

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Полоцкий государственный университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по курсу

«Основы дешифрирования и простейшие измерения по аэроснимкам»

Для студентов геодезического факультета дневной формы обучения

Новополоцк

00093:1

11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для студентов третьего курса дневного обучения при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Основы фотограмметрических методов в геодезии и кадастрах».

Методические указания содержат девять лабораторных работ, охватывающих круг практического применения аэроснимков при решении картографических и геодезических задач в интересах народного хозяйства. Применение изложенных приемов работы позволит объективно и достоверно отображать объекты местности на снимках, а затем на картматериалах, использовать в практической работе промежуточные материалы аэрофотосъемки, изучать объекты местности целых регионов по фотоизображениям, оценивать качество аэрофото-материалов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

«ДЕШИФРИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ МЕСТНОСТИ»

Общие сведения:

Топографическое дешифрирование аэроснимков является процессом выявления по ним тех объектов местности, которые должны быть изображены на создаваемой или обновляемой топографической карте, а также процессом определения необходимых для этой цели качественных и количественных характеристик выявляемых объектов. Выявление объектов и определение их характеристик называется определением объектов.

Дешифрирование аэроснимков основано на определении объектов по тем их признакам, которые передаются аэроснимками. Эти признаки называются демаскирующими. Признаки же объектов в том виде, в каком они передаются аэроснимками, называются дешифровочными.

С помощью прямых признаков определяют в первую очередь те объекты или детали элементов местности, которые легко читаются по аэроснимкам. Опираясь на выявленные объекты, приступают к дешифрированию остальных объектов данного элемента местности или к получению дополнительных характеристик выявленных объектов.

Когда все прямые дешифровочные признаки будут исчерпаны, привлекают косвенные признаки. В одних случаях объект можно дешифровать только по косвенным признакам, в других – косвенные признаки служат дополнительным подтверждением правильности дешифрования, в третьих, по косвенным признакам получают дополнительную характеристику объекта.

Цель работы: используя знания дешифровочных признаков, научиться практическому дешифрованию.

Исходные данные: стереопара 18×18 и 30×30 см, таблица характеристик топографических объектов по тону и цвету изображения.

Порядок работы:

На снимке, подлежащем дешифрованию, отбивается рабочая площадь. Дешифрование осуществляется в пределах рабочей площади по отдельным элементам содержания карты в соответствии с требованиями таблицы № __ (см. приложение), как правило, в следующей последовательности:

- ✓ Гидрографическая сеть и гидросооружения;
- ✓ Населенные пункты и ориентиры внутри населенных пунктов; промышленные и сельскохозяйственные предприятия и сооружения;
- ✓ Ориентиры и отдельные постройки вне населенных пунктов;
- ✓ Дорожная сеть и дорожные сооружения;
- ✓ Линии электропередачи и связи;
- ✓ Элементы рельефа, не выражающиеся горизонталями;
- ✓ Растительный покров и грунты.
- ✓ Результаты дешифрования изображаются на кальке. Согласно таблицы 1 определяется тип аэроснимка.

Материалы предоставляемые к сдаче:

- Результаты дешифрования на восковке;
- Аэрофотоснимки;
- Описание участка местности в пределах рабочей плоскости аэроснимка.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБА АЭРОСНИМКА»

Общие положения: значение масштаба аэроснимка можно определить следующим способами:

1. По фокусному расстоянию аэрофотоаппарата и высоте фотографирования;
2. Измерениями идентичных отрезков по карте и аэроснимку;
3. По измерениям на местности.

Также можно определить тип снимка (плановый, перспективный).

Цель работы: научиться определять масштаб аэроснимков, тип снимка.

Исходные данные: фокусное расстояние АФА, высота фотографирования, карта (ксерокопия) масштаба 1:25000, аэроснимок.

Рабочие формулы:

$$\frac{1}{m_c} = \frac{f}{H} \quad (1); \quad \frac{1}{m_c} = \frac{l_c}{l_k \cdot m_k} \quad (2); \quad \Delta m_{\text{ооп}} \leq 2\Delta D / d \quad (3), \text{ где}$$

m_c — знаменатель масштаба аэроснимка;

f — фокусное расстояние объектива АФА;

H — высота фотографирования;

m_k — знаменатель масштаба карты;

l_c — длина линии на снимке;

l_k — длина линии на карте;

ΔD — допустимая погрешность измерения расстояния по карте, равная $0,7m_k$ (в мм);

d — длина (в мм) наибольшего из отрезков на снимке.

Порядок выполнения работы:

В первом способе по известным значениям фокусного расстояния f аэрофотоаппарата и высоте фотографирования H вычисляется масштаб аэрофотоснимка. Тип объектива указывает преподаватель, фокусное расстояние выбирается из таблицы. Масштаб аэроснимков вычисляется для одного из вариантов высот фотографирования по указанию преподавателя. Результаты вычисления сводятся в таблицу.

Во втором способе выбираются идентичные точки на карте и аэроснимке. Путем измерения идентичных отрезков на карте и аэроснимке, согласно формулы (2) вычисляется масштаб. Масштаб определяется не менее 2-х раз, за окончательное значение принимают среднее. Линия должна находиться примерно в средней части снимка и проходить в непосредственной близости от главной точки. Длина линий определяется с точностью до десятых долей миллиметра, циркулем измерителем. Данные измерений и вычислений записываются в тетради.

Наколы точек обводятся на обратной стороне снимка кружком $\varnothing 5$ мм. В тетради изображается схема направлений с указанием расстояний на карте и снимке. Там же делаются вычисления. Разность Δm между знаменателем масштабов, найденных по двум направлениям, не должна быть больше допустимой величины определяемой по формуле (3). Найдите разность знаменателей масштабов и сравните с допустимой. Если $\Delta m \leq \Delta m_{\text{доп}}$ — то снимок плановый.

В третьем способе масштаб аэроснимка определяется по значениям измерений, сведенным в таблицу № 4. По указанию преподавателя решается один из вариантов приведенных в таблице. По формуле (3) определить тип снимка.

