

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР**

**ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИМ  
РАБОТАМ ПРИ СОЗДАНИИ  
ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ  
И ПЛАНОВ**

**УТВЕРЖДЕНА  
ГЛАВНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ  
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР**

*Обязательна для всех ведомств и учреждений СССР*



**МОСКВА. «НЕДРА»**

**1974**

Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. М., «Недра», 1974. (Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР).

В Инструкции изложены современные требования и указания по технологии фотограмметрических и других камеральных процессов при создании топографических карт и планов в масштабах 1:25000, 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 методами стереотопографической, комбинированной и фототеодолитной съемки.

Инструкция издается как временная. С выходом настоящей Инструкции отменяются «Наставление по топографическим съемкам в масштабах 1:10000, 1:25000» (ч. II. Камеральные работы. М., «Недра», 1965) и «Наставление по камеральным фотограмметрическим работам при топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000» (М., Геодиздат, 1952).

Инструкцию разработали Александров П.С., Ванин А.Г., Вольпе Р.И., Герценова К.Н., Гольдман Л.М., Минько В.Ю., Полякова В.А., Соколова Н.А., Тренин Б.К., Успенский А.Н.

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

§ I.1. При создании топографических карт и планов методами стереотопографической, комбинированной и фототеодолитной съемки выполняется комплекс камеральных работ.

Полный комплекс этих работ при стереотопографической съемке включает: подготовительные работы, фотограмметрическое сгущение опорной сети, изготовление фотопланов, дешифрирование, стереоскопическую съемку контуров и рельефа, редактирование оригиналов карт (планов), подготовку оригиналов карт к изданию.

При комбинированной съемке выполняются подготовительные работы, фотограмметрическое сгущение плановой сети, изготовление фотопланов и подготовка к изданию оригиналов карт.

Технологическая последовательность процессов указана в прил. 1.

§ 1.2 Фотограмметрические работы являются основной частью современной технологии создания и обновления топографических карт, изготовления фотокарт, создания и обновления топографических основных и специализированных планов. Технические требования и допуски на фотограмметрические работы определяются исходя из технических требований к точности карт и планов, предусмотренных действующими «Основными положениями по созданию топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000» и «Основными положениями по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

§ 1.3. Средние ошибки в положении на карте (плане) предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек планового съемочного обоснования, выраженные в масштабе создаваемой карты (плана), не должны превышать:

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

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

При создании планов капитальной и многоэтажной застройки средние ошибки 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 ошибок, а их количество не должно превышать 10 % от общего числа контрольных измерений.

Если предусмотренная выше точность определения 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 в этих случаях должна быть указана их действительная точность.

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

Таблица 1

Характер районов съемки	Средние ошибки съемки рельефа на планах (картах) масштаба (в долях высоты сечения)					
	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10000	1:25000
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°			1/3	1/3	1/3	1/3
от 2 до 10°	1/3	1/3				

\* 1/3 высоты сечения при съемке в масштабах 1:2000 и 1:5000 с сечением рельефа через 0,5 м.

В районах с углами наклона местности свыше 10° для планов масштаба 1:500 и 1:1000 и свыше 6° для планов и карт масштаба 1:2000 - 1:25000 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов; средние ошибки высот,

определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать  $\frac{1}{3}$  принятой высоты сечения рельефа на планах масштаба 1:500 - 1:5000 и  $\frac{1}{2}$  высоты сечения рельефа на картах масштаба 1:10000 и 1:25000.

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

Предельные расхождения высот точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных измерений не должны превышать удвоенных значений ошибок, приведенных в табл. 1; количество предельных расхождений не должно превышать 10 % от общего числа контрольных измерений.

§ I.5. Специализированные топографические планы и фотокарты могут изготавливаться по техническим требованиям отраслевых инструкций или по отдельным техническим заданиям, согласованным или утвержденным ГУГК при СМ СССР.

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.

§ I.6. Фотограмметрические работы должны выполняться с применением имеющейся в распоряжении предприятия (организации) новой техники и наиболее совершенной технологии. Выбранный технологический вариант должен быть обоснован техническими и экономическими расчетами.

§ I.7. Исполнители стереофотограмметрических измерений должны обладать достаточно острым стереоскопическим зрением и соответствующей специальной подготовкой. Проверка зрения должна производиться не реже одного раза в год в соответствии с указаниями прил. 3 по эталонным стереопарам аэроснимков, масштаб которых близок к масштабам производственной аэрофотосъемки. Заключение о пригодности исполнителя для выполнения данного процесса работ дает комиссия, назначенная руководителем предприятия.

§ I.8. Приборы, используемые для фотограмметрических и фотографических работ, должны удовлетворять требованиям прил. 4 и 5. Проверка соблюдения этих требований проводится не реже одного раза в квартал; юстировки приборов выполняются в случае выявления изменений и недопустимого снижения точности обработки.

## **II. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ**

§ II.1. Для проведения фотограмметрических работ выполняют вначале подготовительные работы, которые включают:

- а) изучение материалов аэрофотосъемки и полевых топографо-геодезических работ, материалов фототеодолитной съемки;
- б) рабочее техническое проектирование;
- в) подготовку необходимых материалов и исходных данных.

§ II.2. Изучение материалов аэрофотосъемки производится с целью установления:

- а) полноты всех материалов аэрофотосъемочных работ;
- б) соответствия фотографического и фотограмметрического качества материалов требованиям действующих «Основных технических требований к аэрофотосъемке, производимой для создания и обновления топографических карт, планов, фотопланов и фотокарт» и дополнительным условиям, предусмотренным в договоре на выполнение аэрофотосъемки;
- в) качества показаний статоскопа, радиовысотомера и самолетного радиодальномера, а также правильности идентификации всех регистрограмм и записи исходных данных, необходимых для обработки показаний;
- г) полноты паспортных данных использованных аэрофотоаппаратов (элементы внутреннего ориентирования, дисторсия объективов и др.) и соответствия фактических параметров аэрофотоаппаратов заданным.

§ II.3. Изучение материалов полевых топографо-геодезических работ производится с целью выявления:

- а) комплектности материалов полевых топографических работ (см. прил. 2);
- б) соответствия фактического размещения точек съемочного обоснования техническому проекту;
- в) качества изображения замаркированных точек на аэроснимках и качества опознавания на аэроснимках контурных точек съемочного обоснования;
- г) точности определения координат и высот точек геодезического обоснования.

§ II.4. Изучение материалов фототеодолитной съемки производится с целью установления:

- а) полноты материалов съемки;
- б) соответствия фактического фотограмметрического и фотографического качества фототеодолитных снимков заданному;
- в) точности определения координат и высот фотостанций и контрольных точек, длин базисов фотографирования, контрольных направлений и направлений оптических осей фотокамеры.

§ II.5. В рабочем техническом проекте должны быть указаны и технически обоснованы рекомендуемые способы фотограмметрической обработки. При этом необходимо учитывать характер местности и застройки, качество исполненной аэрофотосъемки или фототеодолитной съемки, плотность и размещение пунктов геодезической сети и съемочного обоснования, оснащенность фотограмметрическими приборами и программами математической обработки с использованием ЭВМ.

§ II.6. Фотограмметрическое сгущение опорной сети выполняется аналитическим способом с использованием стереокомпараторов и ЭВМ или аналоговым способом на универсальных приборах.

При крупномасштабных съемках, когда отношение  $R$  масштаба плана к масштабу фотографирования более  $3^x$ , как правило, применяется аналитический способ. Триангулирование по аэроснимкам каркасных маршрутов выполняется аналитическим способом.

§ II.7. При топографической съемке в масштабах 1:10000 и 1:25000 с сечением рельефа через 2 м и более используют показания статоскопа для уравнивания фотограмметрических высот в аналитических и аналоговых сетях пространственной фототриангуляции. В случае триангулирования на универсальных приборах показания статоскопа можно также использовать для независимого горизонтирования каждого звена сети в продольном направлении. При топографических съемках с сечением рельефа 1 м и менее показания статоскопа не используют.

Если плановое обоснование исполнено радиогеодезическим способом при помощи самолетного радиодальномера РДС, то при триангулировании определяют фотограмметрические координаты центров проектирования. При съемке в масштабе 1:10000 проводят уравнивание фотограмметрических и радиогеодезических данных. При съемке в масштабе 1:25000 можно не проводить уравнивания и использовать радиогеодезические координаты как исходные для редуцирования плановых фотограмметрических сетей.

