

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5
ВИЗНАЧЕННЯ МАСШТАБУ АЕРОЗНІМКА. ПРОВЕДЕННЯ
ВИМІРІВ НА АЕРОЗНІМКУ

Мета роботи: Вивчити теоретичний матеріал по темі роботи та набути практичні навички для визначення масштабу аерознімка та проведення вимірів на ньому.

Теоретичні положення: З курсу геодезії відомо, що масштаб – це відношення довжини лінії l на плані до довжини лінії L на місцевості, тобто

$$\frac{1}{m} = \frac{l}{L} \quad (1.1)$$

Для аерознімка дане визначення не зовсім вірне.

Оскільки зміщення точок залежить від їхнього положення на аерознімку (від відстані до головної точки знімка і від напрямку на дану точку), логічно припустити, що зміщення точок на аерознімку в різних частинах цього знімка буде різним, і відрізки, що обмежені точками, будуть мати різні спотворення довжини в залежності від розташування цих відрізків на аерознімку. Однакові відрізки ліній на місцевості на аерознімку матимуть відповідно, масштаб аерознімка, визначений за формулою (1.1), у різних частинах аерознімка буде різним.

Отже, масштаб похилого аерознімка – величина непостійна. У зв'язку з цим під масштабом похилого аерознімка розуміють який-небудь середній масштаб, а його значення в даній точці визначають, як відношення нескінченно малих відрізків на знімку dr , та місцевості dR :

$$\frac{1}{m} = \frac{dr}{dR} \quad (1.2)$$

Формули визначення масштабу в будь-якій точці аерознімка дуже складні, тому, як правило, користуються формулами, що визначають масштаб знімка по заданому напрямку.

Зокрема, формула масштабу аерознімка по довільному центральному

напряму має вид:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H} \times \frac{\left(\frac{x}{\cos \alpha - \sin \alpha} \right)^2}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha \sin^2 \varphi}} \quad (1.3)$$

де f – фокусна відстань АФА; H – висота фотографування; α – сумарний кут нахилу аерознімка; φ – кут між головною вертикаллю і напрямом на дану точку; x_0 – абсциса точки в системі координат $ox'y'$.

Для будь-якої точки горизонтального знімка, згідно формули (1.3),

масштаб буде рівний відношенню: $\frac{1}{m} = \frac{f}{H}$,

Для вирішення окремих інженерних задач (вимірювання ліній, визначення площ ділянок і т.д.) як плановий матеріал часто використовують нетрансформовані аерознімки. У цих випадках необхідно визначити або середній масштаб аерознімка, або часткові масштаби в заданих точках (зонах) аерознімка.

Найбільше просто задача визначення середнього масштабу вирішується за показниками радіовисотоміра. Масштаб аерознімка в цьому випадку визначають за формулою (1.4). Цей масштаб є середнім для всього аерознімка, але до дійсного масштабу він близький тільки в точці нульових спотворень і тільки для точок, розташованих у площині, яка проходить через проекцію точки надир. В інших частинах аерознімка масштаб може суттєво відрізнятись.

За відсутності даних радіовисотоміра, масштаб аерознімка визначають по контурних точках, розпізнаних на аерознімку і на місцевості (чи на топографічній карті). При цьому використовують властивості відрізків, які діляться точкою нульових спотворень навпіл.

Для визначення масштабу на аерознімку і на місцевості розпізнають два взаємно перпендикулярних відрізки ab і cd (рис. 1), кінці яких симетричні відносно головної точки. Відрізки повинні бути як найдовші і розташовані так, щоб вони проходили поблизу головної точки знімка (не далі 2-3 см), а

асиметрія кінців відрізків не перевищувала 2-3 см.

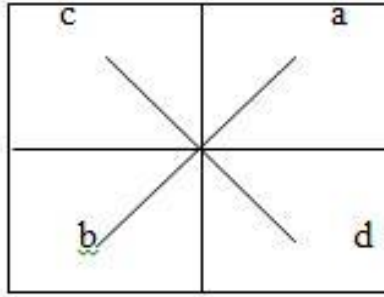


Рис. 1 Визначення масштабу на аерознімку

Розпізнані точки на місцевості закріплюють вішками і вимірюють відстані між ними з точністю не нижче 1:2000. Виміряні довжини базисів переносять на горизонтальну площину.

