



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Высшая геодезия и фотограмметрия»

Практикум

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине

«Основы аэрогеодезии»

для обучающихся по направлению
подготовки 08.03.01 «Строительство»,
профиль «Автомобильные дороги»

Автор
Самсонова Н.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги».

Изложены подробные пояснения и рекомендации к выполнению лабораторных работ.

Автор



к.э.н., зав. кафедрой «ВГиФ»
Самсонова Н.В.



Оглавление

Введение	4
Лабораторная работа №1 Проектирование задания для аэрофотосъёмки участка. Оценка качества аэрофотоматериалов	5
Лабораторная работа №2 Основы дешифрирования	17
Лабораторная работа №3 Определение масштабов аэроснимков	20
Лабораторная работа №4 Определение превышений и отметок точек трассы. Построение продольного профиля	23
Литература	24
Приложение 1 Бланк технического проекта.....	26
Приложение 2 Журнал оценки аэрофотосъёмочного материалов	27
Приложение 3 Требования к результатам воздушного фотографирования для топографических целей.....	28
Приложение 4 Журнал измерений и вычисления отметок точек трассы	29

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Основы аэрогеодезии» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги», утверждены кафедрой высшей геодезии и фотограмметрии.

Содержат задания и указания для выполнения практических и лабораторных работ по аэрогеодезии, изучающей методы получения и обработки информации о земной поверхности, полученной с летательных аппаратов.

Являются руководством для студентов при выполнении практических заданий.

Выполнение заданий основано на использовании знаний по геодезии, физике, высшей математике, геометрии и др.

При выполнении работ следует пользоваться материалами, приведёнными в приложениях, а также дополнительной литературой.

Цель методических указаний – ознакомить студентов с теоретическими основами и способами использования материалов аэросъёмки при решении инженерных задач в процессе изысканий и строительства автомобильных дорог.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ АЭРОФОТОСЪЁМКИ УЧАСТКА. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АЭРОФОТОМАТЕРИАЛОВ

Цель работы: изучить основные сведения об аэрофото-
съёмке, составить технический проект для производства аэрофо-
тосъёмки участка, научиться составлять накидной монтаж и вы-
полнять оценку материалов аэросъёмки.

Исходные данные:

1. Лист топографической карты масштаба $1:M$.
2. Фокусное расстояние АФА f , мм.
3. Масштаб аэрофото-съёмки $1:m$.
4. Масштаб изготавливаемого плана $1:M$.
5. Скорость полёта самолёта W , км/ч.
6. Формат аэроснимка 18×18 см.
7. Допустимый линейных сдвиг изображения δ , мм.
8. Альбом аэроснимков.

Содержание работы:

1. Определить на полётной карте границы съёмочного участка, выделить их линиями чёрного цвета.
2. Красным квадратиком отметить на полётной карте условное месторасположение аэродрома и определить его отметку.
3. Выполнить расчёт основных параметров аэрофото-
съёмки.
4. Составить бланк технического проекта (прил. 1).
5. Нанести на рабочую карту зеленым цветом оси аэро-
съёмочных маршрутов и центры фотографирования.
6. Пронумеровать аэроснимки и занести сведения о мате-
риалах аэросъёмки в журнал (прил. 2).
7. По материалам аэрофото-съёмки выполнить визуальную
оценку фотографического качества аэроснимков.
8. Составить накидной монтаж из аэроснимков.
9. Определить продольные перекрытия аэроснимков в
маршруте.
10. Определить поперечные перекрытия между маршрута-
ми.
11. Определить прямолинейность маршрутов.
12. Определить непараллельность базиса фотографирова-
ния сторонам аэроснимков («ёлочку»).
13. Определить углы наклона аэроснимков.
14. Результаты оценки качества аэросъёмочных мате-

риалов привести в журнале оценки аэрофотосъёмочных материалов (прил. 2).

15. Наметить границы рабочей площади на аэроснимках.

Краткие сведения и порядок выполнения работы

Аэрофотосъёмка заключается в фотографировании с воздуха земной поверхности. Она состоит из следующих процессов:

1) *лётный* – полёт над снимаемой территорией по заранее разработанным техническим условиям;

2) *аэрофотографический* – фотографирование местности по разработанным ранее техническим условиям и руководство полётом;

3) *фотолабораторный* – проявление аэрофильмов; изготовление аэроснимков и репродукций с накидного монтажа;

4) *фотограмметрический* – регистрация аэронегативов, составление накидного монтажа и оценка качества аэрофотоматериалов.

Аэрофотосъёмку обычно проводят с бортов самолётов и вертолётов различных типов. Для этого на летательном аппарате устанавливают *аэрофотоаппарат* (АФА). По положению оптической оси АФА в пространстве аэрофотосъёмку делят на *плановую*, когда отклонение оптической оси от отвесной линии не превышает 3° , и *перспективную* (наклонную), когда оптическую ось АФА устанавливают под заданным углом наклона к горизонту.

