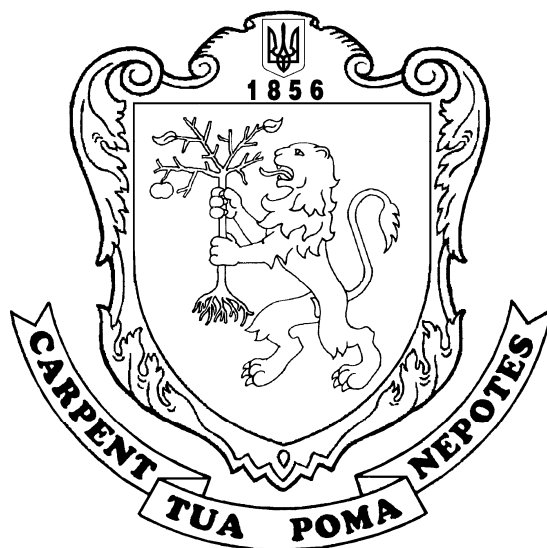


МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Землевпорядний  
факультет



Кафедра геодезії і  
геоінформатики

ФОТОГРАММЕТРІЯ І ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ  
ОЦІНКА ЯКОСТІ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторної роботи  
для студентів III курсу денної форми навчання  
з напрямку 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій»

Львів 2011

Рекомендовано до друку  
методичною радою Львівського  
національного аграрного  
університету  
Протокол №     від     2010 р.

Укладач: Є. І. Смірнов к. т. н., в. о. доцента

Відповідальний за випуск: С. С. Перій к.т.н., доцент

Рецензенти: А. Я. Сохнич д. е. н., професор

Редактор: Л. Г. Лісович-Біла

Коректор: Д. В. Митякинська

© Львівський національний аграрний університет, 2011

## Зміст

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| Мета і завдання лабораторної роботи .....          | 4  |
| Візуальна оцінка якості аерофотознімка .....       | 4  |
| Виготовлення накидного монтажу .....               | 5  |
| Визначення метричних характеристик аерофільму..... | 6  |
| Порядок виконання роботи .....                     | 10 |
| Запитання для контролю.....                        | 10 |
| Бібліографічний список .....                       | 11 |

## Мета і завдання лабораторної роботи

На третьому курсі денної форми навчання студенти землевпорядного факультету вивчають розділ фотограмметрії «Аерофотознімання».

Завдання лабораторної роботи полягає у:

- 1) візуальній оцінці якості аерофотознімка;
- 2) виготовлення накидного монтажу;
- 3) визначенні різномасштабності знімків;
- 4) визначенні значення поздовжнього і поперечного перекриття знімків;
- 5) визначенні значення кута розвороту знімків (“ялинка”);
- 6) визначенні значення кутів нахилу знімків;
- 7) визначенні прямолінійності маршрутів.

**Тривалість занять – 2 години.**

**Максимальна кількість балів – 4 бал.**

**Матеріали та обладнання:** аерофотознімки, середовище Excel.

**Заняття** проводять у лабораторіях кафедри геодезії і геоінформатики.

## Візуальна оцінка якості аерофотознімка

Оцінка фотографічної якості аерофільмів виконується за допомогою сенситометричного контролю.

Сенситометричній оцінці передуює візуальний контроль, на підставі якого визначаються дефекти, що можуть унеможливити подальше опрацювання знімків.

Під час візуального контролю визначають:

- 1) наявність фабричного браку (нерівномірний полив емульсії, засвітка, смуги, крапки тощо);
- 2) механічні пошкодження як з боку емульсії, так і з боку підкладки (подряпини, вкраплення піщинок тощо);
- 3) наявність електророзрядів на фотозображенні у вигляді різко окреслених ліній чорного кольору гіллястої форми;
- 4) перекриття кадрів унаслідок порушення транспортувального механізму касети;
- 5) блендування та фотографування сторонніх об’єктів, які потрапляють у поле зору об’єктива (електрошнури, шасі тощо);
- 6) наявність смуг, плям і крапок в емульсії внаслідок незадовільної фотолабораторної обробки;
- 7) наявність підсвічених кадрів, які виникають на одному або декількох знімках під час знімання лісових масивів або поблизу водної поверхні;

- 8) наявність хмар;
- 9) погана якість зображення годинника та рівня.

