

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА "ГЕОДЕЗИЯ И КАДАСТР"

**ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

**На соискание степени бакалавра по направлению
5540100 «Геодезия, картография и кадастр»,
на тему:**

**«ПРОЕКТ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ГОРОДА
ДЖИЗАК С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПЛАНОВ
КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ»**

Состав выпускной работы:

Пояснительная записка на ____ страницах.

Графическая работа на ____ листах.

Заведующей кафедрой:

доц. Назаров Б.Р.

Руководитель ВКР:

ст.преп. Дачева Ю.А.

Выпускник:

Казачихина О

Т А Ш К Е Н Т - 2 0 1 1 г.

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Факультет инфраструктуры в строительстве

Кафедра «Геодезия и кадастр»

Специальность 5540100-«Геодезия, картография и кадастр»

"У т в е р ж д а ю "

Зав. Кафедрой «ГиК»

_____ Назаров Б.Р.

" ____ " _____ 2011 г.

З А Д А Н И Е

по выпускной работе студентки

Казачихиной Олеси.

1. Тема проекта (работы " Проект аэрофототопографической съемки города Джизак с целью создания крупномасштабных планов комбинированным методом "

утверждена приказом по институту от " ____ " _____ 2011 г. № _____

2. Срок сдачи студенткой законченной работы 8 июня 2011 г.

3. Исходные данные к проекту (работе)

- Отчет по производственной практике

- Научно-технические литературы

- Проектно-нормативные документы

- Информация с Интернета

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

- Общая часть (физико-географические условия)

- Проектно-расчетная часть (перерасчет необходимой точности геодезических работ на объекте)

- Организационно-экономическая часть (расчет времени, трудозатрат, стоимости работ; техника безопасности)

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

6. Консультанты по проекту (работе, с указанием к ним разделов проекта)

| РАЗДЕЛ | Консультант | Подпись, дата | |
|---------------------------------------|-------------|---------------|----------------|
| | | Задание выдал | Задание принял |
| 1.Общая часть | Никитюк Л. | | |
| 2.Проектно-расчетная часть | Никитюк Л. | | |
| 3.Организационно-экономическая часть | Никитюк Л. | | |
| 4,охрана труда и техника безопасности | Никитюк Л. | | |

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель Дачева Ю.А.
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| № | Наименование этапов работы | Срок выполнения этапов проекта (работы) | Примечание |
|----|------------------------------------|---|------------|
| 1. | Общая часть | | |
| 2. | Проектно-расчетная часть | | |
| 3. | Организационно-экономическая часть | | |
| 4. | Оформление текста | | |
| 5. | Оформление графической части | | |
| 6. | Предварительная защита | | |
| | | | |
| | | | |

Выпускник Казачихина О.

Руководитель проекта Дачева Ю.А.

ПРОЕКТ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ГОРОДА ДЖИЗАК С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПЛАНОВ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ.

Введение.

1. Физико-географическая характеристика района.
2. Технология выполнения комбинированной съемки.
 - 2.1. Назначение и технологические схемы комбинированной съемки.
 - 2.2. Обоснование выбора технологической схемы.
 - 2.3. Маркировка опознаков.
 - 2.4. Аэрофотосъемочные работы.
 - 2.5. Оценка качества летно-съемочных работ.
 - 2.6. Планово-высотная подготовка аэроснимков.
 - 2.7. Трансформирование аэрофотоснимков.
 - 2.8. Изготовление фотопланов и их корректура.
 - 2.9. Создание фотопланов по материалам цифрового фотографирования с помощью современных комплексов.
 - 2.10. Съемка рельефа и дешифрирование при комбинированной съемке.
3. Требования к крупномасштабным планам.
 - 3.1. Назначение крупномасштабных планов.
 - 3.2. Содержание крупномасштабных планов.
4. Создание опорного геодезического обоснования.
 - 4.1 Полигонометрия.
 - 4.2 Нивелирование.
5. Расчетная часть.
 - 5.1. Расчет аэрофотосъемочных работ.
 - 5.2. Проект плановой подготовки аэрофотоснимков.
 - 5.3. Предрасчет точности планового обоснования.
 - 5.4. Проект высотной подготовки аэрофотоснимков.
 - 5.5. Предрасчет точности высотного обоснования.

6. Приборы.
 - 6.1 Современные цифровые аэрофотоаппараты
 - 6.2 Фототрансформаторы.
 - 6.3 Электрон тахеометры (2-3").
 - 6.4 Цифровые нивелиры(+/- 1-2 мм).
7. Организационно-экономическая часть.
8. Охрана труда и техника безопасности.
9. Заключение.
10. Литература.

ВВЕДЕНИЕ:

С принятием независимости И.А.Каримовым была сформулирована концепция по национально-духовному возрождению. Одна из первостепенных и приоритетных задач, по формированию нового общества и государственного строительства, это необходимость обращения к духовным истокам.

Главная цель - превращение национальной идеи и идеологии независимости в основу мировоззрения, духовный стержень – каждого. Следующая задача – чтобы силами широкой общественности, интеллигенции, деятелей науки и культуры, работников духовно просветительской сферы и других поднять на новый уровень деятельность, направленную на совершенствование и утверждение основных принципов идеологии национальной независимости в сознании каждого человека.

В настоящее время в Республике Узбекистан происходят большие изменения, это связано с ведением крупномасштабного строительства на территории нашего государства. Правительство Республики Узбекистан координирует геодезическую и картографическую деятельность всех ее субъектов на территории нашей страны. Проведение геодезических, топографических, аэросъемочных и других специальных работ в строительстве и эксплуатации различных зданий и сооружений, при инженерных изысканиях и других относится к геодезическим и картографическим работам специального назначения. Для этого необходима крупномасштабная топографическая основа в виде крупномасштабных топографических планов масштабов 1:2000 – 1:200 и значительное количество пунктов опорного планово-высотного обоснования, относительно которого производится крупномасштабное картографирование и вынос в натуру будущих зданий и сооружений.

При картографировании населенных пунктов о внеплановой застройкой наиболее целесообразным является комбинированный метод,

позволяющий быстро и детально создавать крупномасштабные топографические планы на данные территории.

Данная работа посвящается составлению проекта крупномасштабной топографической съемки города Джизак комбинированный методом.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРОДА ДЖИЗАК.

Город Джизак – административный центр Джизакской области, его население составляет 141 тыс. человек, в городе проживают узбеки, казахи, русские, киргизы, татары, таджики и др. Более 81 % населения составляют узбеки.

Джизак расположен на реке Санзар (берущей начало в западных отрогах Туркестанского хребта), у северного подножия гор Нурота, в южной части Голодной степи, в 180 км к юго-западу от Ташкента, в 90 км к северо-востоку от Самарканда, на высоте 450 м над уровнем моря.

Климат резко континентальный, засушливый. Лето здесь жаркое и сухое, а зима относительно мягкая. Средняя годовая температура максимальная + 41,6, минимальная — 20,1°C; дней с атмосферными осадками 56; осадков в год выпадает 409 мм. Большая засушливость и частые ветра в летние месяцы приводят к сильному испарению влаги с поверхности почвы.

Город известен с X века. Он возник как промежуточный пункт в оазисе по пути из Ферганской долиной в Самарканд на Великом Шёлковом Пути. Название города происходит от согдийского «маленький форт». Есть несколько точек зрения. Город расположен в горной местности, рядом с известняковыми месторождениями (ныне известняковый завод). Нередко проходя по Великому Шелковому Пути, купцы останавливались в этом районе. Используя в качестве очага, лежащие рядом камни, а позже заливая их водой (для тушения костра), купцы видели как камень шипел и становился

белым. Как известно, в переводе с Согдийского "Jizz" - шипящий, а "ок" - белый. Что в совокупности и дает название городу Джизак. Летом в городе стоит сильная жара и в истории называли эту местность Дузак. И еще другая точка зрения из за сильной жары летом Жиз (то есть обжигающая жара) и зимой Зах (сырость, холод), то есть в целом Жиззах.

Удивительна природа Джизакской области. Особенно знамениты окрестности Джизака своим горным ландшафтом и хвойными лессами. В настоящее время в Узбекистане горные леса арчи сохранились лишь на территории охраняемых заповедников и национальных парков. Самый крупный из них, площадью почти 12 тысяч гектаров. В Заамине деревья арчи в высоту достигают 10 метров, а значит, их возраст может составлять от 120 до 800 лет.

В городе имеются:

Педагогический институт (около 7,5 тыс. студентов), Политехнический институт (около 3,2 тыс. студентов), Джизакское высшее военное авиационное училище (ДВВАУ), несколько профессиональных колледжей и много школ. Действуют мемориальный музей Шарафа Рашидова, краеведческий музей, драматический театр имени Юнуса Ражаби, кинотеатр. Вблизи города проходят железнодорожный путь Ташкент – Самарканд и Большой Узбекский тракт.

На сегодняшний день здесь действуют предприятия пищевой, легкой, химической и машиностроительной промышленности. Джизак – благоустроенный и зеленый город.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ СЪЕМКИ.

2.1 Назначение и технологические схемы комбинированной съемки

Аэрофототопографическая съемка в зависимости от характера снимаемой территории, масштаба составляемого плана, имеющегося фотограмметрического оборудования, сроков проведения работ может выполняться стереотопографическим или комбинированным способами по одной из следующих основных технологических схем:

контурная часть плана создается на основе фотопланов, а съемка рельефа выполняются на универсальных стереофотограмметрических приборах: дешифрирование выполняется камерально и в поле на аэрофотоснимках или фотосхемах (стереотопографический способ, 2-й вариант);

контурная часть плана создается на основе фотопланов, а съемка рельефа выполняется обычными наземными методами (мензультным, тахеометрическим и т.д.) одновременно с дешифрированием и досъемкой не изобразившихся на фотоплане объектов (комбинированный способ, 1-й вариант);

контурная часть плана составляется на универсальных стереофотограмметрических приборах в виде графических планов при камеральном дешифрировании всех изобразившихся на аэрофотоснимках объектов, а съемка рельефа выполняется путем наземных измерений; при этом уточняются данные камерального дешифрирования и производится досъемка отсутствующих на графическом плане объектов (комбинированный способ, 2-й вариант).

На объектах съемки, имеющих отдельные участки, не пригодные для применения стереотопографического способа из-за характера застройки или растительности, следует сочетать стереотопографическую съемку с наземной. При этом наземными методами снимаются участки, не поддающиеся стереотопографической съемке.

При съемках территорий с плотной многоэтажной застройкой в масштабах 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 контурную часть плана составляют на универсальных приборах (комбинированный способ, 2-й вариант).

Стереоскопическая съемка рельефа при создании планов в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000 с сечением рельефа через 1 м и 0,5 м не должна применяться на территориях, покрытых сплошной высокой растительностью (леса, парки, кустарники, камыши), а в масштабах 1 : 1000 – 1 : 500 – и на объектах с плотной многоэтажной застройкой.

2.2 Обоснование выбора технологической схемы.

Для застроенной территории с внеплановой застройкой, опираясь на инструкцию по топографической съемке в масштабах 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000, 1 : 500 ГКИНП 02-033-02, наиболее целесообразен вариант: Контурная часть плана создается на основе фотопланов, а съемка рельефа выполняется обычными наземными методами (мензультным, тахеометрическим и т.д.) одновременно с дешифрированием и досъемкой не изобразившихся на фотоплане объектов(комбинированный способ).

2.3 Маркировка опознаков.

При создании планов в крупных масштабах, когда масштаб аэрофотосъемки выбирается значительно мельче масштаба плана и когда повышаются требования к точности опознавания на аэрофотосъемках точек геодезического обоснования, рекомендуется предусматривать маркировку точек геодезического обоснования.

Маркировка производится перед аэрофотосъемкой с минимальным разрывом по времени.

При съемке в масштабе 1 : 5000 маркируются пункты геодезического обоснования и проектируемые плановые (ОП) или планово-высотные (ОПВ) опознаки.

При съемке в масштабах 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 маркируются пункты геодезического обоснования, плановые (планово-высотные)

опознаки, выходы (люки) подземных коммуникаций, входные и выходные ориентиры на осях маршрутов аэрофотосъемки.

Могут маркироваться объекты, координаты которых намечено определить в результате фотограмметрических построений.

Маркируемые плановые (планово-высотные) опознаки должны располагаться таким образом, чтобы на аэрофотоснимках их изображения не закрывались изображениями других объектов или их тенями.

Если пункты геодезического обоснования закреплены стенными знаками, то вместо них маркируются расположенные вблизи местные предметы, координаты которых должны быть определены дополнительно.

Для маркировки, как правило, должны применяться дешевые материалы. Обязательным условием выбора материалов и красящих веществ для маркировки является обеспечение максимального контраста между маркировочным знаком и фоном.

При маркировке на улицах и дорогах с гравийным, булыжниковым, бетонным или асфальтовым покрытиями, а также в местах, где нет уверенности в обеспечении надлежащего контраста знака с фоном, дополнительно создается искусственный фон.

Маркировочные знаки должны иметь, как правило, форму креста, состоящего из четырех лучей со свободным пространством в центре, квадрата или круга.

Размеры маркировочных знаков определяются в зависимости от масштаба фотографирования так, чтобы изображения на аэрофотоснимке знаков белого или желтого цвета были не менее:

длина и ширина одного луча знака «крест» соответственно – 0,15 мм и 0,05 мм,

расстояние луча от центра знака – 0,05 мм,

сторона квадрата или диаметр круга – 0,1 мм.

У знака «крест» темного цвета ширина луча должна быть в 1,5 раза больше, чем у знака белого цвета.

Если пункт геодезического обоснования имеет хорошо заметную окопку, то его можно маркировать кругом или квадратом.

Необходимо, чтобы маркировочные знаки были симметричными относительно центров маркируемых объектов. Допустимые отступления от симметрии не должны превышать 0,07 мм в масштабе составляемого плана.

Маркировочные знаки осей маршрутов аэрофотосъемки оформляются в виде стрелок и прямоугольника (полос) длиной 0,6 мм, шириной 0,10 – 0,15 мм в масштабе фотографирования.

Запрещается маркировка опознаков в лесу путем вырубki площадок. При разрешении лесхозов допускается маркировка расчисткой старых вырубок или лесных полей в форме квадрата со строгим соблюдением установленных правил порубок.

На каждый маркировочный знак составляется специальная карточка, в которой указывается местоположение замаркированной точки (название объекта, номенклатура планшета, номер точки), что замаркировано (пункт имеющегося геодезического обоснования, проектируемый опознак, ось маршрута, крышка люка и т.д.), абрис, размеры и форма маркировочного знака, высота над поверхностью земли в см, материал, использованный для маркировки; по выполнении аэрофотосъемки проставляется номер аэрофотоснимка (указывается в карточке).

2.4 Аэрофотосъемочные работы.

Аэрофотосъемкой называют процесс фотографирования земной поверхности с самолетов или других летательных аппаратов. Аэрофотосъемка подразделяется на *плановую* аэрофотосъемку и *перспективную* аэрофотосъемку.

Плановой называется аэрофотосъемка, при которой угол наклона прикладной рамки аэрофотоаппарата (АФА) относительно горизонтальной

плоскости не превышает 2° . В противном случае аэрофотосъёмка называется **перспективной**.

В настоящее время из плановой выделяют **стабилизированную** аэрофотосъёмку, которая производится с применением гиросtabilизации аэрофотоаппарата. При этом угол наклона прикладной рамки АФА составляет порядка $10'$ - $15'$, а предельные углы наклона не более $45'$ - $60'$. В настоящее время стабилизированная аэрофотосъёмка является основным видом аэрофотосъёмки.

По количеству и расположению аэрофотоснимков аэрофотосъёмку подразделяют на **кадровую** (одинарную), при которой получают один или несколько неперекрывающихся между собой аэрофотоснимков, **маршрутную**, при которой получают взаимно перекрывающиеся аэрофотоснимки полосы местности вдоль линии полёта летательного аппарата и **многомаршрутную** (площадную), при которой получают взаимно перекрывающиеся аэрофотоснимки местности путём прокладки прямолинейных перекрывающихся между собой маршрутов.

По масштабу аэрофотосъёмка подразделяется на крупномасштабную (от 1:1000 до 1:10000), среднемасштабную (мельче 1:10000 до 1:50000) и мелкомасштабную (мельче 1:50000).

В настоящее время помимо обычных аэрофотоаппаратов используются цифровые аэрофотоаппараты. Кроме этого, взамен воздушного фотографирования может использоваться воздушное сканирование местности, которое имеет по сравнению с аэрофотосъёмкой ряд серьёзных преимуществ.

Аэрофотоаппараты, основанные на обычном принципе фотосъёмки классифицируют по конструкции и назначению. Во-первых, по конструктивным признакам аэрофотоаппараты могут быть следующих конструкций: кадровые, щелевые, панорамные, а по назначению - топографические, специального назначения и многозональные.

Кадровый аэрофотоаппарат позволяет получать серии аэрофотоснимков определённого размера по закону центральной проекции, т.е. при проектировании снимаемого объекта E на аэрофотоматериал P из центра проекции S (рис. 1).

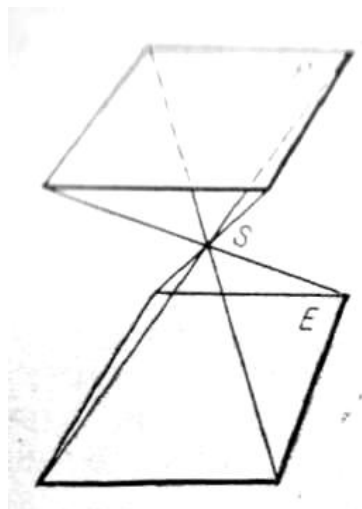


Рис. 1. Схема построения изображения кадровым аэрофотоаппаратом

Щелевой аэрофотоаппарат применяют для получения изображения путём экспонирования непрерывно движущегося аэрофотоматериала (аэрофотоплёнки) через узкую щель (рис. 2), расположенную вблизи фокальной плоскости аэрофотокамеры. Аэрофотоплёнка перемещается со скоростью движения изображения. Полученный таким образом аэрофотоснимок в поперечном направлении является центральной, а в продольном – ортогональной проекцией. В этом аэрофотоаппарате отсутствует затвор, экспозиция регулируется путём изменения ширины щели и диафрагмирования.

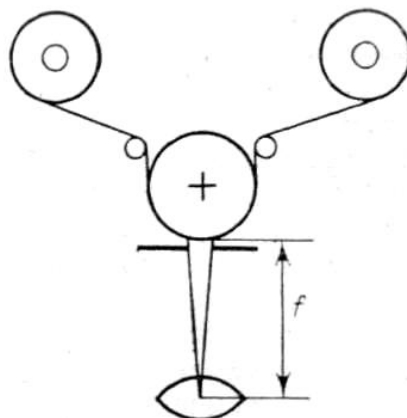


Рис. 2. Схема щелевого аэрофотоаппарата

Панорамные аэрофотоаппараты используют для панорамного фотографирования с широким захватом местности, включая случаи фотографирования от горизонта до горизонта. Объект проектируется на аэрофотоматериал узким пучком лучей, проходящим через центральную часть объектива, путём сканирования перпендикулярно к направлению полёта летательного аппарата, т.е. изображение объекта является суммой отдельных изображений, получаемых по закону центральной проекции. Так как изображение строится центральной частью объектива, то панорамные снимки имеют высокое качество по всему полю.

Топографические аэрофотоаппараты используют для получения высококачественных аэрофотоснимков, имеющих необходимые измерительные и изобразительные характеристики изображения. Эти аэрофотоснимки используют для картографирования и в измерительных целях.

Аэрофотоаппараты специального назначения используют для получения аэрофотоснимков с высокой разрешающей способностью по всему полю изображения и с пониженными требованиями к их измерительным свойствам. Эти аэрофотоснимки в основном используют для опознавания изображённых на них объектов и определения их качественных и количественных характеристик. Для получения таких снимков можно использовать щелевые и панорамные аэрофотоаппараты.

Многозональные (многообъективные) аэрофотоаппараты позволяют получать аэрофотоснимки местности в различных зонах спектра видимого и инфракрасного излучения. Эти аэрофотоснимки дают более подробную информацию о фотографируемых объектах. Данные аэрофотоснимки можно использовать для создания комбинированных изображений на специальных синтезирующих приборах.

Помимо перечисленного, по степени участия оператора в процессе аэрофотографирования аэрофотоаппараты подразделяют на автоматические и полуавтоматические.

Автоматические аэрофотоаппараты работают по строго заданной программе без участия оператора.

Полуавтоматические аэрофотоаппараты работают по по заданной программе с участием оператора.

Непосредственно аэрофотосъёмочные работы состоят из ряда этапов, которые состоят из подготовки к полёту, маркировки опознаков, перелёту к участку, проложению аэрофотосъёмочных маршрутов, завершению работы.

До наступления дня аэрофотосъёмки подготавливают карту, рассчитывают высоту фотографирования, длины маршрутов, расстояния между маршрутами, количество аэрофотоснимков в маршрутах, время съёмки, навигационные элементы полёта, проверяют работу всех механизмов аэрофотоаппарата и вспомогательного оборудования к нему. Помимо этого обязательно учитывают прогноз погоды.

Во время перелёта к участку, подлежащему аэрофотосъёмке, набирают высоту фотографирования H и уточняют предварительные аэронавигационные расчёты. Набор высоты проверяется по высотомерам, а сама высота непрерывно графически фиксируется барографом на барограмме полёта.

Незадолго до подлёта к началу первого съёмочного маршрута аэросъёмщик уточняет фактические условия освещения и выдержку, направление ветра, скорость полёта относительно земли по прямому и обратному направлениям маршрутов. Угол сноса самолёта ветром и соответственно окончательно ориентируют аэрофотоаппарат в самолёте.

При подходе к первому маршруту аэросъёмщик подаёт команду пилоту установить самолёт в створ ориентиров. Намеченных на карте на первом маршруте. После вхождения в створ маршрута пилот ведёт самолёт строго по этому направлению, сохраняя горизонтальность полёта. Правильность

направления полёта аэросъёмщик проверяет по входному ориентиру и включает механизм аэрофотоаппарата на расстоянии одного базиса от границы участка. С этого момента аэрофотоаппарат фотографирует автоматически, соблюдая при помощи интервалометра заданное продольное перекрытие, а аэросъёмщик следит за правильностью проложения маршрута при помощи карты и специальных приборов. По окончании съёмки данного маршрута (с запасом на один базис в конце его) аэросъёмщик выключает механизм и подаёт команду пилоту разворачивать самолёт для захода на следующий маршрут. Затем самолёт направляется (по указанию аэросъёмщика) в створ второго маршрута, проверяется установка аэрофотоаппарата, после чего прокладывается второй маршрут также, как первый. Все последующие маршруты прокладываются таким же образом. От точности проложения маршрутов по заданным на карте осям их (створам) зависит соблюдение запроектированного поперечного перекрытия. По окончании дневного задания самолёт возвращается на аэродром.