§ II.8. Стереоскопическую съемку рельефа выполняют на универсальных стереофотограмметрических приборах. Применение топографических стереометров СТД-2 разрешается только для съемки рельефа равнинно-всхолмленных районов с сечением 2,0 м и более при условии, что масштаб аэроснимков мельче масштаба создаваемой карты не более чем в 1,5 раза.

§ II.9. Камеральное дешифрирование 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

осуществляют в комплексе со стереорисовкой рельефа и составлением оригинала или как отдельный процесс.

§ П.10. При создании топографических карт масштабов 1:25000 и 1:10000 контурную часть рекомендуется составлять в виде фотопланов. Съемку контуров в горных и высокогорных районах осуществляют также при помощи универсальных стереофотограмметрических приборов; на отдельные участки (например, населенные пункты) рекомендуется делать врезку в графический план трансформированных отпечатков.

При составлении планов масштаба 1:5000 контурная часть создается в виде фотопланов при съемках равнинных и всхолмленных районов, а также при съемках населенных пунктов (особенно с мелкой застройкой). Съемка контуров в горных и всхолмленных районах, как правило, выполняется при помощи универсальных стереоприборов. При создании планов масштаба 1:2000 и крупнее фотопланы изготавливают преимущественно на равнинные и всхолмленные незастроенные территории, а также на территории с рассредоточенной или малоэтажной застройкой; съемка контуров на территориях с плотной многоэтажной застройкой (особенно в масштабах 1:1000 и 1:500) и в горных районах, как правило, осуществляется на универсальных приборах. В дополнение к топографическим картам могут быть составлены фотокарты как на районы со значительной расчлененностью рельефа, так и на застроенные территории.

§ П.11. Материалы наземной фототеодолитной съемки используются:

а) при съемке в масштабах 1:25000 и 1:10000 горных районов - для определения координат и высот точек аэроснимков способами стереофотограмметрической и фотограмметрической засечек или для составления оригинала карты на участки, на которые отсутствуют материалы аэрофотосъемки;

б) при съемке в масштабах 1:5000 и крупнее - для составления топографических и специализированных планов.

§ П.12. При рабочем техническом проектировании составляют схему работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети и схему работ по составлению оригиналов карт (планов).

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 аэрофотосъемочных участков, маршруты аэрофотосъемки (в том числе каркасные), указывают номера конечных аэроснимков, даты аэросъемки, номера использованных на каждом участке аэрофотоаппаратов, выписывают фокусное расстояние АФА, расстояние между координатными метками, координаты главной точки и номера использованных приборов для определения элементов ориентирования;

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 геодезической сети и точки съемочного обоснования с выделением замаркированных точек и указанием качества изображения маркировочных знаков;

г) границы маршрутных сетей и секций;

д) очередность обработки сетей на участке.

Границы маршрутных сетей и секций намечают в соответствии с размещением точек геодезического обоснования. При этом следует учитывать, что в пределах маршрутной сети должно быть не менее пяти точек планового съемочного обоснования: по две - на концах и не менее одной - в середине (для устранения деформаций изгиба и сдвига, вызванных систематическими изменениями азимута и масштаба звеньев сети); секции высотных сетей должны быть обеспечены на их концах парами точек высотного обоснования,

располагающимися по разные стороны от оси маршрута. Маршрутная сеть должна включать две секции для устранения при внешнем ориентировании деформаций прогиба.

Очередность обработки сетей устанавливают с учетом количества, размещения и надежности точек геодезического обоснования. Если при аэрофотосъемке проложены каркасные маршруты, то вначале выполняют фотограмметрическое сгущение опорной сети по аэроснимкам каркасных маршрутов. При этом определяют координаты и отметки контурных точек, проектируемых в качестве опорных для маршрутных сетей по аэроснимкам съемки площади.

На схеме работ по составлению карт или планов показывают трапеции (планшеты), для которых должны изготавливаться фотопланы с указанием количества плоскостей для трансформирования и назначения фотопланов (для фотокарт или создания контурной основы). Отдельно выделяют участки, где необходимо дифференциальное фототрансформирование, или проектируют оптический монтаж фотопланов, а также участки, на которых целесообразно сочетание графического плана с фотоизображением (фотоврезка) в рамках одного оригинала. Указывают также трапеции (планшеты), на которых должен составляться графический план при помощи универсальных приборов. Особым условным знаком показывают участки, на которых для стереосъемки рельефа проектируют использовать топографический стереометр. На схеме оконтуривают участки, обеспеченные ведомственными материалами картографического значения; условным знаком указывают вид материалов.

На схему работ по фототеодолитной съемке наносят также места размещения фотостанций, базисов и секторов фотографирования, зон размещения пунктов геодезической сети, контрольных и определяемых точек.

Схемы должны быть подписаны автором проекта, проверены и подписаны руководителем проектируемых работ и утверждены сменным инженером или начальником цеха.

§ II.13. Подготовка материалов и исходных данных включает:

а) изготовление диапозитивов, отпечатков на фотобумаге, наклеенной на стекло (для съемки рельефа на СТД-2), отпечатков, увеличенных до масштаба плана (для дешифрирования);

б) подготовку основ для фотопланов и графических оригиналов;

в) обработку показаний статоскопа, радиовысотомера, самолетного радиодальномера;

г) определение величины систематической деформации аэрофильма;

д) проверку наличия искажений изображения на аэроснимках из-за отступлений аэропленки от плоскости при фотографировании;

е) определение элементов взаимного ориентирования аэроснимков, высот и базисов фотографирования (если стереосъемка рельефа проектируется на топографическом стереометре);

ж) искусственное маркирование точек фотограмметрической сети.

§ II.14. Диапозитивы, контактные и увеличенные отпечатки изготавливают в соответствии с указанием раздела X (§ X.2 - X.5).

Основы для составления графических оригиналов карт или планов и фотопланов должны быть изготовлены на алюминии или малодеформирующемся пластике; при изготовлении мозаичных фотопланов вместо алюминия может быть использована авиационная фанера. На основы наносят координатографом углы рамок трапеции, координатную сетку, пункты геодезической сети и съемочного обоснования, а также точки фотограмметрического сгущения, координаты которых получают аналитическим способом или в результате аналитического редуцирования сетей, построенных на аналоговых приборах.

§ II.15. По показаниям статоскопа определяют высоты  $\Delta H$  центров проектирования относительно изобарической поверхности. Все измерения по статограмме выполняют с точностью до 0,1 мм независимо друг от друга два исполнителя; расхождения результатов измерений не должны превышать 0,2 мм. За окончательные значения  $l$  принимают среднее из

двух измерений. Значение коэффициента  $Q$  для перехода от отрезков  $l$  к высотам центров проекции  $\Delta H = Q \cdot l$  вычисляют до сотых долей.

Если при аэрофотосъемке регистрировались показания двух статоскопов, то необходимо обработать обе статограммы, сравнить для контроля идентичные значения  $\Delta H$  и за окончательное принять среднее из двух определений. Предварительно величины  $\Delta H$ , полученные по показаниям второго статоскопа, должны быть приведены к поверхности относимости показаний первого статоскопа введением поправок за различия в начальном отсчете и в температурном ходе обоих статоскопов; такое приведение выполняется отдельно по участкам статограмм, не содержащим переключения кранов.

Средние расхождения между значениями  $\Delta H$ , полученными по показаниям двух статоскопов, не должны быть более 1 м; при больших расхождениях фиксируют оба значения  $\Delta H$  для данного центра проекции и дополнительно контролируют их фотограмметрическим способом при триангулировании или сравнением продольных углов наклона снимков, вычисленных по значениям  $\Delta H$  и элементам взаимного ориентирования.

§ II.16. По показаниям радиовысотомера определяют кратчайшее расстояние от антенны до участка местности, от которого отразились радиоволны. В равнинных районах эти расстояния принимают равными высотам фотографирования аэроснимков.

Отсчеты  $MO$  и  $D'$  по шкале высотограммы выполняют с точностью 0,5 - 1 м. Расхождения в значениях  $D = (D' - MO)$  не должны превышать 2 м, за окончательное значение  $D$  принимают среднее.

Для определения высот фотографирования величину  $D_{cp}$  суммируют с расстоянием, кратным целому числу  $n$  окружностей временной развертки, определяемому по известной средней высоте полета.

