***Московский колледж геодезии и картографии***

***Технический проект***

***“Создание топографических планов масштаба 1:5000”***

***Москва***

***1998 г.***

***Общие положения по созданию топопланов 1: 5000***

При создании топографических планов методами стереотопографической, комбинированной, и фототеодолитной съёмки выполняется комплекс камеральных работ. Полный комплекс этих работ при стереотопографической съёмке включает в себя составление тех проекта, подготовительные работы, фотограмметрическое сгущение опорной сети, изготовление фотопланов, дешифрирование, стереоскопическую съёмку контуров и рельефа, редактирование оригиналов планов, подготовку оригиналов карт к изданию.

При комбинированной съёмке выполняются составление тех проекта, подготовительные работы, фотографическое сгущение плановой сети, изготовление фотопланов и подготовка к изданию оригиналов карт.

Средние ошибки в положении на плане предметов и контуров местности с чёткими очертаниями относительно ближайших точек планового съёмочного обоснования, выраженные в масштабе создаваемого плана, не должны превышать:

1. 0,5 мм - при создании планов равнинных, всхолмлённых и пустынных районов преобладающими уклонами местности до 6 градусов.
2. 0,7 мм - при создании планов горных и высокогорных районов.

Предельные расхождения в положении контуров не должны превышать удвоенных средних значений 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. Средние ошибки рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования , выраженная в долях принятой высоты сечения рельефа горизонталями , не должны превышать значений:

* Плоскоравнинные с углами наклона до 1 градуса - высоты сечения рельефа
* Равнинные с углами наклона от одного до двух градусов -  высоты сечения рельефа
* Всхолмлённые при углах наклона от 2 до 6 градусов -  высоты сечения рельефа

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

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

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

***Подготовительные работы***

Для проведения фотограмметрических работ выполняют вначале подготовительные работы, которые включают:

1. изучение материалов аэрофотосъёмки и полевых топографо-геодезических работ, материалов фототеодолитной съёмки;
2. рабочее техническое проектирование;
3. подготовку необходимых материалов и исходных данных.

Изучение материалов аэрофотосъёмки производится с целью установления:

1. полноты всех материалов аэрофотосъёмочных работ ;
2. соответствия фотографического и фотограмметрического качества материалов требованиям действующих “Основных технических требований к аэрофотосъёмке , производимой для создания и обновления топографических карт, планов, фотопланов и фотокарт” и дополнительным условиям, предусмотренным в договоре на выполнение аэрофотосъёмки;
3. качества показаний статоскопа, радиовысотомера и самолётного радиодальномера , а также правильности индификации всех регистрограмм и записи исходных данных, необходимых для обработки показаний;
4. полноты паспортных данных использованных аэрофотоаппаратов (элементы внутреннего ориентирования , дисторсия объективов и др.) и соответствия фактических параметров аэрофотоаппаратов заданным.

Изучение материалов полевых топографо-геодезических работ:

1. комплектности материалов полевых топографических работ;
2. соответствия фактического размещения точек съёмочного обоснования техническому проекту;
3. качества изображения замаркированных точек на аэроснимках и качества опознавания на аэроснимках контурных точек съёмочного обоснования;
4. точности определения координат и высот точек геодезического обоснования.

Изучение материалов фототеодолитной съёмки производится с целью установления:

1. полноты материалов съёмки ;
2. соответствия фактического фотограмметрического и фотографического качества фототеодолитных снимков заданному;
3. точности определения координат и высот фотостанций и контрольных точек, длин базисов фотографирования, контрольных направлений и направлений оптических осей фотокамеры.

В рабочем техническом проекте должны быть указанны рекомендуемые способы фотограмметрической обработки. При этом необходимо учитывать характер местности и застройки, качество исполненной аэрофотосъемки или фототеодолитной съёмки, плотность и размещение пунктов геодезической сети и съёмочного обоснования, оснащённость фотограмметрическими приборами и программами математической обработки с использованием ЭВМ.