Масштаб фотографирования для создания фотопланов целесообразно выбирать с таким расчетом, чтобы один снимок покрывал площадь не менее одного планшета съёмки. В этом случае аэрофотосъёмку следует выполнять по заданным, как правило, замаркированным направлениям с продольным перекрытием 80-90 %.

При аэрофотосъёмке городов для топографических съёмок в масштабах 1:1000 и 1:500 целесообразно поперечное перекрытие задавать равным 60 %, чтобы имелась возможность стереоскопически рассматривать детали построек минимум с двух сторон.

Аэрофотосъёмка площади участка может выполняться одним аэрофотоаппаратом или двумя одновременно.

Аэрофотосъёмка одновременно двумя аэрофотоаппаратами с получением дополнительным аэрофотоаппаратом крупномасштабных аэрофотоснимков для целей дешифрирования проектируется в тех случаях, когда фотограмметрические работы производятся по аэрофотоснимкам

мелкого масштаба (получаемым основным аэрофотоаппаратом), не позволяющим выполнить дешифрирование с необходимой полнотой и подробностью.

Масштаб фотографирования и тип АФА задаются в соответствии с назначением этих залетов.

Для съемки с сечением рельефа через 2 и 5 м обязательно фиксируются показания статоскопа и радиовысотомера.

Фотографирование городов и других населенных пунктов предпочтительнее выполнять при сплошной высокой облачности ("под зонтом"), а при ясной погоде – в ранние утренние и поздние вечерние часы, когда тени наиболее "прозрачны".

Аэрофотосъемку населенных пунктов с большим количеством древесной растительности, а также равнинных территорий, сплошь покрытых древесной растительностью, следует выполнять в период отсутствия листвы.

Фотографирование сельскохозяйственных земель при стереотопографической съемке выполняют в период, когда посевы отсутствуют или имеют минимальную высоту.

В пустынных районах лучшим временем для аэрофотосъемки является весна.

Аэрофотосъемка крупных речных долин выполняется в период меженного уровня воды в реках. В районах, где продолжительность съемочного периода ограничена, аэрофотосъемку производят независимо от уровня воды в реках, а для установления меженного уровня вдоль рек прокладывают дополнительные маршруты. В зоне водохранилищ аэрофотосъемку следует выполнять при нормальном подпорном горизонте, который может приходиться на разные сезоны года.

Аэрофотосъемку прибрежных участков с выраженными приливно-отливными явлениями следует производить при одном из предельных уровней (отливе) и прокладывать дополнительные маршруты вдоль берега при другом предельном уровне (приливе).

Приемка материалов аэрофотосъемки производится в соответствии с требованиями действующих нормативных актов по аэрофотосъемке и условиями договора.

2.5 Оценка качества летно – съемочных работ.

Оценка летно-съемочного материала и его приемка производится по следующим правилам:

1. Из аэрофотоснимков изготавливают накидной монтаж по съемочным участкам. На деревянных щитах монтируют контактные отпечатки, совмещая одноименные контуры смежных аэроснимков. Номера всех аэроснимков не должны закрываться смежными аэроснимками. По накидному монтажу при помощи фотограмметрической линейки проверяется процент продольного и поперечного перекрытий аэроснимков. Фотограмметрическая линейка для аэроснимков формата 18x18 см имеет длину 18 см и разделена на 100% (через 2 или 5 процентов).

а)

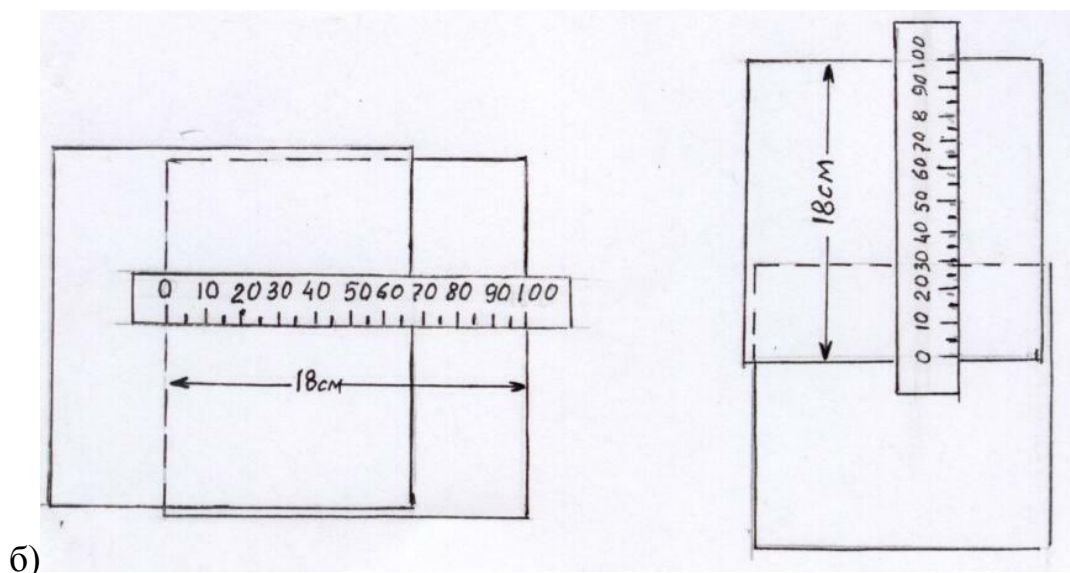


Рис. 4

При измерении продольного перекрытия штрих, подписанный цифрой 100 совмещают с правым краем правого аэроснимка, а процент продольного перекрытия (с точностью до 1%) отсчитывают по линейке по правому краю левого аэроснимка (рис. 4а).

Поперечные перекрытия двух смежных маршрутов измеряют подобным образом (рис. 4б). Непрямолинейность маршрутов определяется отношением наибольшей стрелки прогиба Δ к длине L криволинейного участка маршрута

и выражается в процентах, т.е. $\frac{\Delta}{L}100\%$ (рис.5).

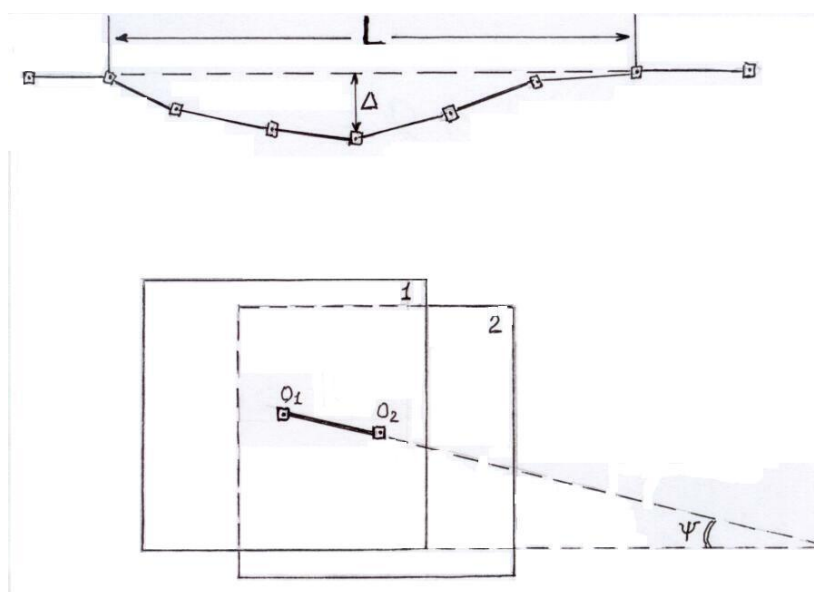


Рис.5

При определении прямолинейности соединяют главные точки крайних аэроснимков криволинейного участка маршрута, измеряют расстояние между ними L и отклонение Δ главной точки наиболее отдаленного аэроснимка.

3. Определение непараллельности базиса фотографирования стороне аэроснимка монтируют по контурам два смежных аэроснимка и измеряют транспортиром угол ψ , образованный базисом и стороной аэроснимка (рис.9.3.).

4. Вычисляют отклонение фактической высоты фотографирования H_{ϕ} от заданной H_3 по формуле:

$$H = \frac{H_{\phi} - H_3}{H_3} 100 \%$$

Фактическую высоту фотографирования для равнинных районов съемки определяют

$$H_{\phi} = \frac{\partial_T M}{\partial_{\phi}} \quad f_{\kappa} = \frac{D}{\partial_{\phi}} f_{\kappa}$$

Где ∂_T - длина диагонали для трапеций масштаба 1:M;

∂_{ϕ} - среднее значение диагоналей всех трапеций масштаба 1:M, входящих в съёмочный участок;

D – длина диагонали на местности.

Величины D и ∂_T выбирают из таблицы координат Гаусса-Крюгера, а ∂_{ϕ} измеряют по накладному монтажу.

Фактическую высоту фотографирования можно определить и путем сравнения одноименных отрезков, измеренных вдоль маршрута на накладном монтаже и по карте. Для этого используется формула

$$H_{\phi} = \frac{\ell_K M}{\ell_{сн}} \cdot f_{\kappa} + A_{M\text{ ср}} - A_{\text{ср.пл.}}$$

Где $\ell_{сн}$ - отрезок вдоль маршрута между контурными точками B и C, измеренный на накладном монтаже (рис. 6);

ℓ_K - расстояние между этими же точками, опознанными на карте;

M – знаменатель масштаба карты;

$A_{M\text{ ср}}$ - отметка средней плоскости маршрута между выбранными точками; она вычисляется как среднее арифметическое из отметок точек B и C, взятых с карты

$$A_{M\text{ ср}} = \frac{A_B + A_C}{2}$$

Изменение высоты полета на маршруте проверяется по статограмме или барограмме полета.

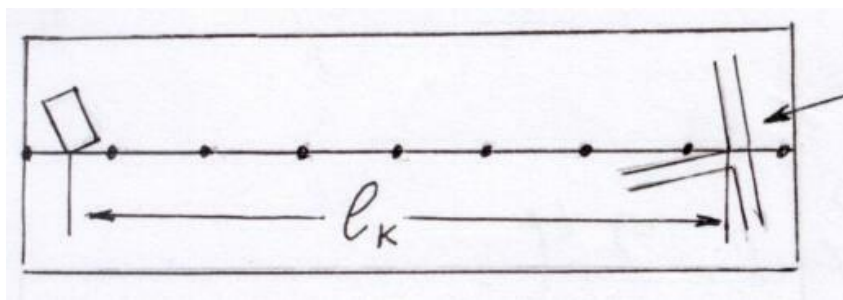


Рис. 6

Приемка негативов по фотокачеству производится или с помощью сенситометрического оборудования или путем сопоставления их с эталонами.

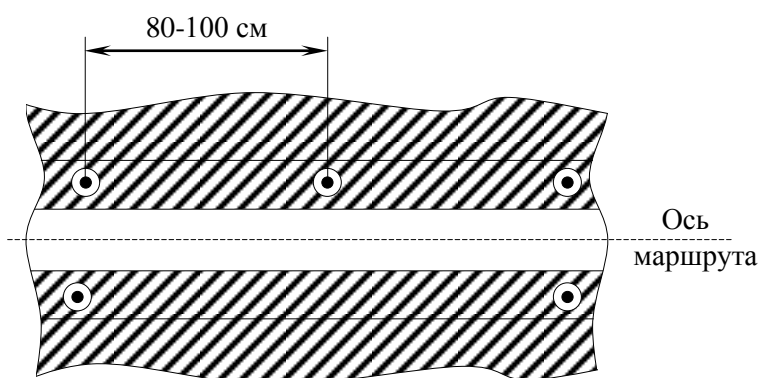
2.6 Плано – высотная подготовка аэрофотоснимков.

Плановая подготовка аэрофотоснимков.

При картографировании застроенных территорий следует выполнять сплошную плановую подготовку аэрофотоснимков, имея в виду максимальное использование ранее исполненных геодезических сетей и закоординированных твердых контуров.

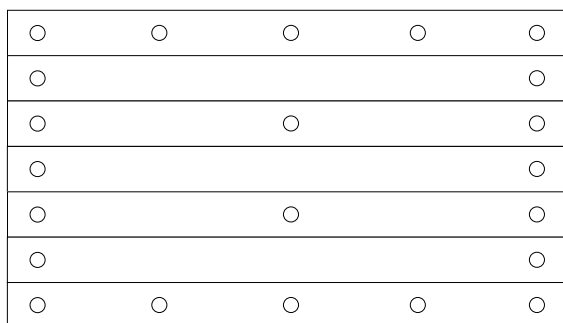
Определение плановых опознаков проектируется в дополнение к имеющимся на местности пунктам геодезической сети с целью обеспечения необходимым плановым обоснованием каждой секции фотограмметрической сети. Проектируемые плановые опознаки должны по возможности совмещаться с реперами нивелирования.

Начало и конец каждого маршрута аэрофотосъемки должны быть обеспечены двумя плановыми опорными точками, одна из которых должна находиться за границей участка съемки.



Границы, совпадающие с направлением маршрутов аэрофотосъемки, обеспечиваются дополнительными плановыми точками посередине (через 40-50 см), если число маршрутов на участке больше трех.

При уравнивании сетей плановой аналитической фототриангуляции по блокам опорные плановые точки располагаются по периметру и в середине блока по схеме



Количество маршрутов в блоке и стереопар в маршруте зависит от применяемой программы пространственного фототриангулирования, соотношения масштабов аэрофотосъемки и плана, конфигурации участка.

По свободным границам участка опорные плановые точки располагаются не реже чем через 4-5 базисов фотографирования. Блоки проектируются с таким расчетом, чтобы в их пределах в аэрофотосъемке отсутствовали физические разрывы, стыки маршрутов и значительные водные пространства.

Для контроля фотограмметрического сгущения в каждом блоке, состоящем из 4-6 трапеций создаваемого плана, определяются 1-2 контрольные плановые точки. Контрольными точками могут служить также опознанные точки геодезического обоснования (пункты триангуляции и полигонометрии).

Точки съемочного обоснования в районах с большим количеством четких контуров намечают на естественных контурах с учетом наиболее простого их геодезического определения. В качестве плановых опознаков выбираются контурные точки, которые можно определить на аэрофотоснимке с точностью 0,1 мм в масштабе составляемого плана.

Запрещается использовать в качестве плановых опознаков контуры с нечеткими границами, контуры, которые могут быть закрыты на аэрофотоснимках перспективными изображениями высоких предметов.

Опознанный пункт геодезического обоснования оформляется на лицевой стороне аэрофотоснимка окружностью диаметром 10 мм с центром в опознанной точке (не накалывая знака), подписывается номер или название. Если рядом с опознанным пунктом на аэрофотоснимке изобразились детали, которые могут затруднить идентификацию точки, то на обратной стороне аэрофотоснимка составляется абрис. Если замаркированный знак четко выделяется на аэрофотоснимке, то на обратной стороне аэрофотоснимка карандашом обводится место расположения знака кружком диаметром 2-3 мм, записывается его номер и указывается форма маркировочного знака.

Если в качестве опознака был выбран контур, то он накалывается тонкой иглой и с лицевой стороны аэрофотоснимка обводится пунктиром и нумеруется, а на обратной стороне составляется абрис в масштабе, более крупном, чем масштаб аэрофотоснимка, и описание опознанной точки. На абрисе тона изображений должны соответствовать тонам аэрофотоснимка. Опознанным точкам присваивают номера, соответствующие номеру аэрофотоснимка. На обратной стороне аэрофотоснимка подписывается номенклатура листа плана, к которому он относится.

Метод определения координат выбирается в зависимости от характера местности и плотности пунктов геодезической сети.

При разреженной плановой подготовке все незамаркированные опознаки подлежат полному полевому контрольному опознаванию. Контрольное опознавание производится вторым исполнителем на другом экземпляре аэрофотоснимков. Основные наколы сличаются с контрольными руководителем работ. Если основной и контрольный наколы не идентичны, то производится дополнительный контроль.

По окончании плановых работ по плановой подготовке аэрофотоснимков сдаются следующие материалы:

а) аэрофотоснимки с нанесенными опознанными точками геодезической основы, уложенные в конверт, с указанием номеров аэрофотоснимков и их количества;

б) аэрофотоснимки с точками контрольного опознавания и сличительная ведомость;

в) каталоги координат с материалами вычислений;

г) репродукции накидного монтажа, на которые нанесен исполненный проект полевых работ;

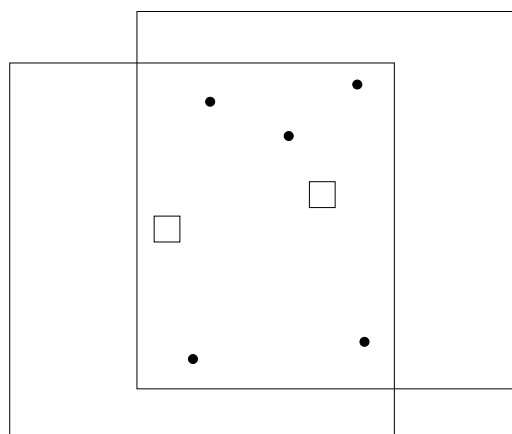
д) формуляры планов;

е) журналы угловых и линейных измерений по определению координат плановых опознаков.

Указанные материалы систематизируются по трапециям следующего, более мелкого масштаба.

Высотная подготовка аэрофотоснимков при стереотопографической съемке.

Высотная подготовка аэрофотоснимков состоит в определении высот плановых опознаков ОПВ (планово-высотные опознаки) или четких контуров ОВ (высотные опознаки) и может выполняться в вариантах сплошной или разреженной подготовки в зависимости от масштаба фотографирования, высоты сечения рельефа, характера участка съемки и технических характеристик аэрофотоаппарата. При полной (сплошной) высотной подготовке высотные опознаки располагаются в углах каждой стереопары в зонах поперечного перекрытия аэрофотоснимков. Кроме того, для контроля на каждой стереопаре определяется пятая высотная контрольная точка.



- – высотный опознак
- – главная точка аэрофотоснимка

При разреженной высотной подготовке высотные опознаки должны располагаться попарно, по обе стороны от оси маршрута в зонах поперечного перекрытия аэрофотоснимков соседних маршрутов. Расстояния между высотными опознаками в направлении маршрутов при съемках с высотами сечения рельефа 0,5 и 1 м могут составлять 2-2,5 км.

При съемках с высотами сечения рельефа 2 и 5 м высотные опознаки совмещаются с плановыми.

В случае разреженной высотной подготовки к плотности обеспечения высотными опознаками аэрофотоснимков крайних на снимаемом участке маршрутов предъявляются следующие требования:

при высотах сечения рельефа 0,5 и 1 м выполняется сплошная высотная подготовка аэрофотоснимков граничных маршрутов;

при высоте сечения рельефа 2 м прокладывается высотный ход по наружному краю маршрута с обеспечением каждой стереопары двумя высотными опознаками;

при высоте сечения рельефа 5 м высотные опознаки определяются с интервалом в 2-3 базиса фотографирования.

Высотные опознаки следует по возможности совмещать с замаркированными точками. Опознаки, не совмещенные с замаркированными точками, выбираются на надежно опознаваемых контурах. Ошибки в опознавании точки на местности и отождествлении ее на аэрофотоснимке не должны приводить к ошибке в высоте точки более 1/10 высоты сечения рельефа. Запрещается выбирать в качестве высотных опознаков точки, расположенные на крутых склонах.

Не совмещенные с замаркированными точками высотные опознаки при разреженной высотной подготовке подлежат полному полевому

контрольному опознаванию. В малоконтурных плоскоравнинных районах при сплошной высотной подготовке аэрофотоснимков разрешается определять положение высотных опознаков промерами от трех четких контуров или в створе между надежно опознанными точками, расположенными на этом же снимке.

При высотной подготовке определяют отметки урезов воды в реках и водоемах, а также отметки характерных и четких контурных точек в промежутках между опознаками. Урезы воды в реках должны быть приведены к уровню на дату аэрофотосъемки для использования их при рисовке рельефа и к меженному уровню для подписи на плане. Если последнее сделать невозможно, то рядом с отметкой уреза воды подписывается дата его определения.

Высотные опознаки обозначают на аэрофотоснимках наколом, обведенным на лицевой стороне кружком, подписывают номер точки и ее отметку. На оборотной стороне аэрофотоснимка точку обводят кружком и сопровождают номером и кратким описанием опознанной точки с указанием ее положения относительно ближайших микроформ рельефа; в случае необходимости дается абрис или профиль местности.

Точки, полученные промерами, оформляют на лицевой стороне пунктирным кружком и накалывают контуры, от которых сделаны промеры. На обратной стороне аэрофотоснимка составляется схема расположения опознака относительно контурных точек с указанием измеренных расстояний. Высоты опознаков определяют техническим нивелированием при съемке с высотой сечения 0,25; 0,5; 1 и 2 м и тригонометрическим нивелированием при съемке всхолмленных и горных районов с высотой сечения рельефа 2 и 5 м.

Если для проложения высотных ходов в залесенных районах требуется рубка большого количества просек, то высоты точек для стереорисовки с сечением рельефа через 2 и 5 м допускается определять тригонометрическим нивелированием по сторонам триангуляционных построений или засечек.

При этом длины сторон не должны превышать 12 км при применении оптических теодолитов средней точности и 5 км – при применении теодолитов 30-секундной точности.

На каждую съемочную трапецию при выполнении высотной подготовки должно быть определено не менее 5 высотных точек для контроля стереорисовки рельефа. Контрольными точками могут служить пункты триангуляции и полигонометрии, точки съемочной сети, грунтовые реперы, а также характерные точки, определяемые при выполнении высотной подготовки, и точки контрольных ходов.

При сплошной высотной подготовке контрольному опознаванию подлежит 25% высотных опознаков, а при разреженной высотной подготовке незамаркированные высотные опознаки подлежат полному контрольному опознаванию.

По завершении полевых работ по высотной подготовке сдаются следующие материалы:

- а) аэрофотоснимки с оформленными высотными опознаками;
- б) аэрофотоснимки с контрольным опознаванием и сличительная ведомость;
- в) оформленная репродукция накидного монтажа;
- г) журналы измерений;
- д) каталог высот и материалы вычислений.

Материалы систематизируются по трапециям следующего, более мелкого масштаба.

2.7 Трансформирование аэрофотоснимков.

Трансформированием называется преобразование наклонного снимка в горизонтальный заданного масштаба.