Материалы, предоставляемые к сдаче:

- Тетрадь с вычислениями, схемой расположения точек, выводами и разъяснениями;
- Аэроснимок;
- Карта (ксерокопия).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ»

Общие сведения:

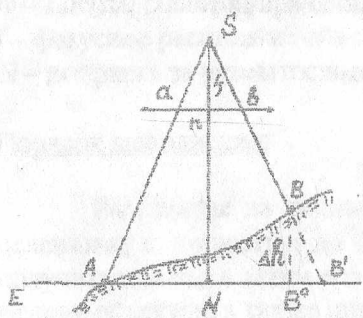
Для того чтобы определить высоту фотографирования аэроснимка необходимо иметь карту на этот участок местности и знать фокусное расстояние камеры аэрофотоаппарата. Выбираются две пары идентичных точек на аэроснимке и карте. По возможности эти точки должны располагаться как можно дальше друг от друга. Прямые соединяющие пары точек должны проходить как можно ближе к главной точке снимка.

Цель работы: научиться определять высоту фотографирования аэроснимка.

Исходные данные: тип АФА, аэроснимок, ксерокопия тиражного оттиска, карты.

Рабочие формулы:

$$H_{\phi_0} = (D + \Delta D) \frac{f}{d}, \quad (1) \text{ где}$$



- H_{ϕ_0} – высота фотографирования (SN)
- D – расстояние между парами точек
- ΔD – поправка за рельеф (B_0B')
- f – фокусное расстояние (S_n)
- d – расстояние между парой точек на снимке (ab)

$$\Delta D = \frac{r}{f} \cdot \Delta h, \quad (2) \text{ где}$$

- r – расстояние от центральной точки до дальней из пары точек;
- Δh – превышение (BB_0)

$$H_{абс.} = H_A + H_{\phi_0}, \quad (3) \text{ где}$$

- H_A – высота точки A
- $H_{абс.}$ – абсолютная высота фотографирования над точкой A.

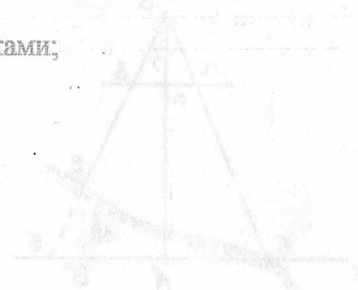
Порядок выполнения работы:

1. Выбрать по две пары соответственных точек на снимке и карте.
2. Определить расстояние между парами точек и их высоты.
3. Используя вышеприведенные формулы определить относительную и абсолютную высоты фотографирования.
4. Свести полученные результаты в таблицу (пример):

Номера точек	№ 406 № 382	№ 252 № 352
D	2682	2039
H_B	172,8	117,5
H_A	162,1	156,8
Δh	10,7	-79,3
r	55,4	72,2
d	185,5	141,1
ΔD	5	28
$D + \Delta D$	2687	2011
$H_{\text{фр}}$	2990	2940
$H_{\text{абс.}}$	3152	3136
$H_{\text{средн.}}$	3144	

5. Материалы представляемые сдаче:

- Тетрадь с вычислениями, схема расположения точек, результатами измерений;
- Аэроснимок с оформленными точками;
- Копия картматериала.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ И РАЗМЕРОВ ПО АЭРОСНИМКУ»

Общие сведения:

Расстояние на местности и размеры объектов можно определить по аэроснимку, для чего необходимо знать его масштаб и высоту фотографирования. В предыдущих работах изложен порядок их определения.

Цель работы: научиться делать измерения по аэроснимку и вычислять истинные размеры и расстояния.

Исходные данные: тип объектива АФА, аэроснимок, ксерокопия тиражного оттиска, карты.

Рабочие формулы:

$$L = l \cdot m_c; \quad (1) \quad L = (1 + \delta l) \frac{H}{f}, \quad (2) \quad \text{где}$$

L – расстояние, или размеры объекта на местности (в м);

l – расстояние, или размеры объекта на снимке (в мм);

m_c – знаменатель масштаба снимка;

H – высота фотографирования (в м);

f – фокусное расстояние объектива (в мм);

δl – поправка за размытость изображения (в мм).

Порядок выполнения:

Расстояние на снимке измерьте линейкой с миллиметровыми делениями с точностью до 0,1 мм, тогда и расстояние на местности получится в мм, а затем его необходимо перевести в метры. Размеры мелких объектов, а также ширину просек, дорог, ручьев и т.п. измерьте с помощью измерительных луп. В измерительной лупе шкала с ценой деления 0,1 мм. Лупу наложите на снимок и оцените размеры объектов с точностью не менее 0,05 мм.

Пограничная полоса размытости изображения объектов и особенности его зрительного восприятия приводят тому, что светлые предметы оказываются несколько преувеличенными, а темные приуменьшенными.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОБЪЕКТА ПО АЭРОСНИМКУ»

Общие сведения:

Высоты объектов можно определять путем измерения по аэрофотоснимку длин изображений их теней с простейшими вычислениями, а также путем сравнения длины тени объекта известной высоты с длиной тени объекта неизвестной высоты.

Цель работы:

Научиться простейшими способами без применения стереофотограмметрических приборов определять высоты объектов местности.

Исходные данные: аэрофотоснимок, дата, время аэрофотосъемки, широта местности.

Рабочие формулы:

$$h_T = l_T \cdot m_C \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (1) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{h_0}{l_0 \cdot m_0} \quad (2), \quad \text{где}$$

h_T – высота объекта (в метрах);

l_T – длина изображения тени (в миллиметрах) на аэрофотоснимке;

m_C – знаменатель масштаба аэрофотоснимка;

φ – угол падения солнечных лучей на земную поверхность во время аэрофотосъемки.

Значение тангенса угла φ можно определить по специальным астрономическим таблицам (для этого нужно знать дату и время аэрофотосъемки, а также широту местности) либо по относительной длине тени. Во втором случае на аэрофотоснимке выбирают изображение предмета – дома, столба и т.п., высота которого (h_0) известна. Измерив длину изображения тени (l_0) этого предмета, вычисляют тангенс угла φ по формуле (2). Где m_0 – знаменатель масштаба аэроснимка; h_0 – известная высота объекта; l_0 – длина изображения тени этого объекта.