Кінці відрізків на аерознімку наколюють голкою з точністю 0,1 мм і вимірюють базиси за допомогою масштабної лінійки. Масштаб зображення кожного з базисів вираховують за формулою (1.1):

$$\frac{1}{m} \equiv \frac{l}{L}$$

де l - довжина базису на аерознімку;

L - довжина базису на місцевості, віднесена до горизонтальної площини.

Якщо масштаб аерознімка визначають за розпізнаними на топографічній карті точками, то довжину базису на місцевості обчислюють за формулою:

$$L = l^1 \cdot M_k \quad (1.5)$$

де l^1 - довжина базису, виміряна на топографічній карті;

M_k - знаменник масштабу топографічної карти.

З отриманих за формулою 3.3 значень масштабу беруть середнє арифметичне і приймають його за середній масштаб аерознімка. За значних перепадів рельєфу місцевості в положення кінцевих точок базисних ліній попередньо варто внести поправку за рельєф місцевості, користуючись відомою формулою

Використання середнього масштабу при проведенні вимірів у межах усієї площі аерознімка може привести до зниження точності у визначенні довжин ліній. Тому, за відносно великих кутів нахилу, виміри у конкретній зоні знімка необхідно проводити, користуючись частковим масштабом, який визначають у наступному порядку.

На аерознімку і на карті розпізнають чотири контурні точки a, b, c, d (рис. 2) і, використовуючи формули 3.3 і 3.7, визначають масштаби зображених відрізків ab, bc, cd, ad, ac і bd . Вважаючи, що знайдені масштаби відносяться до точок 1, 2, 3, і 4 (середин відповідних відрізків) і до точки o (головної точки знімка), роблять інтерполяцію між ними і проводять лінії рівних значень масштабів із заданим інтервалом, який, зазвичай, дорівнює заданому, допустимому значенню відхилень часткових масштабів від середнього Δm .

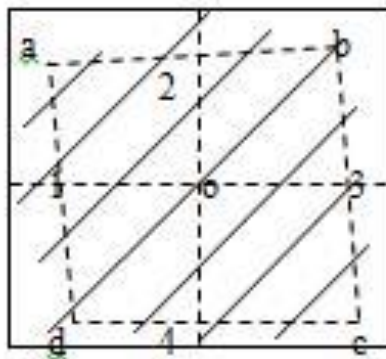


Рис. 2 Лінії рівних масштабів

Накреслені лінії повинні бути рівнобіжні і проведені одна від одної на однаковій відстані. Це служить контролем правильності вимірів і обчислень.

Для визначення часткового масштабу в якій-небудь точці аерознімка досить зробити інтерполяцію між суміжними лініями рівних значень масштабу.

При роботі в польових умовах, якщо за умовами місцевості не можна виміряти базиси в центральній частині аерознімка, його масштаб визначають за парами взаємно перпендикулярних базисів, відповідно виміряних у чотирьох кутах робочої площі аерознімка (рис. 3),.

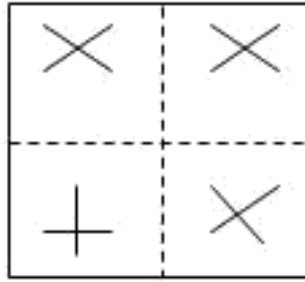


Рис. 3 Масштаб за парами базисів

За формулою 3.3 обчислюють вісім значень масштабу аерознімка, з яких обчислюють середнє значення.

Значення середнього або часткового масштабу аерознімка, як правило, не буває “круглим” числом і користуватись ним незручно. Для полегшення роботи з таким масштабом будують, так званий **клиновий масштаб** (рис. 4).