При выполнении аэрофотосъемки вследствие колебаний самолета аэрофотоснимки получаются не горизонтальными, а наклонными.

Кроме того, в связи с различными высотами от самолета до местности, вызванными ее рельефом, масштаб снимка в различных ее частях различен. При выполнении фотограмметрических работ по созданию топографической карты гораздо проще решать задачи по горизонтальному, приведенному к масштабу карты снимку, так как им можно пользоваться как планом.

В связи с этим, для решения многих задач, связанных с созданием топографической карты по аэрофотоснимкам, предварительно выполняют процесс, называемый **трансформированием аэрофотоснимков**.

Трансформирование аэрофотоснимков можно выполнять различными методами: аналитическим, графическим, фотомеханическим, оптическим и графомеханическим.

Аналитический метод основан на вычислении координат точек горизонтального снимка по измеренным координатам точек наклонного снимка.

Графический метод основан на методе сложения плоскостей и прямой проективной засечке, решающей задачу по опорным точкам.

В основе **фотомеханического метода** лежит применение специальных приборов **фототрансформаторов**, позволяющих по наклонному снимку с помощью объектива строить на экране изображение, соответствующее горизонтальному снимку и фиксировать на фотобумаге.

Оптический метод характеризуется тем, что изображение, соответствующее горизонтальному снимку, получается на планшете путем оптического проектирования наклонного снимка.

При **графомеханическом методе** по наклонному снимку получают графическое изображение, соответствующее горизонтальному снимку при помощи приборов не оптического, а механического типа.

В настоящее время наиболее широкое применение имеют аналитический и фотомеханический методы.

Трансформирование по ориентирующим точкам

Непосредственно процесс фототрансформирования заключается в совмещении проекций трансформационных точек негатива, заложенного в кассету, с соответствующими точками на опорном планшетике, располагаемом на экране фототрансформатора и в изготовлении трансформированных фотографических отпечатков.

При выполнении трансформирования на аэронегативе необходимо иметь не менее четырех трансформационных точек, расположенных в углах его рабочей площади и одну центральную точку.

Трансформирование на фототрансформаторе ФТБ выполняется в следующей последовательности:

Перед началом работы отсчеты по шкалам продольной и поперечной децентраций устанавливают на нульпункты.

Негатив эмульсией вниз закладывают в кассету прибора, его центр совмещают с центром кассеты, укладывают на экран подложку толщиной η и кладут на нее опорный планшетик. Негатив и опорный планшетик поворотами ориентируют так, чтобы одноименные точки расположились на радиусах из центральной точки (рис. 3а), затем кассету с негативом поворачивают в своей плоскости, а опорный планшетик – на экране и располагают какую-либо диагональ (например, соединяющую точки негатива 1 и 4) вдоль оси вращения экрана (рис. 3б).

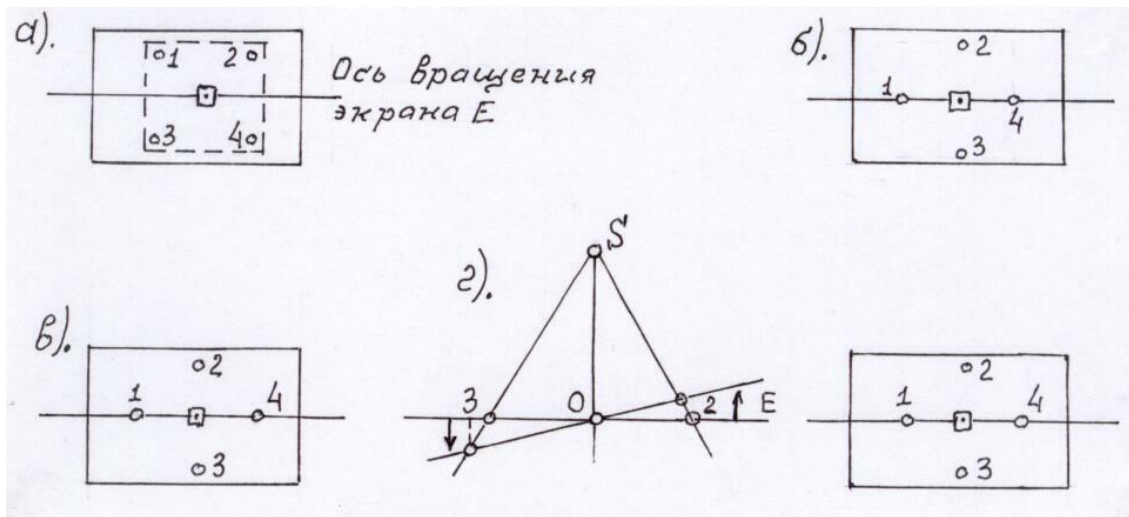


Рис. 3

По проекциям точек 1 и 4, расположенных вдоль оси вращения экрана приводят масштаб изображения негатива к масштабу создаваемого плана (рис. 3в), т.е. при помощи масштабного инверсора совмещают точки опорного планшетика с изображениями соответствующих точек негатива.

При уклонениях изображений точек 2 и 3 аэронегатива от соответствующих им точек на опорном планшетике их совмещают при помощи наклона экрана. Лучи S-3 и S-2 при наклоне экрана (рис. 3г) пройдут через соответствующие точки на опорном планшетике (рис.3д) или к ним приблизятся.

Для полного совмещения всех трансформационных точек необходимо негатив поворачивать в своей плоскости, а опорный планшетик поворачивать и передвигать по экрану, изменять наклон экрана и масштаб изображения. Негатив считается трансформированным, если несовмещение в трансформационных точках не превышает 0,4 мм.

В случае, когда после совмещения масштаба изображения по диагонали аэроснимка, расположенной вдоль оси вращения экрана, наклоном экрана и вращением негатива и опорного планшетика в своих плоскостях не обеспечивается совмещение трансформационных точек то вводят линейные децентрации.

2.8 Изготовление фотопланов и их корректура.

Фотопланом называется фотографическое изображение участка местности, составленное из рабочих площадей трансформированных аэроснимков.

Монтаж трансформированных снимков выполняют на основе по нанесенным на нее трансформационным и центральным точкам и плановым опознакам.

Монтаж фотоплана включает в себя ряд этапов: подготовка к монтажу, проверка точности трансформирования, укладка аэроснимков по трансформационным точкам на основе, порез аэроснимков, их наклейка и корректура фотоплана.

Подготовку к монтажу начинают с проверки полноты покрытия площади трапеции трансформированными аэроснимками. Особое внимание уделяется участкам, прилегающим к рамкам трапеций. При укладке аэроснимков одни и те же контуры на соседних аэроснимках не должны отличаться по фототону, в противном случае на линиях пореза смонтированного фотоплана будет создаваться впечатление о разнородности контуров.

При проверке трансформирования через трансформационные точки и плановые опознаки пробивают пуансоном отверстия диаметром 1 мм, а затем отпечатки прикладывают к основе, чтобы соответствующие точки были видны через пробитые на аэроснимках отверстия.

Аэроснимки последовательно укладывают по маршруту, начиная от северной или южной рамки трапеции. В процессе развития фототриангуляции возникают различного рода погрешности, из-за которых полного совмещения трансформационных точек с точками основы достигнуть не удастся. Сюда же можно отнести и погрешности, возникающие из-за деформации фотобумаги и влияния рельефа. Поэтому возникает отклонение центров отверстий на трансформированном

аэроснимке от соответствующих точек на основе. Данное отклонение не должно превышать 0,4 мм.

Одновременно по линиям, лежащим в середине перекрытия иглой прокалывают отверстия для проверки сходимости контуров между смежными аэроснимками. Отклонения на четких контурах допускаются не более 0,5 мм, на нечетких – до 1 мм.

В случае, если отклонения превышают указанный допуск, аэроснимку придают небольшой поворот, уменьшая этим расхождение на контурных точках по линии пореза.

Окончательно уложенные аэроснимки с обратной стороны смазывают ацетоновым клеем на площади 2-3 кв. см и грузиками закрепляют на основе; таким же образом укладывают и наклеивают аэроснимки второго и всех последующих маршрутов, закрепляют грузиками и оставляют до высыхания клея. Затем, острым ланцетом выполняют порез аэроснимков. Сначала аэроснимки разрезают по продольному перекрытию в маршрутах, затем по поперечному перекрытию между маршрутами. Линия пореза должна проходить вблизи линии, соединяющей трансформационные точки; порез должен проходить по наименее ответственным контурам и не пересекать прямолинейных контуров под острыми углами. Отрезанные части аэроснимков на обороте нумеруют номером аэроснимка и складывают в конверты.

После пореза центральные части аэроснимков окончательно наклеивают на основу и прижимают грузиками. Подготовив таким образом фотоплан, приступают к его корректуре с целью проверки точности посадки аэроснимков по трансформационным точкам на основу и выявления полученных расхождений в контурах смежных аэроснимков по линии пореза. Для этого составляют корректурные листы, на которых схематически показывают все линии пореза аэроснимков и расположение трансформационных точек.

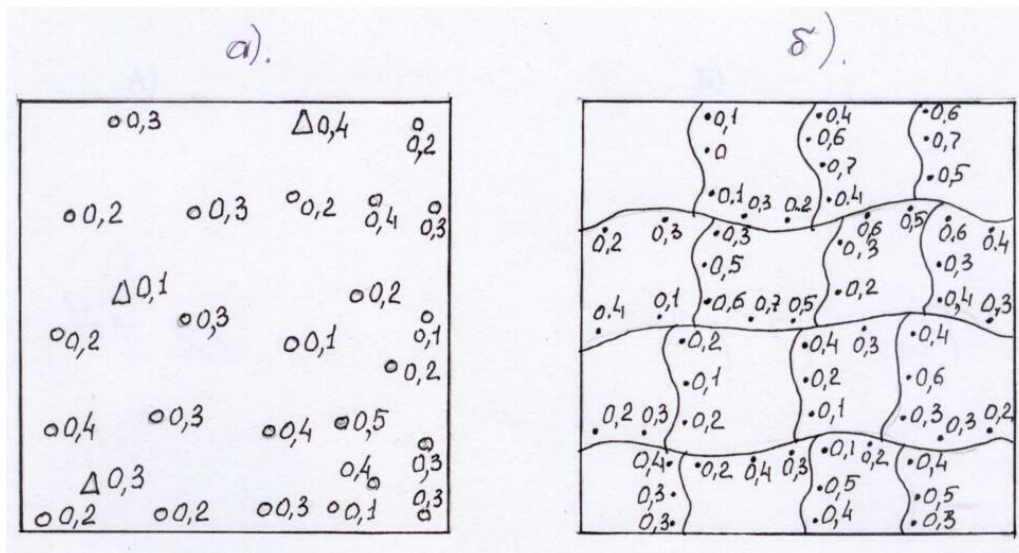


Рис. 7

Уклонения в трансформационных точках, плановых опознаках и на опознанных пунктах триангуляции определяют в десятых долях миллиметра и выписывают у каждой точки (рис. 7а).

Для контроля и корректуры фотоплана по порезам отрезанные при монтаже края аэроснимков прикладывают по линии пореза к центральным, через каждые 2-3 см выбирают контрольные точки на четко изобразившихся контурах не далее одного см от линии пореза и перекальвают со срезанной части аэроснимка на смонтированную часть фотоплана.

Отклонения контрольных точек измеряют и учитывают до 0,1 мм и подписывают на схеме (рис. 7б).

В случае, когда отклонения превышают установленные допуски: на трансформационных точках 0,4 мм и на контурных точках по линии пореза 0,7 мм и не более 1 мм в горных районах и на нечетких контурах, фотоплан частично или полностью переделывают.

За рамками трапеции оставляют поля с фотографическим изображением шириной 4-8 мм, которые используют для сводок со смежными фотопланами по рамкам.

2.9 Создание фотопланов по материалам цифрового фотографирования с помощью современных комплексов.

В настоящее время, в связи с расширением возможностей компьютерных технологий топографические карты и планы стало возможным создавать на различных компьютерных системах, например PHOTOMOD, INTERGRAF и др.

Использование подобных систем по сравнению с обычными универсальными приборами имеет ряд преимуществ. К ним относится возможность обработки сразу всех снимков аэрофотосъемочного маршрута или всего залета, в то время как при работе на универсальном приборе имеется возможность одновременной обработки только лишь одной стереопары, после чего необходима их перезакладка. Кроме того, универсальный прибор любой конструкции позволяет обрабатывать аэрофотоснимки только форматом 18x18 см. На компьютерных снимках имеется возможность обработки аэрофотоснимков любого формата 18x18 см, 23x23 см, 30x30 см.

Развитие съемочного обоснования путем проложения теодолитных ходов с предварительным обследованием пунктов городской полигонометрии уходит в прошлое. Сейчас распространение получили спутниковые системы GPS и электронные тахеометры, оперативность работы значительно возросла. Но в районах сплошного озеленения и частотой высотной застройки системы глобального позиционирования практически непригодны или требуют значительного времени для наблюдения спутников.

В настоящее время все электронные тахеометры имеют встроенные программы определения координат и высот точек стояния по двум и более исходным точкам. Поэтому определение координат по контурам местности с неизвестными координатами и высотами выполняется автоматически.

Кроме выполнения полевых работ с использованием современных технологий и в связи с компьютеризацией появилась возможность создания

топографических планов не только на универсальных фотограмметрических приборах, но и на компьютерных комплексах. С этой целью в качестве эксперимента, в октябре 1997 года на территории России был проведен аэрофотосъемочный залет масштаб 1:3000 с фокусным расстоянием камеры 150 мм, формат аэроснимков 23х23 см. Их обработка выполнена на цифровой фотограмметрической станции PHOTOMOD фирмы «Ракурс» и сканере Umax Mirage Iise со слайд – модулей. Коррекция сканированных изображений проводилась по программе ScanCorrect, входящий в комплект станции.

Исследования показали, что программа ScanCorrect компенсирует искажения растрового фотоматериала в среднем с 40 до 3 мкм.

При классическом стереотопографическом времени занимает плано – высотная подготовка аэрофотоснимков (дополнительные наколы на диапозитивы, закладка их в прибор, наблюдения старых и новых точек, счет (всего массива точек)), то на цифровой фотограмметрической станции (ЦФС) весь процесс занимает 10-15 мин. Таким образом, можно получить в любой момент неограниченное число точек с точными координатами(6-7 см в плане и по высоте).

Из этого видно, что определив координаты и высоты небольшого числа опознаков в полевых условиях с использованием системы GPS и электронных тахеометров, всю остальную плано – высотную подготовку удобнее выполнять на компьютерных комплексах, например PHOTOMOD, т.к. производится одновременное сканирование всех снимков залета, что позволяет выполнить пространственное фототрансформирование сразу на весь объект.

При создании карт с использованием системы PHOTOMOD на начальном этапе выполняют сканирование исходных материалов (аэрофотоснимков залета, разложенных по маршрутам аэрофотоснимки). Затем производят сбор данных для уравнивания сети фототриангуляции

(введение значений и высот точек планово – высотной подготовки аэрофотоснимков) и ее непосредственно уравнивание.

После этого выполняется построение цифровой модели рельефа, которая может использоваться для решения таких прикладных задач, как построение моделей видимости, водосборов, расчет объемов выработок, расчет профилей, проектирование и многое другое.

Кроме того, ЦМР можно создавать и с помощью модуля PHOTOMOD StereoDraw, создание которой является одним из направлений работы данного модуля. Модуль PHOTOMOD DTM создания ЦМР используется модуль PHOTOMOD DTM. Он поддерживает несколько алгоритмов вычисления ЦМР. Наиболее часто используемым является метод «адаптивной модели» - когда значение превышений автоматически рассчитываются для наиболее характерных точек поверхности в окрестностях узлов заданной пользователем регулярной сетки. В случае моделирования рельефа на районы застройки удобно использовать «гладкую» модель, располагая пикеты в полуавтоматическом режиме вдоль улиц. Можно оцифровать улицы в модуле PHOTOMOD StereoDraw и импортировать полученные трехмерные векторные объекты в PHOTOMOD DTM для построения по ним ЦМР. Полученные ЦМР могут быть экспортированы во внешние форматы в виде регулярной матрицы высот (DEM) или нерегулярной пространственной сети (TIN). При экспорте моделей рельефа в PHOTOMOD VectOr производится их автоматическая сшивка. Горизонталы могут быть построены как в PHOTOMOD DTM, так и в PHOTOMOD VectOr.

Построение ортофотоизображения производится в модуле PHOTOMOD DTM.

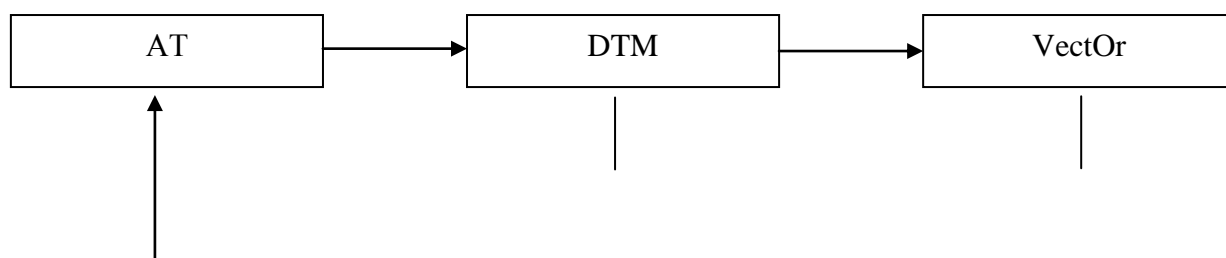




Рис.8

При этом входными данными являются ЦМР и исходный правый или левый снимок стереопары. Разрешение (размер пикселя) выходного ортофотоизображения задается пользователем. Для автоматической сшивки ортофотоизображений, рассчитанных по различным стереопарам блока, используется модуль PHOTOMOD VectOr. Также предусмотрен экспорт ортофотоизображений в BMP формат. При этом создается дополнительный текстовый файл с координатами углов изображения, который может быть использован для последующей геодезической привязки (рис.8).

При создании цифровых векторных карт используется технология показанная на рис.9

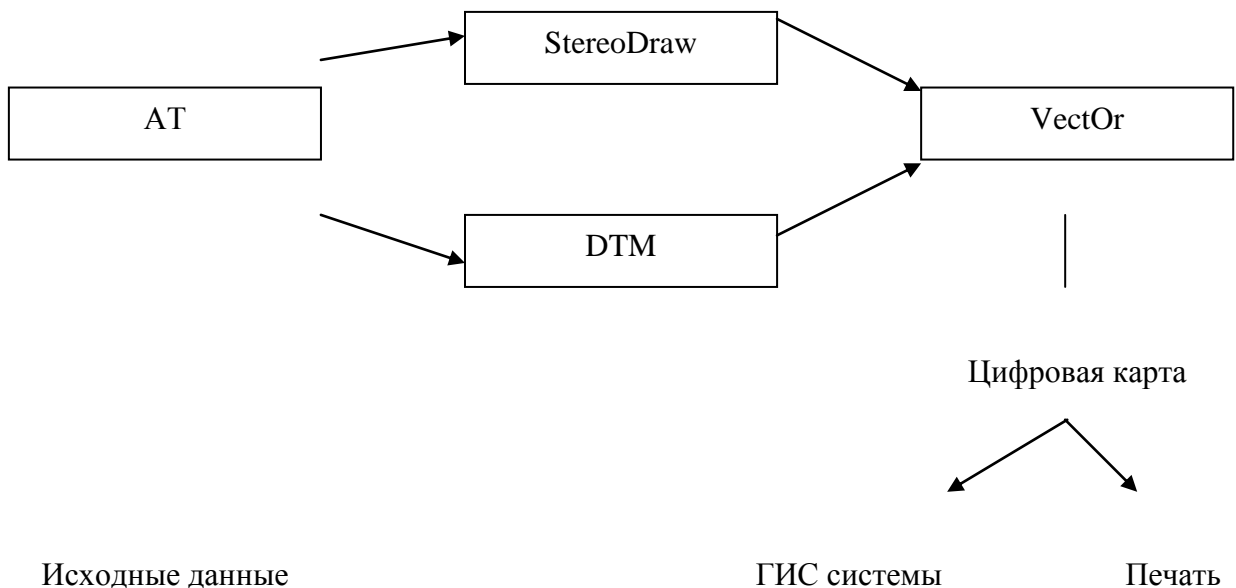


Рис.9

В модуле PHOTOMOD StereoDraw производится векторизация тех объектов, которые должны быть оцифрованы в стереорежиме. К ним относятся в первую очередь те объекты, распознавание которых в монорежиме затруднительно. Например, при векторизации зданий их основания, которые должны быть нанесены на карту, зачастую не видны.

Очевидно что векторизация зданий по крышам возможна лишь в стереорежиме для их точного проектирования на основание. Помимо этого, часть объектов трудно дешифровать в монорежиме, что может привести к ошибкам при их разделении на тематические слои. Трехмерные векторные объекты оцифрованные в модуле PHOTOMOD StereoDraw, также могут быть использованы для решения прикладных задач (например при проектировании дорог). В процессе векторизации объектам присваиваются коды классификатора, которые используются в модуле PHOTOMOD VectOr для назначения условных знаков. Удобными инструментами стереовекторизации являются автоматическое следование курсора по поверхности, 2D и 3D снапинг, возможность проведения сегментов линий под прямыми углами, точное проведение линии по фрагменту смежного объекта и многое другое. Подготовка цифровой карт к печати модуле PHOTOMOD VectOr. Оставшаяся часть нагрузки цифруется по подложенному ортофотоизображению или ортофотоплану в монорежиме. Перед выводом на печать производится векторное редактирование. Все объекты и элементы содержания карты обозначаются условными знаками исчерпывающая информация о которых находится в библиотеке условных знаков модуля. Производится разделение карты на стандартные номенклатурные листы и создание зарамочного оформления. Возможно преобразование двухмерных объектов в трехмерные путем «проецирования» их на подложенную модель рельефа. Предусмотрен вывод карты на печать с использованием любых принтеров и плоттеров, работающих под MS Windows, а также экспорт векторных объектов в популярные форматы для последующей обработки с помощью ГИС и CAD систем.

2.10 Съёмка рельефа и дешифрирование при комбинированной съёмке.

Топографическая съёмка на фотопланах и графических планах (комбинированная съёмка) выполняется при невозможности

фотограмметрического определения с требуемой точностью высот точек земной поверхности из-за влияния растительного покрова или когда применение стереотопографической съемки нецелесообразно по техническим или организационным причинам. При комбинированной съемке на фотопланах (графических планах) непосредственно в поле определяются высоты точек, рельеф местности отображается горизонталями и условными знаками, дешифрируются контуры и наносятся объекты, не изобразившиеся на аэрофотоснимках. Съемка выполняется на фотопланах (фотокопиях), изготовленных на полуматовой или матовой фотобумаге, наклеенной на жесткую основу. К каждому фотоплану (графическому плану) для производства полевых работ должен быть приложен комплект аэрофотоснимков в масштабе, близком к масштабу съемки.