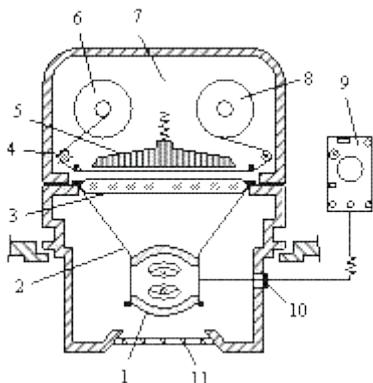
В случае использования при плановой аэросъёмке *гироскопической стабилизации* АФА, осуществляемой с помощью *гироскопов*, угол отклонения оптической оси не превышает 20° . Такой вид плановой аэросъёмки называют *гиростабилизированной*.

Для картографических целей в основном применяют плановую аэросъёмку. Она может быть:

1) *многомаршрутной* (аэрофотосъёмка площади) – при которой фотографируют значительную площадь земной поверхности путём проложения ряда прямолинейных и взаимно параллельных аэрофотосъёмочных маршрутов;

2) *маршрутной* – при которой проводят съёмку узкой полосы местности с одного маршрута;

3) *одинарной* – когда получают одиночный аэрофотоснимок фотографируемого объекта.



Плановую аэрофото-съемку выполняют аэрофотоаппаратом (АФА), установленным на борту летательного аппарата. АФА, предназначенный для съемки территории с целью картографирования, представляем собой сложный высокоточный прибор (рис. 1).

Рис. 1. Схема аэрофотоаппарата АФА-ТЭС

Здесь 1 – объектив; 2 – фотокамера с прикладной рамкой; 3 – выравнивающее стекло; 4 – мерный валик; 5 – прижимной стол; 6 – принимающая катушка (бобина); 7 – кассетная часть; 8 – подающая катушка; 9 – командный прибор; 10 – центральный затвор; 11 – светофильтр.

Плановая аэросъемка площади для картографических целей выполняется по определенным техническим условиям. Обычно её производят в более мелком масштабе по сравнению с заданным масштабом изготовления плана местности. Если обозначить через $1/m$ масштаб аэрофото-съемки, а через $1/M$ – масштаб составляемого плана, то коэффициент увеличения будет определяться по формуле:

$$K = \frac{m}{M}. \quad (1)$$

Кроме того, масштаб аэросъемки зависит от величины фокусного расстояния f АФА и высоты фотографирования H .

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H}. \quad (2)$$

Высотой фотографирования называется расстояние, измеряемое по отвесной линии от центра объектива АФА, установленного на летательном аппарате, до определенной поверхности. В зависимости от поверхности, до которой измеряют высоту фотографирования, различают: абсолютную высоту фотографирова-

Основы аэрогеодезии

ния $H_{абс}$, где отсчётной поверхностью выступает основная уровенная поверхность; относительную высоту фотографирования H_0 , измеряемую до поверхности, соответствующей уровню аэродрома; среднюю высоту фотографирования H , отсчитываемую до средней плоскости участка съёмки; истинную высоту фотографирования H_i – до горизонтальной плоскости, расположенной на уровне данной точки земной поверхности. Среднюю высоту фотографирования H вычисляют по формуле:

$$H = f \cdot m = f \cdot K \cdot M. \quad (3)$$

Кроме того, определяют высоту полёта над уровнем моря (абсолютную высоту фотографирования):

$$H_{абс} = H + A_{ср} \quad (4)$$

и высоту полёта над аэродромом:

$$H_0 = H_{абс} + A_A, \quad (5)$$

где A_A – отметка аэродрома.

Для составления проекта задания на аэросъёмку площади необходимо знать масштаб аэросъёмки, масштаб изготовления плана и иметь топографическую карту местности более мелкого масштаба, чем заданный масштаб аэросъёмки. После тщательного изучения рельефа местности по карте всю площадь, подлежащую съёмке, делят на участки, для каждого из которых выписывают минимальную и максимальную отметки и находят уровень средней плоскости съёмочного участка.

Аэросъёмку площади выполняют с взаимным перекрытием смежных аэроснимков одного маршрута, которое называется *продольным перекрытием* P_x , и с взаимным перекрытием аэроснимков смежных маршрутов, называемым *поперечным перекрытием* P_y . Величины продольного и поперечного перекрытий выражаются в процентах по отношению к длине стороны аэроснимка; для производства аэросъёмки в масштабах от 1:10000 до 1:25000 их рассчитывают по формулам:

$$\left. \begin{aligned} P_x &= 62 + 50 \frac{h}{H} \\ P_y &= 34 + 50 \frac{h}{H} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Основы аэрогеодезии

где h – максимальное превышение местности над средней плоскостью участка съёмки;

H – средняя высота фотогафрирования.

При масштабах аэрофотосъёмки 1:5000 – 1:10000 P_x увеличивают на 2%, а P_y – на 4%, а при 1:25000 – 1:35000 – на столько же уменьшают.

Из всей площади аэроснимка используют только его центральную часть, ограниченную средними линиями перекрытий и называемую *рабочей площадью* аэроснимка. Величина рабочей площади вычисляется по формуле:

$$Q = \left. \begin{aligned} q &= b_x \cdot b_y \\ B_x \cdot B_y &= b_x \cdot b_y \cdot m^2 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где b_x и b_y – продольный и поперечный базисы фотогафрирования в масштабе снимка;

B_x и B_y – продольный и поперечный базисы фотогафрирования на местности.