Якщо є ці дефекти, необхідно встановити їх причину та вжити заходів щодо запобігання появи цих дефектів надалі. За значних пошкодженнях фільм забраковується.

Якщо дефекти відсутні або незначні й не заважають подальшій фотограмметричній обробці, тоді виконується сенситометрична оцінка якості в спеціальних лабораторіях, де визначають:

1. Розмір вуалі (максимальної, мінімальної, середньої).
2. Щільність негатива.
3. Коефіцієнт контрастності.

Оцінні значення вимірних величин наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка фотограмметричної якості аерофільму за сенситометричними вимірюваннями

| Показник              | Відмінно | Добре   | Задовільно |
|-----------------------|----------|---------|------------|
| Інтервал щільності    | 0,7-0,9  | 0,6-1,2 | 0,5-1,3    |
| Максимальна щільність | 1,2-1,4  | 1,1-1,7 | 1,0-1,8    |
| Вуаль                 | до 0,1   | до 0,2  | до 0,3     |
| Загальна щільність    | 0,8-0,9  | 0,7-1,1 | 0,6-1,2    |

Одночасно з контролем якості аерофільму візуально контролюють контактні відбитки. Контактні відбитки повинні відповідати таким вимогам:

1. Контрастність повинна бути достатньою (усі деталі в світлі та в тінях повинні легко розпізнаватися).
2. По всій поверхні відбитка зображення має бути чітким.
3. Відбитки не повинні мати дефектів (плям, крапок, жовтизни) як з боку емульсії, так і з боку підкладки, що виникають під час неякісної фотохімічної обробці.
4. На відбитках не повинно бути механічних пошкоджень.
5. На відбитках має бути відображено всі мітки, годинник та рівень.

Відбитки, що не відповідають цим вимогам, не приймають для подальшої обробки.

## Виготовлення накидного монтажу

Накидний монтаж здійснюється на дерев'яному щиті, до якого прикріплюють знімок за допомогою цвяхів або кнопок.

Перед складанням накидного монтажу знімки сортують за маршрутами. Монтування знімків починають з південно-східного кута і монтують їх зі сходу на захід таким чином, щоб номери знімків було відкрито.

Крайній правий знімок верхнього маршруту накладають, враховуючи його орієнтацію відносно сторін світу, і закріплюють знімок на щиті. До

першого знімка способом миготіння, сполучаючи контури знімків, розташованих у зоні їх перекриття, підмонтовують 2-3 суміжні знімки першого маршруту і закріплюють їх. Аналогічно монтують справа наліво 2-3 знімки суміжного маршруту, сполучаючи контури в зоні перекриття як власного, так і суміжного маршруту. Далі монтують 1-2 знімки третього маршруту.

На наступному етапі до змонтованих знімків кожного укладеного маршруту, починаючи з першого, домонтовують по 1-2 знімки і починають наступний (четвертий) маршрут.

Таким чином, виготовлення накидного монтажу здійснюється з правого верхнього кута до нижнього лівого кута накидного монтажу, послідовно просуваючись „зліва направо” та „зверху донизу”. Схему укладання знімків показано на рис. 1.

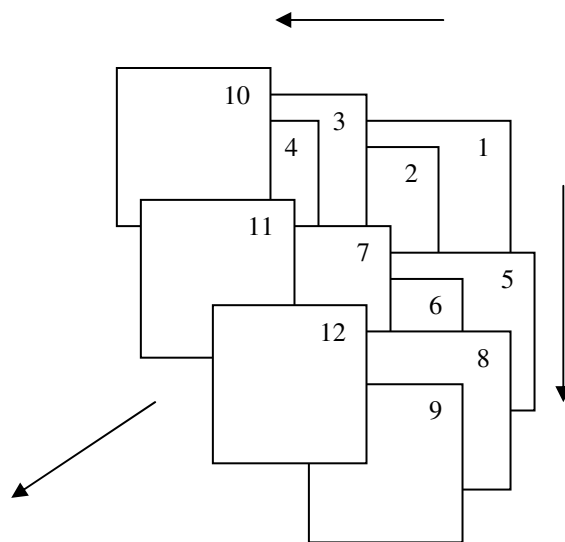


Рис. 1. Схema складання накидного монтажу. Цифрами позначена послідовність укладання знімків.