Изготовление фотопланов и все связанные с этим фотограмметрические работы выполняются в соответствии с Инструкцией и требованиями действующих «Инструкции по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов» и «Руководства по фототрансформированию аэроснимков и изготовлению фотопланов».

При комбинированной съемке высотное обоснование, необходимое для съемки рельефа местности, развивается проложением основных и съёмочных высотных ходов. Проект съёмочного обоснования разрабатывается на фотоплане (графическом плане) до начала полевых работ с использованием имеющейся на данный район работ карты наиболее крупного масштаба, на которую предварительно наносят все имеющиеся пункты геодезической основы и рамки планшетов съемки. Основные высотные ходы являются исходными для развития съёмочных ходов и должны опираться на реперы и марки нивелирной сети, пункты государственной геодезической сети, геодезической сети сгущения 1 и 2 разрядов и съёмочных сетей, высоты которых определены нивелированием IV класса. При съемках с высотами сечения рельефа 2 и 5 м в качестве высотной основы могут использоваться пункты, высоты которых определены тригонометрическим нивелированием

при условии, что погрешность определения высот не превышает $1/5$ принятой высоты сечения рельефа.

Основные ходы проектируются в виде отдельных ходов и систем ходов, образующих узловые точки и замкнутые полигоны. Проектирование их следует выполнять так, чтобы точки ходов равномерно распределялись по всей площади съемки. Все точки плановых съемочных сетей, находящиеся в пределах площади съемки, должны быть включены в основные высотные ходы.

Точки основных высотных ходов, как правило, должны быть опознаны на фотоплане (графическом плане). При отсутствии возможности опознавания их плановое положение определяется в процессе съемки графическими прямыми и обратными засечками по пунктам геодезической сети или опознаваемы четким контурам методом створов или другим способом. С целью на местности, лишенной четких контуров (степень, сплошные массивы пашни и т.д.), развивается редкая геометрическая сеть.

При съемках с сечением рельефа 2 и 5 м в равнинно-пересеченной и горной местности основные ходы допускается прокладывать способом тригонометрического нивелирования теодолитом, кипрегелем, номограммным кипрегелем. Углы наклона измеряют одним приемом при двух положениях вертикального круга в прямом и обратном направлениях, а при работе номограммным кипрегелем дважды определяют превышение при круге лево на разные высоты рейки. Если углы наклона линий меньше 5^0 , то основной высотный ход тригонометрического нивелирования можно прокладывать при установке прибора через точку примерно на равных расстояниях между рейками. Каждое превышение в этом случае определяется дважды при наведении горизонтальной нити трубы кипрегеля на две высоты рейки, различающиеся между собой не менее чем на 1 м, и вычисляется как среднее из двух значений. При измерении расстояний от приборов до рейки нитяным дальномером длина сторон высотных ходов должна быть не более 250 м. Расстояния от прибора до рейки при измерении

номограммным кипрегелем не должны превышать 150 м. При благоприятных условиях допускается увеличение расстояния до 200 м. Расхождение между прямым и обратным превышениями или между превышениями, определенными при наведении на разные высоты рейки, одной и той же линии допускается до 10 см, если длина линии 250 м, и 4 см на каждые 100 м при больших расстояниях.

Основные высотные ходы должны уравниваться в соответствующем разделе журнала. Системы ходов уравниваются совместно. Невязка в ходах распределяется пропорционально длинам сторон.

Вопрос о закреплении на местности узловых и наиболее важных точек основных высотных ходов долговременными знаками решается при разработке и утверждении технического проекта в зависимости от целей съемки.

Для обеспечения необходимой точности съемки рельефа на смежных планшетах намечаются общие точки связи. Точками связи могут служить постоянные или временные реперы нивелирования, расположенные вблизи рамок планшетов. При их отсутствии системы основных высотных ходов смежных съемочных планшетов должны иметь не менее одной общей точки.

Расхождения по высоте на точках связи не должны превышать $1/5$ высоты сечения рельефа. Расхождения в плановом положении точек связи не должны быть более 1 мм на плане. Если высотное съемочное обоснование развивается одновременно на блок трапеций, то специальные точки связи между этими трапециями не намечаются.

Высоты съемочных точек определяются проложением съемочных ходов опирающихся на точки основных высотных ходов и пункты геодезической основы. Съемочные ходы прокладываются после увязки основных высотных ходов. Количество съемочных точек определяется в зависимости от сложности рельефа местности, застроенности или залесенности участка съемки. Погрешности определения высот точек не должны превышать $1/5$ принятой высоты сечения рельефа.

При съемке с сечением рельефа через 0,25; 0,5 и 1 м съемочные ходы прокладываются методом геометрического нивелирования нивелиром или кипрегелем с уровнем на трубе.

Точки съемочных ходов предпочтительнее наметить на четких, хорошо опознаваемых контурах. Если съемочная точка не опознается на плане, то ее положение определяется:

обратной засечкой по пунктам геодезической основы и геометрической сети или опознанным четким контурам методом приближений;

промером расстояний от трех или более опознанных четких контуров;

промером расстояний от двух опознанных четких контуров, расположенных на прямолинейном участке контура – дороги, канавы, межи и т.д.;

методом продолжения по направлению и расстоянию, определенным с предыдущей точки, с проверкой обратными засечками по пунктам геодезической основы или опознанным контурам.

При проложении основных и съемочных ходов рейки ставят на вбитые вровень с землей колья. Съемочные ходы должны уравниваться в соответствующем разделе журнала топографической съемки. Съемка рельефа на фотопланах или графических планах производится при помощи мензулы и кипрегеля, а в плоскоравнинной местности – и нивелира.

Высотные точки (пикеты), необходимые для изображения рельефа, определяются с точек основных и съемочных высотных ходов и пунктов геодезической основы. Для правильного и точного изображения рельефа следует заранее изучить по аэрофотоснимкам стереоскопическую модель местности и наметить, где необходимо определить точки съемочных ходов и пикетные точки.

Пикетные точки при съемке рельефа следует определять на характерных формах рельефа – вершинах, водоразделах, хребтах, седловинах, котловинах, долинах, лощинах.

| | | |
|----------|------------------------------|--------------------|
| Высотные | Геометрическое нивелирование | Тригонометрическое |
|----------|------------------------------|--------------------|

| ХОДЫ | | | | | | | нивелирование | | | |
|-----------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| | Сечение рельефа | | | | | | | | | |
| | 0,25 м | | 0,5 м | | 1 м | | 2 м | | 5 м | |
| | Длина хода км. | невязка м. | Длина хода км. | невязка м. | Длина хода км. | невязка м. | Длина хода км. | невязка м. | Длина хода км. | невязка м. |
| Основные | 2 | 0,07 | 8 | 0,14 | 16 | 0,20 | 6 | 0,30 | 12 | 1,00 |
| Съемочные | 1 | 0,08 | 4 | 0,15 | 8 | 0,20 | В неблагоприятных условиях 3 | 0,50 0,60 | 6 | 1,00 |

изменения крутизны ската. Помимо того, должны быть определены высоты характерных контурных точек местности (пересечения дорог, просек, резких изгибов контуров, гребня плотин, поверхности земли у мостов, шлюзов, колодцев и т.д.), подписи которых помещаются на плане.

Через 10-12 см на плане определяют урезы воды в реках, ручьях, каналах и водных бассейнах на момент съемки. Высоты урезов воды и характерных точек местности определяют с точностью, принятой для определения высот точек в съемочных ходах.

В равнинной местности при съемке с сечением рельефа через 0,25; 0,5 и 1 м с углами наклона до 2^0 высоты пикетов определяются горизонтальным лучом кипрегеля с уровнем на трубе или нивелиром, который устанавливается рядом с мензулой.

Для упрощения вычислений горизонт прибора определяется по формуле

$$ГП = H_i + i$$

Высоты пикетов вычисляются по формуле

$$H = ГП - a,$$

где H_i – высота точки стояния прибора; i – высота прибора; a – отсчет по рейке.

Рейки применяются с сантиметровыми и двухсантиметровыми делениями, а также рейки с переменной шкалой.

При съемке местности с углами наклона более 2° высоты пикетов определяются методом тригонометрического нивелирования. Вертикальные углы измеряются кипрегелем типа КБ при одном положении круга.

Превышения на пикеты вычисляются по формулам

$$h = 1/2 (kl + c) \sin 2a$$

или

$$h = S_0 \operatorname{tg} a,$$

где S_0 – расстояние, приведенное к горизонту (поправка учитывается при углах наклона более 3°); k – коэффициент дальномера, l – отрезок рейки между дальномерными нитями; c – постоянное слагаемое дальномера; a – измеренный вертикальный угол.

Высоту пикета вычисляют по формуле

$$H_{\text{пик}} = H_{\text{ст}} + I - v + h?$$

где $H_{\text{ст}}$ – высота точки стояния прибора; i – высота прибора; v – высота визирования; h – измеренное превышение.

Для упрощения вычислений среднюю нить следует наводить на отсчет по рейке, соответствующий высоте прибора ($i=v$); в этом случае отметка пикета $H_{\text{пик}}$ вычисляется по формуле $H_{\text{пик}} = H_{\text{ст}} + h$. Место нуля вертикального круга кипрегеля определяется ежедневно. Результаты определения записываются в журнале съемки.

Высоты пикетов вычисляются с точностью до 0,01 м и подписываются на планшете с округлением до 0,1 м при сечении рельефа 1 м и более. При сечении рельефа менее 1 м высоты пикетов вычисляют и подписывают на планшете с точностью до 0,01 м.

В зависимости от масштаба съемки и сечения рельефа расстояния от прибора до рейки и между пикетами не должны превышать величин, приведенных в следующей таблице

| Масштаб | Сечение | Максималь- | Максимальное | Максимальное |
|---------|---------|------------|--------------|--------------|
|---------|---------|------------|--------------|--------------|

| съемки | рельефа, м | ное расстояние между пикетами, м | расстояние до рейки при съемке рельефа, м | расстояние от прибора до рейки при съемке, м | |
|--------|---------------|--|--|--|----------------------|
| | | | | Четких контуров | Нечетких контуров |
| 1:5000 | 0,5 | 75 | 250 | 150 | 200 |
| | 1,0 | 100 | 300 | 150 | 200 |
| | 2,0 | 120 | 350 | 150 | 200 |
| | 5,0 | 150 | 350 | 150 | 200 |
| 1:2000 | 0,5 | 50 | 200 | 100 | 150 |
| | 1,0 | 50 | 250 | 100 | 150 |
| | 2,0 | 60 | 250 | 100 | 150 |
| 1:1000 | 0,5 | 30 | 150 | 80 | 100 |
| | 1,0 | 40 | 200 | 80 | 100 |
| 1:500 | 0,5 | 20 | 100 | 60 | 80 |
| | 1,0 | 20 | 150 | 60 | 80 |

При съемке тщательно изображают горизонталями все формы рельефа, характерные для данного участка местности, а также те детали, которые имеют особое значение при использовании топографического плана (съемочные точки выбираются так, чтобы с них была видна вся снимаемая с точки выбираются так, что с них была видна вся снимаемая с точки площадь). Для изображения характерных форм и деталей рельефа, не выражающихся горизонталями основного сечения, применяются полугоризонтالي и вспомогательные горизонтали, а при необходимости – установленные условные знаки. Полугоризонтали обязательно проводятся на участках, где расстояние между основными горизонталями превышает 2,5 см на плане.

Горизонтали вычерчиваются карандашом на плане непосредственно в поле после набора пикетов или одновременно с ним. Съемку следует проводить сплошным массивом. На каждом квадратном дециметре плана масштабов 1:5000, 1:2000 должно быть подписано не менее 10 высот характерных точек местности. Количество подписываемых точек устанавливается техническим проектом. На планах масштабов 1:1000 и 1:500 подписываются высоты всех пикетов.

В процессе выполнения работ по съемке рельефа на каждый планшет составляется калька высот, на которую наносятся пункты геодезической основы, точки основных высотных и съемочных ходов с их номерами и высотами, урезы воды и все пикеты, высоты которых подписаны на плане.

Перед составлением кальки высот необходимо проверить правильность вычисления высот точек ходов, урезов воды и характерных точек местности (пикетов). Кальки высот хранятся постоянно.

Рисовка рельефа и дешифрирование, как правило, должны выполняться не непосредственно на фотоизображении, а на прозрачном малодеформирующемся пластике, прочно закрепленном на фотоплане. При этом следует добиваться повышения качества черчения. При оформлении плановых основ следует применять переводные самоприклеивающиеся изображения букв, цифр, условных знаков.

По окончании съемки план должен быть сведен по тем сторонам рамки, к которым примыкают снятые в том же году или ранее планы того же или более крупного масштаба. Другие стороны рамки считаются свободными, съемка по ним должна быть продолжена на 1 см за рамку.

При сводке планов горизонтالي и контуры местности перемещаются на каждом из них на половину расхождений, если эти расхождения не превышают на плане:

1,0 мм – для основных контуров (железные, шоссейные и грунтовые улучшенные дороги, улицы, каналы и береговые линии крупных рек);

1,5 мм – для прочих контуров.

Расхождения по высоте не должны превышать двойной величины допустимых средних погрешностей съемки рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования.

При углах наклона местности свыше 6° число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов. Для съемок залесенных участков эти допуски увеличиваются в 1,5 раза.

Для съемок застроенных территорий и съемок в масштабах 1:1000, 1:500 допуски уменьшаются в 1,5 раза.

При сводках с уже изданными планами исправление до полного совпадения производится на планах новой съемки. Если расхождения превышают указанный выше допуск, вопрос о сводке разрешается руководством подразделения, выполняющего съемку, или производится дополнительный полевой контроль.

Топографическое дешифрирование при комбинированной съемке выполняется одновременно со съемкой рельефа полностью в натуре или проверкой и уточнением дешифрирования, проведенного камерально при составлении оригинала плана на универсальном приборе.

В процессе дешифрирования должны быть инструментально нанесены топографические объекты местности, изображений которых нет на фотоплане (графическом плане), а также собраны и подписаны географические названия.

Если на аэрофотоснимках имеются фотоизображения объектов, исчезнувших на местности ко времени выполнения топографических работ, то они должны быть перечеркнуты на фотоплане (графическом плане) синими линиями.

Результаты дешифрирования на каждом данном участке вычерчиваются не позднее чем на следующий день после работы в поле.

Фотопланы (графические планы) оформляются в следующих цветах:

| | |
|---|---------------|
| контуры, подписи и зарамочное оформление | - черным; |
| рельеф | - коричневым; |
| гидрография и солончаки | - зеленым; |
| водные пространства | - голубым; |
| площади с твердым покрытием (асфальт и др.) | - розовым. |

В результате топографической съемки на фотоплане (графическом плане) представляются к сдаче по каждому планшету следующие материалы:

фотоплан (графический план);

формуляр к плану;

журналы съемки и развития высотного обоснования;

калька высот;

выкопировка сводок по рамкам;

акты проверки и приемки полевых работ.

Все материалы комбинированной съемки должны быть проверены, приняты и подписаны руководителем работ (начальником партии).

Каждый планшет съемки проверяется и принимается в поле. Контроль съемки должен выполняться инструментально. Контрольные пикеты на кальке высот оформляются цветной тушью. Контрольные операции, а также дальнейшая приемка работ должны выполняться в соответствии с действующей «Инструкцией о порядке контроля и приемки топографо-геодезических и картографических работ».

Приемка оформляется актом.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КРУПНОМАСШТАБНЫМ ПЛАНАМ

3.1 Назначение крупномасштабных планов

Топографические планы масштаба 1: 5000 предназначаются: для разработки генеральных планов и проектов размещения строительства первой очереди крупных, больших и средних городов; для составления проектов планировки промышленных районов с территории, превышающей 100 га; для составления проектов наиболее сложных транспортных развязок при разработке генерального плана крупнейшего города; для составления схем размещения проектируемых жилых или промышленных районов в системе крупного, среднего и малого города, обзорных планов проектов инженерных сооружений, инженерных мероприятий и др.; для составления проектов наиболее сложных узлов при решении планировки пригородной зоны;

для составления технических проектов промышленных и горнодобывающих предприятий;

для составления обобщенных генеральных планов морских портов и судоремонтных заводов;

для предварительной разведки III группы месторождений;

для детальной разведки металлических и неметаллических (угли и горючие сланцы) полезных ископаемых по I и II группе месторождений;

для составления генеральных маркшейдерских планов разрабатываемых нефтегазовых месторождений, проектирования обустройства месторождений и решения горнотехнических задач и вопросов о земельных и горных отводах;

для земельного кадастра и землеустройства колхозов и совхозов с интенсивным ведением хозяйства со сложными условиями местности и малыми размерами сельскохозяйственных угодий;

для составления технических проектов: орошения при поверхностном поливе всего мелиорируемого массива (участки площадью менее 15 км²); орошения при поливе дождеванием всего мелиорируемого массива (участки площадью менее 15 км²) и типовых участков (мелиорируемый массив площадью 15 км² и более); регулируемых водоприемников во всех природных условиях; водохранилищ с площадью зеркала воды от 0,5 до 3,0 км²; типовых участков осушения открытыми каналами в закрытой местности средне и труднопроходимой (сложные природные условия);

для составления рабочих чертежей массива осушения открытыми каналами в сложных природных условиях; площадок стройматериалов (планы используются и для рабочих чертежей); мостовых переходов; карьеров строительных материалов;

для камерального трассирования автомобильных дорог в условиях сложного рельефа местности, на подходах к крупным населенным пунктам и в других местах со сложной ситуацией;

для проектирования трасс воздушных линий электропередачи в местах пересечений и сближений с сооружениями;

для проектирования и строительства гидроузлов на малых равнинных и горных реках;

для определения на местности проектного контура водохранилища на застроенной территории, на местности, занятой насаждениями (садами, ягодниками, виноградниками и т.д.);

для проектирования железных и автомобильных дорог на стадии технического проекта (выбор направления в горных районах и по приятному направлению в равнинных и холмистых районах);

для проектирования и строительства магистральных каналов (судоходных, водопроводных, энергетических) полосы местности шириной 1-2 км на стадии технического проекта в равнинно-пересеченной и всхолмленной или густонаселенной местности.

Топографические планы масштаба 1: 5000, являющиеся результатами топографических и специализированных планов и карт более мелких масштабов.

Топографические планы масштаба 1 : 2000 предназначены:

для разработки генеральных планов малых городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов;

для составления проектов детальной планировки и эскизов застройки; проектов планировки городских промышленных районов, проектов наиболее сложных транспортных развязок в городах на стадии разработки генерального плана;

для составления исполнительных планов горнопромышленных предприятий (рудников, шахт, карьеров, разрезов);

для детальных разведок III группы месторождений металлических и неметаллических полезных ископаемых;

для составления технических проектов и генеральных планов морских портов, судоремонтных заводов и отдельных гидротехнических сооружений;

для составления технического проекта принятого основного варианта тепловых электростанций, водоразбора, гидротехнических сооружений и заграждающих дамб;

для составления технических проектов: орошения при поверхностном поливе площади мелиорируемых объектов 15 км² и более (типовые участки занимают 10-12% от всей площади, подлежащей мелиорации); типовых участков под вертикальную планировку (нивелирование по квадратам со сторонами 20х20 м по подготовленной поверхности); строительства плотин длиной свыше 300 м, дюкеров, шлюзов и т.п., прокладки трасс каналов и напорных трубопроводов, проходящих в стесненных участках и горной местности; строительства водохранилищ с площадью зеркала воды до 0,5 км², для участков русел рек, намечаемых к использованию под канал;

для составления рабочих чертежей: осушения закрытым дренажем; под вертикальную планировку орошаемых земель нивелированием по квадратам со сторонами 20х20 м; площадок под гидротехнические сооружения, подсобно-производственные здания и жилищное строительство; строительства «канала-полосы»; местности вдоль оси канала от 100 до 400 м на участках с особо сложными условиями рельефа или геологического строения (косогор, мелкосопочный рельеф, район оползней) и на участках, где канал проектируется в виде трубопровода, укладываемого на анкерных опорах; для регулирования водоприемников на извилистых реках с небольшой величиной изгиба (100-150 м) или при сложном рельефе поймы;

для проектирования железных и автомобильных дорог на стадии технического проекта в горных районах и для рабочих чертежей в равнинных и холмистых районах;

для разработки генеральной схемы реконструкции железнодорожного узла;

для составления рабочих чертежей трубопроводных, насосных и компрессорных станций, линейных пунктов и ремонтных баз, переходов

через крупные реки, сложных подходов к подстанциям, сложных пересечений и сближений транспортных и других магистралей в местах индивидуального проекта земляного полотна (для линейного строительства).

Кроме того, в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000 могут создаваться топографические планы шельфовой зоны океанов, морей и внутренних водоемов.

Топографические планы шельфа предназначаются для локальных геофизических и геологоразведочных работ, составления проектов эксплуатации морских месторождений полезных ископаемых и строительства в море инженерных сооружений, организации подводных плантаций ведения промыслового хозяйства.

Топографические планы масштаба 1 : 1000 предназначаются:

для составления технических проектов и рабочих чертежей застройки на незастроенной территории или территории с одноэтажной застройкой ;

для решения вертикальной планировки и проектов озеленения территории; для составления планов существующих подземных сетей и сооружений и привязки зданий и сооружений к участкам строительства;

для составления рабочих чертежей бетонных плотин, зданий ГЭС, камер-шлюзов, участков примыкания плотин к скалам (для приплотинных ГЭС);

для разработки проектов переустройства существующих и рабочих чертежей новых железнодорожных станций и узлов;

для детальных разведок и подсчета запасов полезных ископаемых месторождений с исключительно сложным строением и невыраженными рудными жилами, прожилками, трубчатыми и рудными гнездами с неравномерным распределением промышленного оруденения (месторождения ртути, сурьмы, олова, вольфрама и др.);

для сложных инженерных изысканий;

для проектирования: напорных трубопроводов на бетонных фундаментах; гидротехнических сооружений (акведуки, дюкеры, насосные

станции) на площади более 2 га; площадок под отдельные строения (ремонтные мастерские, складские базы и др.); полей фильтрации, канализации и теплогазоснабжения в населенных пунктах с плотной застройкой;

для разработки рабочих чертежей при проектировании и строительстве горнодобывающих и обогатительных предприятий;

для геологического обслуживания горных предприятий, разрабатывающих россыпные месторождения.