Продольным базисом фотогафрирования называется расстояния между центральными точками смежных снимков. *Поперечный базис фотогафрирования* – расстояния между смежными маршрутами. Эти величины вычисляются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} b_x &= \frac{l(100 - P_x)}{100} \\ b_y &= \frac{l(100 - P_y)}{100} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где l – размер стороны аэроснимка.

$$\left. \begin{aligned} B_x &= b_x \cdot m \\ B_y &= b_y \cdot m \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Вследствие движения летательного аппарата изображение фиксируемой местности также движется, что приводит при фотогафрировании к смазу изображения (нерезкости). Предельную величину смаза изображения δ_ϕ принимают равной 0.05 мм. Для того, чтобы обеспечить выполнение данного условия, вычисляют необходимую *максимальную выдержку экспозиции* T_{\max} по формуле:

Основы аэрогеодезии

$$\tau_{\max} = \frac{\delta_{\varphi}}{W} M, \quad (10)$$

где W – путевая скорость полёта.

Интервал между экспозициями t определяет продолжительность полёта летательного аппарата со скоростью W , в течение которого он преодолеет расстояние B_x :

$$t = \frac{B_x}{W}. \quad (11)$$

Участок аэросъёмки обычно представляет собой прямоугольник со сторонами L_x по параллели и L_y по меридиану; тогда площадь участка будет:

$$S = L_x \cdot L_y. \quad (12)$$

Чтобы рассчитать общее число аэроснимков на весь участок съёмки, определяют число маршрутов K по формуле:

$$K = \frac{L_y}{B_y} + 1. \quad (13)$$

Также вычисляют число аэронегативов в маршруте по формуле:

$$n = \frac{L_x}{B_x} + 3. \quad (14)$$

Тогда расчётное число аэронегативов на всей площади участка будет:

$$N = K \cdot n. \quad (15)$$

Следует отметить, что для гарантированного покрытия всей съёмочной площади аэронегативами вычисленное количество аэроснимков в маршруте, а также количество маршрутов увеличивают на 1.

При выполнении аэросъёмки с запада на восток или с востока на запад первый аэросъёмочный маршрут прокладывают по северной границе съёмочного участка, последний – по южной, а оси маршрутов продолжают за границы участка на полтора-два

базиса.

Чтобы определить расчётное время, необходимое для аэрофотосъёмки участка, нужно знать общую протяжённость всех аэросъёмочных маршрутов L_S и путевую скорость летательного аппарата. Тогда съёмочное время можно определить по формуле:

$$T_S = \frac{L_S}{W}, \quad (16)$$

где $L_S = K(L_x + B_x)$ – длина всех маршрутов с учётом обеспечения границ.

Различают лётное и съёмочное время. В лётное время, кроме съёмочного, входит время полётов от аэродрома до участка и обратно, включая время набора высоты, время на аэросъёмочные промеры, время на рекогносцировку объекта съёмки и на разведку погоды.

Средняя продолжительность съёмочного для принимается равной: 3 часа – в равнинных районах южнее 58° северной широты; 2.5 часа – в равнинных районах севернее 58° северной широты; в горных районах с высотами до 3000 м – 2 часа, свыше 3000 м – 1.5 часа.

Также к аэросъёмочным расчётам относят определение числа погонных метров аэроплёнки $l_{ан} = 0.19N$. Здесь 0.19 – размер кадра с межкадровым промежутком, выраженный в метрах. На каждую катушку аэроплёнки предусматривается 4 м технологических отходов. Зная длину катушки аэроплёнки k , можно определить необходимое количество катушек:

$$n_k = \frac{l_{ан}}{k - 4}, \quad (17)$$

где k выражено в метрах. Обычно используются катушки аэроплёнки длиной 60 м или 120 м в зависимости от общей длины аэросъёмочных маршрутов.

Аэрофотосъёмку выполняют в ясные безоблачные дни с хорошими атмосферными условиями. После получения задания проводят подготовку полётной карты, на которую наносят границы участка, затем взаимно параллельные аэросъёмочные маршруты через расстояния, вычисляемые по формуле:

$$d_y = \frac{B_y}{M_k}, \quad (18)$$

где M_k – знаменатель масштаба полётной карты.

Аэросъёмочные маршруты прокладывают в натуре согласно ориентирам и карте. Чтобы не мешал солнечный свет, маршруты прокладывают вдоль параллелей. Первый маршрут совмещают с северной или южной границей участка съёмки. Аэронегативы последнего маршрута также должны перекрывать границы объекта.