Порядок выполнения работы:

При работе с плановыми снимками действительные размеры объектов вычисляют по формуле (2), с введением в измеренное значение поправку за размытость Δl , ее величина выбирается из таблицы (см. приложение).

Кроме этого в процессе определения размеров объектов нужно учитывать искажения обусловленные «перспективой» снимка. Ошибку в измерении размера объекта из-за перспективы вычисляют по формуле: $\Delta L = H \cdot \alpha \cdot l(2r + l) \cdot 60 \cdot f$ (3), где Δl – ошибка в длине (ширине) объекта из-за перспективы в м; α – угол наклона аэрофотоснимка в градусах; r – расстояние от главной точки аэрофотоснимка до изображения объекта в мм. Для обеспечения требуемой точности определения размеров объектов приходится ограничивать радиус рабочей площади аэрофотоснимка. Так, если задаться значением $\Delta L \leq 1$ м, то при $\alpha = 3^\circ$, величина r определится следующим выражением $r \leq 15 \cdot f/L$, где L – длина, ширина объекта в натуре в м.

Выберите на аэроснимке две пары точек и определите истинные расстояния между ними.

Размеры и характеристики объектов определите согласно задания отобранного на снимке.

Результаты измерений сведите в таблицу следующей формы.

Наименование объектов местности	Размеры объекта на аэроснимке в мм (l)		Поправка Δl	Размеры объекта в натуре, мм	
	Длина	Ширина		Длина	Ширина
1	2	3	4	5	6

Материалы представляемые к сдаче:

- Тетрадь с вычислениями, схемой расположения точек, объектов;
- Аэрофотоснимок.

Выбрать на аэрофотоснимке три-четыре объекта с четкими и длинными тенями, чем длиннее тень, тем точнее ее можно измерить.

Произвести измерения теней циркулем-измерителем, измерительной лупой или микроскопом.

Затем, зная паспортные данные аэрофотосъемки, определим по приложенной номограмме угол падения солнечных лучей.

Полученные данные свести в таблицу следующего вида:

Наименование объекта и его абрис	Размер тени, l_T в мм	Масштаб снимка m_c	Угол падения φ	Высота объекта $h_T = l_T \cdot m_c \cdot \operatorname{tg} \varphi$
1	2	3	4	5

Материалы представляемые к сдаче:

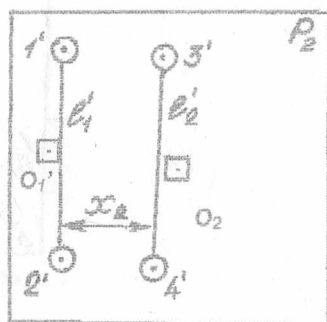
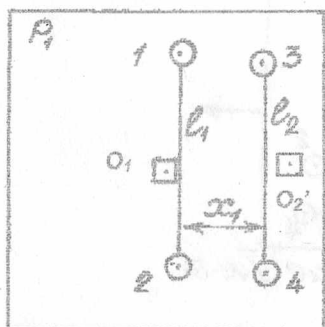
- Тетрадь с вычислениями, таблица;
- Аэроснимок.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИБЛИЖЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПРОДОЛЬНЫХ И ВЗАИМНЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ УГЛОВ НАКЛОНА АЭРОФОТОСНИМКОВ»

Общие сведения:

Для определения продольных углов наклона на перекрывающейся части двух смежных аэроснимков выбирают по две пары идентичных точек 1 и 2, 3 и 4, 1' и 2', 3' и 4' с таким расчетом, что бы линии, соединяющие точки 1 и 2 на левом и точки 3' и 4' на правом аэрофотоснимке, находились не далее 2-3 мм от соответствующих главных точек O_1 и O_2 .



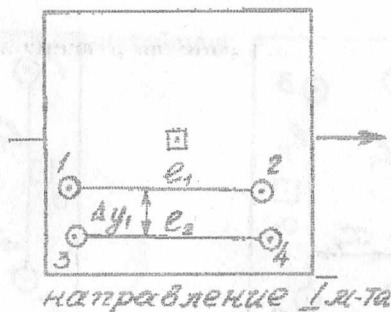
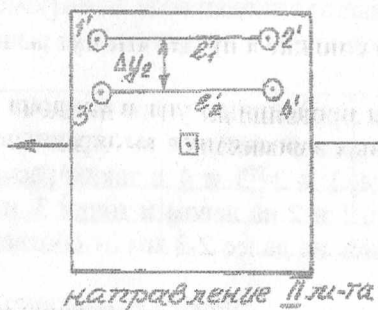
Расстояние l_1, l_1', l_2, l_2' между точками 1 и 2, 1' и 2', 3 и 4, 3' и 4' измеряют на обоих аэрофотоснимках с точностью до 0,1 мм. Кроме этого измеряют с точностью до 1 мм расстояние x_1 и x_2 между этими линиями.

Для определения взаимных поперечных углов наклона на перекрывающейся части двух смежных аэрофотоснимков соседних маршрутов выбирают по две пары идентичных точек: на одном — точки 1 и 2, 3 и 4, на другом — точки 1' и 2', 3' и 4'. При этом линии соединяющие точки 1 и 2, 3 и 4, равные соответственно l_1 и l_2 , должны быть примерно параллельны направлению маршрута, и находиться одна от другой на наибольшем расстоянии Δy .

Отрезки l_1, l_2 и l_1', l_2' измеряют с точностью до 0,1 мм, а расстояние между ними Δy_1 и Δy_2 — с точностью до 1 мм

Цель работы: научиться определять углы наклонов аэроснимков.

Исходные данные: тип АФА, аэроснимки.



Рабочие формулы:

Приближенные значения продольных углов наклона аэрофотоаппарата вычисляются по формулам:

$$\alpha_{\text{П}} = \frac{l_2' - l_2}{l_2 \cdot x_1} \cdot f \cdot P; \quad \alpha_{\text{Л}} = \frac{l_1' - l_1}{l_1 \cdot x_2} \cdot f \cdot P;$$

где f – фокусное расстояние аэрофотоаппарата;

$P = 3438'$.