Из высот фотографирования, полученных по показаниям радиовысотомера, должна быть исключена систематическая ошибка. Величина систематической ошибки для всех съемок, выполненных при данной (неизменной) установке радиовысотомера на самолете, определяется путем сравнения значений  $H_{рв}$  с высотами фотографирования, измеренными на универсальном приборе, в моделях, обеспеченных опорными геодезическими точками, или путем построения 10 - 15 плановых сетей из 8 - 12 звеньев каждая с масштабированием начального звена по показаниям радиовысотомера. Фактический масштаб сети определяют по геодезическим опорным точкам. Величину поправки вычисляют как среднее из многократных определений.

§ II.17. Обработка показаний самолетного радиодальномера РДС включает:

- а) отсчитывание по регистрограмме показаний индикатора РДС;
- б) обработку результатов метеорологических наблюдений на самолете и наземных станциях;
- в) составление информации для вычисления на ЭВМ радиогеодезических координат центров проектирования.

По регистрограмме РДС определяют составляющие (до 10 км) наклонных дальностей между антеннами самолетной и двух наземных станций; значения десятков и сотен километров определяют по карте. Расстояния отсчитывают до десятых долей метра по увеличенному изображению регистрограммы ( $V \geq 5\times$ ) линейкой с миллиметровыми делениями - при съемке в масштабе 1:10000 или специальной палеткой при съемке в масштабе 1:25000. Расхождения в расстояниях, полученных независимо друг от друга двумя исполнителями, не должны превышать 0,5 м - при пользовании линейкой и 1,5 м - при пользовании палеткой.

При обработке результатов метеорологических наблюдений необходимо вычислить температуру, давление и влажность воздуха на самолетной станции и значения модуля показателя преломления воздуха на самолетной и наземных станциях. Если при топографической съемке в масштабе 1:25000 на самолете не проводились метеорологические

наблюдения, то значение модуля показателя преломления воздуха на высоте полета определяют путем редуцирования с уровня моря на данную высоту среднего из значений показателя, полученных на наземных станциях. Для редуцирования используют специальную таблицу или составленную по ней номограмму.

Для вычисления на ЭВМ редуцированных на плоскость расстояний между антеннами самолетной и наземных станций и координат центров проектирования подготавливают информацию: общую для группы маршрутов радиоизмерений, выполненных с одного базиса, и отдельную для каждого маршрута и центра проекции. Общая информация включает:

- а) координаты антенн обеих наземных станций;
- б) значения постоянных поправок аппаратуры РДС;
- в) фактическое значение масштабной частоты кварцевого генератора или коэффициент, учитывающий его отличие от принятого (номинального) значения;
- г) величину задержки между моментом поступления импульса с контактора затвора аэрофотоаппарата на РДС и моментом полного открытия затвора;
- д) координаты в условной системе проекции оптической оси аэрофотоаппарата относительно проекции оси антенны (ось абсцисс совмещается с продольной осью самолета);
- е) географическую широту (среднюю) наземных станций.

Информация для каждого маршрута содержит:

- а) номер маршрута;
- б) значение модуля показателя преломления воздуха на уровне моря для наземных станций;
- в) значение модуля показателя преломления воздуха на высоте полета для начального и конечного центров проектирования в маршруте;
- г) угол упреждения (для учета угла сноса самолета);
- д) интервал времени между моментами фотографирования;
- е) признак, характеризующий положение маршрута относительно радиогеодезического базиса;
- ж) номер центра проектирования, его высоту над уровнем моря и наклонные дальности до обеих наземных станций (последовательно для каждого центра проектирования).

§ II.18. Для выявления грубых промахов и систематических ошибок в результатах радиогеодезических определений (измерениях, расшифровке, обработке) необходимо:

- а) обработать результаты контрольных измерений радиогеодезического базиса, выполненных в начале и конце полевых работ;
- б) выполнить фотограмметрический контроль путем построения и измерения отдельных моделей или коротких маршрутных сетей по аэроснимкам с изображением пунктов плановой геодезической сети, аэроснимкам смежных маршрутов, проложенных во встречных направлениях, и аэроснимкам взаимно пересекающихся маршрутов. Объем контрольных построений составляет 3 - 5 % от общего числа аэроснимков с радиоизмерениями.

Длину базиса, вычисленную по результатам радиоизмерений, сравнивают с ее значением, вычисленным по геодезическим координатам антенн наземных станций, установленных на концах базиса. Если расхождение между ними превышает 2,5 м, то должны быть повторно определены масштабная частота кварцевого генератора и постоянные поправки аппаратуры.

Фотограмметрические координаты пунктов геодезической сети и четких контурных точек, общих с аэроснимками смежных или пересекающихся маршрутов, преобразуют в радиогеодезическую систему. Средние расхождения между радиогеодезическими и геодезическими координатами пунктов геодезической сети не должны превышать 4 м при топографической съемке в масштабе 1:10000 и 10 м при топографической съемке в масштабе 1:25000. Средние случайные расхождения между значениями радиогеодезических координат контурных точек из смежных или пересекающихся маршрутов не должны превышать соответственно 6 и 14 м.



Если в результате контроля выявляются систематические ошибки радиогодезических координат, то определяют их величину и исправляют соответственно радиогодезические координаты центров проектирования.

§ П.19. Для учета систематической деформации аэрофильма при обработке снимков на универсальных приборах (триангулирование и картирование), а также при съемке рельефа на СТД-2 измеряют с помощью стереокомпаратора расстояние между координатными метками (оптическими, механическими или крестами АФА-ТЭС), расположенными на осях  $x_x$  и  $u_y$  снимка. Измерения выполняют по диапозитивам (или отпечаткам на стекле - для СТД-2).

Значения коэффициентов продольной ( $K_x$ ) и поперечной ( $K_y$ ) деформации вычисляют до четвертого знака после запятой. При  $K_x - K_y \leq 0,002$  исправленное за деформацию значение фокусного расстояния снимков вычисляют, используя  $K_{ср}$ ; если  $K_x - K_y > 0,002$ , значение фокусного расстояния исправляют в соответствии с коэффициентом продольной деформации

$$\Delta K = \left( \frac{K_x}{K_y} - 1 \right).$$

$K_x$ . Кроме того, вычисляют коэффициент  $\left( \frac{K_x}{K_y} - 1 \right)$ , который используют для исправления ординат точек фотограмметрических сетей, построенных на универсальных приборах.

§ П.20. Наличие искажений изображения на снимках определяют преимущественно построением модели на универсальном приборе с оценкой остаточных величин поперечных параллаксов в различных точках модели. Поперечные параллаксы измеряют при помощи базисного устройства  $b_y$ . Остаточные поперечные параллаксы не должны превышать

$q = 0,03 \frac{Z}{F}$  - (мм), где  $Z$  - высота фотографирования в масштабе модели, измеренная на приборе;  $F$  - фокусное расстояние прибора. Одновременно с измерением поперечных параллаксов необходимо убедиться в отсутствии ложных округлых впадин, возникающих вследствие попадания соринки или пыли на прижимную доску аэрофотоаппарата.

В равнинных районах допускается также оценка искажений путем сравнения измеренных на стереокомпараторе поперечных параллаксов 10 - 12 четких контурных точек с их предвычисленными значениями. Расхождения между измеренными и предвычисленными значениями поперечных параллаксов контрольных точек не должны быть более чем 0,03 мм.

§ П.21. Элементы взаимного ориентирования аэроснимков (для рисовки рельефа на СТД-2) определяют по данным триангулирования, если оно выполняется по аэроснимкам, предназначенным для съемки рельефа, аналитическим способом или на универсальных приборах.

Измерения для аналитического определения элементов взаимного ориентирования производят на стереокомпараторе, вычисления можно выполнять на ЭВМ или вручную. Измерения и последующие вычисления выполняют независимо друг от друга два исполнителя при различных значениях ординат угловых точек ( $y = 60 - 65$  мм и  $y = 70$  мм). Средние расхождения элементов взаимного ориентирования, полученные дважды при разных ординатах, не должны превышать:

$$\begin{aligned} \text{при } f_k = 70 \text{ мм} &- 1', \\ \text{" } f_k = 100 \text{ мм} &- 1,5', \\ \text{" } f_k = 140 \text{ мм} &- 2' \end{aligned}$$

На универсальных приборах элементы взаимного ориентирования определяют по отсчетам на шкалах коррекционных механизмов, полученным после устранения поперечных параллаксов на точках стереопары. Такие определения выполняют независимо друг от друга два исполнителя, расхождения результатов не должны превышать приведенных выше допусков.

§ П.22. Высоту фотографирования для аэроснимков равнинных районов определяют по показаниям радиовысотомера (§ П.16).