Фотограмметрическое сгущение опорной сети выполняется аналитическим способом с использованием стереокомпараторов и ЭВМ или аналоговым способом на универсальных приборах. При крупномасштабных съёмках, когда отношение R масштаба плана к масштабу фотографирования более 3 , как правило, применяется аналитический способ. Триангулирование по аэроснимкам каркасных маршрутов выполняется аналитическим способом. Стереоскопическую съёмку рельефа выполняют на универсальных стереофотограмметрических приборах. Применение топграфических стереометров СТД-2 разрешается только для съёмки рельефа равнинно-всхолмлённых районов с сечением рельефа 2,0м и более при условии, что масштаб аэроснимков мельче масштаба создаваемой карты не более чем в 1,5 раза.

Камеральное дешифрирование при создании топографических планов в зависимости от характера и изученности района выполняется до или после полевых работ. В соответствии с принятой общей технологией съёмки камеральное дешифрирование осуществляют в комплексе со стерреорисовкой рельефа и с составлением оригинала или как отдельный процесс.

1. При составлении планов масштаба 1: 5000 контурная часть создаётся в виде фотопланов при съёмках равнинных и всхолмлённых районов, а также при съёмках населённых пунктов (особенно с мелкой застройкой). Съёмка контуров в горных и всхолмлённых районах, как правило, выполняется при помощи универсальных стереоприборов.

При рабочем техническом проектировании составляют схему работ по фотограмметрическому сгущению опорной сети и схему работ по составлению оригиналов 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:

1. границы аэрофотосъёмочных участков, маршруты аэрофотосъёмки (в том числе каркасные), указывают номера конечных аэроснимков, даты аэросъёмки, 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;
2. гидрографическую сеть с указанием мест полевых отметок воды и проектируемых мест для фотограмметрических определений
3. пункты ГГС и точки съёмочного обоснования с выделением замаркированных точек и указанием качества изображения маркировочных знаков;
4. границы маршрутных сетей и секций;
5. очерёдность 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 обоснования: по две - на концах и не менее одной - в середине (для устранения деформаций изгиба и сдвига, вызванных систематическим 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. Очерёдность обработки сетей устанавливают с учётом количества , размещения и надёжности точек геодезического обоснования. Если при аэрофотосъёмке 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 съёмки площади.

Подготовка материалов и исходных данных включает:

1. изготовление диапозитивов, отпечатков на фотобумаге, наклеенной на стекло, отпечатков, увеличенных до масштаба плана
2. подготовку основ фотопланов и графических оригиналов;
3. обработку показаний статоскопа, радиовысотомера, самолётного радиодальномера;
4. определение величины систематической деформации аэрофильма;
5. проверку наличия искажений изображения на аэроснимках из-за отступления аэроплёнки по плоскости при фотографировании;
6. определение элементов взаимного ориентирования аэроснимков, высот и базисов фотографирования (если стереосъёмка проектируется на топографическом стереометре);
7. искусственное маркирование точек фотограмметрической сети.

Основы для составления графических оригиналов карт или планов и фотопланов должны быть изготовлены на алюминии или малодеформирующемся пластике. На основы наносят кординатографом углы рамок трапеции, координатную сетку, пункты геодезической сети и съёмочного обоснования, а также точки фотограмметрического сгущения, координаты которых получают аналитическим способом или в результате редуцирования сетей, построенных на аналоговых приборах.

***Фотограмметрическое сгущение опорной сети.***

Фотограмметрическое сгущение планового и высотного обоснования должно выполняться, как правило, одновременно с построением пространственных фотограмметрических сетей. Если при съёмке с сечением рельефа 1м и менее фотографирование местности исполнено в двух масштабах (для съёмки рельефа и изготовления фотопланов), фотограмметрическое сгущение высот должно выполняться по аэроснимкам, предназначенным для съёмки 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 съёмки площади построенных сетей (измерение) выполняет или один исполнитель (при двух приёмах измерений), или независимо друг от друга два исполнителя - в зависимости от качества материалов аэрофотосъёмки, плотности геодезического обоснования, характера местности, опыта исполнителей работ.