Приближенное значение взаимного поперечного угла наклона вычисляется по формуле

$$\Delta\omega = \frac{(l_1' - l_1) - (l_2' - l_2)}{l_{\text{ср}} \cdot \Delta y_{\text{ср}}} \cdot f \cdot P$$

$$\text{где } l_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l'_1 + l_2 + l'_2}{4}$$

$$\Delta y_{\text{ср}} = \frac{\Delta y_1 + \Delta y_2}{2}$$

Порядок выполнения:

1. Выбрать по две пары идентичных точек на двух смежных аэроснимках. Произвести измерения.
2. Определить согласно формул продольные углы наклона.
3. Выбрать на перекрывающихся частях двух смежных аэроснимков соседних маршрутов по две пары идентичных точек.
4. Произвести измерения и определить взаимный поперечный угол наклона.
5. Выбранные точки оформить на оборотной стороне снимка, кружком $\varnothing - 5$ мм.
6. Свести результаты измерений и вычислений в таблицу.

Материалы представляемые к сдаче:

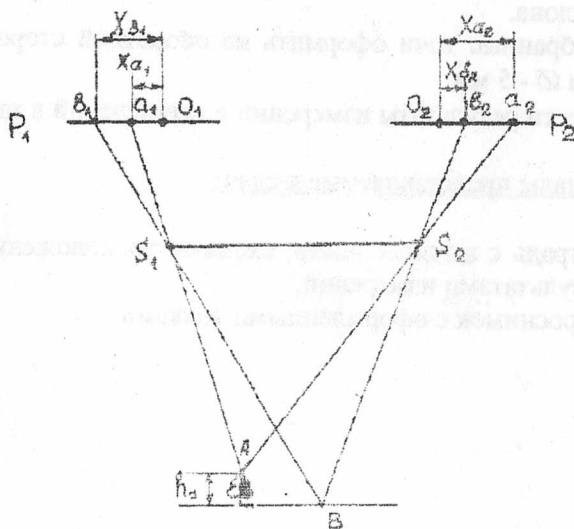
- Тетрадь с вычислениями, схемами расположения точек, кроками, результатами измерений;
- Аэроснимок с оформленными точками.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЯ МЕЖДУ ДВУМЯ ТОЧКАМИ МЕСТНОСТИ ПРИБЛИЖЕННЫМ СПОСОБОМ»

Общие сведения:

Для определения превышения между точками местности и высоты объектов применяют, как правило, измерительные стереоскопы. Для этого на снимках измеряют продольные параллаксы и их разности. Продольным параллаксом P какой-либо точки снимка называют разность ее абсцисс, измеренных на правом и левом снимках:



$$P_a = X_{a1} - X_{a2}$$

$$P_b = X_{b1} - X_{b2}$$

Разность продольных параллаксв этих точек

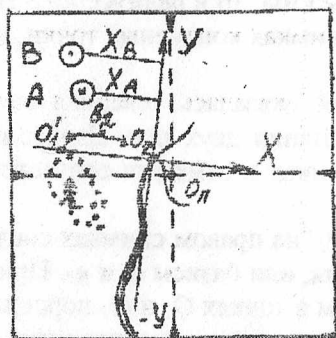
$$\Delta P = P_b - P_a$$

Превышение h_a точки A над точкой B по горизонтальным снимкам определяют по формуле

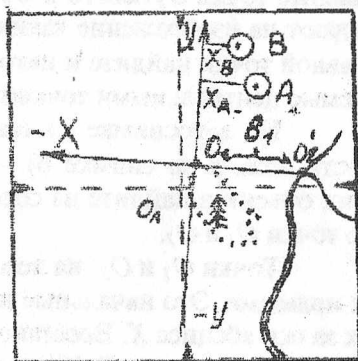
$$h_a = \Delta P_a \cdot H_B / P_a$$

где H_B – высота фотографирования точки B . отношение H_B/P_a в этой формуле называется параллактическим коэффициентом k , постоянным для данной стереопары. Поэтому превышение любой точки над точкой B в пределах стереопары вычисляют по формуле

$$h_i = k \cdot \Delta P_i.$$



А)



Б)

Если вычисления выполняют по этой формуле, достаточно на стереопаре измерить разности продольных параллаксов.

Когда параллаксы и их разности измеряют циркулем с использованием поперечного масштаба, вычисленные по ним превышения отличаются невысокой точностью. Например, при $k = 50$ и погрешности измерения $\Delta P = 0,1$ мм, погрешность определения высоты деревьев составляет 5 метров. На точных фотограмметрических приборах разность параллаксов измеряют с точностью 0,01 и 0,001 мм; более точно определяют превышение по снимкам, полученным при небольшой высоте фотографирования.

Цель работы: научиться определять превышение между точками.

Исходные данные: стереопара, высота фотографирования, две пары точек.

Рабочие формулы:

$$P_A = X_{Aл} - X_{Aп};$$

$$P_B = X_{Bл} - X_{Bп};$$

$$\Delta P = P_B - P_A;$$

$$h = \frac{H \cdot \Delta P}{B_x + \Delta P} \text{ (м)}.$$

Порядок выполнения:

Допустим по стереопаре требуется найти превышение между точками местности по их изображениям A и B . соедините прямыми противоположные координатные метки на каждом снимке и найдите главные точки O_1 левого и O_2 правого снимков. Если эти точки не попадают на изображение каких-либо объектов, то в радиусе до 3 мм от главной точки найдите и наколите на снимках контурные точки, называемые центральными точками O_1 и O_2 .

На аэроснимке а) такой точкой оказалась северная оконечность леса, а на снимке б) – место слияния двух рек. Изображения этих объектов найдите на соседних снимках и отметьте соответственно точки O_1 и O_2 .

Точки O_1 и O_2' на левом, O_2 и O_1' на правом снимках соедините прямыми. Это начальные направления, или базисы e_1 и e_2 . Примите их за оси абсцисс X . Восстановите к ним в точках O_1 и O_2 перпендикуляры – оси ординат Y . Затем измерьте с помощью циркуля и поперечного масштаба с точностью до 0,1 мм длину базисов и величину абсцисс точек A и B на левом и правом снимках.