Топографические планы масштаба 1 : 500 предназначаются:

для составления исполнительного, генерального плана участка строительства и рабочих чертежей многоэтажной капитальной застройки с густой сетью подземных коммуникаций, промышленных предприятий, для решения вертикальной планировки, составления планов подземных сетей и сооружений и привязки зданий и сооружений к участкам строительства на застроенных территориях города;

для составления рабочих чертежей плотин головного узла бассейнов суточного регулирования, уравнильных шахт, напорных трубопроводов, зданий ГЭС, порталов туннелей, подходных штреков шахт (для арочных и деривационных ГЭС).

Необходимость топографической съемки в масштабе 1 : 500 должна быть обоснована инженерными расчетами.

Планы масштабов 1 : 1000 и 1 : 500 являются основными планами учёта подземных коммуникаций и должны отображать точное плановое и высотное положение всех без исключения подземных коммуникаций с показом их основных технических характеристик.

В зависимости от назначения топографических планов устанавливаются масштабы топографических съемок. При этом предусматривается, что топографическая съемка населенных пунктов в зависимости от типа картографируемой территории выполняется только в двух масштабах:

1 : 500 и 1 : 2000 – на территории с многоэтажной застройкой или территории крупнейшего города (I тип);

1 : 1000 и 1 : 5000 – на территории с преимущественно одноэтажной застройкой или незастроенной территории (II тип).

3.2 Содержание крупномасштабных планов

В соответствии с Инструкцией на топографических планах масштабов 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 достоверно и с необходимой степенью точности и подробности в зависимости от масштаба плана изображаются:

пункты триангуляции, полигонометрия, трилатерации, грунтовые реперы и пункты съемочного обоснования, закрепленные на местности (наносятся по координатам). На планах масштаба 1 : 5000 могут не показываться пункты геодезических сетей сгущения в стенах зданий, а также стенные реперы и марки;

здания и постройки жилые и нежилые с указанием их назначения, материала (для огнестойких) и этажности. Постройки, выражающиеся в масштабе плана, изображают по контурам и габаритам их цоколей. Архитектурные выступы и уступы зданий и сооружений отображаются, если величина их на плане 0,5 мм и более;

промышленные объекты – комплексы строений и сооружений заводов, фабрик, электростанций, шахт, карьеров, торфоразработок и т.д.; буровые и эксплуатационные скважины, нефтяные и газовые вышки, цистерны, наземные трубопроводы, линии электропередач высокого и низкого напряжения, колодцы и сети подземных коммуникаций; объекты коммунального хозяйства. Из подземных трубопроводов обязательному изображению на планах масштаба 1 : 5000 (кроме застроенной территории) подлежат только нефтегазо и водопроводы, положение которых на плане наносится по координатам прокладок, по показаниям приборов поиска подземных коммуникаций или непосредственным изображением, когда их

местоположение хорошо читается на местности; на планах масштабов 1 : 2000 – 1 : 500 подземных трубопроводы и прокладки показываются в том случае, если имеется исполнительная съемка соответствующего масштаба или специальное задание на съемку подземных коммуникаций;

железные, шоссейные и грунтовые дороги всех видов и сооружения при них – мосты, туннели, переезды, переправы, путепроводы, виадуки и т.п.;

гидрография – реки, озера, водохранилища, площади разливов, приливно-отливные полосы и т.д. Береговые линии наносятся по фактическому состоянию на момент съемки или на межень;

объекты гидротехнические и водного транспорта – каналы, канавы, водоводы и водораспределительные устройства, плотины, пристани, причалы, молы, шлюзы, маяки, навигационные знаки и др.;

объекты водоснабжения – колодцы, колонки, резервуары, отстойники, естественные источники и др.;

рельеф местности и применением горизонталей, отметок высот и условных знаков обрывов, скал, воронок, осыпей, оврагов, оползней, ледников и др. Формы микрорельефа изображаются полугоризонталями или вспомогательными горизонталями с отметками высот местности;

растительность древесная, кустарниковая, травяная, культурная растительность (леса, сады, плантации, луга и др.), отдельно стоящие деревья и кусты. При создании планов масштабов 1 : 1000 и 1 : 500 по дополнительным требованиям каждое дерево может быть снято инструментально с показом его породы знаком и надписью (подеревная съемка);

грунты и микроформы земной поверхности: пески, галечники, такыры, глинистые, щебеночные, монолитные, полигональные и другие поверхности, болота и солончаки;

границы – политико-административные, землепользований и заповедников, различные ограждения. Границы районов и городских земель

наносятся по координатам имеющихся поворотных пунктов границ или по имеющимся ведомственным картографическим материалам.

На топографических планах помещаются собственные названия населенных пунктов, улиц, железнодорожных станций, пристаней, лесов, песков, солончаков, вершин, перевалов, долин, балок, оврагов и других географических объектов.

В процессе обработки содержания топографических планов и при установлении формы написания названий на топографических планах надлежит руководствоваться указаниями текстовой части действующих Условных знаков, действующими инструкциями, правилами и словарями ГУГК по передаче географических названий на русский язык с языков национальностей, преобладающих на данной территории.

На участках, где имеются или планируются съемки масштабов 1 : 1000 и 1 : 500 (при отсутствии дополнительных требований), разрешается на топографических планах населенных пунктов масштабов 1 : 5000 и 1 : 2000 не показывать отдельные объекты, перечень которых устанавливается особыми указаниями ГУГК.

4. СОЗДАНИЕ ОПОРНОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ.

4.1 Полигонометрия.

Полигонометрические сети 4 класса, 1 и 2 разрядов создаются в виде отдельных ходов или различных систем ходов.

Отдельный ход полигонометрии должен опираться на 2 исходных пункта. На исходных пунктах необходимо измерять примычные углы.

В исключительных случаях при отсутствии между исходными пунктами видимости с земли допускается:

а) продолжение хода полигонометрии, опирающегося на 2 исходных пункта, без угловой привязки на одном из них. Для контроля угловых измерений используются дирекционные углы на ориентирные пункты государственной

геодезической сети или дирекционные углы примычных сторон, полученные из астрономических измерений с точностью 5-7". GPS – измерений или гиротеодолитных измерений с точностью 10-15".

б) проложение замкнутого хода полигонометрии 1 или 2 разрядов, опирающегося на один исходный пункт, при условии передачи или измерения с точек хода двух дирекционных углов с точностью 5-7" на две смежные стороны по возможности в слабом месте (середины) хода.

в) при координатной привязке к пунктам геодезической сети. Для контроля угловых измерений в целях обнаружения грубых погрешностей измерений используются дирекционные углы на ориентирные пункты или азимуты, полученные из астрономических, GPS или гиротеодолитных измерений.

Проложение висячих ходов не допускается.

При построении полигонометрических сетей 4 класса 1 и 2 разрядов должны соблюдаться требования приведенные в таблице.

| Показатели | 4 класс | 1 разряд | 2 разряд |
|---|--|--|--|
| Предельные длины отдельных ходов при измерении линий электронными дальномерами в зависимости от числа сторон в ходе (n – число сторон в ходе) | 8 км при n=30 10 км при n=20 12 км при n=15 15 км при n=10 20 км при n=6 | 10 км при n=50 12 км при n=40 15 км при n=25 20 км при n=15 25 км при n=10 | 6 км при n=30 8 км при n=20 10 км при n=10 12 км при n=8 14 км при n=6 |
| Предельная длина хода при измерении длин линий другими методами, км | 15 км | 5 км | 3 км |
| Длины сторон хода: минимальная максимальная средняя расчетная | 0,25 км 2,00 ^x км 0,50 км | 0,12 км 0,80 ^x км 0,30 км | 0,08 км 0,35 ^x км 0,20 км |
| ^x При измерении линий светодальномерами и электронными тахеометрами предельные длины сторон не устанавливаются, однако следует избегать перехода от наименьших сторон хода к предельным. | | | |
| Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (по невязкам в ходах), не более | 2,0" | 5,0" | 10,0" |
| Угловая невязка в ходах или полигонах (n – число | $5\sqrt{n}$ | $10\sqrt{n}$ | $20\sqrt{n}$ |

| | | | |
|---|---------|---------|--------|
| углов в ходе или полигоне), не более | | | |
| Предельная относительная погрешность хода | 1:25000 | 1:10000 | 1:5000 |
| Периметр полигона, образованного полигонометрическими ходами в свободной сети, не более | 30 км | 15 км | 9 км |
| Количество приемов при измерении углов теодолитами: | | | |
| T1, T1A и им равноточными; | 4 | - | - |
| 3T2КП и ему равноточными; | 6 | 2 | 2 |
| 3T5КП и ему равноточными. | - | 3 | 2 |

| | | | |
|---|----|----|------|
| Количество приемов при измерении длин линий электронными тахеометрами и светодальномерами ^x | 2 | 2 | 1 |
| ^x Под приемом понимается 2 наведения на отражатель по 3 точных отсчета в каждом наведении | | | |
| При измерении линий светодальномером СМ – 3 количество приемов должно быть в полигонометрии 4 класса – 6, 1 и 2 разрядов – 3. При измерении светодальномером ЕОК – 2000 по одному приему независимо от разряда. | | | |
| Расхождения между значениями одного итого же угла, полученного из двух полуприемов ^x : | | | |
| T1 и ему равноточные | 6" | - | - |
| 3T2КП и ему равноточные | 8" | 8" | 8" |
| 3T5КП и ему равноточные | - | - | 0,2" |
| Колебание значений угла, полученного из разных приемов ^x : | | | |
| T1 и ему равноточные | 5" | - | - |
| 3T2КП и ему равноточные | 8" | 8" | 8" |
| 3T5КП и ему равноточные | - | - | 0,2" |
| Расхождение между результатами наблюдений на начальное направление в | | | |

| | | | |
|---|--|--|-----------------|
| начале и в конце полуприема ^x : Т1 и ему равноточные ЗТ2КП и ему равноточные ЗТ5КП и ему равноточные | 6" 8" - | - 8" - | - 8" 0,2" |
| Колебание значений направлений, приведенных к общему нулю, в отдельных приемах ^x : Т1 и ему равноточные ЗТ2КП и ему равноточные ЗТ5КП и ему равноточные | 5" 8" - | - 8" - | - 8" 0,2" |
| Если разность зенитных расстояний на два измеряемых направления более 20°, допуски расхождений между значениями одного и того же угла, полученного их двух полуприемов, увеличиваются в 1,5 раза. | | | |
| Средняя квадратическая погрешность измерения длины сторон | До 500м-2см, от 500 до1000м-3см, свыше 1000м – 1:40000 | До 1000м-3см, свыше 1000м – 1:30000 | До 1000м-5см |

Примечание.1. В полигонометрической сети следует предусматривать минимальное число порядков, как правило полигонометрией 4 класса и 1 разряда. 2. При измерении длин линий электронными дальномерами предельные длины сторон не устанавливаются. 3. В порядке исключения в ходах полигонометрии 1 разряда длиной до 1 км и 2 разряда длиной до 0,5 км допускается абсолютная линейная невязка 10 см. 4. Измерение углов на пунктах полигонометрии при двух направленных производится без замыкания горизонта.

Расстояние между пунктами параллельных полигонометрических ходов данного класса (разряда) должно быть не менее:

- а) в полигонометрии 4 класса – 2,5 км;
- б) в полигонометрии 1 разряда – 1,5 км.

При несоблюдении указанного требования ближайшие пункты должны быть связаны ходом полигонометрии данного класса (разряда).

Если пункты хода полигонометрии 1 разряда отстоят менее чем на 1,5 км от пунктов параллельного хода полигонометрии 4 класса, то между

этими ходами должна быть осуществлена связь продолжением хода 1 разряда.

С целью обеспечения большей жесткости сети следует стремиться к сокращению многоступенчатости сети, ограничиваясь развитием полигонометрии 4 класса и 1 разряда.

На все закрепленные точки полигонометрических ходов должны быть переданы отметки нивелированием IV класса или техническим нивелированием.

В горной местности при обеспечении съемок с сечением рельефа через 2м и 5м допускается определение высот точек полигонометрических ходов тригонометрическим нивелированием.

Измерение углов на пунктах полигонометрии производится методом измерения отдельного угла или методом круговых приемов, как правило, по трехштативной системе оптическими теодолитами Т1, 3Т2КП, 3Т5КП и другими, им равноточными с точностью центрирования 1 мм.

Метод круговых приемов применяется, когда число наблюдаемых направлений на пункте более двух.

Перед началом работ приборы поверяются, юстируются и исследуются.

При измерениях методом отдельного угла алидаду вращают только по ходу часовой стрелки или только против хода часовой стрелки.

4.2 Нивелирование.

Нивелирные сети при выполнении крупномасштабных топографических съемок создаются, как правило, сгущением государственной нивелирной сети.

В зависимости от назначения топографических съемок нивелирные сети могут строиться с соблюдением требований, отвечающих различным классам точности.

Нивелирование III и IV классов является основным методом сгущения государственной нивелирной сети для производства крупномасштабных топографических съемок.

Плотность и класс точности нивелирных сетей при топографических съемках в зависимости от назначения и масштабов съемок, выбранного сечения рельефа местности устанавливаются в техническом проекте работ.

Сгущение государственной нивелирной сети при создании высотной основы крупномасштабных топографических съемках создаются в виде отдельных ходов, полигонов или самостоятельных сетей и, как правило, привязываются не менее чем к двум исходным нивелирным знакам (маркам, реперам) высшего класса.

Для определения высот пунктов съемочного обоснования, а также для определения высот пунктов геодезических сетей сгущения развивается сеть технического нивелирования.

Нивелирные сети, создаваемые в городах, поселках для обеспечения потребностей городского хозяйства и строительства, имеют свои особенности.

В городах площадью более 500 км^2 должны быть созданы нивелирные сети I класса.

В городах с площадью $50 - 500 \text{ км}^2$ должны быть созданы системы линий II класса, а затем – линии III и IV класса.

Нивелирные линии II класса должны покрывать всю территорию города, как застроенную, так и незастроенную части. Расстояния между узловыми точками и линиями в сети II класса не должны превышать 15 км на застроенной и 20 км на незастроенной территории. Нивелирные знаки на линиях II класса закладывают не реже чем через 2 км на застроенных и 3 км на незастроенных территориях.

В небольших городах площадью от 25 до 50 км^2 создается нивелирная сеть III класса, а в городах площадью меньше 25 км^2 разрешается создавать нивелирную сеть только IV класса.

Длины линий нивелирования III класса не должны превышать 10 км между узловыми точками на застроенных и 15 км на незастроенных территориях.

Нивелирные знаки на линиях III и IV классов закладываются на улицах и проездах центральной части населенного пункта не реже чем через 200 – 300 м, на окраинах и в частях города с редкой застройкой расстояние между знаками разрешается увеличивать до 800 м; на незастроенной территории, знаки закладываются через 0,5 - 2,0 км.

В качестве нивелирных знаков в основном применяются стенные реперы.

Нивелирование IV класса.

Нивелирные ходы IV класса прокладываются в одном направлении. Длина линий нивелирования IV класса не должна превышать 50 км.

Нивелирование IV класса выполняется нивелирами, имеющими увеличение трубы не менее 25^{\times} , цену деления уровня не более 25" на 2 мм, и нивелирами с самоустанавливающейся линией визирования (НС4, Ni025) и им равноточными.

Перед началом полевых работ должны выполняться полевые поверки и исследования нивелиров, а также компарирования реек.

Рейки для нивелирования IV класса применяются двусторонние шашечные, отсчеты по черным и красным сторонам реек производят по средней нити. Для определения расстояний от нивелира до реек производятся отсчеты по дальномерным нитям по черным сторонам реек.

Порядок наблюдений на станции следующий:

- отсчет по черной стороне задней рейки;
- отсчет по черной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне передней рейки;
- отсчет по красной стороне задней рейки.

Расхождение значений превышения на станции, определенного по черным и красным сторонам реек, допускается до 5 мм.

Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции допускается до 5 м, а накопление их по секции – до 10 м.

Нормальная длина луча визирования 100 м. Если нивелирование выполняется нивелиром, у которого труба имеет увеличение не менее 30^{\times} , то при отсутствии колебаний изображений разрешается увеличивать длину луча визирования до 150 м.

Невязки в ходах между исходными пунктами и в полигонах должны быть не более $20\sqrt{L}$ (мм) при числе станций менее 15 на 1 км хода и $5\sqrt{n}$ (мм) при числе станций более 15 на 1 км хода, где L – длина хода (полигона) в км; n – число станций в ходе (полигоне).

По окончании нивелирования IV класса должны быть представлены:

- схема ходов нивелирования;
- журналы нивелирования;
- материалы исследований нивелиров и компарирования реек;
- ведомость превышений;
- материалы вычислений и оценки точности;
- абрисы нивелирных марок, стенных и грунтовых реперов;
- каталог высот марок и реперов;
- акты сдачи марок, грунтовых и стенных реперов на наблюдение за сохранностью;
- пояснительная записка.

5. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.

5.1 Расчёт аэрофотосъемочных работ.

К параметрам аэрофотосъемки относятся: заданное значение масштаба фотографирования и фокусного расстояния аэрофотоаппарата, формат аэроснимка, заданные проценты продольного и поперечного перекрытий, размеры съемочного участка. Имеется ещё целый ряд параметров

аэрофотосъемки, которые рассчитываются непосредственно перед залетом. К ним относятся максимальные превышения h точек над средней плоскостью

$$\pm h = (A_{\max} - A_{\min})/2$$

где A_{\max} и A_{\min} – самая высокая и самая низкая отметки на участке съемки. Данные значения максимальной и минимальной отметок определяют по топографической карте, имеющейся на территорию участка, подлежащего аэрофотосъемке.

Определяют высоту средней плоскости лётно-съёмочного участка

$$A_{\text{ср.плос.}} = (A_{\max} - A_{\min})/2$$

Вычисляют высоту полета H над средней плоскостью лётно-съёмочного участка (относительную высоту фотографирования) по формуле

$$H = f_k \cdot m$$

Где m – знаменатель заданного масштаба фотографирования,

f_k – значение фокусного расстояния аэрофотоаппарата, которым выполнялась аэрофотосъемка.

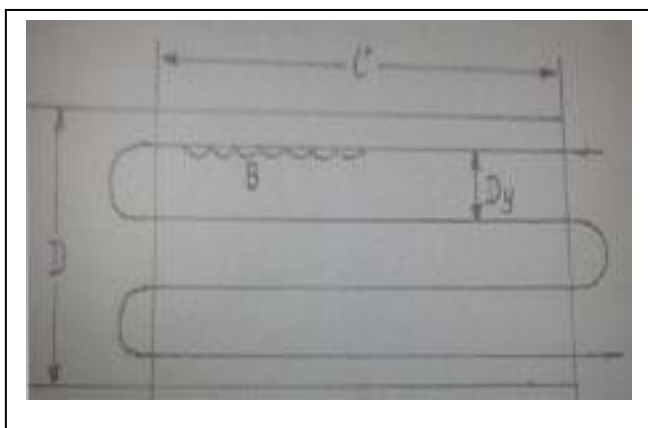
Находят абсолютную высоту фотографирования $H_{\text{абс.}}$, т.е. высоту фотографирования на уровне моря

$$H_{\text{абс.}} = H + A_{\text{ср.плос.}}$$

и высоту полета на аэродроме

$$H_A = H_{\text{абс.}} - A_A$$

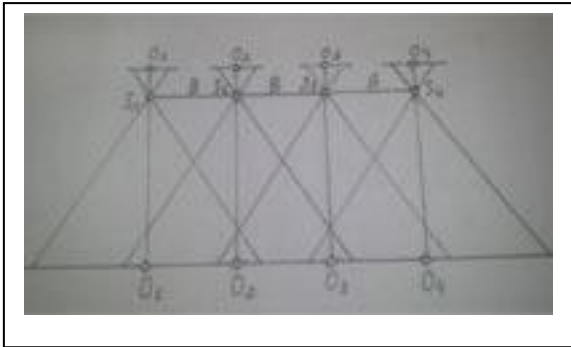
где A_A – альтитуда аэродрома.



Если длина аэрофотосъёмочного участка C км, то число аэроснимков L в одном маршруте будет

$$L = (C/B) + 3 \quad (6)$$

где B – длина базиса при аэрофотосъемке. Прибавлено 3 аэроснимка для обеспечения восточной и западной границ аэросъемочного участка.



Базис фотографирования при аэрофотосъемке вычисляется как базис на аэроснимке, умноженный на знаменатель масштаба аэрофотосъемки m .

$$B = b_{\text{сн}} \times m$$

Базис $b_{\text{сн}}$ на аэроснимке (рис.14) при заданном проценте продольного перекрытия p будет равен

$$b_{\text{сн}} = l_x / 100 (100 - p\%)$$

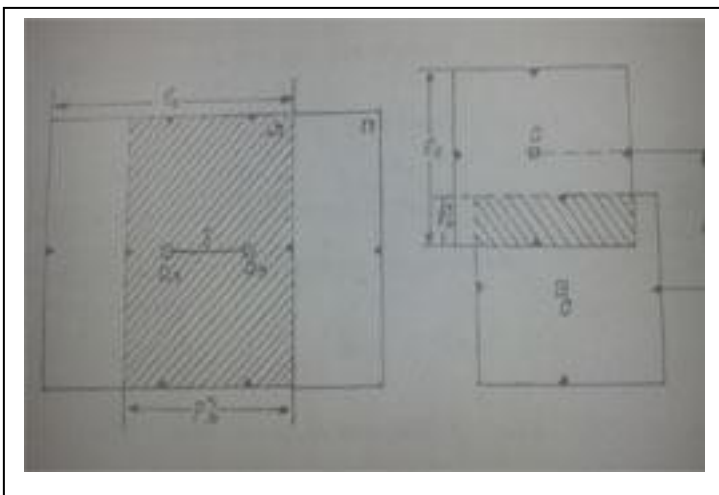
где l_x – сторона аэроснимка в направлении маршрута в см.

p – продольное перекрытие аэрофотоснимков в %.

Таким образом, количество аэроснимков в маршруте будет

$$L = (C10^7 / l_x (100 - p\%) \cdot m) + 3$$

где c – длина маршрута в км



Число маршрутов K на участке, ширина которого равен D будет

$$K = D/D_y + 1$$

Где D_y – расстояние между маршрутами на местности, а один маршрут прибавляется для обеспечения южной и северной границ участка D_y , вычисляется по формуле $D_y = d_y \cdot m$, где d_y – расстояние между соседними маршрутами в масштабе съемки.

$$d_y = l_y / 100 (100 - q\%)$$

где q – поперечное перекрытие между снимками соседних маршрутов.