Если фотограмметрическое сгущение опорной сети выполняют по аэроснимкам, предназначенным для съемки рельефа, то высоты и базисы фотографирования получают по данным триангулирования.

Если показаний радиовысотомера нет, а триангулирование выполняют по аэроснимкам второго залета, высоты фотографирования конечных снимков каждого маршрута определяют путем сравнения длин идентичных отрезков на аэроснимке и в плановой фотограмметрической сети, а базисы фотографирования измеряют непосредственно на аэроснимках. Длины отрезков, измеренные по снимкам, должны быть исправлены за систематическую деформацию снимка. Измеренные по снимкам длины базисов исправляют за взаимный продольный угол  $\Delta\alpha$  данной стереопары и угол  $\alpha_{л.}$  Высоты фотографирования всех промежуточных снимков маршрута вычисляют, используя показания статоскопа. Если полученное при этом значение высоты фотографирования для конечного снимка маршрута отличается от его значения, вычисленного по отрезкам, более чем на 5 м, то невязку распределяют пропорционально числу снимков в маршруте.

§ II.23. После выбора точек фотограмметрического сгущения (см. § III.5) маркируют их на диапозитивах при помощи специальных приборов или интерпретоскопа. Точки маркируют на левом снимке каждой стереопары, диаметр накола не должен превышать 0,04 - 0,05 мм. Вначале маркируют общие точки в поперечном перекрытии маршрутов, а затем все остальные точки вне поперечного перекрытия маршрутов. Отождествление идентичных точек и их искусственное маркирование необходимо выполнять с максимально возможной точностью и тщательно контролировать.

### III. ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЕ СГУЩЕНИЕ ОПОРНОЙ СЕТИ

§ III.1. Фотограмметрическое сгущение планового и высотного обоснования должно выполняться, как правило, одновременно построением пространственных фотограмметрических сетей. Если при съемке с сечением рельефа 1 м и менее фотографирование местности исполнено в двух масштабах (для съемки рельефа и изготовления фотопланов), фотограмметрическое сгущение высот должно выполняться по аэроснимкам, предназначенным для съемки рельефа; в этом случае, если это целесообразно, плановое сгущение может выполняться раздельно по аэроснимкам более мелкого масштаба, используемым для изготовления фотопланов.

Маршрутные сети по аэроснимкам каркасных маршрутов строят дважды.

По аэроснимкам съемки площади построение сетей (измерение) выполняет или один исполнитель (при двух приемах измерений), или независимо друг от друга два исполнителя - в зависимости от качества материалов аэрофотосъемки, плотности геодезического обоснования, характера местности, опыта исполнителей работ.

§ III.2. Программа, используемая для решения на ЭВМ задачи построения сетей фототриангуляции аналитическим способом, должна обеспечивать стабильные результаты точности независимо от масштаба картографирования, физико-географических условий района работ и условий аэрофотосъемки.

§ III.3. Внешнее ориентирование маршрутных сетей, построенных аналоговым способом, может выполняться:

- а) аналитически с использованием ЭВМ или настольных вычислительных средств;
- б) графоаналитическим способом ориентирования высот и редуцированием плановых координат.

При внешнем ориентировании на ЭВМ маршрутных сетей, построенных аналитическим или аналоговым способом, опорные точки на концах и в середине маршрутной сети должны быть определены в плане и по высоте. Если высотных секций в маршрутной сети больше двух, то при съемках с сечением рельефа 1 м и менее внешнее ориентирование выполняется в два этапа. На первом этапе ориентируется вся сеть для определения плановых координат фотограмметрических точек и точек высотного съемочного обоснования. На втором этапе

(для определения высот) выполняется внешнее ориентирование отдельно каждого участка, состоящего из двух секций высотной сети.

Применение графоаналитического способа внешнего ориентирования высот допускается при съемках с сечением рельефа 2 м и более, а при съемках с меньшими высотами сечения рельефа только в тех случаях, когда расстояние между рядами высотных опорных точек меньше четырех базисов фотографирования и систематическая ошибка в превышениях между центрами смежных снимков не вызывает прогиба более 0,1 высоты сечения рельефа.

§ III.4. Способ редуцирования плановых координат выбирают в зависимости от соотношения масштаба плана и масштаба аэроснимков (коэффициента редуцирования  $R$ ), длины сетей и их деформаций. Если при  $R < 1,5$  сеть строилась в масштабе плана и невязка на опорных точках в конце сети меньше 1 мм, ее распределяют линейно (непосредственно на сети) и копируют на основу исправленное положение точек; увязка с учетом расхождений на общих точках смежных маршрутов проводится на основе. Если невязка в плане больше 1 мм, сеть редуцируют на фоторедукторе ПРС. Оптическое редуцирование при помощи ПРС применяется также в тех случаях, когда масштаб построений не равен масштабу карты, расстояние между ближайшими вдоль маршрута плановыми опорными точками меньше 80 - 90 см на плане и расхождения в положении общих точек в середине редуцированных смежных сетей из-за систематических деформаций меньше 0,8 мм на плане. Если расстояние между опорными точками или деформации сети больше указанного допуска, применяется аналитическое редуцирование или комбинация аналитического и оптического способов. В последнем случае аналитически редуцируют координаты только части точек:

а) «узловых» - основных фотограмметрических точек, выбранных через 40 - 50 см (на плане);

б) координируемых реперов;

в) контрольных точек.

Используя «узловые» точки в качестве опорных, выполняют оптическое редуцирование сети по частям.

§ III.5. В фотограмметрические сети включают:

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

б) закрепленные на местности точки инженерного назначения, координаты которых должны быть определены при фототриангулировании (при съемках в масштабах 1:5000 - 1:500);

в) основные фотограмметрические точки (в углах моделей), используемые как опорные при последующей обработке отдельных моделей;

г) трансформационные точки;

д) связующие точки для соединения моделей;

е) точки для связи со смежными участками;

ж) точки на урезах вод и наиболее характерные\* точки местности, отметки которых должны быть подписаны на карте или плане, в том числе точки с максимальной и минимальной отметками для расчета количества зон при трансформировании аэроснимков по установочным данным;

\* При большом числе характерных точек часть из них определяется в процессе стереосъемки рельефа на универсальных приборах.

з) точки, предназначенные ОТК для контроля процессов составления оригинала и трансформирования аэроснимков по зонам.

Число связующих точек для соединения моделей в маршрутную сеть должно быть не менее пяти - шести в каждой зоне тройного продольного перекрытия аэроснимков при

съемке в масштабе 1:10000 и крупнее ( $h_{\text{сеч}} \leq 2,5$  м) и не менее трех связующих точек при съемке в масштабах 1:10000 и 1:25000 ( $h_{\text{сеч}} = 5$  и 10 м).

Связующие точки выбирают с небольшими отступлениями от стандартной схемы, учитывая их использование и для взаимного ориентирования. Фотограмметрические точки разного назначения должны по возможности совмещаться.

Общее количество точек в пределах одной стереопары при аналитическом способе пространственной фототриангуляции ограничивается возможностями используемой программы; если требуемое число определяемых точек больше предусмотренного программой, можно применять вставку точек или двукратный счет на ЭВМ с включением одних и тех же опорных, связующих и основных точек, но различных дополнительных фотограмметрических точек.

Точки сети следует выбирать на плоских участках, совмещая их с надежно отождествляемыми контурами. Не допускается выбор точек на крутых скатах, затененных участках оврагов и лощин; последние определяют только в качестве характерных, если это обусловлено назначением съемки (например, при съемке масштаба 1:2000 для целей мелиорации).

Точки сети выбирают при стереоскопическом рассматривании снимков с увеличением не менее 4 - 6<sup>x</sup> (целесообразно использовать интерпретоскоп). Выбранные точки отмечают на контактных отпечатках, а затем маркируют на диапозитивах.

Отпечатки с намеченными точками систематизируют по маршрутным сетям и участкам обработки.

§ III.6. При составлении проекта должны быть записаны в бланки исходной информации или журналы триангулирования аналоговым способом все необходимые исходные данные:

- а) каталог координат точек геодезического обоснования;
- б) фокусное расстояние аэрофотоаппарата, координаты главной точки и координатных меток или расстояния между ними, значения дисторсии объектива аэрофотоаппарата;
- в) приближенное значение базиса фотографирования;
- г) значения высот фотографирования и высот центров проекции над изобарической поверхностью.