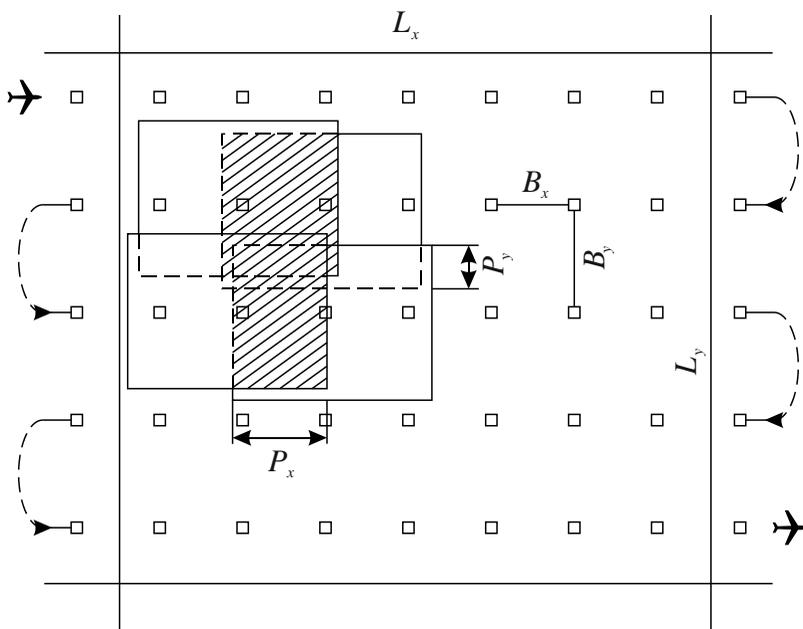


Рис. 2. Графический рабочий проект аэросъёмки

Выполненные расчёты служат основой для составления графического рабочего проекта аэросъёмки по заданным маршрутам:

1) на топографическую карту наносят оси маршрутов аэросъёмки. Ось первого маршрута совмещают с северной границей съёмочного участка. Последующие маршруты наносят параллельно первому с расстояниями между ними, равными поперечному базису фотографирования в масштабе топоосновы;

2) на маршрутах наносят центры аэроснимков в соответствии с продольным базисом фотографирования в масштабе топоосновы. Центр первого снимка располагают за западной границей участка съёмки на расстоянии одного базиса фотографирова-

ния от неё;

3) на двух смежных маршрутах аэросъёмки показывают расположение четырёх перекрывающихся снимков в масштабе карты (по два снимка на маршруте, рис. 2).

После фотолабораторной обработки аэрофильмы нумеруют и регистрируют в журнале.

Номер аэрофотоснимка проставляется в северо-восточном углу. Например, К – 347 $\frac{28}{IV}$ 99 – 528, где К-347 – шифр объекта; $\frac{28}{IV}$ 99 – дата съёмки; 528 – номер аэрофотонегатива. Нумерации лежат все аэронегативы. Вся подпись должна занимать поле размером не более 8×62 мм и вплотную примыкать к краю снимка.

При просмотре аэрофильмов выявляют и отмечают в журнале регистрации все дефекты фотоизображения: царапины, надрывы, изображения облаков и теней от них, нерезкость изображения, полосы, пятна и т.д.

При оценке фотографического качества аэронегативов вначале осуществляют *визуальный контроль* аэронегативов с использованием луп. Аэронегативы должны иметь по всему полю резкое изображение.

Визуальный контроль завершается оценкой физического состояния аэрофильмов и пригодности их для фотограмметрических измерений и дешифрирования. На аэронегативах должны отсутствовать полосы, пятна, надрывы, заломы, царапины, потёртости, сползание эмульсионного слоя, механические дефекты, блики, ореолы. Аэронегативы не должны иметь изображений производственных дымов, облаков и теней от них.

Материалы аэрофотосъёмки по фотографическому качеству оцениваются «хорошо», если не менее 85% аэронегативов имеют оценку по фотографическому качеству «хорошо» и полностью удовлетворяют требованиям Основных положений по аэрофотосъёмке.

Результаты оценки фотографического качества каждого аэронегатива заносятся в специальный журнал (прил. 2).

Накидным монтажом называется соединение контактных отпечатков по их продольным и поперечным перекрытиям в одном общем изображении местности. Снимки монтируют на большом фанерном или дощатом щите и закрепляют кнопками. Монтаж начинают с правого снимка верхнего маршрута. К нему монтируют способом мелькания справа налево сначала все снимки данного маршрута. Второй и последующие маршруты укладывают

справа налево так, чтобы номера всех снимков были сверху, а идентичные контуры смежных аэроснимков совмещались в зонах продольного и поперечного перекрытий. Завершив накидной монтаж, приступают к оценке фотограмметрического качества материалов аэрофотосъёмки.

При помощи линейки (рис. 3, а) определяют *продольные перекрытия* аэроснимков каждого съёмочного маршрута. Линейку изготавливают на миллиметровой бумаге. Длина линейки равна формату аэроснимка и принимается за 100%. Продольное перекрытие снимков P_x должно удовлетворять требованиям, приведённым в прил. 3.

В прил. 3 h – наибольшее превышение точек местности над средней плоскостью съёмочного участка; H – высота полёта над средней плоскостью. При $h:H \geq 0.3$ продольное перекрытие не должно превышать 75%.

С помощью той же линейки (рис. 3, б) определяют поперечное перекрытие аэроснимков всех смежных маршрутов. Допустимые значения поперечных перекрытий P_y находят, руководствуясь прил. 3.

По накидному монтажу определяют непрямолинейность каждого съёмочного маршрута (рис. 3). Непрямолинейность маршрута E определяется отношением максимальной стрелки прогиба ΔL к длине маршрута L и выражается в процентах (рис. 4).

$$E = \frac{\Delta L}{L} 100\% \quad (19)$$

и не должна быть более 2%.

Контроль параллельности базиса фотографирования стороне аэрофотоснимка осуществляется по измеренным при помощи транспортира углам φ между ними (рис. 5). На каждом аэроснимке накальвают главную точку и переносят её на смежные снимки. Главную точку соединяют с координатной меткой и главной точкой соседнего аэроснимка и измеряют полученный угол при главной точке. Допустимые значения φ приведены в прил. 3.