Внешнее ориентирование маршрутных сетей, построенных аналоговым способом, может выполняться:

* Аналитически с использованием ЭВМ или настольных вычислительных средств;
* 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 съёмках с сечением рельефа 1м и менее внешнее ориентирование выполняется в два этапа. На первом этапе ориентируется вся сеть для определения плановых координат фотограмметрических точек и точек высотного съёмочного 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 съёмках с сечением рельефа 2м и более, а при съёмках с меньшими высотами сечения рельефа только в тех случаях, когда расстояние между рядами высотных опорных точек меньше четырёх базисов фотографирования и систематическая ошибка в привышениях между центрами смежных снимков не вызывает прогиба более 0,1 высоты сечения рельефа.

В фотограмметрические сети включают:

1. Пункты геодезической сети и съёмочного обоснования, а также опорные фотограмметрические точки, определяемые при построении фотограмметрических сетей по каркасным маршрутам;
2. Закреплённые на местности точки инженерного назначения, координаты которых должны быть определены при фототриангулировании.
3. Основные фотограмметрические точки в углах, используемые как опорные при последующей обработке отдельных моделей;
4. Трансформационные точки;
5. Связующие точки для соединения моделей;
6. Точки для связи со смежными участками;
7. Точки на урезах вод и наиболее характерные точки местности, отметки которых должны быть подписаны на плане, в том числе точки с максимальной и минимальной отметками для расчёта количества зон при трансформировании аэроснимков по установочным данным;
8. Точки, предназначенные ОТК для контроля процессов составления оригинала и трансформирования аэроснимков по зонам.

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

Точки сети следует выбирать на плоских участках, совмещая их с надёжно отождествлёнными контурами. Не допускается выбор точек на крутых скатах, затенённых участках оврагов и лощин; последние определяют только в качестве характерных, если это обусловлено назначением съёмки.

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

1. Каталог координат точек геодезического обоснования;
2. Фокусное расстояние АФА, координаты главной точки и координатных меток или расстояния между ними, значения дисторсии объектива АФА;
3. Приближённое значение базиса фотографирования;
4. Значения высот фотографирования и высот центров проекции над изобарической поверхностью.

Координаты точек снимков можно измерять на стереокомпараторах любого типа, удовлетворяющих современному стандарту.

При использовании приборов с системой восстановления отсчётов на связующих точках и фотографированием марки в момент наведения на запроектированную точку измерения выполняют одним приёмом, в остальных случаях не менее чем двумя приёмами. Координаты меток можно измерять монокулярно и стереоскопически.

Взаимное ориентирование снимков при триангулировании на универсальных приборах выполняется в линейно-угловой системе движениями , by, bz, п., п.

Приведение модели к истинному масштабу построения в начальном звене сети выполняется по расстоянию между точками планового съёмочного обоснования – при наличии двух точек в начальном звене, или по показаниям радиовысотомера; на объектах работ, где 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 можно горизонтировать по показаниям статоскопа.

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

Качество триангулирования по аэроснимкам каркасных маршрутов оценивается по следующим данным:

1. По остаточным расхождениям фотограмметрических координат на опорных точках;
2. По расхождениям полученных фотограмметрических и геодезических координат точек сети из двух построений;
3. 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 после внешнего ориентирования сети не должны превышать  высоты сечения рельефа, а расхождения плановых координат – 0,1мм в масштабе карты.

Средние расхождения между окончательными высотами контрольных точек и их геодезическими отметками не должны быть более  высоты сечения рельефа, а расхождения в плане – 0,25мм в масштабе карты.

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.

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

1. 0,5h сеч – при съёмках с высотами сечения 2 и 2,5 м., а также при съёмке в масштабе 1: 5000 с сечением рельефа 0,5м;
2. 0,7h сеч – при съёмках с высотами сечения 5 и 10 метров.