Таким образом, число маршрутов на аэрофотосъемочном участке будет

$$K = D \cdot 10^7 / (l_y (100 - q\%) \cdot m) + 1$$

Где, l_y – сторона аэроснимка в направлении, перпендикулярном к направлению маршрутов в см.

D – ширина участка в км.

Число аэроснимков на съемочный участок определяется

$$N = L \times K$$

Число аэроснимков можно определить и другим методом. Определяют полезную площадь аэроснимка по формуле:

$$S = B \times D_y$$

а число аэроснимков подсчитывают как частное от деления площади участка S на полезную площадь аэроснимка S

$$N = S/S$$

Рассчитывают интервал времени между экспозициями по формуле:

$$\tau = B/W$$

где W – путевая скорость самолета при съемке.

Рассчитывая время T_s , необходимое для аэрофотосъемки всего участка. Для этого находят длину всех маршрутов L_s , учитывая обеспечение границ. Тогда

$$L_s = K (C + 3B)$$

$$T_s = L_s/W$$

Расчетное съёмочное время увеличивают, так как надо долететь до съёмочного участка и обратно, затратить время на заходы с маршрута на маршрут, а также для аэросъёмочных промеров.

$$l_x = l_y = 230 \text{ мм}$$

$$f_k = 350 \text{ мм}$$

$$1 : m = 1 : 8000$$

$$P = 65\%$$

$$q = 35\%$$

$$C = 6 \text{ км}$$

$$D = 8 \text{ км}$$

1. Базис $V_{сн}$ на аэроснимке при заданном проценте продольного перекрытия P будет равен:

$$V_{сн} = l_x / 100 * (100 - P\%) = 23 / 100 * (100 - 65\%) = 8,05 \text{ мм}$$

2. Базис фотографирования при аэрофотосъёмке вычисляется как базис на аэроснимке, умноженный на знаменатель масштаба аэросъёмки.

$$\beta = V_{сн} * m = 8,05 * 8000 = 644 \text{ м}$$

3. d_y – расстояние между соседними маршрутами в масштабе съёмки.

$$d_y = l_y / 100 * (100\% - q\%) = 230 / 100 * (100 - 35\%) = 150 \text{ мм}$$

4. D_y - расстояние между маршрутами на местности, а один маршрут прибавляется по формуле.

$$D_y = d_y * m = 0,15 * 8000 = 1200 \text{ м}$$

5. Число аэроснимков L в одном маршруте.

$$L = C / \beta + 3 = 13 \text{ сн}$$

6. Число маршрутов K на участке, ширина которого равен D будет:

$$K = D / D_y + 1 = 8 \text{ сн}$$

7. Число аэроснимков на съёмочный участок определяется:

$$N = L * K = 104 \text{ сн}$$

5.2 Проект плановой подготовки аэрофотоснимков.

Проект планового обоснования запроектирован в виде 8 ходов полигонометрии 1 разряда, сходящиеся в 3 узловых точки. Общая характеристика ходов представлены в следующей таблице.

Характеристика запроектированных ходов.

| № ПП | Длина хода | Количество сторон |
|------|------------|-------------------|
| 1 | 3380 | 5 |
| 2 | 4970 | 7 |
| 3 | 4400 | 6 |
| 4 | 3320 | 5 |
| 5 | 5940 | 11 |
| 6 | 2350 | 3 |
| 7 | 3880 | 5 |
| 8 | 4490 | 6 |

5.3 Предрасчеты точности планового обоснования.

Первоначально вычислим ожидаемые средние квадратические погрешности ходов без учета погрешностей исходных данных. Для этого используем формулу:

$$M^2 = m_s^2 n + m^2 \beta / \rho^2 \times L^2 \times n + 3/12$$

где:

m_s - средне- квадратические погрешность измерения линий.

$m\beta$ - средне- квадратические погрешность измеренного угла.

L – длина диагонали хода.

n – количество сторон хода.

Примем $m_s = 5$ мм, $m\beta/\rho^2 = 0,000588$, $s = L/M$, вычисления сведем в следующую таблицу

Вычисление ожидаемых относительных погрешностей ходов полигонометрии без учета погрешностей исходных данных.

| № ходов | Кол-во сторон | Длина хода, L | $m_s^2 n$ | $\frac{m^2 \beta / \rho^2}{L^2}$ | $\frac{m^2 \beta / \rho^2}{L^2} \cdot (n+3)/12$ | M^2 | M | m_s/S |
|---------|---------------|---------------|-----------|----------------------------------|---|----------|-------|---------|
| 1 | 5 | 3,380 | 0,000125 | 0,006718 | 0,004479 | 0,004604 | 0,068 | 1:49814 |
| 2 | 7 | 4,970 | 0,000175 | 0,014524 | 0,012103 | 0,012278 | 0,111 | 1:44853 |
| 3 | 6 | 4,400 | 0,00015 | 0,011384 | 0,008538 | 0,008688 | 0,093 | 1:47206 |
| 4 | 5 | 3,320 | 0,000125 | 0,006481 | 0,004321 | 0,004446 | 0,067 | 1:49792 |
| 5 | 11 | 5,940 | 0,000275 | 0,020747 | 0,024205 | 0,02448 | 0,156 | 1:37965 |
| 6 | 3 | 2,350 | 0,000075 | 0,003247 | 0,001624 | 0,001699 | 0,041 | 1:57013 |
| 7 | 5 | 3,880 | 0,000125 | 0,008852 | 0,005901 | 0,006026 | 0,078 | 1:49983 |
| 8 | 6 | 4,490 | 0,00015 | 0,011854 | 0,008891 | 0,009041 | 0,095 | 1:47221 |

Определим ожидаемые погрешности ходов полигонометрии с учетом погрешностей исходных данных.

Вычисление окончательных ожидаемых погрешностей ходов полигонометрии 1 разряда с учетом погрешностей исходных данных.

| № № ходов | Нача льные пункт ы | Конеч ные пункт ы | Длин а хода, м | M_n^2 | M_k^2 | $(M_n^2 + M_k^2)/2$ | M_x^2 | $M^2_{общ}$ | $M_{общ},$ мм | m_s/S |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------|---------|---------------------|---------|-------------|------------------|---------|
| 1 | A | Уз1 | 3380 | 0 | 4166 | 2083 | 4624 | 6707 | 82 | 1:41220 |
| 2 | B | Уз1 | 4970 | 0 | 4166 | 2083 | 12321 | 14404 | 120 | 1:41417 |
| 3 | Уз1 | Уз2 | 4400 | 4166 | 2618 | 3392 | 8649 | 12041 | 110 | 1:40000 |
| 4 | D | Уз2 | 3320 | 0 | 2618 | 1309 | 4489 | 5798 | 76 | 1:43684 |
| 5 | C | Уз2 | 5940 | 0 | 2618 | 1309 | 24336 | 25645 | 160 | 1:37125 |
| 6 | Уз3 | Уз2 | 2350 | 3021 | 2618 | 2820 | 1681 | 4501 | 67 | 1:35075 |
| 7 | D | Уз3 | 3880 | 0 | 3021 | 1511 | 6084 | 7595 | 87 | 1:44598 |
| 8 | C | Уз3 | 4490 | 0 | 3021 | 1511 | 9025 | 10536 | 103 | 1:43592 |

Из вычислений видно, что все запроектированные хода удовлетворяют требованиям,
т.е. $m_s/S > 1:10000$

5.4 Проект высотной подготовки аэрофотоснимков.

Проект высотного обоснования запроектирован в виде 8 ходов технического нивелирования, сходящиеся в 3 узловые точки. Характеристика ходов нивелирования приведена в следующей таблице.

Характеристика ходов технического нивелирования.

| № ходов | Длина хода, км | m_h , мм |
|---------|-------------------|------------|
| 1 | 4,394 | 21 |
| 2 | 6,461 | 25 |
| 3 | 5,720 | 24 |
| 4 | 4,316 | 21 |
| 5 | 7,722 | 28 |
| 6 | 3,055 | 17 |
| 7 | 5,044 | 22 |

| | | |
|---|-------|----|
| 8 | 5,837 | 24 |
|---|-------|----|

Определим окончательные ожидаемые хода нивелирования с учетом погрешностей исходных данных.

| №№ ХОДОВ | Начальные пункты | Конечные пункты | Длина хода, км | M_n^2 | M_k^2 | $(M_n^2 + M_k^2)/2$ | M_x^2 | $M_{общ}^2$ | $M_{общ}$ |
|-------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------|---------|---------------------|---------|-------------|-----------|
| 1 | A | Уз1 | 4,394 | 0 | 290 | 145 | 441 | 586 | 24 |
| 2 | B | Уз1 | 6,461 | 0 | 290 | 145 | 625 | 770 | 28 |
| 3 | Уз1 | Уз2 | 5,720 | 290 | 204 | 247 | 576 | 823 | 29 |
| 4 | D | Уз2 | 4,316 | 0 | 204 | 102 | 441 | 543 | 23 |
| 5 | C | Уз2 | 7,722 | 0 | 204 | 102 | 784 | 886 | 30 |
| 6 | Уз3 | Уз2 | 3,055 | 253 | 204 | 229 | 289 | 518 | 23 |
| 7 | D | Уз3 | 5,044 | 0 | 253 | 127 | 484 | 611 | 25 |
| 8 | C | Уз3 | 5,837 | 0 | 253 | 127 | 576 | 703 | 27 |

Вычисление окончательных ожидаемых ходов нивелирования с учетом погрешностей исходных данных.

Из расчетов видно, что ожидаемые погрешности ходов нивелирования менее 0,1 высота сечения рельефа, т.е. менее 50 мм.

5.5 Предрасчет точности высотного обоснования.

Определим окончательные ожидаемые хода нивелирования с учетом погрешностей исходных данных.

Вычисление окончательных ожидаемых ходов нивелирования с учетом погрешностей исходных данных.

Из расчетов видно, что ожидаемые погрешности ходов нивелирования менее 0,1 высота сечения рельефа, т.е. менее 50 мм.

| №№ | Нач. пункт | Приближения №5 | | | | | Приближения №6 | | | | |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | | М _н ² | М _к ² | М _х ² | М _о ² | Р | М _н ² | М _к ² | М _х ² | М _о ² | Р |
| УЗЛОВАЯ 1 | | | | | | | | | | | |
| 1 | А | 0 | 4016 | 4624 | 8640 | 11,6 | 0 | 4115 | 4624 | 8739 | 11,4 |
| 2 | В | 0 | 4016 | 12321 | 16337 | 6,1 | 0 | 4115 | 12321 | 16436 | 6,1 |
| 3 | Уз2 | 2451 | 4016 | 8649 | 15116 | ΣР 6,6 24,3 | 2571 | 4115 | 8649 | 15335 | ΣР 6,5 24 |
| М ² = 4115 М = 64 | | | | | | М ² = 4166 М = 64 | | | | | |
| УЗЛОВАЯ 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | Уз1 | 4115 | 2451 | 8649 | 15215 | 6,6 | 4166 | 2571 | 8649 | 15386 | 6,5 |
| 4 | Д | 0 | 2451 | 4489 | 6940 | 14,4 | 0 | 2571 | 4489 | 7060 | 14,2 |
| 5 | С | 0 | 2451 | 21336 | 26787 | 3,7 | 0 | 2571 | 21336 | 26907 | 3,7 |
| 6 | Уз3 | 2890 | 2451 | 1681 | 7022 | ΣР 14,2 38,9 | 2985 | 2571 | 1681 | 7237 | ΣР 13,8 38,2 |
| М ² = 2571 М = 51 | | | | | | М ² = 2618 М = 51 | | | | | |
| УЗЛОВАЯ 3 | | | | | | | | | | | |
| 6 | Уз2 | 2571 | 2890 | 1681 | 7142 | 14 | 2618 | 2985 | 1681 | 7284 | 13,7 |
| 7 | Д | 0 | 2890 | 6084 | 8974 | 11,1 | 0 | 2985 | 6084 | 9069 | 11,1 |
| 8 | С | 0 | 2890 | 9025 | 11915 | ΣР 8,4 33,5 | 0 | 2985 | 9025 | 12010 | ΣР 8,3 33,1 |
| М ² = 2985 М = 54 | | | | | | М ² = 3021 М = 54 | | | | | |

Вычисление ожидаемых погрешностей координат узлового пункта.

| № | Наим. на уч. | Приближения №1 | | | | | Приближения №2 | | | | | Приближения №3 | | | | | Приближения №4 | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------|
| | | M _H ² | M _K ² | M _X ² | M _O ² | P | M _H ² | M _K ² | M _X ² | M _O ² | P | M _H ² | M _K ² | M _X ² | M _O ² | P | M _H ² | M _K ² | M _X ² | M _O ² | P |
| УЗЛОВАЯ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | A | 0 | 0 | 4624 | 4624 | 21,6 | 0 | 2421 | 4624 | 7045 | 14,2 | 0 | 3356 | 4624 | 7980 | 12,5 | 0 | 3802 | 4624 | 8426 | 11,9 |
| 2 | B | 0 | 0 | 12321 | 12321 | 8,1 | 0 | 2421 | 12321 | 14742 | 6,8 | 0 | 3356 | 12321 | 15677 | 6,4 | 0 | 3802 | 12321 | 16123 | 6,2 |
| 3 | Уз2 | 0 | 0 | 8649 | 8649 | 11,6 | 338 | 2421 | 8649 | 11408 | 8,8 | 1587 | 3356 | 8649 | 13592 | 7,4 | 2188 | 3802 | 8649 | 14639 | 6,8 |
| | | | | ΣP | | 41,3 | | | | ΣP | 29,8 | | | | ΣP | 26,3 | | | | ΣP | 24,9 |
| | | M ² = 2421 | | M = 49 | | | M ² = 3356 | | M = 58 | | | M ² = 3802 | | M = 62 | | | M ² = 4016 | | M = 63 | | |
| УЗЛОВАЯ 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Уз1 | 2421 | 0 | 8649 | 11070 | 9,0 | 3356 | 338 | 8649 | 12343 | 8,1 | 3802 | 1587 | 8649 | 14038 | 7,1 | 4016 | 2188 | 8649 | 14853 | 6,7 |
| 4 | D | 0 | 0 | 4489 | 4489 | 22,3 | 0 | 338 | 4489 | 4827 | 20,7 | 0 | 1587 | 4489 | 6076 | 16,5 | 0 | 2188 | 4489 | 6677 | 15,0 |
| 5 | C | 0 | 0 | 21336 | 24336 | 4,1 | 0 | 338 | 21336 | 24674 | 4,1 | 0 | 1587 | 21336 | 25923 | 3,9 | 0 | 2188 | 21336 | 26524 | 3,8 |
| 6 | Уз3 | 0 | 0 | 1681 | 1681 | 59,5 | 1299 | 338 | 1681 | 3318 | 30,1 | 2217 | 1587 | 1681 | 5485 | 18,2 | 2681 | 2188 | 1681 | 6550 | 15,3 |
| | | | | ΣP | | 295,6 | | | | ΣP | 63 | | | | ΣP | 45,7 | | | | ΣP | 40,8 |
| | | M ² = 338 | | M = 18 | | | M ² = 1587 | | M = 40 | | | M ² = 2188 | | M = 47 | | | M ² = 2451 | | M = 50 | | |
| УЗЛОВАЯ 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Уз2 | 338 | 0 | 1681 | 2019 | 49,5 | 1587 | 1299 | 1681 | 4567 | 21,9 | 2188 | 2217 | 1681 | 6086 | 16,4 | 2451 | 2681 | 1681 | 6813 | 14,7 |
| 7 | D | 0 | 0 | 6084 | 6084 | 16,4 | 0 | 1299 | 6084 | 7383 | 13,5 | 0 | 2217 | 6084 | 8301 | 12 | 0 | 2681 | 6084 | 8765 | 11,4 |
| 8 | C | 0 | 0 | 9025 | 9025 | 11,1 | 0 | 1299 | 9025 | 10324 | 9,7 | 0 | 2217 | 9025 | 11242 | 8,9 | 0 | 2681 | 9025 | 11706 | 8,5 |
| | | | | ΣP | | 77 | | | | ΣP | 45,1 | | | | ΣP | 37,3 | | | | ΣP | 34,6 |
| | | M ² = 1299 | | M = 36 | | | M ² = 2217 | | M = 47 | | | M ² = 2681 | | M = 52 | | | M ² = 2890 | | M = 54 | | |

| № | Наим. на уч. | Приближения №1 | | | | | Приближения №2 | | | | | Приближения №3 | | | | | Приближения №4 | | | | |
|------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| | | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р |
| УЗЛОВАЯ 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | А | 0 | 0 | 121 | 121 | 826,4 | 0 | 114 | 121 | 235 | 425,5 | 0 | 212 | 121 | 333 | 300,3 | 0 | 291 | 121 | 412 | 242,7 |
| 2 | Уз2 | 0 | 0 | 6084 | 6084 | 16,4 | 735 | 114 | 6084 | 6933 | 14,4 | 1126 | 212 | 6084 | 7422 | 13,5 | 1321 | 291 | 6084 | 7696 | 13,0 |
| 4 | Уз3 | 0 | 0 | 2809 | 2809 | 35,6 | 155 | 114 | 2809 | 3078 | 32,5 | 281 | 212 | 2809 | 3302 | 30,3 | 376 | 291 | 2809 | 3476 | 28,8 |
| | | | | ΣР | | 878,4 | | | | ΣР | 472,4 | | | | ΣР | 344,1 | | | | ΣР | 284,5 |
| | | M ² = 114 | | | | M = 11 | M ² = 212 | | | | M = 15 | M ² = 291 | | | | M = 17 | M ² = 351 | | | | M = 19 |
| УЗЛОВАЯ 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | В | 0 | 0 | 1225 | 1225 | 81,6 | 0 | 735 | 1225 | 1960 | 51,0 | 0 | 1126 | 1225 | 2351 | 42,5 | 0 | 1321 | 1225 | 2546 | 39,3 |
| 2 | Уз1 | 114 | 0 | 6084 | 6198 | 16,1 | 212 | 735 | 6084 | 7031 | 14,2 | 291 | 1126 | 6084 | 7501 | 13,3 | 351 | 1321 | 6084 | 7756 | 12,9 |
| 5 | Уз4 | 0 | 0 | 2601 | 2601 | 38,4 | 903 | 735 | 2601 | 4239 | 23,6 | 1299 | 1126 | 2601 | 5026 | 19,9 | 1471 | 1321 | 2601 | 5393 | 18,5 |
| | | | | ΣР | | 136,1 | | | | ΣР | 88,8 | | | | ΣР | 75,7 | | | | ΣР | 70,7 |
| | | M ² = 735 | | | | M = 27 | M ² = 1126 | | | | M = 34 | M ² = 1321 | | | | M = 36 | M ² = 1414 | | | | M = 37 |
| УЗЛОВАЯ 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | С | 0 | 0 | 169 | 169 | 591,7 | 0 | 155 | 169 | 324 | 308,6 | 0 | 281 | 169 | 450 | 222,2 | 0 | 376 | 169 | 545 | 183,5 |
| 7 | Уз4 | 0 | 0 | 5329 | 5329 | 18,8 | 903 | 155 | 5329 | 6387 | 15,7 | 1299 | 281 | 5329 | 6909 | 14,5 | 1471 | 376 | 5329 | 7176 | 13,9 |
| 4 | Уз1 | 114 | 0 | 2809 | 2923 | 34,2 | 212 | 155 | 2809 | 3176 | 31,5 | 291 | 281 | 2809 | 3381 | 29,6 | 351 | 376 | 2809 | 3536 | 28,3 |
| | | | | ΣР | | 644,7 | | | | ΣР | 355,8 | | | | ΣР | 266,3 | | | | ΣР | 225,7 |
| | | M ² = 155 | | | | M = 12 | M ² = 281 | | | | M = 17 | M ² = 376 | | | | M = 19 | M ² = 443 | | | | M = 21 |

| № | Наим. науч. | Приближения №5 | | | | | Приближения №6 | | | | |
|---|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
| | | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р | Мн ² | Мк ² | Мх ² | Мо ² | Р |
| 1 | А | 0 | 0 | 4624 | 4624 | 21,6 | 0 | 2421 | 4624 | 7045 | 14,2 |
| 2 | В | 0 | 0 | 12321 | 12321 | 8,1 | 0 | 2421 | 12321 | 14742 | 6,8 |
| 3 | Уз2 | 0 | 0 | 8649 | 8649 | 11,6 | 338 | 2421 | 8649 | 11408 | 8,8 |
| | | | | | ΣР | 41,3 | | | | ΣР | 29,8 |
| | | M ² = 2421 | | | M = 49 | | M ² = 3356 | | | M = 58 | |
| 3 | Уз1 | 2421 | 0 | 8649 | 11070 | 9,0 | 3356 | 338 | 8649 | 12343 | 8,1 |
| 4 | Д | 0 | 0 | 4489 | 4489 | 22,3 | 0 | 338 | 4489 | 4827 | 20,7 |
| 5 | С | 0 | 0 | 21336 | 24336 | 4,1 | 0 | 338 | 21336 | 24674 | 4,1 |
| 6 | Уз3 | 0 | 0 | 1681 | 1681 | 59,5 | 1299 | 338 | 1681 | 3318 | 30,1 |
| | | | | | ΣР | 295,6 | | | | ΣР | 63 |
| | | M ² = 338 | | | M = 18 | | M ² = 1587 | | | M = 40 | |
| 6 | Уз2 | 338 | 0 | 1681 | 2019 | 49,5 | 1587 | 1299 | 1681 | 4567 | 21,9 |
| 7 | Д | 0 | 0 | 6084 | 6084 | 16,4 | 0 | 1299 | 6084 | 7383 | 13,5 |
| 8 | С | 0 | 0 | 9025 | 9025 | 11,1 | 0 | 1299 | 9025 | 10324 | 9,7 |
| | | | | | ΣР | 77 | | | | ΣР | 45,1 |
| | | M ² = 1299 | | | M = 36 | | M ² = 2217 | | | M = 47 | |

| №№ хода | Длина хода | M _{общ} (мм) | M _s /S |
|---------|------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 3380 | 82 | 1:41220 |
| 2 | 4970 | 120 | 1:41417 |
| 3 | 4400 | 110 | 1:40000 |
| 4 | 3320 | 76 | 1:43684 |
| 5 | 5940 | 160 | 1:37125 |
| 6 | 2350 | 67 | 1:35075 |
| 7 | 3880 | 87 | 1:44598 |
| 8 | 4490 | 103 | 1:43592 |

6. ПРИБОРЫ.

6.1 Современные цифровые аэрофотоаппараты.

В настоящее время при создании топографических карт и планов фотограмметрическими методами помимо обычной аэрофотосъемки стало широко применяться использование цифровых аэрофотоаппаратов и лазерное сканирование местности.