Результат контроля фотограмметрического качества аэрофотосъёмки записывают в специальный журнал (прил. 2).

Углы наклона аэроснимков определяются по отклонению изображения пузырька круглого уровня от нуля пункта в его центре. Цена деления концентрических окружностей круглого уровня составляет 1° . Углы наклона плановых аэроснимков не должны

превышать 3° . Результаты определения углов наклона аэроснимков заносятся в специальный журнал (прил. 2).

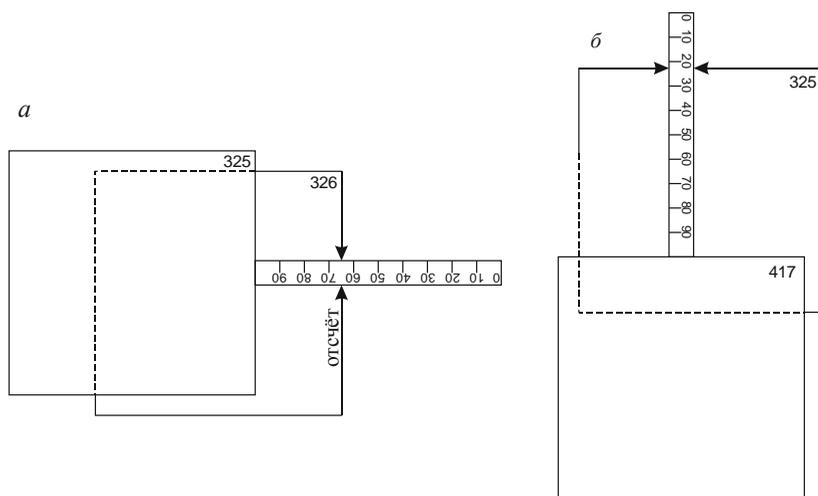


Рис. 3. Пример определения величин продольного (а) и поперечного (б) перекрытий снимков

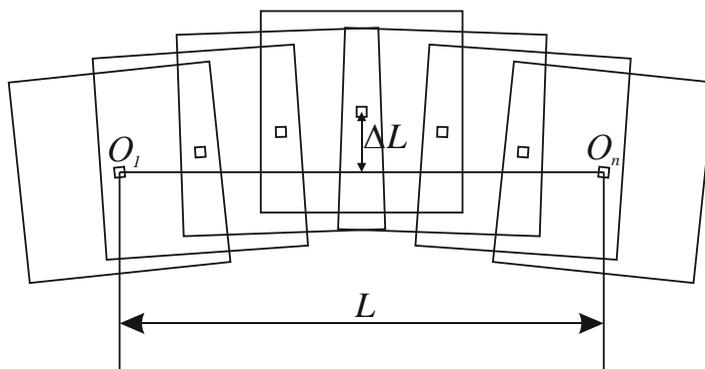


Рис. 4. Определение непрямолинейности маршрута

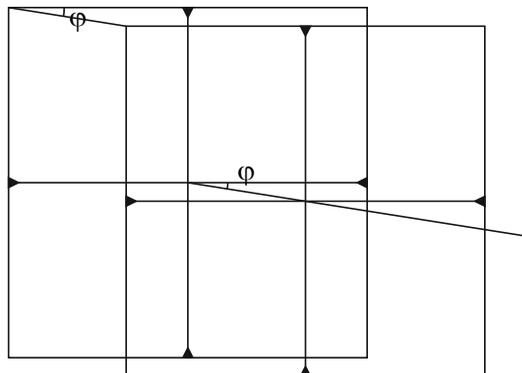


Рис. 5. Измерение непараллельности базиса фотографирования стороне аэроснимка

Рабочая площадь со всех четырёх сторон ограничивается линиями, проведёнными посередине продольных и поперечных перекрытий со смежными аэрофотоснимками. Она составляет 25-35% общей площади снимка. На этой части снимков проводится разбивка пикетажа, выполняется контурное и специальное дешифрирование. Кроме рабочей площади на снимках отмечаются:

- главные точки снимков – накалываются иглой, а на обратной стороне снимка обводятся кружком и подписываются « ϕ »;
- начальные направления и размер базисов – обозначаются по краям лицевой стороны аэроснимков штрихами длиной 2-3 см. Над каждым штрихом надписывается измеренная величина базисов фотографирования.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 ОСНОВЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ

Цель работы: освоить способы распознавания и идентификации объектов по их изображениям, методику привязки и ориентирования аэроснимков относительно геодезической основы, нанесение контурной информации по фотоизображениям.

Исходные данные:

1. Аэроснимки.
2. Топографическая основа участка съёмки.

Содержание работы:

1. Выполнить топографическое дешифрирование аэроснимков в пределах их рабочих площадей.
2. Результаты дешифрирования оформить в соответствии с условными знаками.

Краткие сведения и порядок выполнения работы

Дешифрирование аэроснимков заключается в распознавании фотоизображений объектов местности, определении их характеристик и вычерчивании в условных знаках. При дешифрировании используют *прямые* (форма, размер, тон, структура изображения) и *косвенные дешифровочные признаки*, которые проявляются в взаимосвязи между объектами (взаимное расположение, тень, цвет и др.). Сочетание этих связей позволяет делать логические выводы по опознаванию объектов.

По назначению дешифрирование разделяют на:

- топографическое, при котором опознают и изучают ситуацию и рельеф местности;
- специальное или инженерное, при котором опознают и изучают объекты и элементы местности, наиболее важные для решения поставленной инженерной задачи.

Среди различных методов дешифрирования наиболее быстрым и недорогостоящим является *камеральный* метод. Наиболее трудоёмким и дорогим – *полевой*. Сочетание камерального и полевого методов называют *комбинированным* дешифрированием.

Дешифрирование выполняют в следующем порядке:

1. Населённые пункты.
2. Объекты социально-промышленного назначения.
3. Дорожная сеть.
4. Линии связи и электропередачи.
5. Гидрография.
6. Растительность.
7. Грунты, болота.

Особенности изображения объектов на аэроснимках

1. Населённые пункты – совокупность четырёхугольников, сети улиц, огородов.
2. Пашня – прямолинейность границ, характерные параллельные борозды, различная тональность изображения в зависимости от вида посева и времени года.
3. Железные дороги – перпендикулярность пересечения с автомобильными дорогами; на крупномасштабных снимках видны рельсы, шпалы, мачты контактной сети и т.п.
4. Автомобильные дороги – плавность поворотов, своеобразии их сопряжений с другими дорогами.
5. Грунтовые (просёлочные) дороги – это непрофилированные дороги без покрытия, накатанные транспортом. Грунтовые дороги выделяются в виде извилистых тонких белых линий различной толщины.
6. Полевые (лесные) дороги отличаются сильной извилистостью, неровностями и наличием объездов, ширина дорог – в одну колею. ЛЭП - опознаются по тёмным овальным пятнам опашек столбов или по изображению самих столбов в виде тёмных игл-чёрточек.
7. Реки – извилистые полосы различной толщины и плотности тона; ручьи выделяются своей извилистостью; озёра и пруды имеют однотонные поверхности, ограниченные замкнутыми криволинейными контурами.
8. Леса, кустарники – резко очерченная зернистая поверхность. Вид крон у лиственных деревьев округлый, у сосны – зубчатый, у ели и лиственницы – остроконечный.
9. Болота – по степени угнетённости деревьев в лесном массиве.
10. Рельеф – по характеру изображения гидросети, по тени и степени освещённости склонов.
11. Пункты геодезической сети – по конфигурации отчуждённых для них участков земли, по виду наземной части пункта и его тени.

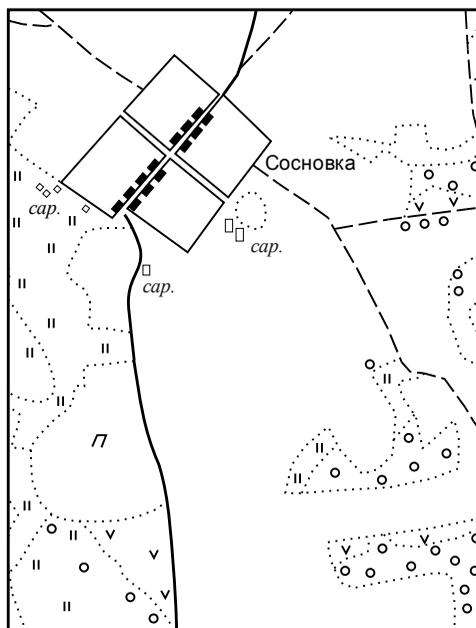


Рис. 6. Пример фрагмента дешифрирования

Камеральное топографическое дешифрирование аэроснимков выполняют с использованием топографических карт масштабов 1:10000 – 1:25000. Результаты дешифрирования вычерчивают на восковке, наложенной на снимок, либо на контактных отпечатках. Необходимые характеристики и пояснительные надписи берут с топографической карты. Пример оформления результатов дешифрирования представлен на рис. 6.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБОВ АЭРОСНИМКОВ

Цель работы: ознакомиться со способами определения масштабов снимков, изучить принципы учёта разномасштабности аэроснимков, вызванной их наклоном и рельефом местности.

Исходные данные:

1. Аэроснимки.
2. Топографическая основа участка съёмки.

Содержание работы:

1. Определить продольный, поперечный масштабы аэроснимков.
2. Вычислить процент разномасштабности смежных снимков.
3. Рассчитать средний масштаб для каждого аэроснимка.

Краткие сведения и порядок выполнения работы

Существует несколько способов определения горизонтальных масштабов аэроснимков:

- 1) по отношению фокусного расстояния АФА к высоте фотографирования (формула [2]);
- 2) по отношению длин соответственных отрезков на снимке и на топографической карте;
- 3) по отношению длин соответственных отрезков на снимке и на местности; при этом определяют продольный (вдоль оси маршрута), поперечный (поперёк оси маршрута) и средний масштабы.

При определении масштаба аэроснимков по сравнению длин отрезков снимка и топокарты выбирают идентичные точки на снимке и карте, измеряют расстояния между этими точками и вычисляют значение масштаба по формуле

$$\frac{1}{m} = \frac{l_{\text{сн}}}{l_{\text{к}} m_{\text{к}}}, \quad (20)$$

где $l_{\text{сн}}$ – длина отрезка на аэроснимке;
 $l_{\text{к}}$ – длина отрезка на карте;
 $m_{\text{к}}$ – знаменатель масштаба карты.

Масштабы аэроснимка определяют в двух направлениях: вдоль оси аэросъёмочного маршрута и поперёк него.

Разномасштабность определяется как разность длин идентичных отрезков на двух смежных аэроснимках. Отрезки нужно выбрать в зоне продольного или поперечного перекрытия при-

мерно перпендикулярно к базису фотографирования.

Для этого в средней части зоны перекрытия по обе стороны от базиса фотографирования на смежных снимках выбирают 4 хорошо определяемые идентичные точки, измеряют расстояния l_1 и l_2 между ними. Разномасштабность аэроснимков определяется по формуле:

$$\Delta m = \frac{l_1 - l_2}{l_1} 100. \quad (21)$$

Величину Δm определяют в двух направлениях: вдоль линии направления съёмки и поперёк маршрутов. Разномасштабность считается допустимой, если $\Delta m < 3\%$.

Наклон аэроснимков и рельеф местности приводят к искажению изображения точек на аэроснимках. Это отражается на масштабе снимков – в разных направлениях он будет разным. Поэтому при работе с аэроснимками определяют их средний масштаб.

Для этого на топокарте и на снимках опознают 4 соответственных точки. На аэроснимке эти точки стараются выбрать в противоположных углах. Линии, соединяющие эти точки попарно, должны располагаться как можно ближе к главной точке, а длина частей этих линий должна быть примерно одинаковой по обе стороны от главной точки аэроснимка (рис. 7).

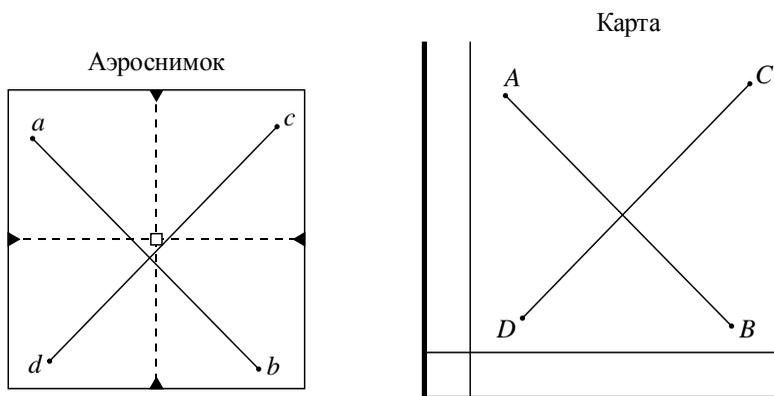


Рис. 7. Определение среднего масштаба аэроснимка

Опознав на топокарте соответственные точки, с помощью

измерителя и масштабной линейки определяют длины отрезков.

Масштаб аэроснимка определится из формулы (20), а знаменатель среднего масштаба вычисляется по среднему значению знаменателей масштабов аэроснимка: $m_{\text{cp}} = \frac{m_1 + m_2}{2}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ И ОТМЕТОК ТОЧЕК ТРАССЫ. ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Цель работы: Ознакомиться с методикой определения превышений точек простейшими фотограмметрическими способами. Вычислить превышения и отметки точек местности. Составить и оформить продольный профиль трассы.

Исходные данные:

1. Аэроснимки.
2. Значения параметров аэросъёмки из лабораторной работы №1.
3. Топографическая карта на участок съёмочных работ.
4. Горизонтальный m_x и вертикальный m_y масштабы продольного профиля.

Содержание работы:

1. С помощью топографической карты на аэроснимках выбрать трассу, содержащую поворотные точки.
2. Измерить абсциссы определяемых точек при помощи масштабной линейки и измерителя.
3. Вычислить продольные параллаксы для каждой пары соответственных точек трассы.
4. Определить превышения точек трассы относительно высотного опознака.
5. Вычислить отметки поворотных точек.
6. Все результаты измерений и вычислений занести в журнал (прил. 4).
7. Составить продольный профиль трассы, оформить на миллиметровой бумаге.

Краткие сведения и порядок выполнения работы

Вычисление превышений точек трассы относительно какой-либо опорной точки производится по формуле:

$$h = H_{\text{оп}} \frac{\Delta p_i}{b_x + \Delta p_i} 100, \quad (23)$$

где $H_{\text{оп}}$ – высота фотографирования над опорной точкой, которая определяется как разность между абсолютной высотой фотографирования (см. лабораторную работу №1) и высотной отметкой опорной точки;

b_x – базис фотографирования в масштабе снимка;

Δp – разность продольных параллаксов относительно исходной точки трассы.

Для этого первоначально намечают положение главных точек снимков по координатным меткам и визуально опознают центры смежных снимков. Затем необходимо построить систему координат на левом и правом снимках по начальным направлениям (линиям, соединяющим главные точки), развернув систему координат каждого снимка, построенную по координатным меткам, на угол отклонения начальных направлений от оси абсцисс.

Пользуясь топокартой на участок съёмки, выбрать и отождествить на снимках точки трассы, пронумеровать их и занести в журнал (прил. 4). С помощью масштабной линейки и измерителя измеряют абсциссы определяемых точек. Для этого необходимо уложить измеритель на левый снимок так, чтобы измеряемая линия была параллельна начальному направлению, а концы измерителя находились соответственно на точке трассы и оси ординат. По масштабной линейке определяют абсциссу данной точки с точностью до 0.1 мм и записывают значение x_l в журнал.

Аналогичным образом измеряют абсциссы x_n на правом снимке и также записывают в журнал.

Вычисляют для всех точек трассы продольные параллаксы p по формуле:

$$p = x_l - x_n, \quad (24)$$

и записывают результаты в журнал.

Приняв одну из точек трассы за исходную определяют относительно неё разности продольных параллаксов Δp и результаты вычислений также записывают в журнал.

Зная величины Δp и отметку опорной точки определяют превышения всех точек трассы относительно опорной по формуле (23), затем вычисляют отметки точек трассы.

По известным отметкам на миллиметровой бумаге строят продольный профиль трассы. Пользуясь топографической картой определяют дирекционные углы и углы поворотов оси трассы. В «подвале» профиля подписывают пикетаж, расположение и основные характеристики пересекаемых трассой наземных и подземных объектов, отметки земли точек трассы, длину и уклоны прямолинейных участков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по дешифрированию аэрофотоснимков и фотопланов в масштабах 1:10000 и 1:25000 для целей землеустройства, государственного учёта земель и земельного кадастра. М., 1978.
2. Основные положения по аэрофотосъёмке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. М.: Недра, 1982.
3. Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000. М.: Военно-топографическое управление генерального штаба, 1983.
4. Таблицы координат Гаусса-Крюгера. М., 1948.
5. *Буров М.И., Красноперцев Б.В., Михайлов А.П.* Практикум по фотограмметрии: учеб. пособие для вузов. М.: Недра, 1987.
6. *Валл М.В.* Аэрогеодезия: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ. Екатеринбург, 2009.
7. *Куштин И.Ф., Бруевич П.Н., Лысков Г.А.* Справочник техника-фотограмметриста. М.: Недра, 1988.
8. *Обиралов А.И.* Практикум по фотограмметрии и дешифрированию снимков: учеб. пособие для вузов. М.: Недра, 1990.
9. *Фёдоров В.И.* Инженерная аэрогеодезия. М.: Недра, 1988.
10. *Самсонова Н.В.* Дистанционное зондирование и фотограмметрия (практикум): учебное пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2014.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 БЛАНК ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Расчётная величина	№ п/п	Вычисления	Расчётное значение	
Номер съёмочной трапеции				
m	1			
M	2			
H , м	3			
$H_{\text{абс}}$, м	4			
H_0 , м	5			
L_x , км	6			
L_y , км	7			
S , км ²	8			
Перекрытие	P_x , %	9		
	P_y , %	10		
Рабочая площадь	на снимке	b_x , см	11	
		b_y , см	12	
	на местности	B_x , м	13	
		B_y , м	14	
Q , км ²	15			
n	16			
K	17			
N	18			
n_k	19			
t , сек	20			
T_{max} , сек	21			
T_s , час	22			
d_y , мм	23			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЖУРНАЛ ОЦЕНКИ АЭРОФОТОСЪЁМОЧНОГО МАТЕРИАЛОВ

Дата съёмки	№ маршрута и конечных аэроснимков в маршруте	№ измеряемых аэрофотоснимков	Продольное перекрытие, %	Углы наклона по уровню, градус	Непрямолинейность, %	«Ёлочка», градус	№ измеряемых аэрофотоснимков	Поперечное перекрытие, %	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Пример</i>									
8.VI. 2014	1.1-171	2-3	61	1	2.0	2	1-313	42	Фотографическое качество аэронегативов отличное
		11-12	63				2-342	35	
		18-19	63				3-341	33	
			
	170-171	61				170-173	36		
	2.172-343	172-173	58	1	3	1.5	343-344	36	то же
		173-174	58				342-345	30	
			
342-343		63				172-515	38		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВОЗДУШНОГО ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Допустимые продольные перекрытия аэрофотоснимков, %					
заданное	минимальное	$h : H < 0.2$		$h : H \geq 0.3$	
60	56	66		70	
80	78	83		85	
90	89	92		93	
<p>h – наибольшее превышение точек местности над средней плоскостью съёмочного участка; H – высота полёта над средне плоскостью съёмочного участка. При $h : H \geq 0.3$ продольное перекрытие не должно быть более 75%. Количество стереопар с максимальным продольным перекрытием аэроснимков не должно превышать 5% от общего количества стереопар на съёмочном участке.</p>					
Непрямолинейность маршрута			до 2% от длины маршрута		
Допустимые поперечные перекрытия аэрофотоснимков, %					
Масштаб аэрофотосъёмки		расчётное	минимальное	максимальное	
Мельче 1:25 000		$30+70 h/H$	20	+10	
1:25000 – 1:10 000		$35+65 h/H$	20	+15	
Крупнее 1:10 000		$40+60 h/H$	20	+20	
Максимальные углы непараллельности φ_{max} в зависимости от фокусного расстояния					
f , мм	≤ 100	140	200	350	500
φ_{max} , градус	5	7	10	12	14



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ЖУРНАЛ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ОТМЕТОК ТОЧЕК ТРАССЫ

стереопара № № _____ $H_{\text{абс}} =$ _____ $f =$ _____
 $b_x =$ _____

№ п/п	x_n , мм	x_n , мм	ρ	$\Delta\rho$	h , м	A , м
1	2	3	4	5	6	7