Пусть в результате измерений получено (в мм): $e = 32,2$; $X_{Aл} = +14,3$; $X_{Al} = -18,7$; $X_{Bl} = +9,2$; $X_{Bл} = -24,2$. Высота фотографирования $H = 1000$ м. Используя приведенные выше формулы получим:

- а) Продольные параллаксы $P_A = 14,3 - (-18,7) = 33,0$ мм. $P_B = 9,2 - (-24,2) = 33,4$ мм;
- б) Разность продольных параллаксов $\Delta P = 33,4 - 33,0 = +0,4$ мм;
- с) Средний базис фотографирования $B_{cp} = (32,4 + 32,0) : 2 = 32,2$ мм;
- д) Превышение точки A над точкой B $h_{AB} = \Delta P \cdot \frac{H}{P_A} = +0,4 \cdot 1000/33$

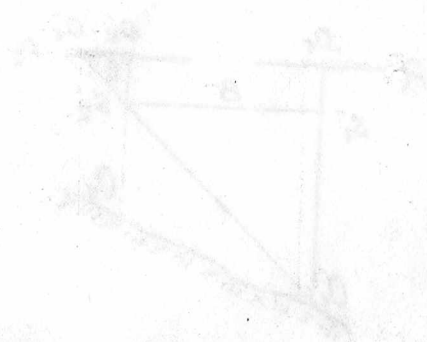
$$= +12,1 \text{ м.}$$

Т О Ч К И.	Значения абсцисс		Разность абсцисс		Разность продольных параллаксов $\Delta P = P_B - P_A$	$B_{cp} + \Delta P$, мм	Превышение $h = \frac{H \cdot \Delta P}{B_{cp} + \Delta P}$ (м).
	Правый снимок	Левый снимок	$P_A = X_{Al} - X_{Aл}$	$P_B = X_{Bл} - X_{Bл}$			
1	2	3	4	5	6	7	8
			(103,1)				
A	-50,8	52,3			0,8	103,5	6,4
			17,7	16,9			
B	-33,1	69,2			0,8	103,5	6,4

Вычисления выполнить по предложенной форме для двух пар точек. Значение высоты фотографирования взять из работы выполненной ранее.

Материалы представляемые к сдаче:

- Тетрадь с вычислениями, схемой расположения точек;
- Стереопара.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАЗИСА ФОТОГРАФИРОВАНИЯ»

Общие сведения:

Для вычисления превышения, кроме высоты фотографирования необходимо знать еще базис «в» в масштабе аэрофотоснимка. Если высота фотографирования дана на точке O_1 , что в идеальном случае съемки величина «В» равна расстоянию O_2O_1' между главными точками на втором аэроснимке. Чтобы найти величину «в» по плановым аэроснимкам, достаточно измеренное расстояние между главными точками на втором аэроснимке исправить за уклонение от идеального случая съемки.

Цель работы: научиться определять базис фотографирования.

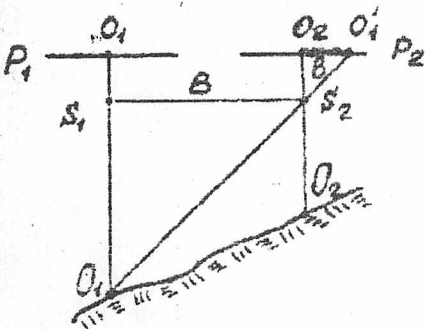
Исходные данные: тип АФА, карта, аэроснимки.

Рабочая формула:

Учитывая, что координаты «X» главных точек равны нулю, формула будет иметь следующий вид:

$$Y_0 = Y + \left(f + \frac{Y^2}{f} \right) \alpha_y + Y \cdot \frac{\Delta H}{H}$$

здесь $B = |Y_0|$, y — это измеренная координата точки O_1' , α_y — продольный угол наклона второго снимка, а ΔH — превышение точки S_2 над S_1 .



Порядок выполнения:

1. Выбрать и оформить на снимках главные точки.
2. Измерить расстояние между главными точками на правом снимке.
3. Используя ранее полученные знания, определить продольный угол наклона, превышение, высоту фотографи-

рования и вычислить исправленное значение базиса.

Материалы, предоставляемые к сдаче:

- Тетрадь с вычислениями, результатами измерений, схемами расположения точек;
- Аэроснимки;
- Копия карты.



«ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА НАКЛОНА ПО АЭРОФОТОСНИМКАМ УПРОЩЕННЫМ СПОСОБОМ»

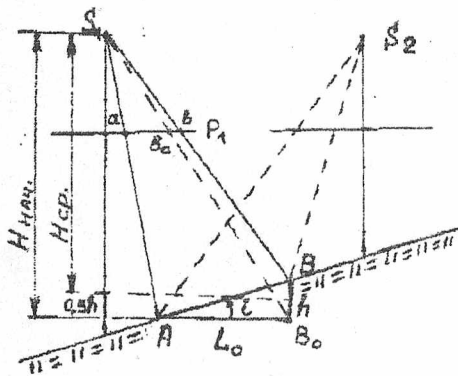
Общие сведения:

При идеальном случае аэрофотосъемки (углы наклона аэрофотоснимков равны нулю) согласно рисунка можно записать

$$\operatorname{tg} i = \frac{BB_0}{AB_0} = \frac{h}{L_0}$$

Превышение $h = \frac{H_{нач} \cdot \Delta P}{P_{нач} + \Delta P}$, а расстояние L_0 на местности

$$L_0 = l_0 \cdot m_{ср} = l_0 \frac{h_{ср}}{f}$$



где l_0 — горизонтальное проложение линии в масштабе аэрофотоснимка (отрезок ab_0). Высота фотографирования $H_{ср}$ над средней плоскостью отрезка, уклон которого определяется, составит $H_{ср} = H_{нач} - h_{ср} = H_{нач} - 0,5h$, где $h_{ср}$ — превышение средней плоскости отрезка над начальной точкой. Так

как $h_{ср}$ в несколько десятков раз меньше $H_{нач}$, то с некоторым приближением можно принять $H_{ср} = H_{нач}$. Тогда с учетом всех этих формул получим

$$\operatorname{tg} i \approx \frac{\Delta P \cdot f}{(P_{нач} + \Delta P) l_0} = \frac{\Delta P f}{P_{нач} l_0 + \Delta P l_0}$$

Величиной $\Delta P l_0$ в знаменателе можно пренебречь, тогда

$$\operatorname{tg} i \approx \frac{\Delta P \cdot f}{P_{нач} \cdot l_0} = \frac{\Delta P \cdot f}{b_{п} \cdot l_0}$$

На этих формулах основано определение уклонов местности по измеренным разностям продольных параллаксов (ΔP).