Технологическая основа лазерно-локационного метода включает в себя совокупность базовых технологий сбора и обработки геопространственных данных, которыми являются:

- собственно лазерно-локационная съемка;
- цифровая аэрофотопография;
- технология прямого геопозиционирования аэрофотосъемочных данных.

Каждая из перечисленных базовых технологий представляют собой совокупность типовых аппаратных и программных средств и методик их использования. Помимо этого, каждая из таких технологий предполагает наличие одного основного средства сбора данных, представляющего собой

определённый прибор, который в наибольшей степени определяет как содержание, так и логику работы всей технологии. Например, в лазерной локации таким прибором является лазерный локатор или лидар. В цифровой аэрофотопографии это аэрофотоаппарат, а в технологии прямого геопозиционирования – гибридные GPS/INS системы.

Название лазерно-локационного метода не означает доминирование лазерного локатора или лидара как источника геопространственных данных. Простого наличие лидара отличает этот метод от других. Кроме этого, благодаря количеству решаемых задач лазерно-локационный метод является наиболее выгодным для развития традиционных аэрофототопографических методов.

При сравнении классической технологии аэрофотосъемки, выполняемой аналоговыми аэрофотоаппаратами с цифровыми видно, опираясь на выполненные на настоящее время работы по аэрофотосъемке местности, что практически по всем параметрам цифровые камеры превосходят аналоговые. Помимо этого, цифровые камеры по сравнению с аналоговыми более надёжны в работе и данные, поставляемые цифровыми камерами, т.е. цифровые аэрофотоснимки являются более достоверными по сравнению с аналоговыми в информационном отношении. В пользу использования цифровых камер можно также отнести такие преимущества, как то, что их использование значительно сокращает длительность технологического цикла аэрофототопографического производства, так как при производстве цифровых аэрофотоснимков исключаются «мокрые» процессы, связанные с проявкой и закреплением аэрофотоплёнки, и, что очень немаловажно, цифровые аэрофотоснимки по сравнению с аналоговыми полностью свободны от «зернистости». Также, немаловажным является и то, что у большинства цифровых аэрофотокамер интервал фотографирования составляет менее 1 сек., что позволяет при необходимости выполнять крупномасштабную аэрофотосъемку объектов многоэтажной застройки с продольным перекрытием 80-90%.

Современные цифровые аэрофотоаппараты имеют ряд критериев оценки их производительности и качества. Основными из этих критериев являются: фотографическое качество, фотограмметрическое качество, производительность и технологичность.

Фотографическое качество цифрового аэрофотоаппарата характеризуется такими параметрами, как динамический диапазон, интенсивность шумов и качество цветопередачи.

К фотограмметрическому качеству относятся стабильность параметров внутреннего ориентирования и достижимая точность выполнения фототриангуляции.

Производительность характеризуется по количеству информации в мегабайтах/сек и по площади картографируемой территории в км²/час.

К технологичности относятся возможность адаптации традиционных технологических процессов и наличие квалифицированного персонала.

Помимо этого, при сравнении цифровых аэрофотоаппаратов различных конструкций можно выделить такие критерии, как способ формирования кадра, общие и частные фотографическое и фотограмметрические свойства и весогабаритные характеристики.

Все выпускающиеся сегодня цифровые аэрофотоаппараты характеризуются некоторым набором общих свойств. К ним можно отнести:

- использование CCD (ПЗС в русской транскрипции) приемников излучения, матричного или линейного типа;

- синтезированный кадр (для широкоформатных аэрофотоаппаратов). В данном случае это результирующий кадр системы, который формируется из набора субкадров, соответствующих отдельным CCD матрицам (линейным) приёмников;

- GPS/INS поддержка, которая выражается в том, что пространственные линейные и угловые координаты системы координат аэрофотоаппарата (элементы внешнего ориентирования) определяются с использованием

средств инерциальной навигации и систем спутникового позиционирования GPS и (или) ГЛОНАСС;

- широкий динамический диапазон 12 – 14 бит;
- наличие компенсации сдвига изображения в течение времени экспозиции («смаз»). Для обозначения этого свойства в англоязычной литературе укрепился термин FMS – Forward Motion Compensation;
- использование гиросtabilизации для поддержания планового положения аппарата в процессе съёмки.

Несмотря на вышеперечисленное, современные цифровые аэрофотоаппараты различаются по целому ряду параметров, главными из которых являются:

- геометрия приёмника – матрица CCD или линейка CCD;
- метод синтеза кадра;
- способ компенсации «смаза» - механический или электронный.

По размеру результирующего кадра цифровые аэрофотоаппараты классифицируются на малоформатные, у которых размер результирующего кадра в мегапикселях не превышает 16, среднеформатные, с размером результирующего кадра 16 – 64 мегапикселя и широкоформатные, с размером результирующего кадра более 64 мегапикселей.

Малоформатные камеры активно использовались для аэрофотосъёмки до конца 90-х годов прошлого столетия. Сейчас их роль ограничена и они иногда используются для аэрофотосъёмки небольших участков. Внешний вид малоформатных камер представлен на рис.10.



Среднеформатные цифровые метрические камеры на сегодняшний день, имеют наибольшее распространение для получения цифровых геопространственных данных с авиационных носителей. Данные камеры удобны тем, что они компактны, имеют малое энергопотребление и их легко приспособить к любому авиационному носителю (самолету). Эти камеры управляются с использованием обычных персональных компьютеров, которые одновременно используются и как средство накопления аэрофотоснимков. Вид среднеформатных камер представлен на рис.11



Рис. 11 Среднеформатные цифровые камеры

Но среднеформатные цифровые камеры в смысле их аэрофотосъёмочного использования имеют ряд технологических ограничений, главными из которых являются:

- используется только один матричный ССД приёмник, что ограничивает размер результирующего кадра;
- режим компенсации сдвига изображения в среднеформатных камерах не используется, что накладывает определённые ограничения при выборе условий проведения аэрофотосъёмочных работ (высота полёта, скорость полёта, длительность экспозиции).

Широкоформатные камеры по сравнению со среднеформатными имеют больший размер результирующего кадра, имеют компенсацию «смаза», их возможности можно продемонстрировать на примере наиболее используемых в настоящее время таких камер, как DMC, Intergraph, относящейся к типу кадровой камеры и имеющей размер кадра 7680 x 13824 пикселей, DSW700, Leica, относящейся к типу линейной и кадровой камеры и имеющей размер кадра 4000 x 2700 пикселей. Отдельно можно выделить широкоформатную камеру DiMAC SYSTEMS, относящуюся к типу кадровых, но имеющей ряд модулей, с помощью которых можно менять размер кадра от 4080 x 5440 до 8080 x 10800 в зависимости от количества модулей.

Возможности широкоформатной камеры можно продемонстрировать на примере аэрофотоаппарата UltraCAM X австрийской фирмы Vexcel Imaging, который является одной из самых производительных камер в своём классе. Характеристики данной камеры представлены в таблице 1.

Таблица 1.

| Основные технические характеристики цифровой топографической аэрофотокамеры UltraCAM X | |
|--|---|
| Описание выходных изображений | |
| Формат изображения | Аналог плёночного формата от 23 x 15 см |
| Выходные форматы изображений | JPEG; TIFF 8, 12 16 bit, scan-line, |

| | |
|---|--|
| | stripped or tiled |
| Форматы изображений после уровня 2 | Панхроматические снимки полного разрешения, отдельные снимки по цветовым каналам |
| Форматы изображений после уровня 3 | Спектрозональные, цветные и/или панхроматические снимки полного разрешения |
| Технические характеристики сенсорного блока камеры | |
| Размер панхроматического изображения | 14430 x 9420 пикселей |
| Размер элемента изображения | 7.2 мкм |
| Физический размер матрицы | 104 x 68 мм |
| Фокусное расстояние для панхроматического канала | 100 мм |
| Максимальная диафрагма панхроматического канала | F=1/5.6 |
| Угол обзора поперек полета (вдоль полета) | 55° (37°) |
| Количество цветовых каналов (спектрозональная съемка) | 4 канала – RGB&NIR |
| Размер спектрозонального изображения | 4992 x 3328 пикселей |
| Диапазон выдержек | от 1/500 до 1/32 |
| Компенсация продольного смаза изображения (FMC) | есть, TDI controlled |
| Максимальная величина компенсации смаза | 50 пикселей |
| Размер пиксела на земле при высоте полета 500 м (300 м) | 3.6 см (2.2 см) |
| Минимальный интервал съемки | 1.35 секунд |
| Разрядность АЦП | 14 бит |
| Динамический диапазон чувствительности | >12 бит |
| Габаритный размер сенсорного блока камеры, см | 45 x 45 x 60 |
| Вес | <45 кг |
| Максимальное электропотребление | 150 Вт |
| Технические характеристики бортового блока накопления и обработки снимков (SCU) | |
| Емкость накопителей | >17 Терабайт с возможностью замены в полете |
| Максимальная емкость в изображениях одного накопителя | >3900 снимков |
| Конфигурация блока | Многопроцессорная параллельная |

| | |
|---|--|
| | архитектура |
| Избыточность хранения информации | Дублирование изображений на двух дисках |
| Возможность переноса и обработки данных на земле | Транспортабелен, приспособлен для обработки данных в офисе |
| Габаритный размер блока, см | 40 x 55 x 65 |
| Вес | 65 кг |
| Максимальное электропотребление | 700 Вт |
| Прочие характеристики | |
| Максимальное время съемки (70% перекрытие, разрешение 20 см – масштаб съемки 1 : 10000) | >8.5 часов при использовании одного накопителя |
| Перенос данных с борта в офис | С помощью специального накопителя или перенос бортового блока |
| Установка камеры на борту | С помощью переходных колец на многие известные установки (исключая Z/I T-AS) |
| Поддержка планирования полета | Совместим с большинством коммерческих систем (CCNS-4, Trackair, Vega и др.) |
| Поддержка систем IMU | Совместима с IGI's Aero-Control и Applanix`Pos/AV |
| Совместимость с фотограмметрическими продуктами | Совместим со всеми фотограмметрическими системами |
| Внутренняя точность изображения | <2 мкм |

Внешний вид сенсорного блока камеры UltraCam X показан на рис. 12.



Рис. 12. Цифровая аэрофототопографическая камеры UltraCam X компании VexcelImaging

Исходя из принципов формирования результирующего изображения цифровые, в том числе и широкоформатные аэрофотокамеры можно также классифицировать по способу формирования изображения:

- с одиночным матричным приёмником (*matrix*)
- с композитным приёмником, состоящим из нескольких физических матричных приёмников;
- с приёмником в виде одного или нескольких CCD приёмников линейного типа. Приёмники такого типа ещё называют линейками или гребёнками.

В отличие от матрицы, такие приёмники имеют одномерную структуру. Первые два типа приборов могут быть названы кадровыми, а приборы третьего типа кадровыми не являются, они формируют непрерывные последовательности данных, которым больше подходит название «полоса».

6.2 Фототрансформаторы.

Большой фототрансформатор ФТБ

Большой фототрансформатор ФТБ разработан и впервые изготовлен фирмой «Цейс-Аэрофотограф».

Фототрансформатор ФТБ относится к фототрансформаторам второго рода и позволяет трансформировать плановые и перспективные снимки.

Конструктивной осью прибора служит оптическая ось объектива. В связи с этим главная плоскость объектива всегда горизонтальна.

В фототрансформаторе ФТБ таким образом применена первая система элементов трансформирования:

φ_p - угол наклона кассеты;

φ_c - угол наклона экрана;

d, d^1 - расстояние от узловой точки объектива оси до снимка и экрана.

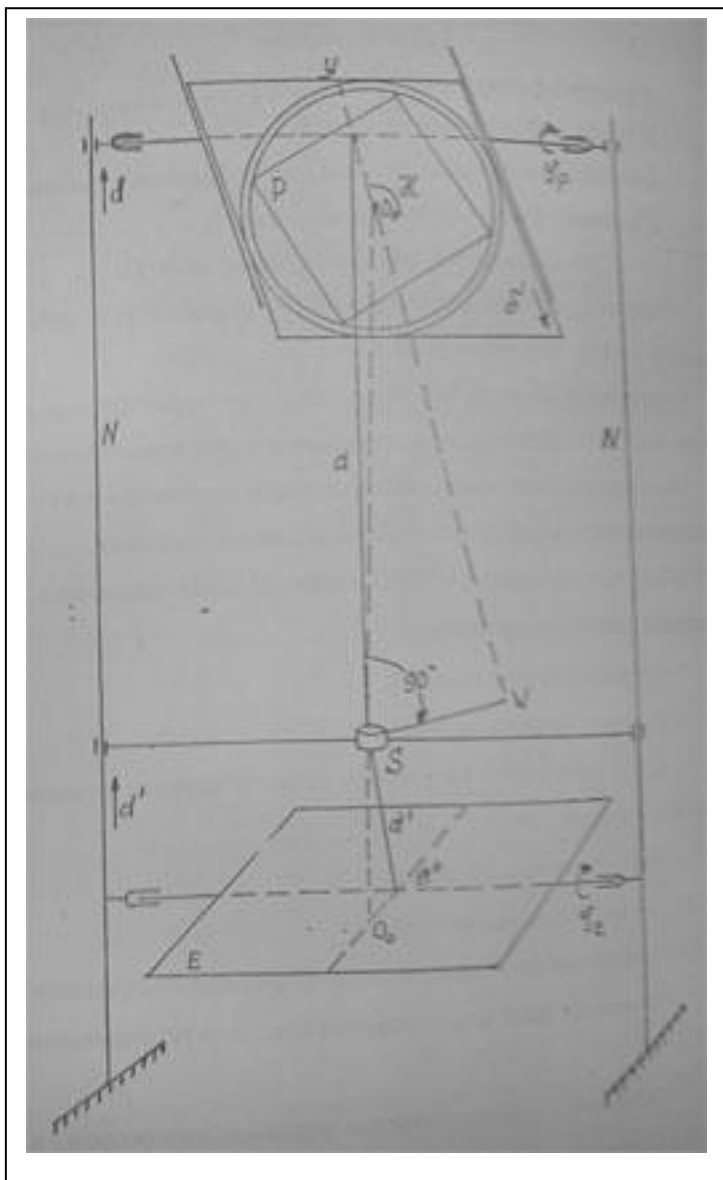
κ - угол поворота снимка;

δ - децентрация снимка (ос).

Из шести элементов трансформирования оператор устанавливает только четыре φ_c , d^1 , ζ и δ .

Расстояние d устанавливается угловым инверсором, а угол наклона кассеты φ_p – инверсором Карпантье.

В фототрансформаторе ФТБ установлены два угловых инверсора – левый и правый. Они действуют синхронно и не допускают перекоса движущих массивных частей прибора.



На рис. стрелками показаны движения основных частей прибора, соответствующие элементам трансформирования. Кроме этих движений фототрансформатор ФТБ имеет дополнительное – перемещение кассеты параллельно оси вращения снимкодержателя, называемое поперечной децентрацией снимка в отличие от продольной децентрации δ . Поперечная децентрация используется в отдельных случаях для деформации

трансформированного изображения. При обычной обработке снимков на ФТБ поперечная децентрация устанавливается равной нулю.

Основные части фототрансформатора: станина, вертикальные направляющие, экран, объектив, каретка объектива, каретка снимка с

кассетой и устройствами для децентрации снимка, левый и правый угловые инверсоры, инверсор Карпантье и осветительное устройство.

Каретка объектива перемещается по вертикальным направляющим с помощью левого южного штурвала.

При этом угловые инверсоры соответственно смещают каретку снимка по тем же направляющим.

Экран наклоняется с помощью правого ножного штурвала. При этом инверсор Карпантье поворачивает снимкодержатель так, чтобы плоскости снимка объектива и экрана пересекались по одной линии. Продольная децентрация снимка вводится левой рукояткой, а поперечная – правой. Между этими рукоятками находится рукоятка для установки угла α .

Все элементы трансформирования можно отсчитать по соответствующим шкалам.

Кассета приспособлена для работы с отдельными негативами и целым фильмом. Негатив помещается между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками. Нижняя пластина прижимная, вмонтирована в рамку кассеты, она имеет координатные метки. Верхняя пластинка покровная съемная. Ось вращения снимкодержателя находится в плоскости нижней стеклянной пластинки, на которую кладется эмульсионной стороной негатива и прижимается к ней покровным стеклом.

Большой фототрансформатор ФТБ имеет коэффициент трансформирования от 0,6 до 4,0 обеспечивает трансформирования аэроснимков с углами наклона до 23° при $f_k=100$ мм и с углами наклона до 50° при $f_k=200$ мм.

Фокусное расстояние объектива фототрансформатора 180 мм, основание прибора 120 x 145 см; высота 3 м. ФТБ – прибор стационарного типа.

6.4 НИВЕЛИР ОПТИЧЕСКИЙ ЗН5Л



Технические характеристики нивелира:

- СКО изм. превышения на 1 км.
двойного хода 5 мм

- СКО изм. горизонтального угла не
более 0.15°

- зрительная труба: увеличение 20х,
угловое поле зрения 2 – 0.1

Наименьшее расстояние
визирования не более:

- без линзовой насадки 1,2 м
- с линзовой насадкой на объектив 0,5 м
- диаметр входного зрачка не менее 30 мм
- диаметр оправы объектива 38 мм
- коэффициент нитяного дальномера 100
- диаметр лимба 107 мм
- цена деления лимба 1°

Цена деления уровней:

- круглого (установочного) 10
- цилиндрического 45

Масса не более:

- нивелира 1,4 кг
- футляра 1,6 кг

Габаритные размеры не более:

- нивелир (при среднем положении подъемных винтов) 148x134x126 мм
- футляр 285x245x220 мм

Производитель: УОМЗ (Россия)

6.3 ТАХЕОМЕТР Trimble M3



Тахеометр Trimble M3 Total Station имеет широкий температурный диапазон функционирования, что позволяет работать при различных погодных условиях.

Тахеометр Trimble M3 Total Station сочетает качество и надежность современного электронного инструмента:

- прочный алюминиевый корпус обеспечивает влагонепроницаемость IPX6.

- ёмкость внутренней батареи прибора гарантирует до 7 часов непрерывных измерений или полный день работы в обычном режиме без подзарядки
- большая встроенная память хранит до 10000 строк данных в условиях эксплуатации, соответствующих сбору данных за несколько дней
- встроенное программное обеспечение поддерживает разнообразные задачи, облегчая выполнение различных видов работ, а возможность создания до 32 рабочих проектов + контрольный проект, позволяет решать разнообразные задачи, облегчая выполнение геодезических работ любого типа сложности
- метод безотражательного измерения позволяет проводить надежные измерения труднодоступных объектов. Он дает возможность проводить измерения одному человеку, таким образом экономя время других членов бригады.

Тахеометр Trimble M3 Total Station очень прост в эксплуатации. Встроенное программное обеспечение позволяет быстро обучаться работе с ним и, не теряя времени, приступить к работе.

Неважно, при каких условиях работать, чтобы постоянно добиваться необходимой точности, всегда можно положиться на тахеометр Trimble M3 Total Station. Он обладает следующими компонентами:

- встроенный оптический отвес (лотаппарат) облегчает и ускоряет установку инструмента на станции

- модели тахеометра Trimble M3 Total Station с точностью 3" или 5"
 - качественная оптика Nikon гарантирует качественное и точное наведение на цель
 - измерение расстояний (EDM) с точностью 3 mm + 2ppm
- Фокусировочная система, совмещенная с дальномером. обеспечивает полную достоверность измерений.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТАХЕОМЕТРОВ Trimble M3 Total Station 3" и 5"

| Параметр | Значение |
|-----------------------------------|--|
| Точность угловых измерений | 3" 5" |
| Автоматический компенсатор | Двухосевой компенсатор $\pm 3'$, (± 50 mgon) |
| Точность измерения расстояний | По призме $\pm (3\text{mm} + 2\text{ppm})$ Слежение $\pm (10\text{mm} + 5\text{ppm})$ |
| Минимальное измеряемое расстояние | 1,6 м |
| Дальность измерения | По призме: 1 призма – 5000 м, 3 призмы – 5000м Отражающая пленка 20 мм – 200м Отражающая пленка 60 мм – 300 м В режиме DR: Kodak Grey Card (18 % отражения) 85 м Kodak Grey Card(90 % отражения) 210 м |
| Время измерений | По призме: стандартно 1,3 сек, слежение 0,5 сек В режиме DR: стандартно 1,6 сек, слежение 0,8 сек |
| Источник оптического излучения | Диод оптического импульсного квантового генератора 870 nm, класс лазера 1 |
| Атмосферная поправка | Ручная установка |
| Горизонтирование инструмента | Цилиндрический уровень 30"/2 мм, Круглый уровень 10"/2 мм |
| Система наведения | Соосные закрепительные и наводящие винты с фиксатором |
| Центрирование | Система центрирования: Trimble 3-pin |
| Оптический центрир | Вертикальный, увеличение / минимальное расстояние фокусирования 3x / от 0,5 м |
| Зрительная труба | Увеличение 26x Ампертура 40 мм Наименьшее расстояние визирования 1,6 м Угол поля зрения 2,6 м / 100 м |
| Дисплей | Графический LCD (128x64) со светодиодной подсветкой |
| Клавиатура | Клавиатура 25 клавиш, буквенно – цифровая Второй дисплей - опционально |
| Емкость памяти | Запись во встроенную память на 10,000 строк данных, 32 проекта |
| Ввод и вывод данных | RS232, скорость передачи информации до 38400 |

| | |
|---------------------|--|
| | бит/с, формат данных: M5 и Nikon |
| Рабочая температура | От - 20°C до + 50°C |
| Влагозащита | IP56 |
| Источники питания | Встроенный аккумулятор Перезаряжаемый Ni – МН 7.2 V, 3.8 Ah, время работы около 16 часов |
| Масса | Инструмента без батареи 4,7 кг Контейнера 2,5 кг |
| Размеры | Инструмента 173 мм x 168 мм x 347 мм Высота оси вращения 181,5 мм |

Комплектация:

1. тахеометр с алфавитно – цифровой клавиатурой
2. пластиковый кейс
3. кабель передачи данных
4. зарядное устройство
5. внутренняя батарея питания 1 шт.
6. программа передачи данных Data Transfer
7. CD – руководство на русском и английском языках
8. чехол от дождя
9. мини – вежа с мини – призмой
10. юстировочные винты

Опционально тахеометр может оснащаться дополнительной панелью для удобства проведения измерений. Также по желанию заказчика комплект дополняется металлической измерительной линейкой или рулеткой (также возможно дополнить комплект любыми другими необходимыми аксессуарами).

7. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

При выполнении полевых работ выполняются следующие процессы:

1. Рекогносцировка полигонометрии

Содержание работы: Определение на местности направления хода, выбор местоположения пунктов хода и базисов с учетом подземных сооружений,

закрепление пунктов временными знаками (деревянными кольями, коваными гвоздями).

Состав бригады: Инженер – 1, Рабочий II разряда – 1.

2. Измерение углов на пунктах полигонометрии.

Содержание работы: Измерение углов на пунктах полигонометрии по трехштативной системе и примычных углов на пунктах триангуляции, измерение углов на узловых точках между направлениями на пункты триангуляции и полигонометрии.

Состав бригады: 4-го класса 1-го разряда

| | | |
|---------|---|---|
| Инженер | 1 | 1 |
|---------|---|---|

| | | |
|--------|---|---|
| Техник | 1 | - |
|--------|---|---|

| | | |
|------------------|---|---|
| Мерщик III разр. | 1 | 2 |
|------------------|---|---|

| | | |
|------------------|---|---|
| Рабочий II разр. | 2 | 2 |
|------------------|---|---|

3. Измерение линий светодальномером.

Содержание работы: Разыскивание и вскрытие центра, подготовка инструментов к работе, установка прибора и отражателей, прогрев термостата и наведение на отражатель, проверка и установка приборов и эталонирование кварцевого генератора.

Состав бригады: Инженер – 1, Старший техник – 1, Техник – 2, Мерщик III разряда – 1, Рабочий II разряда – 2.

4. Закладка центров полигонометрии.

Содержание работы: Погрузка монолитов на базе и разгрузка их на месте работ, рытье котлованов, закладка центра, засыпка центра с трамбовкой грунта, зарисовка кроки местоположения центра или привязка его к постоянным местным предметам с составлением схемы привязки, переезды и переходы на участке работ.

Состав бригады: Техник – 1, Реперщик III разряда – 1, Рабочий II разряда – 1.

5. Установка колпаков над полигонометрическими знаками.

Содержание работы: Доставка материалов к месту работ, установка металлического колпака над полигонометрическим знаком, заделка колпака бетоном, проезды и переходы на участке работ.

Состав бригады: Техник – 1, Реперщик III разряда – 2.

6. Нивелирование IV класса.

Содержание работы: Вскрытие и засыпка реперов, производство нивелирования, ведение полевого журнала, зарисовка в журнале их описания, составление списка занивелированных знаков и схемы ходов.

Состав бригады: Техник – 1, Речники II разряда – 4.

7. Централизованное изготовление грунтовых реперов.

Содержание работы: Текущий ремонт форм, подготовка площадки и установка формы для отливки репера, вязка арматуры для пилона, подноска щебня, песка, воды на площадке, битумное покрытие трубы, заполнение трубы бетонным раствором, отливка репера, снятие форм, защита поверхности монолита.

Состав бригады: Техник – 1, Реперщик III разряда – 1, Рабочий II разряда – 3.

8. Комбинированная съемка.

Содержание работы: Выписка исходных данных из полевых каталогов, определение масштаба при съемке на фотосхемах или контактных отпечатках, опознавание пунктов съемочного высотного обоснования, сгущение сети высотного обоснования проложением высотных мензульных ходов и определением переходных точек, определение склонения магнитной стрелки, съемка рельефа, дешифрирование и досъемка контуров, измерения, связанные с численной характеристикой съемки, сбор сведений для топографического описания.

Состав бригады: Старший техник – 1, Мерщик III разряда – 1, Рабочий II разряда – 2.

9. Дешифрирование на фотопланах внутриквартальной застройки городов, рабочих поселков и территорий промышленных предприятий.

10. Опознавание высотных точек при стереотопографической съемке в масштабах 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10000.

Содержание работы: Выбор и опознавание высотных точек и накол их на контактных отпечатках, закрепление опознанных точек деревянными кольями с окопкой и маркировкой, оформление аэроснимков, переезды и переходы на участке работ.

Состав бригады: Старший техник – 1, Рабочий II разряда – 1.

СМЕТА НА ПРОИЗВОДСТВО ПОЛЕВЫХ ТОПО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

| № п/п | Содержание работ | Категория трудности | Единица измерения | Стоимость единицы работ | Количество | Стоимость |
|-------|---|---------------------|-------------------|-------------------------|------------|-----------|
| 1 | Полигонометрия 1 разряда | | | | | |
| 1.1 | Рекогносцировка полигонометрии | IV | пункт | 0-82 | 43 | 35-26 |
| 1.2 | Измерение углов на пунктах полигонометрии | IV | пункт | 1-57 | 53 | 83-21 |
| 1.3 | Измерение линий светодальномером | IV | линия | 4-48 | 48 | 215-04 |
| 1.4 | Закладка центров полигонометрии | III | знак | 2-24 | 43 | 96-32 |
| 1.5 | Установка колпаков над полигонометрическими знаками | III | знак | 1-07 | 43 | 46-01 |
| 2 | Нивелирование | | | | | |
| 2.1 | Централизованное изготовление грунтовых реперов | | репер | 1-35 | 43 | 58-05 |
| 2.2 | Нивелирование IV класса | V | 1 пог.км. | 7-61 | 43 | 327-23 |
| 3. | Комбинированная съемка | IV | 1 га | 2-08 | 4620 | 9609-60 |
| 4. | Дешифрирование на фотопланах | IV | 1 км ² | 36-93 | 46,20 | 1706-17 |
| 5. | Опознавание высотных точек | II | опознак | 0-28 | 43 | 12-04 |

Всего 12188-30

| | |
|----------------------------|---------|
| Районный коэффициент – 15% | 1828-34 |
| Поливы довольствия – 40% | 4875-57 |
| Орглики – 23% | 2803-45 |
| Внутренний транспорт – 11% | 1340-78 |

| | |
|-------------------------|----------|
| Внешний транспорт – 9 % | 1097-00 |
| Итого в рублях | 24134-07 |

Итого в сумах

Переводной коэффициент на 2011 год с цен 1991 года 680 = 16411167,6 сум

8. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.

Основные меры безопасного производства работ на объекте разрабатываются на стадии технического проектирования, а перед началом полевых работ – на стадии рабочего проектирования – производится детализация и уточнение, затем составляется рабочий проект безопасности организации полевых работ. В необходимых случаях предварительно проводится геодезическое обследование района работ с уточнением на месте его особенностей, с учетом которых начальником партии при участии руководителей полевых бригад составляется рабочий проект геодезических ходов и сводная схема безопасных маршрутов движения бригад.

При проектировании безопасных маршрутов движения бригад в первую очередь стремятся к обеспечению качественного выполнения геодезических измерений, при уменьшении протяженности ходов, замене опасных участков более безопасными и сокращении числа водных переправ.

На район действия одной или двух партий составляют сводные схемы безопасных маршрутов, затем карту маршрутов на весь район действия экспедиции, которая служит для диспетчеризации и организации работ. В зависимости от сены работ и видов транспорта эта карта уточняется и изменяется.

На схемах, кроме минимальной географической основы (дороги, реки, горы, поселки), наглядно изображаются маршруты движения бригад, места стоянок и баз бригад, экспедиций, размещение радиостанций, складов горючего, баз транспорта и др. Схемы маршрутов утверждаются начальником или главным инженером экспедиции.

Конкретные меры безопасности для каждой бригады с указанием порядка материального обеспечения, способов и средств транспорта, а также других мероприятий указываются также в техническом предписании на производство работ.

Перед началом полевого сезона прежде всего возникает необходимость подбора кадров, которым не противопоказано выполнение работ в данных географических условиях. В этих целях проводится обязательное медицинское обследование всех работников. В подготовительный период устанавливают наличие в районе работ очагов местных инфекционных болезней. Сотрудникам, которые будут работать в данных условиях, выдаются средства защиты от кровососущих насекомых – репелленты и специальная одежда, также проводятся соответствующие прививки иммунизации. Спецодежда и спецобувь должны соответствовать местным условиям и выдерживать установленные сроки носки.

Наряду со спецодеждой работникам выдаются защитные приспособления, спасательные и другие средства техники безопасности, предусмотренные типовой табельной положенностью.

При производстве работ в малообжитых и труднодоступных районах на объекте заблаговременно создается сеть продовольственных точек, лабазов со страховыми запасами продовольствия и предметов снаряжения.

В конце подготовительных работ проверяют состояние готовности каждой бригады к безопасному выполнению порученных ей работ. Такая проверка оформляется составлением специального акта, подтверждающего надлежащее снаряжение бригады.

Перед выездом на работы проводится обязательное обучение безопасным методам работ в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 и инструктаж полевых работников. Вводный инструктаж обязателен для вновь принятых рабочих и студентов – практикантов. После назначения их на конкретную

работу осуществляется инструктаж на рабочем месте с практическим обучением безопасным методам и приемам работ.

Рабочие, принятые для работы на механизмах или на работы повышенной опасности, требующие технической подготовки вначале проходят специальное обучение, затем – практические работы в поле, на море, в горах и т.п.

Для обучения и инструктажа на базе экспедиции должен быть кабинет по технике безопасности, обеспеченный литературой, плакатами и наглядными пособиями и средствами техники безопасности.

Во всех экспедициях до начала производства работ необходимо повторное изучение средств и методов оказания первой помощи пострадавшим.

В период подготовки к полевым работам необходимо проводить инструктаж и по охране природы, цель которого прежде всего состоит в том, чтобы обеспечить всеми полевыми бригадами строгое выполнение санитарно – гигиенических правил жизни и деятельности в условиях естественной природной среды.

Выполнение всех полевых геодезических работ по триангуляции, полигонометрии, нивелированию и съемкам связано с постоянными переездами от пункта к пункту. Более того, различные транспортные средства участвуют в процессе геодезических работ как орудие труда.

Переезды и переходы при геодезических работах составляют особую категорию нормы рабочего времени и в разных видах работ, в разных географических условиях они занимают до 40 % нормы времени. Поэтому, и травматизм при переездах на топографо – геодезических работах составляет от 20 до 30 % от всех несчастных случаев. Это обстоятельство заставляет обращать внимание на упорядочение переездов, дисциплину и режим, надежную механизацию средств передвижения, повышение ответственности и качества транспортных работ, сокращение числа водных переправ и воспитание дисциплины у водителей.

Общие требования, обеспечивающие безопасность передвижения на всех видах транспорта, соблюдение которых может сократить случаи травматизма:

1. Соответствие имеющихся транспортных средств процессу работ, качеству дорог и мостов, условиям проходимости;
2. Пригодность погодных условий для полета, плавания, переезда, переправы;
3. Техническая исправность транспортных средств;
4. Наличие квалифицированных и дисциплинированных водителей и контроль за состоянием их здоровья;
5. Наличие комплекта слесарных инструментов, запасных частей и материалов для дорожного ремонта;
6. Наличие противоаварийных и спасательных средств;
7. Наличие средств для радиосвязи с базой партии (экспедиции) в любой точке пути;
8. Правильная упаковка и равномерная укладка грузов без превышения массы и габаритов;
9. Удобное, равномерное и безопасное размещение сидячих мест для пассажиров;
10. Соблюдение правил движения, судоходства, полетов;
11. Наличие информации о пути следования и умение ориентироваться в пути;

Кроме перечисленных здесь общих требований, необходимо знать еще меры безопасности, относящиеся к каждому виду транспортных средств, какими бригаде предстоит пользоваться в процессе полевых работ.

Нельзя забывать, что при передвижении на любом транспортном средстве человек находится в обстановке повышенной опасности.

Практика геодезических работ в городах весьма многогранна. Здесь развивается особая (городская) триангуляция, прокладываются полигонометрические и нивелирные ходы разных классов, ведутся съемки

разных масштабов, выполняются различные разбивочные работы, исполнительные съемки и др.

Застройка городов многоэтажными зданиями приводит к созданию новой городской триангуляции с размещением пунктов на высоких сооружениях, в связи с чем меняется и конструкция знаков. Это обязывает геодезистов и строителей совместно проводить рекогносцировку места расположения знака и составление проекта его конструкции. При выходе на крышу высокого здания для выполнения рекогносцировки исполнители должны быть осмотрительны и осторожны, применять необходимые средства страховки от падения. Лица, страдающие головокружением на высоте, не должны допускаться к работе на крыше. Инженер-геодезист, отвечающий за постройку знака, должен гарантировать безопасность строительства как для рабочих, так и для людей, проходящих вблизи здания, на котором строится сигнал. На крыше здания вокруг места постройки знака сооружают плотные ограждения, исключающие возможность падения материалов и инструментов. Ограждения делают по необходимости также вокруг дома.

Постройка знака должна предусматривать устройство безопасного прохода геодезистов и строителей на крышу и площадку сигнала. Все трапы и лестницы на этом пути должны иметь надежные перила.

Наблюдательная площадка кроме обрешетки перил должна иметь понизу плотную бортовую доску шириной 18 см.

На улицах городов с большим движением выполнение полигонометрии, нивелирования и съемки сопровождается повышенной опасностью. Поэтому прибегают к следующим методам безопасной организации работ:

- 1) прежде всего изыскивают технически приемлемые и безопасные методы работ. Например, короткобазисная полигонометрия с трехштативной системой может безопасно выполняться с тротуаров. Во многих случаях нивелирование проводят без выхода на проезжую часть улицы;

2) на улицах шириной более 8-10м выполнение геодезических работ возможно по середине улицы, на полосе шириной 2 м (оградив ее сигналами и флажками), а для транспорта оставляются проезды шириной 3-4 м. Этот порядок должен быть согласован с ГАИ;

3) для работы на некоторых улицах можно получить разрешение ГАИ на закрытие движения по одной стороне улицы и перенесение его на соседнюю. В этом случае также следует ставить флажки и сигналы ограничения движения;

4) работы переносят на ранние утренние часы, когда движение транспорта неинтенсивное;

5) проведение работ в ночное время допускается, если их можно выполнить с подсветом ламп. При этом необходимо использовать световые предупредительные знаки.

При выполнении геодезических работ вблизи трамвайных линий или путей электрифицированных дорог нельзя касаться контактной сети, проводить измерение на рельсах металлической лентой и ставить приборы и рейки под электролинией высокого напряжения.

Общие меры безопасности на строительных площадках предусматриваются в проектах строительства. В этом документе указывается необходимость ограждения территории строительства забором с козырьком; устройства проходов и проездов, ограждения котлованов, траншей, машин, кранов и т.д. Запрещается на строительных площадках ходить под кранами, оставлять доски с торчащими гвоздями, работать без касок и др.

Опыт показывает, что безопасность и безвредность картоиздательских работ зависят от рационально продуманной технологии и научной организации труда. В современной картографии основой технологии издания карт являются фотомеханические процессы с применением программирующих электронных устройств для наводки на резкость, диафрагмирования, цветоделения, гравирования и т.д.

При изготовлении форм офсетной печати начинают прибегать к автоматизации работ на автоматических поточных линиях с применением гладкого формного материала, электрохимических способов обработки поверхности форм, вакуумного напыления хрома и меди, внедрения синтетических формных материалов.

Научная организация работ обеспечивает высокую эффективность производственного процесса и создает безопасные условия и высокую производительность труда, способствует предупреждению травматизма и профессиональных заболеваний.

Однако при отсутствии или недостатке современного оборудования нередко приходится обеспечивать процессы работ отдельными средствами безопасности.

Аэрофотосъемочные работы для создания топографических карт всех масштабов выполняются в соответствии с Основными положениями по аэрофотосъемке, выполняемой для создания топографических карт и планов.

На каждый объект съемки составляется технический проект, в котором указаны показатели техники, организации и техники безопасности названных работ. Каждая аэрофотосъемочная партия (АФСП) вместе с планом-заданием получает технический проект работ и указания по охране труда и техники безопасности (жизнеобеспечению).

Перед выполнением аэрофотосъемочных работ АФСП должна провести тщательную подготовку к полевым работам, обеспечивающую безопасность их выполнения, а именно:

провести техническое обучение и проверить готовность инженерно-технического персонала к предстоящим работам;

проверить исправность, комплектность аэрофотоаппаратов и всего необходимого оборудования для выполнения аэрофотосъемочных, фотолабораторных и фотограмметрических работ в условиях экспедиции;

проверить качество установки и монтажа аэрофотосъемочной аппаратуры на самолетах в соответствии с техническими требованиями.

При выполнении аэрофотосъемочных работ в труднодоступных малообжитых районах АФСП следует обеспечить средствами сигнализации, оружием, бортпайками НЗ, емкостями для воды (в безводных районах), плавсредствами и аварийной радиостанцией.

Место базы АФСП приурочивается к аэродрому, населенному пункту (имеющему электроток, почту и т.п.). На базе АФСП устанавливается радиоаппаратура основной радиостанции для связи с предприятием, смежными партиями, ближайшим аэродромом, с экипажами самолетов, метеостанциями и метеопостами.

На территории крупных объектов съемки при недостатке существующих метеостанций организуются метеопосты, обеспеченные радиосвязью.

Аэрофотосъемочные работы в большинстве случаев выполняются при базировании самолетов в аэропортах и аэродромах, даже при удалении участка съемки от аэропорта 300-400 км. Однако в малообжитых районах пустынь, тайги и тундры иногда приходится строить временный аэродром на одной из районных площадок или изыскать особую площадку для основного аэродрома и аэродромов временного базирования (аэродромов- «подскоков») съемочных самолетов, позволяющих полнее использовать ясную погоду, сократить затраты на долеты (время, горючее) и использовать их для вынужденной посадки.

Поэтому при поисках аэродрома необходимо выбрать ровную площадку с прочной дерниной, без ям, борозд и кочек. При наличии подобных неровностей они должны быть выровнены и утрамбованы. Площадка должна иметь падение против господствующего ветра с уклоном около 0,005, но не более 0,02.

Взлетно-посадочная полоса (ВПП) аэродрома для самолетов АН-30 должна быть длиной 1000-1500 м и шириной около 200 м. Направление ВПП должно совпадать с направлением господствующего летом ветра. Если кроме основного, господствующего ветра в летний сезон бывают значительные

ветры другого направления, отличающиеся более, чем на 45^0 , то предусматривают устройство второй ВПП, направление которой должно совпадать с направлением второго ветра.

В направлении взлетных полос не должно быть: высоких гор, крутых берегов, зданий, линий электропередач, телефонных линий, мачт, вышек, леса, которые могут находиться только на расстоянии не ближе 30-ти высот этих препятствий от границы аэродрома.

При отсутствии пригодных мест для сухопутных аэродромов аэрофотосъемочные самолеты могут базироваться на гидроаэродромах, при наличии в районе съемки больших озер или рек. Для гидроаэродромов необходимо найти не зарастающий травой или водорослями водоем глубиной не менее 1,5 м, не имеющий подводных камней, порогов и отмелей. Длина гидроаэродрома должна быть не менее 2000 м в направлении господствующих ветров, а ширина около 200-300 м.

Места стоянки самолетов (как сухопутных, так и гидроаэродромов) должна быть оборудованы противопожарными средствами и устройствами крепления самолетов.

Посторонние лица на аэродром не допускаются, за исключением специалистов аэрофотосъемки, прикомандированных предприятиями заказчиков, в особых случаях и студентов-практикантов, находящихся под наблюдением членов экипажа. Названным лицам запрещается подходить ближе 40 м к самолету и ближе 80 м при взлете и посадке самолета. Заход на взлетно-посадочные полосы запрещается.

9. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Узбекистан "О геодезии и картографии". – Т., 1997.
2. Справочник геодезиста: В2-х книгах. Книга 1. Под редакцией В.Д. Большакова и Г. П. Левчука – М.: Недра, 1985
3. Инженерная геодезия. Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д.Ш. Михелев, В.Д. Фельдман – М.:Высш. Шк., 2002

4. Основы инженерной геодезии. И.А. Фельдман, Д.Ш. Михелев – М.:Высш. Шк., 2001
5. Практикум по инженерной геодезии. Б.Б. Данилевич, В.Ф. Лукьянов, Б.С. Хейфец и др. – М.: Недра, 1987
6. Практикум по геодезии. Селиханович В.Г., Козлов В.П., Логинова Г. П., – М., Недра, 1978
7. Геодезия. Ч.2. Чеботарев А.С., Селиханович В. Г., – М., Геодезиздат, 1962.
8. Основные вопросы построения и уравнивания полигонометрических сетей. Литвинов Б.А., – М., Геодезиздат, 1962.
9. Инструкция по полигонометрии и трилатерации. М., 1976.
10. Инструкция по нивелированию I, II, III, и IV классов. – М.: Недра, 1990.
11. А.Н. Лобанов «Фотограмметрия». М., Недра, 1984.
12. А.Н. Лобанов «Аэрофототопография». М., Недра, 1978.
13. П.И. Измайлов, О.Б. Нормандская «Практикум по аэрофототопографии». М., Недра, 1969.
14. А.Н. Лобанов, Р.П. Овсянников, В.Б. Дубиновский и др. «Фототриангуляция с применением электронной цифровой вычислительной машины». М., Недра, 1975.
15. Н.Я. Бобир, А.Н. Лобанов,, Г.Д. Федорук «Фотограмметрия», М.Недра, 1974
16. Д.О. Жураев, Н.В. Ковалёв. «Масштаб аэрофотоснимка и составление фотоплана». Учебное пособие, Ташкент, Книжно-журнальное издательство Республики Узбекистан, 2002г.
17. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах. ГУГК: Справочное пособие. – М., Недра, 1991.
18. PowerSet series. Basic operation manual. Sokkia Co., LTD, 1995.
19. Комплексные решения в геодезии. Приборы, системы и программное обеспечение. – Heerbrugg: Leica Geosystems AG, 1999.
20. <http://geo-mir.ru>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Данная работа рассматривает ряд вопросов, связанных с созданием проекта аэрофототопографической съемки города Джизак с целью создания крупномасштабных планов комбинированным методом.

В процессе подготовки работы были рассмотрены вопросы связанные с физико-географической характеристикой города Джизак, технологией

выполнения комбинированной съемки, описания требований к крупномасштабным планам, описания приборов применяемых для создания геодезического обоснования и создания фотопланов, а также техникой безопасности.

Был произведен расчет аэрофотосъемочных работ и выбраны места наиболее целесообразного расположения опознаков.

Был составлен проект планово-высотной подготовки, представляющий собой систему планового и высотного обоснования состоящей из 8 ходов сходящихся в 3х узловых бочках.

Далее были произведены расчёты, связанные с аэрофотосъемкой, полигонометрией, нивелированием, а также была составлена смета на производство работ.

Наибольшая ожидаемая ошибка в:

полигонометрии 1 разряда 1:35075

нивелировании IV класса 30 мм.