### Визначення метричних характеристик аерофільму

Для визначення метричних характеристик аерофільму знаходять такі параметри:

1. Різномасштабність знімків.
2. Значення поздовжнього і поперечного перекриття знімків.
3. Значення кута розвороту знімків (“ялинка”).
4. Значення кутів нахилу знімків.
5. Прямолінійність маршрутів.

Результати перевірок метричних характеристик знімків записують у спеціальний журнал (табл. 2).

Таблиця 2

## Журнал оцінки якості матеріалів аерофотознімання

| Номери аерознімків:<br>Початковий <u>1720</u><br>Кінцевий <u>1771</u><br>Контрольні <u>1718,1719,1772,1773,1774</u>                                   |                                 |                                          | Виконавець _____<br>Дата _____                                                                                      |              |              |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|----------|
| Номери за маршрутами<br>I маршрут:<br>початковий <u>1720</u><br>кінцевий <u>1732</u><br>II маршрут:<br>початковий <u>1733</u><br>кінцевий <u>1745</u> |                                 |                                          | III маршрут:<br>початковий <u>1746</u><br>кінцевий <u>1758</u><br>IV маршрут:<br>початковий _____<br>кінцевий _____ |              |              |          |
| 1. Оцінка фотографічної якості                                                                                                                        |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | Номери знімків                  |                                          | Загальна характеристика                                                                                             | Оцінка       |              |          |
|                                                                                                                                                       | зі сходу                        | зі заходу                                |                                                                                                                     |              |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 1720                            | 1732                                     | Знімки №1727-28 частково прикриті хмарами (~5% площі). Механічних пошкоджень немає. Знімки нормальні.               | задовільно   |              |          |
| II                                                                                                                                                    | 1745                            | 1733                                     | Механічних пошкоджень немає. Знімки слабо контрастні.                                                               | добре        |              |          |
| III                                                                                                                                                   | 1746                            | 1758                                     | На знімку 1753 поріз емульсії. Знімки нормальні.                                                                    | добре        |              |          |
| 2. Оцінка різномасштабності знімків                                                                                                                   |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | Максимальне значення            |                                          | Мінімальне значення                                                                                                 |              | Допустима, % | Оцінка   |
|                                                                                                                                                       | %                               | між знімками                             | %                                                                                                                   | між знімками |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 2                               | 1723-24                                  | 0                                                                                                                   | 1730-31      | 10           | Відмінно |
| II                                                                                                                                                    | 3                               | 1741-40                                  | 3                                                                                                                   | 1734-33      |              | Добре    |
| III                                                                                                                                                   | 4                               | 1753-54                                  | 2                                                                                                                   | 1747-48      |              | Добре    |
| 3. Оцінка поздовжнього перекриття                                                                                                                     |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | Задане $P_x$ %                  | Фактичне перекриття                      |                                                                                                                     | Допустима, % | Оцінка       |          |
|                                                                                                                                                       |                                 | max                                      | min                                                                                                                 |              |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 60                              | 68                                       | 59                                                                                                                  | 56           | Добре        |          |
| II                                                                                                                                                    |                                 | 66                                       | 60                                                                                                                  |              | Відмінно     |          |
| III                                                                                                                                                   |                                 | 64                                       | 57                                                                                                                  |              | Задовільно   |          |
| 4. Оцінка поперечного перекриття                                                                                                                      |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | Задане $P_x$ %                  | Фактичне перекриття                      |                                                                                                                     | Допуск, %    | Оцінка       |          |
|                                                                                                                                                       |                                 | max                                      | min                                                                                                                 |              |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 20                              | 22                                       | 20                                                                                                                  | 20           | Відмінно     |          |
| II                                                                                                                                                    |                                 | 24                                       | 20                                                                                                                  |              | Добре        |          |
| III                                                                                                                                                   |                                 | 22                                       | 22                                                                                                                  |              | Відмінно     |          |
| 5. Значення кута розвороту знімків ("ялинка")                                                                                                         |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | «Ялинка» допустима в градусах   | Фактична в градусах                      |                                                                                                                     | Оцінка       |              |          |
|                                                                                                                                                       |                                 | max                                      | min                                                                                                                 |              |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 10                              | 4                                        | 1                                                                                                                   | Відмінно     |              |          |
| II                                                                                                                                                    |                                 | 3                                        | 2                                                                                                                   | Відмінно     |              |          |
| III                                                                                                                                                   |                                 | 7                                        | 4                                                                                                                   | Добре        |              |          |
| 6. Оцінка кутів нахилу знімків                                                                                                                        |                                 |                                          |                                                                                                                     |              |              |          |
| № маршруту                                                                                                                                            | $\epsilon$ допустиме в градусах | Фактичне максимальне значення в градусах |                                                                                                                     | Оцінка       |              |          |
| I                                                                                                                                                     | 5                               | 2                                        |                                                                                                                     | Відмінно     |              |          |
| II                                                                                                                                                    |                                 | 3                                        |                                                                                                                     | Добре        |              |          |
| III                                                                                                                                                   |                                 | 3                                        |                                                                                                                     | Добре        |              |          |

| 7. Оцінка прямолінійності маршрутів |                           |             |          |                        |                          |            |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------|----------|------------------------|--------------------------|------------|
| № маршруту                          | Прямолінійність маршрутів |             |          |                        |                          | Оцінка     |
|                                     | Допустима                 | у відсотках | Фактична | Довжина маршруту L, мм | Максим. відхилення L, мм |            |
| I                                   | 5%                        | 1,25        | 10       | 800                    | 80                       | Добре      |
| II                                  |                           | 0,5         | 4        | 784                    | 31                       | Відмінно   |
| III                                 |                           | 2,1         | 17       | 790                    | 95                       | Задовільно |

Оцінка метричних характеристик наведена у табл. 3.

Таблиця 3

### Оцінка фотограмметричної якості аерофільму за метричними характеристиками

| Показник                                   | Відмінно, % | Добре, % | Задовільно, % |
|--------------------------------------------|-------------|----------|---------------|
| Оцінка різномасштабності знімків           | 0-2         | 3-4      | до 7          |
| Оцінка поздовжнього перекриття             | 60-66       | 58-66    | 55-70         |
| Оцінка поперечного перекриття              | 20-22       | 18-24    | 15-28         |
| Значення кута розвороту знімків ("ялинка") | 0-4°        | 4-7°     | 8-12°         |
| Оцінка кутів нахилу знімків                | 0-2°        | 2-3°     | 3-7°          |
| Оцінка прямолінійності маршрутів           | 0-0,5       | 0,6-2,0  | 2,0-5,0       |

Різнномасштабність знімків визначають під час монтування накидного монтажу. Для цього вимірюють віддалі на суміжних знімках маршруту між двома точками, що легко дешифрується на обох знімках. Значення різномасштабності знімків знаходять за формулою

$$\Delta L\% = \frac{2(l_1 - l_2)}{l_1 + l_2} \times 100. \quad (1)$$

Для оцінки поздовжнього перекриття використовують спеціальну прозору фотограмметричну лінійку (рис. 2). Вимірювання цією лінійкою здійснюється у відсотках. Довжина цієї лінійки складає ширину знімка і поділена на 100 частин. Тобто шкала фотограмметричної лінійки відображає віддалі у відсотках від краю одного знімка до краю суміжного.

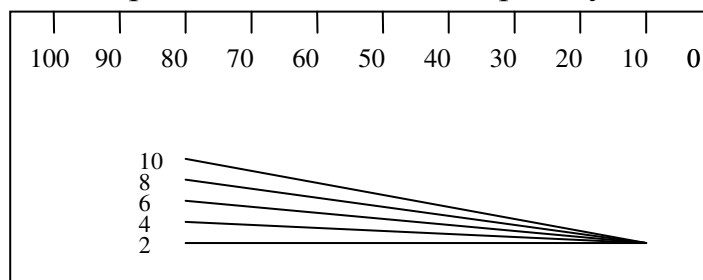


Рис. 2. Фотограмметрична лінійка.

Перекриття знімків можна визначити і вимірюючи відповідні відрізки звичайною сантиметровою лінійкою. У цьому разі поздовжнє та поперечне перекриття знімків визначають за відповідними формулами:

$$P_x = \frac{d_x}{l_x} \times 100, \quad (2)$$

$$P_y = \frac{d_y}{l_y} \times 100, \quad (3)$$

де  $d_x, d_y$  – довжина відрізків від краю правого до лівого та краю верхнього до нижнього суміжних знімків відповідно;

$l_x, l_y$  – розміри знімків для відповідних осей.

«Ялинкою» називають кут ( $\kappa$ ), що утворюється віссю абсцис одного знімка з напрямком на центр суміжного знімка. Щоб визначити значення «ялинок» використовують кутову шкалу, яку нанесено на фотограмметричну лінійку або звичайний транспортир.

Кут нахилу визначають на підставі круглого рівня, який видруковується під час експозиції безпосередньо в знімок. Ціна поділки круглого рівня складає  $1^\circ$ . Значення кута нахилу знімка ( $\epsilon$ ) знаходять за відхиленням бульбашки відносно центра концентричних кіл.

Прямолінійність маршруту оцінюється за розміром максимального відхилення головної точки деякого знімка маршруту від лінії, яка з'єднує крайні мітки першого і останнього знімків цього маршруту (рис. 3).

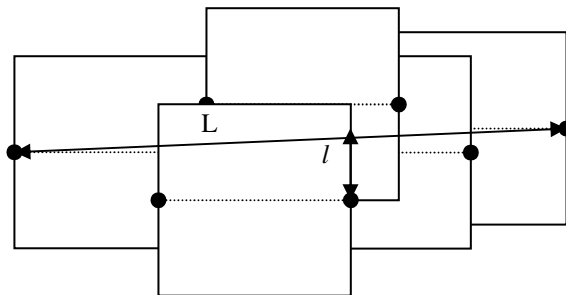


Рис. 3. Вимірювання щодо прямолінійності маршруту.

Прямолінійність визначають у відсотках, використовуючи виміряні величини ( $L$  та  $l$ ), за формулою

$$J = \frac{l}{L} \times 100. \quad (4)$$

## Порядок виконання лабораторної роботи

1. Отримати завдання (комплект знімків, який складається з трьох маршрутів).
2. Візуальна оцінка аерофотознімків.
3. Візуальна оцінка якості аерофотознімка.
4. Виготовлення накидного монтажу.
5. Визначення різномасштабності знімків.
6. Визначення значення поздовжнього і поперечного перекриття знімків.
7. Визначення значення кута розвороту знімків («ялинка»);
8. Визначення значення кутів нахилу знімків.
9. Визначення прямолінійності маршрутів.

## Запитання для самоконтролю

1. Для чого виконують візуальну оцінку якості фільмів?
2. Від чого залежить значення гіперфокальної відстані?
3. Яким чином можна визначити поздовжній та поперечний паралакс без фотограмметричної лінійки?
4. Яким чином можна визначити «ялинку» без фотограмметричної лінійки?
5. У яких випадках бракуються аерофільми?
6. Яке призначення діафрагми у фотокамерах?

## Бібліографічний список

1. Дорожинський О. Л. Основи фотограмметрії : підручник / О. Л. Дорожинський. – Львів, Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2003. – 214 с.
2. Смірнов Є. І. Фототопографія: практикум / Є. І. Смірнов. – Львів : Вид-во ЛДНУ, 2006. – 186 с.