Цель работы: научиться определять уклон местности по аэроснимкам упрощенным способом.

Исходные данные: стереопара, фокусное расстояние АФА.

Рабочие формулы:

$$\Delta P = P_B - P_A; \quad P_A = X_{Aл} - X_{Aлi}; \quad P_B = X_{Bл} - X_{Bлi};$$

$$h = \frac{H \cdot \Delta P}{B_n + \Delta P}; \quad \delta_h = \frac{r \cdot \Delta P}{P}; \quad tgi \approx \frac{\Delta P \cdot f}{(P + \Delta P) l_0}$$

Порядок выполнения:

Измерить на левом снимке стереопары величину базиса e_n . Затем определить разность абсцисс между точками, по которым определяется уклон, вычислить разность продольных параллаксов. Измеряем длину склона, исправляем ее за влияние рельефа. Вычисляем уклоны линий. Результаты записываем в таблицу следующей формы:

Название линии	Разность абсцисс (мм) на аэроснимке		Разность продольных параллаксов. $\Delta P = P_B - P_A$	Радиус экватор r , мм	Поправка за рельеф $\delta_h = \frac{r \cdot \Delta P}{P}$, мм	Исправленная длина склона l_0 , мм	$P + \Delta P$, мм	Уклоны $tgi \approx \frac{\Delta P \cdot f}{(P + \Delta P) l_0}$	
	п	п						°	п
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A-B	59,7	55,1	+0,6	66	-4,0	123,1	52,6	3°42'	0,0645

Материалы представляемые сдаче:

- > Аэроснимки;
- > Результаты расчета, с схемой расположения точек.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

ТАБЛИЦА ХАРАКТЕРИСТИК ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ТОНУ И ЦВЕТУ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Объекты	Тип аэрофотоснимков			
	черно-белые панхроматические	Цветные «натуральные»	Цветные спектрональные	
			на цветной фотобумаге	на спектрональной фотобумаге
Моховые тундры	Светло-серый	Серо-зеленый	Зеленый	Пурпурный
Лишайниковые тундры	Белый	Белый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Кустарниковые тундры	Серый, темно-серый	Зеленый	Зеленовато-коричневый	Зеленовато-голубой
Полигональные и бугристые поверхности	Серый с разными оттенками (забооченные)	Зеленовато-серый	Темно-зеленый	Вишневый
Орфановые болота	Серый	Светлый, желтовато-зеленый	Желто-зеленый	Светло-кофейный
Гипновые болота	Темно-серый	Темно-зеленый	Зеленый	Голубовато-серый
Травяные болота	Светло-серый	Зеленый	Светло-зеленый	Розовато-серый
Лиственные, песа уплотненные	Серый	Зеленый	Красновато-коричневый	Сине-зеленый
Хвойные песа уплотненные	Серый	Зеленый	Зеленый	Серовато-розовый
Сосновые песа	Светло-серый	Темно-зеленый	Зеленый	Темно-пурпурный
Еловые леса	Серый	Зеленый	Темно-зеленый	Коричневатопурпурный
Лиственные леса	Светло-серый	Светло-зеленый	Светло-зеленый (с оттенк.)	Зеленовато-пурпурный
Дубовые песа	Серый	Зеленый	Желтоватобурый	Зеленовато-голубой (с мало отличающимися оттенками)
Березовые песа	Светло-серый	Зеленый	Зеленовато-желтый	
Осиновые песа	Светло-серый	Светло-зеленый	Светло-красный	
Лиственные кустарники	Серый	Зеленый	Желтовато-коричневый	Зеленовато-синий
Хвойные станики	Серый	Зеленый	Зеленый	Пурпурный
Заросли саксаула	Темно-серый (точки)	Темно-зеленый	Зеленовато-коричневый	Темный сине-зеленый
Полукустарники пустынные	Темно-серый	Зеленовато-серый, зеленый (солянки)	Коричневый	Светло-синий

Травяной покров степей и сухих лугов	Светло-серый	Серо-зеленый	Желтовато-зеленый, сапатовый (на сенокосах)	Кофейный (с оттенками)
Травяной покров мокрых лугов	Серый и темно-серый	Зеленый, темно-зеленый	Темно-оранжевый, желтовато-бурый	Темно-пурпурный, бурый
Заросли камыша	Темно-серый	Серо-зеленый	Коричнево-красный	Зеленовато-синий
Поля с различными техническими культурами	От почти белого до почти черного	Зеленый (с оттенками)	Зеленый (различной насыщенности), красно-желтый	Голубой, кирпичный, вишневый, пурпурный
Фруктовые сады	Серый	Зеленый	Светло-коричневый	Темно-голубой
Закрепленные пески	Серый	Серовато-желтый, красновато-серый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Песчаные и галечниковые отмели и пляжи	Серый (с оттенками)	Светло-желтый, светло-серый	Голубой	Светло-кирпичный, светло-пурпурный
Такры и тинистые	От светло-серого до почти черного	Темно-серый, серовато-коричневый	Зеленый (со слабыми оттенками)	Пурпурный (со слабыми оттенками)
Сопончаки	От белого до темно-серого	Белый, серый, темно-серый	Зеленый (со слабыми оттенками)	Пурпурный (со слабыми оттенками)
Обнаженные скалы, россыпи, каменные монолитные поверхности	Серый (с различными оттенками)	Серый, палево-розовый, коричневый и др.	Зеленый	Пурпурный
Ледники	Белый, почти белый	Белый	Светло-зеленый	Светло-пурпурный
Вода в озерах и реках	От белого до черного	Темно-серый, кофейный (разной насыщенности)	Оливково-зеленый, черный	Светло-коричневый, пурпурный
Постройки разной окраски	Серый (с различными оттенками)	Светло-красный, зеленый, светло-серый	Зеленый, белый	Светло-коричневый, белый
Дороги с покрытиями	Серый	Светло-серый	Голубовато-зеленый	Пурпурный