Средние расхождения в плановом положении точек, полученных из смежных маршрутов, не должны быть более 0,6мм в масштабе 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 съёмках с высотами сечения рельефа 2,5 метра и больше можно исправить высоты точек деформированной сети при совместной увязке результатов триангулирования в группе сетей, если характер деформации выявлен надёжно, 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 сеч, а расхождения в плане – 0,1мм на плане.

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

1. 0,35h сеч – при съёмках с сечением рельефа через 2 и 2,5 метра, а также при съёмках в масштабе 1: 5000 с сечение рельефа 0,5м.
2. 0,5h сеч – при съёмках с высотой сечения рельефа 5 и 10 метров.

В заселённых 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 создаваемом плане.

Изготовление фотопланов

Фотоплан может быть получен путём:

1. Монтажа отдельных трансформированных аэрофотоснимков и ортофотоснимков;
2. Оптического монтажа с одновременным трансформированием по зонам.

Снимки для монтажа фотопланов могут быть получены путём трансформирования:

1. На одну горизонтальную плоскость;
2. Одну наклонную плоскость;
3. На несколько горизонтальных и наклонных плоскостей.

Снимки для монтажа фотопланов можно получить также путём ортофототрансформирования.

Перед ортофототрансформированием объект делят на участки с одинаковой крутизной скатов.

При выборе аэроснимков для ортофототрансформирования руководствуются следующим:

1. Ортофотопроектирование должно вестись со снимка, на котором преобладающие скаты приводят к двоению контуров (а не к исчезновению);
2. При крутых склонах для увеличения длины щели стереопара должна обрабатываться дважды, т.е. первый раз для ортофотопроектирования берётся правый снимок, а второй раз левый.

Ортофототрансформирование включает:

1. Взаимное ориентирование снимков и определение углов наклона модели;
2. Дифференциальное трансформирование при профилировании модели.

Взаимное ориентирование выполняется известными приёмами.

После получения ортофотооригиналов из них изготавливают отпечатки с одновременным приведение изображения к заданному масштабу. Приведение к масштабу осуществляется на увеличителе или фототрансформаторе (при нулевых установках углов наклона и децентрации) по опорным точкам или установочным данным. В случае приведения ортофотоснимков к заданному масштабу по опорным точкам (наколотым на ортофотооригинале) несовмещение их изображения с точками основы не должно превышать 0,4мм в случае приведения к масштабу не менее чем по трём точкам и 0,2мм – по двум точкам.

Полученные отпечатки трансформированных аэроснимков используют для составления фотопланов. Монтаж планов осуществляют на жёстких основах (на бумагу, наклеенную на алюминий или авиационную фанеру с нанесёнными по координатам трансформационными точками) в пределах одного, двух или четырёх листов создаваемого плана.

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, по которым трансформировался аэроснимок, с одноимёнными точками на основе. Величины несовмещения в равнинных и всхолмлённых районах не должны превышать 0,5мм, а в горных – 0,7мм.

Несовмещения контуров по порезам не должны быть больше 0,7мм, а при трансформировании более 1,5 – до 1,0мм. В горных районах расхождения контуров по порезам не должно превышать 1,0мм.

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

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

Дешифрирование

Камеральное дешефрирование заключается в выявлении и распознании по аэрофотоизображению местности тех объектов, которые должны показываться на топографическом плане данного масштаба, установлении их качественных и количественных характеристик и нанесении на аэроснимки, фотоплан или графический оригинал условных знаков и подписей, принятых для обозначения данных объектов.

Камеральное дешефрирование с последующей полевой обработкой 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.

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, нечёткости воспроизведения на аэроснимках углов ориентирного значения и др.).

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

Если на данной территории наряду с основной аэрофотосъёмкой была поставлена дополнительная в более крупном масштабе, то камеральное дешифрирование должно проводиться с использованием материалов обоих залётов. При этом крупномасштабные аэроснимки следует применять для распознавания объектов, а приведённый к масштабу создаваемого плана комплект основных аэроснимков, смонтированный по ним фотоплан или составительский оригинал – для вычерчивания результатов дешифрирования.

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 аэроснимков.