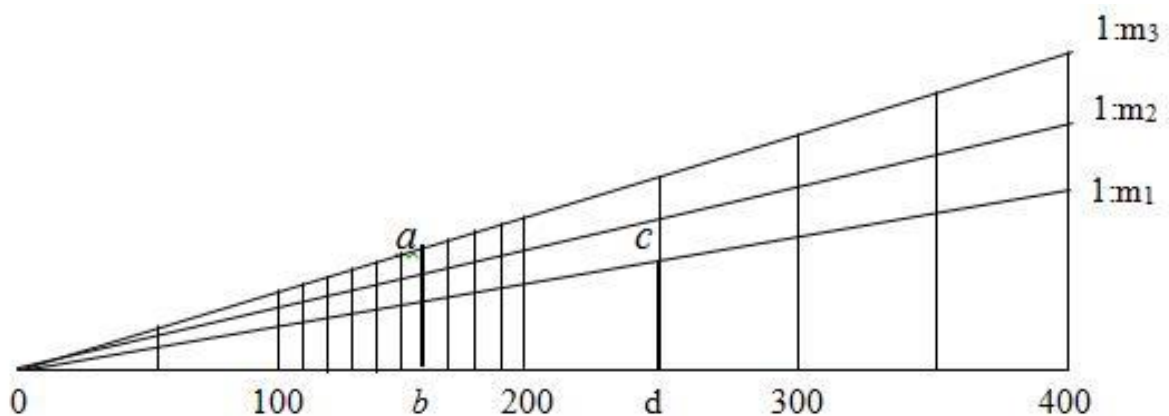


Рис. 4 Клиновий масштаб

Для цього на аркуші паперу креслять горизонтальну лінію завдовжки x

(для прикладу візьмемо, що вона відповідає 400 метрам на місцевості) і відкладають значення x у потрібних масштабах $1:m_1$, $1:m_2$, $1:m_3$ вздовж перпендикуляра, проведеного в кінці цієї лінії. Отримані точки з'єднують з початком лінії, а її ділять на частини так, щоб найменша поділлка дорівнювала 1, 5 або 10 метрам. З кінця кожної поділлки проводять перпендикуляри до перетину з верхньою похилою лінією.

Як видно з рис 21, відрізьку av у масштабі $1: m_3$ відповідає 160 метрів на місцевості, а відрізьку cd у масштабі $1: m_1$ – 250 метрів..

Користуються цим масштабом за допомогою циркуля-вимірника.

Поступово суміщаючи “взяту” відстань на знімку із відстанню, яка утворюється по прямовисній лінії, між основою клинового масштабу та однією із ліній 1:m₁, 1:m₂, 1:m₃..., в залежності від зони знімка в якому “взято” вимір циркулем.

г) Зміщення точок на аерознімку через вплив кута нахилу та рельєфу місцевості викликає спотворення ліній і, як наслідок, спотворення площ, обмежених цими лініями ділянок.

Відносне спотворення площі за вплив кута нахилу аерознімка можна визначити за формулою:

$$\frac{\Delta p}{p^0} = (\cos \alpha_c - \frac{x^0}{f} \sin \alpha_c)^2 - 1 \quad (1.6)$$

де Δp – абсолютна помилка площі;

p_0 – площа на горизонтальному знімку (не спотворена за вплив кута нахилу);

x^0 – абсциса центру тяжіння ділянки в системі $ox'y'$;

α_c – кут нахилу аерознімка, f – фокусна відстань АФА.

Слід зазначити, що на аерознімках районів зі складним рельєфом площі ділянок визначати не можна. Такі знімки треба попередньо трансформувати або, якщо визначається площа одної ділянки з невеликою кількістю поворотних точок, ввести спочатку поправки в положення точок за вплив рельєфу.



Рис 5 Визначення загального масштабу

Зміст пояснювальної записки: Пояснювальна записка повинна містити короткий теоретичний матеріал, який стосується теми даної роботи, (Масштаб зображення на аерознімку. Аналіз формули масштабу, Визначення середніх і часткових масштабів аерознімка, Спотворення площ на аерознімку), опис виконаної роботи згідно порядку виконання роботи та завдання на самостійне опрацювання (Фактори, які впливають на точність вимірювань довжин ліній і площ на аерознімках, Результати вимірювань і обчислень)

Порядок виконання завдання

1. Отримати від викладача вихідні матеріали для виконання лабораторної роботи.