МИНИМАЛЬНАЯ ПЛОЩАДЬ ДЕШИФРИРУЕМОГО ОБЪЕКТА, ПОДЛЕЖАЩАЯ ОТОБРАЖЕНИЮ НА АЭРОСНИМКЕ

№ п/п	Объекты местности	Масштаб	
		1:2000 1:5000	1:10000
1	Пахотные земли, залежи, земли под постоянными культурами, улучшенные сенокосы, пастбища, а также вкрапленные в них другие земли.	2 мм ²	4 мм ²
2	Те же земли на немелиорированных массивах и все земли в границах населенных пунктов, садоводческих товариществ, дачных поселков.	4 мм ²	—
3	Немелиорированные луговые земли, остальные сельскохозяйственные земли, а та же вкрапленные в них несельскохозяйственные земли.	10 мм ²	10 мм ²
4	Одноименные различающиеся по качественным признакам сельскохозяйственные земли (например, пашни чистые и засоренные камнями, луговые земли чистые и заросшие кустарником) и все другие несельскохозяйственные земли.	50 мм ²	50 мм ²
5	Различающиеся по характеристикам участки лесной и кустарниковой растительности в общем массиве.	100 мм ²	100 мм ²
6	Острова	4 мм ²	
7	болота	25 мм ²	

Озера, пруды, мочажины, колки дешифрируются независимо от их площади. Линейные контуры дешифрируются, если их длина на плане составляет 1 см и более, промоины на плане дешифрируются при длине их на плане 5 мм и более.

ПРИМЕР

ОПИСАНИЕ МЕСТНОСТИ ПО АЭРОСНИМКУ № 3671

Местность в пределах рабочей площади аэроснимка равнинная. Северная часть зарытая, южная — открытая. С севера на юг через территорию аэроснимка протекает большой ручей, берущий начало в болоте. С восточной стороны в его впадает еще ручей, протекающий по границе лесного массива с восточной стороны. Начало этот ручей также берет в болоте. Южнее восточнее деревни в ручей впадает небольшой ручей. В южной части расположены два населенных пункта, один ближе к центру аэроснимка, другой восточнее. Населенные пункты расположены на склонах ручьев и разделены их поймой. Пойма покрыта растительностью, кое-где кустарником. К восточной деревне подходит улучшенная грунтовая дорога. Застройка в этой деревне более упорядочена, чем в другой, она вытянута в одну улицу. В деревне, расположенной в центре снимка пять улиц их конфигурация

повторяет русло ручьев. Отдельных домов на снимке нет. Высотных объектов нет. Примерно 60% территории занимает пашня. Лес представлен порослью и спелым лесом. Породы в основном хвойные.

На снимке четко читается три болота, на двух видны окна чистой воды. В юго-западном углу читается небольшое озеро. Берега его чистые, ровные.

Через массив леса проходит с востока на юго-запад широкая просека. Самое высокое место между ручьями и деревнями. Там хорошо читаются заброшенные ямы, по всей видимости, местные жители копают тут глину.

Дорожная сеть представлена улучшенной грунтовой дорогой, а так же полевыми и лесными дорогами.

В деревнях 47 и 36 дворов.

Приложение 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №2
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСШТАБА СНИМКА»

Таблица 1

В ы с о т а Ф	№ варианта					
	1	2	3	4	5	6
	250	200	320	360	430	280
	500	434	560	480	780	530
	609	700	735	680	810	1360
	870	960	1000	920	1090	1710
	1050	1240	1150	1200	1760	2170
	1360	1498	1540	1410	3120	3210
	1890	2140	2100	2000	5900	4860
	2500	3720	2320	3200	11600	5320
	3100	5400	6800	7100	19100	9230
	5250	8352	12400	18600	23400	16570