Для триангулирования аналоговым способом определяют также приближенное значение базисного компонента  $b_y$  в начальном звене; вычисляют расстояния между плановыми опорными точками в начальных звеньях сетей или отсчеты по шкале высот для масштабирования моделей по показаниям радиовысотомера; вычисляют коэффициент увеличения на координатографе СД-3 и рассчитывают величину изменения продольного угла наклона  $\alpha_{\text{л}}$  левого снимка последующего звена сети относительно значения  $\alpha_{\text{п}}$  этого снимка в предыдущем звене за влияние кривизны Земли, атмосферной рефракции, дисторсии объектива.

§ III.7. Координаты точек снимков можно измерять на стереокомпараторах любого типа, удовлетворяющих требованиям прил. 4. При использовании приборов с системой восстановления отсчетов на связующих точках и фотографированием марки в момент наведения на запроектированную точку измерения выполняют одним приемом, в остальных случаях - не менее чем двумя приемами. Координаты меток можно измерять монокулярно или стереоскопически.

Порядок измерения точек сети и меток и записи результатов измерений определяются инструкцией по используемой программе.

Результаты измерений могут быть записаны в упакованном и неупакованном виде; в первом случае в одной строке записывают  $x$  и  $p$ , а в другой строке  $y$  и  $q$ .

§ III.8. К журналам измерений координат прилагают заполненные журналы с массивами исходных данных двух типов: общими для обрабатываемого участка и общими для маршрута. Особенности составления информации каждого типа определяются инструкцией по составлению информации, прилагаемой к каждой программе.

§ III.9. Перфорирование информации производят непосредственно по журналам на перфорирующих устройствах, соответствующих типам применяемых ЭВМ, или при помощи регистрирующих устройств приборов, на которых производят измерения, либо путем использования тех и других устройств.

Все перфокарты (или ленты), изготовленные неавтоматизированным способом, должны быть проконтролированы либо путем считывания выданного ЭВМ на печать материала с оригиналом записи, либо путем использования репродуктора ПР 80, если выполнено дублирование перфорированного материала, или путем использования специальной программы.

§ III.10. Комплектование материалов для вычислений и вычисления на ЭВМ выполняют в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации программы, выбранной для работы.

§ III.11. Процесс построения на ЭВМ сетей пространственной фототриангуляции аналитическим методом должен контролироваться путем анализа распределения случайных ошибок измеренных координат и функций измеренных величин на всех этапах вычислений. Величины стандартных ошибок, вычисляемых ЭВМ, должны удовлетворять требованиям, указанным в табл. 2. Предельные значения ошибок, которыми следует руководствоваться для отбраковки грубых ошибок на различных этапах построения сетей, приведены в табл. 3 - 4. Качество геодезически ориентированных сетей аналитической пространственной фототриангуляции должно удовлетворять требованиям § III.19 - III.20.

§ III.12. При построении сетей маршрутной фототриангуляции аналитическим способом вычисление вероятнейших значений координат общих точек смежных сетей должно выполняться на ЭВМ по специальной программе. Как исключение можно использовать методику, применяющуюся при обработке результатов фототриангулирования на аналоговых приборах (см. § III.21).

§ III.13. Триангулирование аналоговым способом может выполняться: при независимом ориентировании каждого звена сети в направлении базиса и в виде частично свободных сетей.

Независимое ориентирование каждого звена достигается установкой базисного компонента  $bz$ , вычисленного по показаниям статоскопа, и изменением величины продольного угла наклона левого снимка по сравнению с его значением, полученным для данного снимка в предыдущем звене. При этом угол наклона можно изменить или в результате взаимного ориентирования стереопары или установкой предвычисленного угла (см. § III.6).

Таблица 2

Случайные ошибки	Количество точек в стереопаре	Стандартная ошибка $\sigma$ (мм) при измерении на стереокомпараторе				Допустимые частоты распределения случайных ошибок по интервалам		
		СК Цейсса 1818		СКВ	СКА18	$0 \leq x \leq \sigma$	$\sigma \leq x \leq 2\sigma$	$2\sigma \leq x \leq 3\sigma$
		для снимков хорошего качества	для снимков удовлетворительного качества					
Расхождения координат точек и меток, измеренных двумя приемами	9	0,0173	0,0208	-	-	6	3	-
	12	0,0165	0,0198	-	-	8	4	-
	15	0,0160	0,0193	-	-	10	5	-
	18	0,0158	0,0190	-	-	12	6	-
	25	0,0155	0,0187	-	-	17	7	1
Расхождения координат	3	0,0142	0,0167	0,0022	0,0041	4	2	-

Случайные ошибки	Количество точек в стереопаре	Стандартная ошибка $\sigma$ (мм) при измерении на стереокомпараторе				Допустимые частоты распределения случайных ошибок по интервалам		
		СК Цейсса 1818		СКВ	СКА18	$0 \leq x \leq \sigma$	$\sigma \leq x \leq 2\sigma$	$2\sigma \leq x \leq 3\sigma$
		для снимков хорошего качества	для снимков удовлетворительного качества					
идентичных точек зоны тройного перекрытия	4	0,0127	0,0154	0,0020	0,0040	5	3	-
	5	0,0122	0,0147	0,0018	0,0035	7	3	-
	6	0,0117	0,0141	0,0016	0,0032	8	4	-
Остаточные поперечные параллаксы после взаимного ориентирования (для независимых и полузависимых моделей)	9	0,0093	0,0103	0,0071	0,0088	6	3	-
	12	0,0088	0,0098	0,0070	0,0075	8	4	-
	15	0,0085	0,0096	0,0062	0,0067	10	5	-
	18	0,0084	0,0094	0,0056	0,0060	12	6	-
	25	0,0082	0,0092	0,0050	0,0053	17	7	1
Остаточные поперечные параллаксы после взаимного ориентирования (для зависимых моделей)	9	0,0115	0,0125	0,0087	0,0098	6	3	-
	12	0,0110	0,0120	0,0084	0,0091	8	4	-
	15	0,0107	0,0117	0,0078	0,0084	10	5	-
	18	0,0106	0,0116	0,0070	0,0076	12	6	-
	25	0,0103	0,0113	0,0063	0,0067	17	7	1

Таблица 3\*

Количество точек в пределах стереопары	Расхождения координат из двух приемов (мм)	Остаточные поперечные параллаксы (мм)	
		для независимых и полузависимых моделей	для зависимых моделей
9	0,0441	0,0221	0,0246
12	0,0477	0,0240	0,0266
15	0,0504	0,0252	0,0280
18	0,0521	0,0261	0,0290
25	0,0550	0,0276	0,0307

\* Рекомендуются для использования в программах аналитической фототриангуляции в качестве критерия для исключения грубых ошибок.

Данный способ можно применять при топографической съемке в масштабах 1:10000 и 1:25000 с высотами сечения рельефа 2 м и более, а также в случае построения плановых фотограмметрических сетей по аэроснимкам всхолмленных и горных районов.

Таблица 4

Количество связующих точек	Расхождения координат точек (мм) в зоне тройного перекрытия снимков при количестве координатных меток;		Расхождения продольных параллакс на общих точках смежных моделей (мм)
	8	4	
3	0,074	0,052	0,023
4	0,084	0,060	0,026
5	0,090	0,064	0,028
6	0,095	0,067	0,029

В частично свободных сетях выполняется внешнее ориентирование (на приборе) первого звена с построением последующих звеньев по методу продолжений. Такие построения применяют при топографической съемке в масштабах 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 с высотами сечения рельефа 1 м и менее, а также в тех случаях, когда показания статоскопа используют для уравнивания фотограмметрических высот.

§ III.14. Взаимное ориентирование снимков при триангулировании на универсальных приборах выполняется в линейно-угловой системе движениями  $\chi_{\text{п}}$ ,  $b_{\text{v}}$ ,  $b_{\text{z}}$ ,  $\alpha_{\text{п}}$ ,  $\omega_{\text{п}}$ .

Приведение модели к выбранному масштабу построения в начальном звене сети выполняется по расстоянию между точками планового съемочного обоснования - при наличии двух точек в начальном звене, или по показаниям радиовысотомера; на объектах работ, где плановое обоснование исполнено радиогеодезическим методом, масштабирование может выполняться по длине базиса фотографирования, вычисленной по радиогеодезическим координатам центров проектирования или наклонным дальностям между центром проекции и наземными станциями.

Горизонтирование начального звена сети выполняется по опорным высотным точкам; если начальное звено обеспечено только двумя опорными высотными точками, то в направлении базиса модель можно горизонтировать по показаниям статоскопа.