2. На аерознімку і на карті розпізнати і позначити чотири контурні точки, розташовані не ближче 1-2 см від країв аерознімка.

Точки вибирають з таким розрахунком, щоб діагоналі утвореного ними чотирикутника були приблизно перпендикулярні і проходили поблизу головної точки аерознімка (див. рис. 1).

Розпізнані точки позначають: На карті чорним кружечком діаметром 0,5 см, а на знімку – червоним 1 см. Точки нумерують цифрами або позначають буквами.

3. За пересіченого рельєфу, у виміряні на карті лінії вводять поправки за нахил (обчислюють горизонтальне прокладання), а в положення точок на знімку – поправки за рельєф (див. лабораторну роботу 4).

Виміряні та обчислені значення доцільно заносити в таблицю 1 Таблиця 1.

Відомість врахування поправки за рельєф

Номери ліній	Довжини ліній			Знаменник масштабу m	Максимальне розходження Δm	Відносна похибка $\Delta m/m$
	на знімку, мм	на карті, мм	на місцевості, м			
1	2	3	4	5	6	7
a – b	117,7	97,2	972	<u>8258</u>		
b – c	137,9	114,1	1141	8274		
c – d	112,7	93,5	935	<u>8296</u>	38	1/217

a – d	136,2	112,8	1128	8282		
a – c	178,0	147,3	1473	8275		
b – d	181,0	149,9	1499	8282		
$m_{cp} \approx$				8278		

4. Виміряти сторони і діагоналі чотирикутника, утвореного розпізнаними точками.

Виміри виконують з точністю до десятих часток міліметра. Результати вимірів заносять у табл. 1 (графи 2 і 3). Використовуючи формулу 1.6, виміряні відстані переводять у відстані на місцевості і записують в таблицю.

5. Обчислити значення масштабу по кожній лінії і середній масштаб.

Обчислення виконують за формулою 1.1, а результати обчислень записують у графу 5 таблиці 1. Знаходять різницю між максимальним і мінімальним значеннями масштабів і відносну похибку визначення масштабу. Якщо відносна похибка не перевищує 1/200 - 1/150 мінімального значення масштабу, із шести значень масштабів беруть середнє арифметичне значення.

6. Побудувати графік часткових масштабів.

Вважаючи, що знайдені масштаби відносяться до середин відповідних відрізків і до точки **o** (головної точки знімка), шляхом інтерполяції проводять лінії рівних значень масштабів з інтервалом, кратним 5, 10, чи 20 одиницям масштабу. Контролем правильності визначення масштабів і побудови графіка слугує паралельність ліній графіка й рівні відстані між ними.

7. Обчислити площу довільної фігури на аерознімку і на карті.

Попередньо в якій-небудь зоні знімка (не в центральній) вибирають

довільну чотирикутну фігуру. При цьому в якості двох поворотних точок фігури можуть бути взяті раніше розпізнані в пункті «а» точки, а дві інші додатково орієнтують на знімку і на карті й оформлюють, як зазначено в пункті 2

8. Вибраний чотирикутник розбивають на прості фігури (трикутники) і обчислюють його площу як суму площ трикутників.

Для визначення площі трикутників основи і висоти вимірюють на знімку і на карті з точністю до десятих часток міліметра. На знімку довжини ліній вимірюють двічі – з використанням середнього масштабу і з використанням часткового масштабу в даній зоні. Для полегшення вимірювань будують клиновий масштаб для двох-трьох значень масштабу (середнього й одного-двох часткових масштабів даної зони). Всі виміри на знімку виконують тільки з використанням клинового масштабу.

Дані вимірів і обчислень заносять в табл. 2.

Таблиця 2.