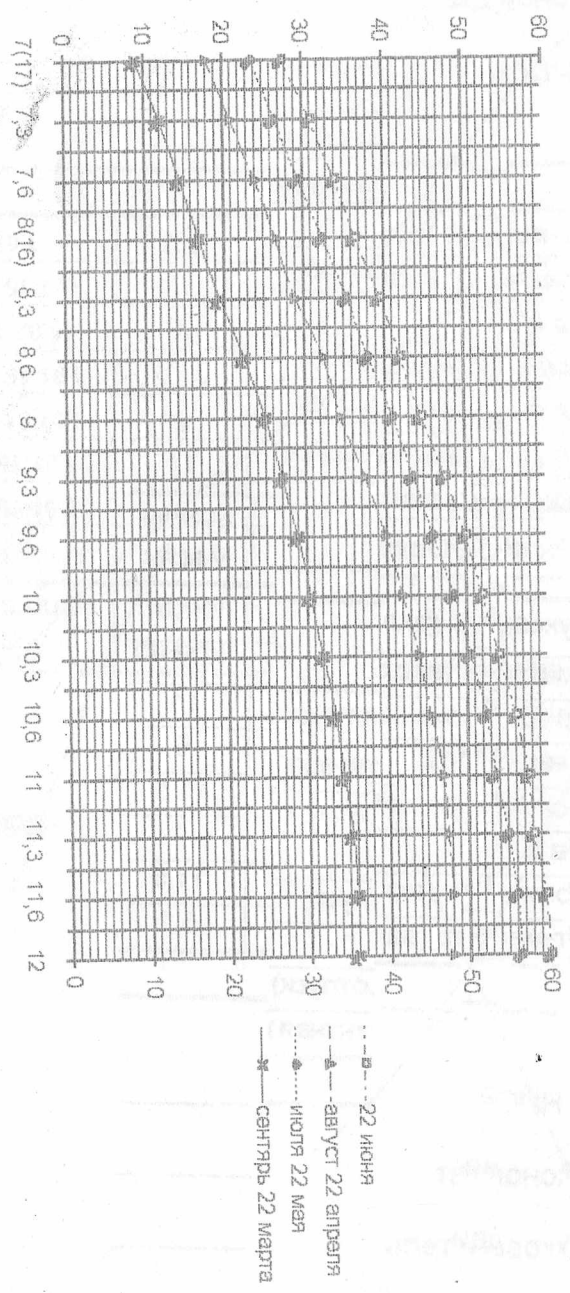
Таблица 2

№ п/п	Типы объективов	F, мм	Относительное отверстие	Разрешающая способность		Угол поля зрения $2\omega^\circ$
				5	6	
1	2	3	4	5	6	7
1	Родина-26	55	1:8	36	12	134
2	Руссар-29	70	1:6,8	30	12	122
3	Руссар-54	70	1:6,8	30	10	122
4	Орлогон-5	75	1:6,8	47	8	
5	Руссар-62НВ	50		45	15	
6	Руссар-80	70		65	25	
7	МПО-2	100	1:8,0	40	10	102
8	Руссар-44Б	100	1:6,8	34	18	104
9	Руссар-33	100	1:6,8	36	19	104
10	Уран-27	100	1:2,5	45	8	54
11	Уран-10	100	1:2,8	32	10	56
12	Руссар-43	140	1:6,3	40	20	85
13	Орион-21	150	1:6,8	24	10	92
14	Орион-20	200	1:6,3	50	20	65
15	Руссар-плазмат	200	1:6	45	20	41
16	Орион-1М	200	1:6,3	32	6	92
17	Руссар-35	200	1:9	35	33	65
18	Орион-26	200	1:6,3-1:22,0	47	18	
19	Индустар-51	210	1:4,5	22	14	60
20	Руссар-плазмат	350	1:6,0-1:16,0	35	15	41
21	Тафар-3	350	1:6,0	39	30	40
22	Телемар	400	1:6,3	30	16	30
23	ОФ-41	400	1:4,5	20	8	25
24	Индустар-52	500	1:5,0	25	12	46
25	Родон-1	500	1:5,0-1:14,0	30	12	46
26	Орговиар-13	500	1:7,0	30	18	
27	Уран-16	750	1:3,5	31	11	32
28	Телемар-2	750	1:6,3	25	10	32
29	Ленинград-8	750	1:6,3	37	17	31
30	Телемар-7	1000	1:7,0	26	17	24
31	Ленинград-4	1800	1:8,0	23	11	21
32	Телемар-12	1800	1:8,0	20	11	22
33	Супер-Плеогон	85,5	1:4,0	50	20	125
34	Супер-Авиогон	85,5	1:5,6	80	10	125
35	Супер-Ламегон	90	1:5,6	85	20	120
36	Плеогон	105	1:5,6	35	15	94
37	Инфарагон	112	1:5,6	56	15	100
38	Ламегон-4	115	1:4,5	40	15	106
39	Геогон	150	1:5,6	40	20	100
40	Метрогон	150	1:6,3	30	10	96
41	Ламегон	152	1:4,5	40	15	92
42	Авиатар	210	1:4,0	43	18	60
43	Пинатар	210	1:4,0	40	13	65
44	Альдебаран	230	1:4,5	47	20	63
45	Топар	230	1:4,0	35	18	65
46	Топар-А	300	1:5,6	40	15	55
47	Астротар	300	1:2,6	38	15	45
48	Телион-А	600	1:6,3	30	15	30

Таблица величин поправок δl
за наличие полосы размытого изображения

Объекты дешифрирования	Аэроснимки масштаба		
	1:10000	1:25000	1:50000
Ширина шоссе, улучшенной грунтовой дороги, четко очерченного светлого по тону гребня плотины	-0,16	-0,11	-0,08
Ширина средне наезженной естественной грунтовой дороги, серого по тону гребня плотины	-0,11	-0,07	-0,05
Размеры построек и сооружений с четкими границами (домов, грузовых площадок паромов и т.п.)	-0,07	-0,06	-0,03
Ширина хорошо читающейся реки, оврага, промоины, лесной просеки, длина мостов четко ограниченных от примыкающих к ним насыпей.	0	0	0
Ширина темного по тону канала, канавы	0,07	0,05	0,02
Ширина покрытой части шоссе	0,12	0,09	0

Высота Солнца над плоскостью горизонта в точке географического центра



СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
 2. Лабораторная работа № 1. Дешифрирование объектов местности.
 3. Лабораторная работа № 2. Определение масштаба аэроснимка.
 4. Лабораторная работа № 3. Определение высоты фотографирования.
 5. Лабораторная работа № 4. Определение расстояний и размеров объектов по аэроснимку.
 6. Лабораторная работа № 5. Определение высоты объекта по аэроснимку.
 7. Лабораторная работа № 6. Определение приближенных значений продольных и взаимных поперечных углов наклона аэроснимков.
 8. Лабораторная работа № 7. Определение превышения между двумя точками местности приближенным способом.
 9. Лабораторная работа № 8. Определение базиса фотографирования.
 10. Лабораторная работа № 9. Определение угла наклона местности по аэроснимку упрощенным способом.
 11. Приложение 1. Таблицы: - Характеристика топографических объектов по тону и цвету изображения. - Минимальная площадь дешифрируемого объекта, подлежащего отображению на аэроснимке. - Пример описания местности по аэроснимку.
 12. Приложение 2. Исходные данные для лабораторной работы № 2 «Определение масштаба аэроснимка».
- Таблица 1.
Таблица 2.
Таблица 3.
- Образец оформления обратной стороны аэроснимка.
13. Приложение 3. Таблица величин поправок δl за наличие полосы размытого изображения.
 14. Приложение 4. Номограмма высоты Солнца над плоскостью горизонта в точке географического центра.