Высоты всех точек и плановые координаты точек, редуцируемые аналитическим способом, измеряют двумя приемами. В случае применения оптико-механического или графического способа редуцирования точки сети наносят на малодеформирующийся пластик; если плановыми опорными точками служат при этом центры проекции (радиогеодезический способ планового обоснования), их положение в фотограмметрической сети получают (накалывают) при отвесном положении соответствующего проектирующего рычага прибора.

§ III.15. При построении фотограмметрических сетей на универсальных приборах должны соблюдаться следующие допуски (средние значения):

а) центрирование диапозитивов и установка отсчетов на шкалах децентраций с точностью 0,1 мм; при съемке равнинных районов в масштабах 1:10000 и 1:25000 с высотой сечения рельефа 2 м и более допуск может быть увеличен до 0,2 мм;

б) остаточные поперечные параллаксы на точках модели после взаимного ориентирования не должны быть более 0,015 мм;

в) расхождения между значениями плановых координат точек из двух приемов измерений, а также из смежных зон (при обработке аэроснимков горных районов по зонам) не должны быть более 0,07 мм, а расхождения отметок точек 0,2 высоты сечения рельефа;

г) масштабирование начального звена выполняется с относительной ошибкой 1:800;

д) остаточные расхождения фотограмметрических и геодезических отметок опорных точек при горизонтировании начального звена не должны быть более 0,2 от высоты сечения рельефа;

е) расхождения в смежных звеньях величины угла  $\chi$  для снимка, общего этим звеньям, не должны быть более 1';

ж) остаточные расхождения высот на связующих точках при передаче масштаба и соединении звеньев не должны быть более 0,2 высоты сечения рельефа, а расхождения плановых координат - не более 0,1 мм в масштабе модели;

з) при построении сети на универсальном приборе СД-3 поправка  $\delta F$  в фокусное расстояние проектирующей камеры вводится, если отсчеты на шкалах  $\alpha$ ,  $\omega$  коррекционных механизмов отличаются от значений места нуля более чем на 1 мм.

§ III.16. В журнал построения сети должны быть записаны для каждого звена результаты, полученные на всех этапах триангулирования:

а) отсчеты на шкалах коррекционных механизмов и децентраций после взаимного ориентирования (в начальном звене - после его горизонтирования);

- б) результаты определения масштаба и горизонтирования начального звена;
- в) отсчеты по шкалам  $\chi$  (СД) или значения координат меток (СПР);
- г) отсчеты по счетчикам базисных устройств и шкале высот (для главных точек снимков), координаты связующих точек и их расхождения в смежных звеньях;
- д) измеренные координаты точек фотограмметрической сети.

§ III.17. До внешнего ориентирования сети необходимо выполнить контроль наблюдений и оценить качество построений.

По журналу построения сети проверяют соблюдение допусков § III.15.

Качество построения отдельных маршрутных сетей пространственной фототриангуляции оценивают по величинам деформации кручения и прогиба. Средние значения этих деформаций сети по высоте не должны превышать половины высоты сечения рельефа; предельные значения, равные удвоенным средним, могут встречаться не чаще чем для 10 % сетей. Если деформации сетей больше, их возвращают на повторное построение.

§ III.18. При внешнем ориентировании аналоговых маршрутных сетей аналитическим способом (на ЭВМ или при помощи настольных вычислительных машин) для уменьшения систематических деформаций сетей поправки высот и плановых координат точек должны вычисляться по уравнениям второй степени.

Информацию для обработки на ЭВМ составляют в соответствии с инструкцией по применяемой программе.

При использовании графоаналитического способа горизонтирования высот линии равных значений поправок следует проводить с интервалом по высоте:

0,2 от высоты сечения рельефа - при съемках с  $h_{\text{сеч}} \leq 1$  м,

0,4 от высоты сечения рельефа - при съемках с  $h_{\text{сеч}} \geq 2$  м.

Поправки высот отсчитывают с точностью до 0,25 принятого интервала.

Графическое (§ III.4) и оптико-механическое редуцирование на фоторедукторе ПРС плановых точек должно выполняться с графической точностью. Расхождения в положении проекций опорных точек с их положением на основе не должны быть более 0,2 мм; при использовании радиогеодезических координат центров проекции допуск увеличивается в 1,5 раза. Контроль оптико-механического редуцирования осуществляется повторным редуцированием части сетей (10 - 15 %); смещение точек от полученного ранее положения не должно превышать 0,4 мм.

§ III.19. Качество триангулирования по аэроснимкам каркасных маршрутов оценивается по следующим данным:

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

б) по расхождениям полученных фотограмметрических координат точек сети из двух построений;

в) по расхождениям фотограмметрических и геодезических координат контрольных геодезических точек, не использованных при внешнем ориентировании сетей.

Остаточные средние расхождения высот на опорных геодезических точках после внешнего ориентирования сети не должны превышать  $\frac{1}{10}$  высоты сечения рельефа, а расхождения плановых координат - 0,1 мм в масштабе карты.

Средние расхождения высот точек из двух построений не должны быть более  $\frac{1}{4}$  высоты сечения рельефа в равнинных и всхолмленных районах и  $\frac{1}{3}$  высоты сечения рельефа в горных и высокогорных районах. Средние расхождения в плановом положении точек не должны превышать 0,4 мм в масштабе создаваемой карты. Число предельных расхождений, равных удвоенным средним, не должно быть более 5 %. При соблюдении указанных допусков вычисляют окончательные значения координат точек сети, как среднее из двух определений. Точки с грубыми расхождениями плановых координат или высот исключают.



Средние расхождения между окончательными высотами контрольных точек и их геодезическими отметками не должны быть более  $\frac{1}{5}$  высоты сечения рельефа, а расхождения в плане - 0,25 мм в масштабе карты.

§ III.20. После внешнего ориентирования группы маршрутных сетей в границах, предусмотренных проектом, следует оценить качество сгущения по величинам и знакам расхождений полученных значений координат на общих точках смежных маршрутов, по расхождениям фотограмметрических и геодезических координат на опорных точках и на пунктах геодезической сети, не использованных при внешнем ориентировании (контрольных точках).

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

а)  $0,4h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения 1 м, а также при съемках в масштабах 1:1000 и 1:500 с сечением рельефа через 0,5 м;

б)  $0,5h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотами сечения 2 и 2,5 м, а также при съемке в масштабах 1:2000 и 1:5000 с сечением 0,5 м;

в)  $0,7h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотами сечения 5 и 10 м.

Средние расхождения в плановом положении точек, полученном из смежных маршрутов, не должны быть более 0,6 мм в масштабе карты (плана).

Если расхождения высот или плановых координат точек данной маршрутной сети и обеих смежных сетей имеют систематический характер и превышают допустимые, то деформированную сеть строят повторно. При съемках с высотами сечения рельефа 2,5 м и больше можно исправить высоты точек деформированной сети при совместной увязке результатов триангулирования в группе сетей, если характер деформации (остаточный прогиб, перекосы отдельных звеньев) выявлен надежно, а расхождения высот не превышают высоту сечения рельефа.

Остаточные средние расхождения высот на опорных геодезических точках после внешнего ориентирования сети не должны превышать  $0,1h_{\text{сеч}}$ , а расхождения в плане - 0,1 мм на карте (плана).

Для контрольных точек, полученных из одного маршрута, средние расхождения фотограмметрических и геодезических высот не должны превышать:

а)  $0,28h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения рельефа 1 м, а также при съемках в масштабах 1:1000 и 1:500 с сечением рельефа через 0,5 м;

б)  $0,35h_{\text{сеч}}$  - при съемках с сечением рельефа через 2 и 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:2000 и 1:5000 с сечением через 0,5 м;

в)  $0,5h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения рельефа 5 и 10 м.

В залесенных районах допуски увеличиваются в 1,5 раза.

Средние расхождения в плановом положении контрольных точек, полученных из одного маршрута, не должны превышать 0,4 мм на создаваемой карте (плана).

§ III.21. После анализа, отбраковки и повторных построений выполняется совместная увязка фотограмметрических высот и координат точек в группе маршрутных сетей; при этом должны быть также использованы все контрольные точки и отметки урезов воды.

При наличии соответствующей программы такая увязка выполняется на ЭВМ. В случае ручного выполнения процесса увязки усредняют значения координат, полученные из смежных сетей; если расхождения на общих точках смежных маршрутов или остаточные погрешности на контрольных точках свидетельствуют об остаточных деформациях отдельных сетей или участков, то предварительно определяют поправки по зависимостям, соответствующим характеру остаточных деформаций. Одновременно проводят увязку с данными триангулирования на смежных участках.

Увязанные высоты и плановые координаты контрольных точек сравнивают с геодезическими. Средние расхождения высот не должны превышать:

а)  $0,2h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения рельефа 1 м, а также при съемках в масштабах 1:1000 и 1:500 с сечением 0,5 м;

б)  $0,25h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения рельефа 2 и 2,5 м, а также при съемках в масштабах 1:2000 и 1:5000 с сечением 0,5 м;

в)  $0,35h_{\text{сеч}}$  - при съемках с высотой сечения рельефа 5 и 10 м.

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

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

§ III.22. По материалам заключительной обработки результатов триангулирования составляют каталоги координат и проводят оценку точности. Вычисляют (или выписывают из материалов счета на ЭВМ) элементы ориентирования, высоты и базисы фотографирования, а также установочные элементы для трансформирования снимков (если фотопланы изготавливают по тем же аэроснимкам).

Кроме основного каталога, составляют каталог координат контрольных фотограмметрических точек для проверки оригиналов Отделом технического контроля.

Точность фотограмметрических координат оценивают по остаточным погрешностям на контрольных геодезических точках и по расхождениям на общих точках смежных маршрутов. Результаты оценки должны быть записаны в формуляры трапеций и в технический отчет. Отчет должен содержать сведения о методике исполнения работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети, качестве сетей и результативной точности определения координат.

#### IV. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОПЛАНОВ

§ IV.1. Фотоплан может быть получен путем:

а) монтажа отдельных трансформированных аэроснимков или ортофотоснимков;

б) оптического монтажа с одновременным трансформированием по зонам.

Перед трансформированием аэроснимков определяют деформацию фотобумаги, подготавливают трансформационные основы, рассчитывают высоты зон и поправки за рельеф в положение трансформационных точек (с округлением до 0,1 мм). Фотобумага считается пригодной для изготовления фотопланов, если ее разностная деформация не превышает 0,20 % при  $R \leq 1,4^x$ ; 0,14 % при  $1,4^x < R \leq 2^x$  и 0,10 % при  $R > 2^x$  ( $R$  - коэффициент увеличения аэроснимков). При  $R \geq 4^x$ , когда снимок покрывает целую трапецию, необходимо использовать фотобумагу, наклеенную на жесткую основу.

§ IV.2. Снимки для монтажа фотопланов могут быть получены путем трансформирования:

а) на одну горизонтальную плоскость, если превышения точек местности в пределах используемой части аэроснимка не превышают значений, рассчитанных по табл. 5;

Таблица 5

Радиус рабочей площади на аэроснимке (мм)	Допустимые $h$ (м) при масштабе фотоплана 1:10000 и $f_k$ (мм)						
	50	70	100	140	200	350	500
60	7	9,5	13	19	27	47	67
70	6	8,0	11	16	23	40	57
80	5	7,0	10	14	20	35	50
90	4,5	6,0	9	12	18	31	44
100	4	5,5	8	11	16	28	40
110	3,5	5,0	7	10	14	25	36

Примечание. Если масштаб 1:М создаваемого фотоплана отличается от М1:10000, то допустимые высоты зон определяют умножением табличных значений  $h$  на отношение М1:10000.

б) на одну наклонную плоскость, если разность высот точек местности относительно этой плоскости не превышает тех же значений, что и в п. а);

в) на несколько горизонтальных или наклонных плоскостей.

Снимки для монтажа фотопланов можно получить также путем ортофототрансформирования.

Фототрансформирование на несколько горизонтальных плоскостей (зон) применяется при количестве зон, не превышающем пяти; высота зоны соответствует допустимому превышению при трансформировании на одну горизонтальную плоскость.

Трансформирование снимка на наклонные плоскости применяется, если изобразившаяся на аэроснимке местность имеет один или два перегиба ската.

Если разности высот точек местности в пределах аэроснимка вызывают необходимость трансформирования более чем на пять плоскостей или в случае значительного расчленения рельефа местности, следует применять дифференциальное трансформирование.

Способ трансформирования устанавливается при рабочем проектировании в соответствии с рельефом местности. Границы зон размечают на снимках.

§ IV.3. Фототрансформирование выполняют на фототрансформаторах Seg-V, ФТБ и ФТМ; при коэффициентах увеличения  $R \geq 3^{\times}$  предпочтительнее использовать Seg-V. Ортофототрансформирование выполняют на ортофотопроекторе ОФПД.

§ IV.4. Трансформирование аэроснимков можно выполнять по трансформационным точкам или по установочным данным.

При трансформировании по точкам несовмещение проекций точек снимка с их положением на копии основы не должно превышать 0,4 мм. В случае трансформирования на наклонные плоскости добиваются совмещения центральной точки и точек, расположенных на данной плоскости (склоне); остальные трансформационные точки аэроснимка должны находиться на соответствующих центральных направлениях. Если для трансформирования используются фототрансформаторы Seg-V, то необходимо точно центрировать аэронегативы по координатным меткам.

Для трансформирования по установочным данным должны быть определены углы наклона экрана вдоль осей X и Y (Seg-V, ФТМ) или угол наклона экрана и поворота кассеты (ФТБ), значения децентраций снимков и расстояния на основе между координатными метками для каждой зоны. Аэронегативы центрируют и ориентируют по координатным меткам.

§ IV.5. Перед ортофототрансформированием объект делят на участки с одинаковой крутизной скатов; для каждого участка выбирают длину L щели в соответствии с данными табл. 6; подготавливают исходные данные для установки на ОФПД (значения базиса проектирования и элементов ориентирования). Крутизну скатов определяют по карте. Участки отмечают на схеме (см. § II.12) и для каждого из них указывают требуемую длину щели.

При выборе аэроснимков для ортофотопроектирования руководствуются следующим:

а) ортофотопроектирование должно вестись со снимка, на котором преобладающие скаты приводят к двоению контуров (а не к исчезновению);

б) при крутых склонах для увеличения длины щели стереопара должна обрабатываться дважды, т.е. первый раз для ортофотопроектирования берется правый снимок, а второй раз левый;

Таблица 6

Длина щели L (мм)	Коэффициент увеличения R				Длина щели L (мм)	Коэффициент увеличения R			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	$f_k = 70 \text{ мм}$				1	$f_k = 200 \text{ мм}$			
	15°	7°	5°	4°		37°	21°	14°	11°

Длина щели L (мм)	Коэффициент увеличения R				Длина щели L (мм)	Коэффициент увеличения R			
	1	2	3	4		1	2	3	4
2	7	4	2	2	2	20	14	7	5
3	5	2	2	1	3	13	9	4	3
4	4	2	1	1	4	10	7	3	3
$f_k = 100 \text{ мм}$					$f_k = 350 \text{ мм}$				
1	20°	10°	7°	5°	1	53°	34°	24°	18°
2	10	5	3	3	2	32	18	12	9
3	7	3	2	2	3	22	15	8	6
4	5	3	2	1	4	17	9	6	4
$f_k = 140 \text{ мм}$									
1	28°	15°	10°	8°					
2	14	7	5	4					
3	9	5	3	2					
4	7	4	2	2					

Примечание. Табл. 6 составлена из расчета допустимой величины исчезновения контуров, не превышающей 0,2 мм в масштабе фотоплана, если в задании эта величина будет иметь иное значение, то крутизна  $v_x$  ската должна быть подсчитана по формуле

$$\text{arctg } v_x = \frac{2,4 \Delta X_{\text{доп}}}{x(1 - \Delta X_{\text{доп}})R}$$

$\Delta X_{\text{доп}}$  - половина допустимой величины исчезновения контуров;

$x$  - максимальная абсцисса в пределах обрабатываемой площади стереопары.

в) при очень больших превышениях в пределах стереопары ( $\Delta h > 0,35H$ ) ортофототрансформирование должно выполняться на две плоскости.

Следует учитывать, что ортофотонегатив в ОФПД получают с правого диапозитива.

Рабочая площадь, подлежащая ортотрансформированию, отмечается на контактных отпечатках с учетом перекрытия ортофотоснимков при монтаже на 10 - 15 мм.

§ IV.6. Ортофототрансформирование включает:

а) взаимное ориентирование снимков и определение углов наклона модели;

б) дифференциальное трансформирование при профилировании модели.