Відомість обчислення площ фігури

Номери точок (назва фігури)	Аерознімок									Карта		
	середній масштаб			частковий масштаб			за виправленими точками					
	ОСНОВИ	ВИСОТИ	ПЛОЩІ	ОСНОВИ	ВИСОТИ	ПЛОЩІ	ОСНОВИ	ВИСОТИ	ПЛОЩІ	ОСНОВИ	ВИСОТИ	ПЛОЩІ
с-d-e												
с-e-f												
Сумарна площа												

9. Виправити положення поворотних точок фігури за вплив кута нахилу і рельєфу місцевості (вихідні дані взяті з лабораторної роботи 4 і з

карти) і знову обчислити площу фігури. Дані занести в таблицю.

10. Проаналізувати отримані дані і зробити висновок про можливість вимірювань на даному аерознімку довжин ліній і площ.

Основні Джерела:

1. П. Купріянич, Є. В. Бутенко Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.// Є.В. Бутенко, І.П. Купріянич.- К.: МВЦ «Медінформ», 2013. – 392 с.
2. Островський А.Л. Геодезія. Частина перша. Топографія Навч. посібник. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 440 с.
3. Іванова Л.І., Єгоров О.І. Основи фотограмметрії Навчальний посібник. К.: КНУБА, 2002. - 156 с.
4. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. - 332 с.

Інтернет - джерела:

1. Дослідження цифрового аерознімання // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/sdgn/2013_1/22.pdf
2. Аналіз експериментальних робіт з створення великомасштабних планів сільських населених пунктів // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/geodez/2012_76/16.pdf
3. Геодезія – визначення масштабу аерофотознімка // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://imanbooks.com/book_301_page_70

Засоби для виконання:

Стандартне програмне забезпечення (Microsoft Office 2003-07: MS Word 2003-07, MS Excel 2003-07). Розміри полів: ліве – 30мм, праве – 20мм, верхнє – 20мм, нижнє – 20мм, орієнтація книжкова. Шрифт – Times New

Roman, інтервал 1,5, розмір – 14pt. Абзацний відступ – 1,25см.

Особливе програмне забезпечення AutoCAD 2006-08

Форма подання:

1. В електронній формі (Microsoft Office 2003: MS Word 2003, розширення .doc,).

2. Розміщення на аркушах паперу формату А4 (297×210мм).
Реферативна форма подання (від 5 до 10 сторінок) виконаного завдання з включенням таблиць.

Критерії оцінювання:

Елемент завдання	Критерій оцінювання	Кількість балів
Реферативне подання матеріалу (від 5 до 10 сторінок)	Чітке і грамотне оформлення	1
Висвітлення основних питань теми	Розкрити 2 питання, які висвітлені у лабораторній роботі (наведені у змісті пояснювальної записки)	2
Висвітлення додаткових питань	Розкрити 2 питання, самостійного опрацювання (наведені у змісті пояснювальної записки)	2
Креслення №1	Середній клиновий масштаб	3
Креслення №1	Частковий клиновий масштаб	3
Креслення №1	Креслення фігури	3
Висновок	Описати результати роботи	1
Всього		15

Строки виконання: протягом двох тижнів з моменту видачі завдання.

Вихідні дані до лабораторної роботи №5:

Вихідні дані беруться з попередньої роботи!

[Варіант 1](#)

[Варіант 14](#)

[Варіант 2](#)

[Варіант 15](#)

[Варіант 3](#)

[Варіант 16](#)

[Варіант 4](#)

[Варіант 17](#)

[Варіант 5](#)

[Варіант 18](#)

[Варіант 6](#)

[Варіант 19](#)

[Варіант 7](#)

[Варіант 20](#)

[Варіант 8](#)

[Варіант 21](#)

[Варіант 9](#)

[Варіант 22](#)

[Варіант 10](#)

[Варіант 23](#)

[Варіант 11](#)

[Варіант 24](#)

[Варіант 12](#)

[Варіант 25](#)

[Варіант 13](#)

[Варіант 26](#)

Приклад робочих креслень:

