- распечатываются фотоабрисы точек, которые запроектированы как опорные и контрольные;
- фотоабрисы передаются для проведения планово–высотной

привязки.

2. Уточнение местоположения опорных и контрольных точек, ввод координат:

- после получения данных планово–высотной подготовки производится уточнение положения точек и ввод координат.

Дальше процессы работ идут по технологической схеме также, как на рис. 1.

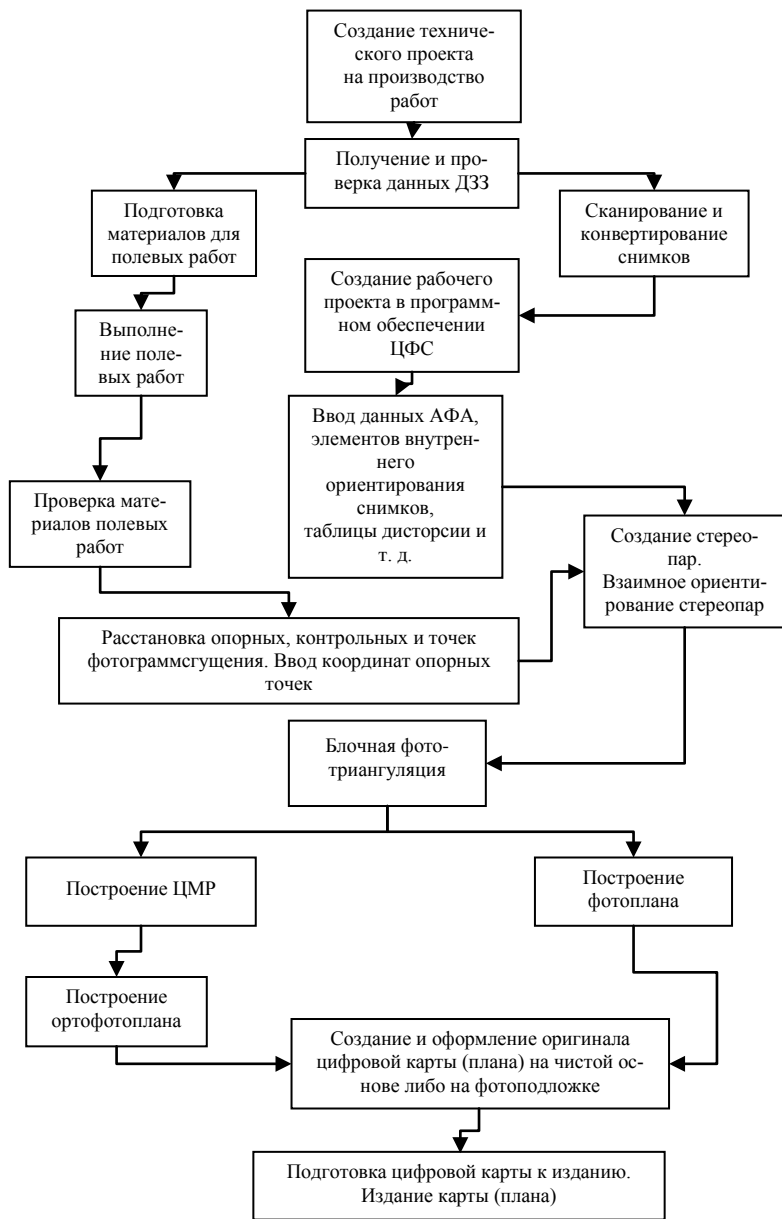


Рис. 1

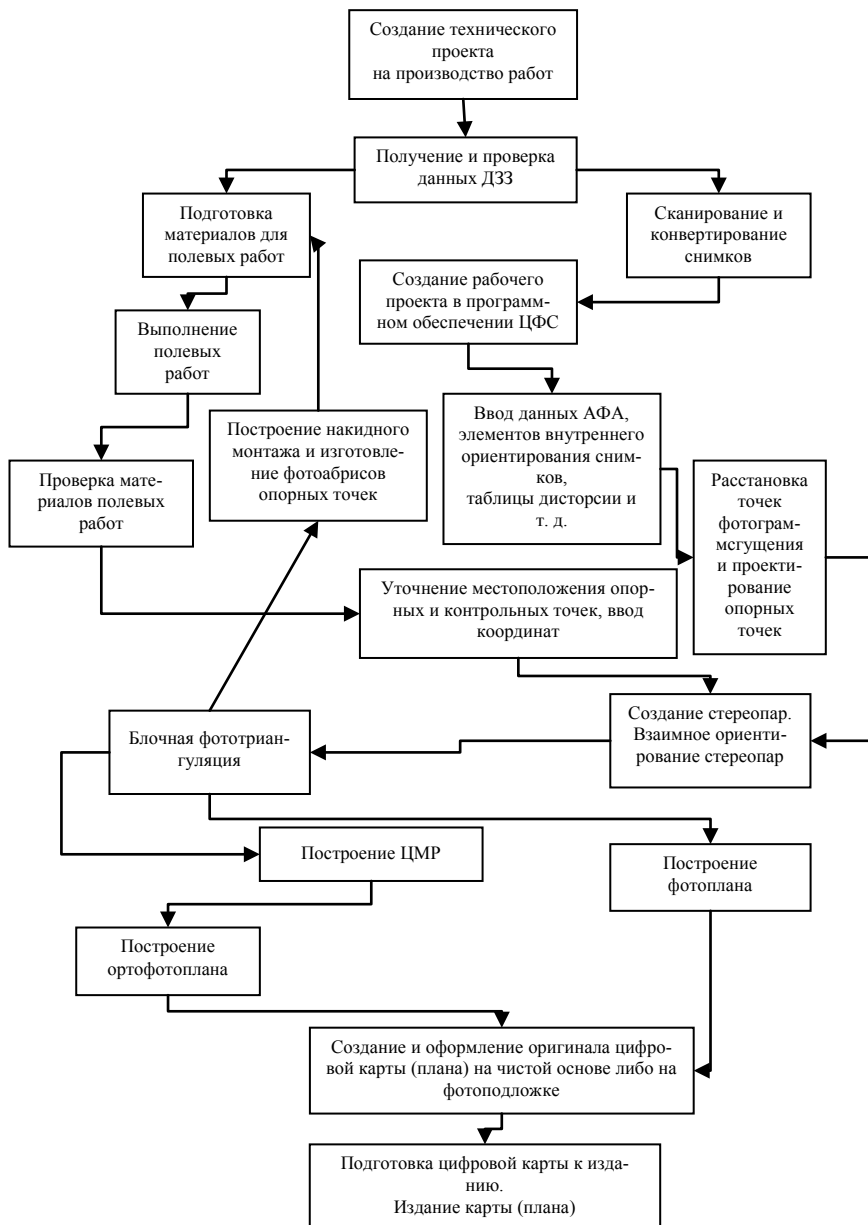


Рис. 2

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ПОЛЕВЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ В КАМЕРАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Снимки с идентификацией и номерами контурных точек плано–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 накладки 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 (плано–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.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; на наружной стороне папки — надпись «Материалы полевых топографо-геодезических работ», название 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.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ФОТОГРАММСКАНЕРАМ И ЦФС

1. 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.

2. 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.

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 V_s (0,2 мм) и высот V_z (0,2 h_c) 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:

$$P_s = \frac{M_k}{2M_c} V_s$$

Для обеспечения точности определения высот

$$P_z = \frac{f}{2bM_c} V_z$$

Для обеспечения разрешающей способности снимка

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

Для обеспечения разрешающей способности графических фотопланов

$$P_p = 70 \frac{M_k}{M_c}$$

В первых двух формулах цифра **2** — коэффициент, учитывающий потерю точности из-за процессов обработки: сканирования, опознавания, стереонаведения и измерения точек. За окончательное из P_S, P_Z, P_R, P_P 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 18×18 см с фокусным расстоянием 100 мм и разрешающей способностью 40 мм⁻¹, то $P_S = 20$ мкм, $P_Z = 14$ мкм, $P_R = 10$ мкм, $P_P = 14$ 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.

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 недопустимы какие-либо ограничения, связанные с быстройдействием 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 **ЦФС** должны позволять выполнять обработку одиночных снимков, отдельных стереопар, 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 съёмочной камеры;

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

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

– восстановление ориентирования одиночных снимков и отдельных стереопар на основе элементов их внутреннего и внешнего ориентирования, полученных на стадии фотограмметрического сгущения или в процессе съёмки;