Взаимное ориентирование выполняется известными приемами.

Если углы наклона модели  $\varphi$  не превосходят значений, приведенных в табл. 7, то горизонтирование модели не выполняют, а приступают к профилированию.

Этот процесс заключается в том, что при автоматическом движении каретки  $Y$  оператор, наблюдая стереомодель, удерживает марку на ее поверхности штурвалом  $X$  (переключенным на движение  $Z$ ). Мелкие элементы рельефа (промоины, небольшие перегибы скатов, канавы и т.п.) не принимаются во внимание, а в населенных пунктах марка совмещается с поверхностью земли. В процессе профилирования проектируемое через щель изображение экспонируется на фотопластинку или пленку, помещаемую в кассету ОФПД.

Таблица 7

Длина щели (мм)			
4	3	2	1
$\varphi_s$ (мин)			
34	43	43	43

При ортофототрансформировании на две плоскости ортофотоснимки двух зон должны перекрываться между собой на 15 - 20 мм. Если одна или несколько опорных точек не

попадают в какую-либо из зон, то районы этих точек ортофотопроектируют несколькими короткими полосами в масштабе данной зоны.

§ IV.7. После получения ортофотонегативов с них изготавливают отпечатки с одновременным приведением изображения к заданному масштабу. Приведение к масштабу осуществляется на увеличителе или фототрансформаторе (при нулевых установках углов наклона и децентрации) по опорным точкам или по установочным данным. В случае приведения ортофотоснимков к заданному масштабу по опорным точкам (наколотым на ортофотонегативе) несовмещение их изображения с точками основы не должно превышать 0,4 мм в случае приведения к масштабу не менее чем по трем точкам и 0,2 мм - по двум точкам.

§ IV.8. Полученные отпечатки трансформированных аэроснимков используют для составления фотопланов. Монтаж фотопланов осуществляют на жестких основах (на бумагу, наклеенную на алюминий или на авиационную фанеру с нанесенными по координатам трансформационными точками) в пределах одного, двух или четырех листов создаваемого плана. Положение отпечатка на основе определяется путем совмещения пробитых пуансоном отверстий на изображениях трансформационных и центральных точек с положением соответствующих точек на основе. При этом величины несовмещения не должны превышать 0,4 мм. Снимки обрезают и приклеивают к основе безводным клеем. Фотоизображение за рамками планшетов должно сохраняться в пределах полосы шириной 1 см, а по свободным рамкам - 2 см.

Отпечатки аэроснимков, трансформированных по зонам, монтируют теми же приемами. Одноименные отпечатки для разных зон трансформирования укладывают на основе по одним и тем же точкам. Предварительно на каждом отпечатке в опорные точки вводят поправки за влияние рельефа.

§ IV.9. Изготовление фотопланов путем оптического монтажа зон производится при больших коэффициентах увеличения ( $R \geq 3$ ), предпочтительнее при помощи фототрансформатора Seg-V.

Перед трансформированием изготавливают основу, для чего на лист алюминия наклеивают фотобумагу, на которую сверху наклеивают еще светонепроницаемую бумагу («рубашку»). После этого на «рубашке» накалывают углы рамки трапеции, выходы километровой сетки, опорные и все фототриангуляционные точки; наносят границы зон (в соответствии с § IV.2), линии километровой сетки и основные элементы гидрографической сети.

Трансформирование выполняют в соответствии с § IV.4. Перед фотоэкспонированием ланцетом разрезают светонепроницаемую бумагу по границам зон, открывают начальную зону и экспонируют, затем вновь заклеивают ее, изменяют масштаб проектирования для следующей зоны, открывают ее и экспонируют и т.д. После экспонирования всех зон выполняют химико-фотографическую обработку.

Этот способ может быть применен для монтажа фотопланов из снимков, трансформируемых на одну плоскость, и ортофотоснимков (целесообразно применять при больших увеличениях  $R > 2^{\times}, 5$ ). В этом случае должны выполняться перечисленные выше операции, но на «рубашке» вырезается участок, площадь которого покрывается проекцией рабочей площади аэроснимка (ортофотоснимка). Монтаж фотопланов из ортофотоснимков можно выполнять на фотоувеличителе.

§ IV.10. Точность смонтированного фотоплана должна быть проверена по точкам, порезам и сводкам со смежными фотопланами. Контроль фотоплана по точкам заключается в определении величин несовмещения центров отверстий, пробитых пуансоном на отпечатках на всех точках, по которым трансформировался аэроснимок, с одноименными точками на основе. Величины несовмещения в равнинных и всхолмленных районах не должны превышать 0,5 мм, а в горных - 0,7 мм.

Несовмещения контуров по порезам не должны быть больше 0,7 мм, а при коэффициенте трансформирования более  $1,5^x$  - до 1,0 мм. В горных районах расхождения контуров по порезам не должны превышать 1,0 мм.

Допустимые величины несовмещений при контроле по сводкам: 1,0 мм в равнинных и всхолмленных районах и 1,5 мм в горных районах. В равнинных районах, как исключение, допускают расхождения по сводкам до 1,5 мм (не более 5 %).

Запрещается выпуск фотопланов из цеха без сводки со смежными фотопланами (или графическими планами) того же масштаба. При съемках в масштабах 1:25000 и 1:10000 должна быть выполнена такая сводка с ранее изданными картами. Контроль фотографического качества фотоплана осуществляется визуальным сравнением с эталоном.

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

§ IV.11. На фотоплане, соответствующем указанным техническим требованиям, должны быть нанесены и вычерчены условными знаками все опорные геодезические пункты. Должна быть также вычерчена рамка и выполнено зарамочное оформление фотоплана.

§ IV.12. Мозаичный фотоплан для фотокарты изготавливают в масштабе карты по существующей технологии. Должно быть обращено особое внимание на проработанность деталей, равномерность и одинаковую оптическую плотность по стыкам смонтированных отпечатков (расхождение до 0,15 ед.). На фотоплане до снятия с него копии, непосредственно используемой при издании, недопустимы какие-либо ретушерные или графические работы. Копия с фотоплана на матовой фотобумаге (наклеенной на жесткую основу) воспроизводится с коэффициентом контрастности, равным единице, т.е. с прямолинейной и пропорциональной передачей градаций полутонов.

## **V. ДЕШИФРИРОВАНИЕ**

§ V.1. Камеральное дешифрирование заключается в выявлении и распознавании по аэрофотоизображению местности тех объектов, которые должны показываться на топографической карте или плане данного масштаба, установлении их качественных и количественных характеристик и нанесении на аэроснимки, фотоплан или графический оригинал условных знаков и надписей, принятых для обозначения данных объектов.

§ V.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 аэроснимках. Камеральное дешифрирование целесообразно ставить после полевого также при съемках в масштабах 1:1000, 1:500 на участках с плотной малоэтажной застройкой, когда возникает необходимость измерения в натуре ширины свесов крыш и карнизов построек, чтобы устанавливать затем на аэроснимках положение оснований дешифрируемых зданий.

§ V.3. При камеральном дешифрировании, выполняемом до полевых работ, используют стереоскопическое изучение аэроснимков и материалы картографического значения. В процессе дешифрирования, наряду с распознаванием и вычерчиванием (гравированием) уверенно дешифрирующихся объектов, отмечают участки, по которым потребуется доработка дешифрирования на местности (из-за недостаточности характеристик объектов, их малых размеров и контрастности, слабой распознаваемости среди растительности и в тенях, нечеткости воспроизведения на аэроснимках углов контуров ориентирного значения и др.).

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

§ V.4. Если на данной территории наряду с основной аэрофотосъемкой была поставлена дополнительная в более крупном масштабе, то камеральное дешифрирование должно проводиться с использованием материалов обоих залетов. При этом крупномасштабные аэроснимки следует применять для распознавания объектов, а приведенный к масштабу создаваемой карты или плана комплект основных аэроснимков, смонтированный по ним фотоплан или составительский оригинал - для вычерчивания (гравирования) результатов дешифрирования.

§ V.5. При постановке камерального дешифрирования отдельно от составительских работ недопустимо ограничиваться простым визуальным изучением аэроснимков. Применение в данном случае стереоскопических приборов, позволяющих рассматривать модель местности с увеличением и производить измерения объектов (стереометры, интерпретоскопы и др.), обязательно.

В процессе камерального дешифрирования в комплексе работ по составлению оригинала карты или плана, наряду с § V.6 - V.9, следует руководствоваться § VI.1 : к, VI.4