– 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 **ЦФС** 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 фо-

тотриангуляции, 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 фото-мозаик при формировании из них ортофотоплана;

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

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 ЦФС (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 об 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.

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

- библиотечный, объединяющий 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 комплекты программ могут входить и другие компоненты, например, исследовательский, позволяющий проверить, как влияет изменение каких-либо параметров фототриангуляционной 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 ЦФС, 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция о порядке контроля и приемки топографо-геодезических и картографических работ. М., Недра, 1979.
2. Инструкция по топографическим съемкам в масштабах 1:10 000 и 1:25 000. Полевые работы. ГКИНП (ГНТА)-02-008-08. Астана, 2008.
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. М., Недра, 1974.
4. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000. ГКИНП (ГНТА)-08-003-07. Астана, 2007.
5. 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.
6. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32-80. М., Недра, 1982.
7. Руководство по фотографическим работам. ГКИНП-02-190-85. М., ЦНИИГАиК, 1985.
8. Руководство по редактированию топографических крупномасштабных карт и планов. ГКИНП-02-127-80. М., ЦНИИГАиК, 1980.
9. Руководство по сбору и установлению географических названий на топографических картах и планах. М., Наука, 1985.
10. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения.
11. ГОСТ 21002-75. Фототопография. Термины и определения.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Список принятых сокращений и обозначений	3
Определения	3
1. Общие положения	4
2. Подготовительные работы	7
3. Фотограмметрическое сгущение опорной сети	21
4. Изготовление фотопланов	29
5. Дешифрирование	34
6. Составление цифрового оригинала	38
7. Редакционные работы	50
8. Контрольные операции и основные допуски	55
9. Графическое представление цифровых топографических карт и планов	57
Приложения	
1. Технологические схемы камеральных процессов при фототопо- графических съемках	59
2. Перечень материалов полевых топографических работ, переда- ваемых в камеральное производство	65
3. Основные требования к фотограммсканерам и ЦФС	67
4. Расчет величины элемента геометрического разрешения для сканирования снимков	67
5. Общие требования к программному обеспечению для фото- грамметрических работ	69
6. Литература	74