

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Інститут агроекології та землеустрою

Кафедра геодезії та картографії

**05-04-133М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання навчальної практики  
«Фотограмметрія та супутникова геодезія»  
для здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій»  
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм  
навчання. Частина I «Фотограмметрія»

Рекомендовано  
науково-методичною радою з  
якості ННІАЗ  
Протокол № 12 від 20.02.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання навчальної практики «Фотограмметрія та супутникова геодезія» для здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання. Частина I «Фотограмметрія». [Електронне видання] / Трохимець С. М. – Рівне : НУВГП, 2024. – 71 с.

Укладач: Трохимець С. М., старший викладач кафедри геодезії та картографії.

Відповідальний за випуск: Янчук Р. М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

Керівник групи забезпечення спеціальності: Янчук Р. М., к.т.н., доцент, завідувач кафедри геодезії та картографії.

© С. М. Трохимець, 2024  
© Національний університет  
водного господарства та  
природокористування, 2024

## Зміст

ВСТУП.....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	5
1.1. Мета, задачі та предмет практики.....	5
1.2. Формування бригад.....	5
1.3. Правила техніки безпеки.....	6
1.4. Програма практики.....	8
2. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ ТА ПЛАНОВО-ВИСОТНА ПРИВ'ЯЗКА АЕРОФОТОЗНІМКІВ.....	10
2.1. Розрахунок основних параметрів аерофотознімання.....	10
2.2. Проектування польотної місії та виконання аерофотознімання.....	14
2.3. Складання проекту планово-висотної прив'язки матеріалів аерофотознімання.....	18
2.4. Польові роботи з прив'язки аерофотознімків.....	21
3. ОПРАЦЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ.....	24
3.1. Оцінка якості аерофотознімків.....	24
3.2. Побудова ортофотоплану місцевості.....	26
3.3. Технічний контроль якості ортофотоплану.....	29
4. ДЕШИФРУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ....	33
4.1. Камеральне дешифрування.....	33
4.2. Польове дешифрування.....	54
4.3. Виявлення змін на місцевості на момент дешифрування...	61
4.4. Графічне оформлення результатів дешифрування.....	61
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	65

## Вступ

Навчальна практика являє собою комплексну практичну роботу, спрямовану на закріплення та практичне застосування теоретичних знань, набутих під час вивчення навчальних дисциплін «Основи фотограмметрії» та «Основи вищої та супутникової геодезії». Практичні завдання, передбачені програмою практики, максимально наближені до реальних виробничих задач.

Методичні вказівки призначені для виконання завдань першого змістового модуля «Фотограмметрія» освітнього компонента для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» усіх форм навчання.

За змістом перший змістовий модуль навчальної практики складається з наступних видів робіт:

- розробка проекту аерофотознімання;
- виконання аерознімальних робіт з використанням БПЛА;
- планово-висотна прив'язка матеріалів аерофотозйомки
- побудова ортофотоплану місцевості;
- дешифрування матеріалів аерофотознімання.

Перераховані процеси становлять повний комплекс аерознімальних та фотограмметричних робіт з картографування території на основі матеріалів аерознімання.

Для реалізації практичних завдань застосовується широкий спектр технічного обладнання та спеціалізованих програмних продуктів.

В методичних вказівках подано порядок виконання завдань та приклади отриманих результатів. В додатках наведена структура звіту з навчальної практики та вихідні дані для розрахунків.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

### **1.1. Мета, задачі та предмет практики**

Мета навчальної практики – поглиблення теоретичних знань шляхом вирішення практичних завдань з виконання аерознімання місцевості та фотограмметричного опрацювання отриманих матеріалів, виконання широкого спектру геодезичних робіт з використанням супутникових методів.

Завдання навчальної практики – набуття студентами практичних навичок у сфері планування та виконання аерознімальних робіт, побудови та дешифрування ортофотопланів місцевості. Оволодіння практичними методами вищої та супутникової геодезії з метою контролю точності ортофотопланів, визначення координат та відміток пунктів планово-висотного обґрунтування, збору польової геопросторової інформації в режимі реального часу (RTK).

Предметом першого змістового модуля «Фотограмметрія» є повний комплекс проектних, аерознімальних, прив'язувальних та фотограмметричних робіт, спрямованих на одержання актуальної та достовірної картографічної інформації про об'єкт дослідження з використанням сучасних засобів і технологій отримання та опрацювання аерофотоматеріалів. Практичні завдання, передбачені програмою практики, максимально наближені до реальних виробничих задач.

### **1.2. Формування бригад**

Для виконання завдань з фотограмметричної практики академічна група розподіляється на бригади по 3-4 студенти. Бригади формуються під керівництвом керівника практики з урахуванням складів бригад, сформованих під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи фотограмметрії». Бригадир обирається членами бригади або призначається керівником. В обов'язки бригадирів входить:

- керівництво та організація роботи в бригаді з метою рівномірного розподілу обов'язків;
- ведення табеля обліку виходу на роботу членів бригади;

- складання графіків роботи на фотограмметричних станціях;
- підтримання учбової і виробничої дисципліни.
- контроль за суворим виконанням правил техніки безпеки членами бригади.

Матеріальну відповідальність при втраті або пошкодженні обладнання несе вся бригада.

Безпосереднє керівництво практикою здійснює керівник практики, відповідно до наказу ректора вузу.

### **1.3. Правила техніки безпеки**

#### **Загальні положення**

Нещасним випадком на практиці називається подія, що відбулася під час проходження практики, в результаті якої настало порушення стану здоров'я студента і втрата ним працездатності тимчасово або постійно. До загальних причин нещасних випадків відносяться:

- неправильна організація роботи і невиконання технічних вимог і норм;
- незнання умов дорученої роботи;
- недисциплінованість студентів;
- незнання або порушення правил техніки безпеки.

Загальними вимогами, спрямованими на запобігання нещасних випадків є:

- чітка організація праці;
- проведення застережних заходів;
- дисципліна праці;
- навчання працюючих безпечним способам виконання робіт і суворе дотримання встановлених правил з техніки безпеки;
- дотримання норм трудового законодавства;
- утримання приладів і устаткування в чистоті і справності;
- контроль зі сторони керівників і бригадирів за суворим виконанням правил техніки безпеки.

До проходження практики допускаються студенти, які проінструктовані та засвоїли «Правила охорони праці і техніки безпеки».

Студенти, які не виконують правила техніки безпеки, для подальшого проходження практики не допускаються.

### **Основні правила**

1. Всі студенти, які проходять практику з фотограмметрії, зобов'язані виконувати правила техніки безпеки.

2. Всі види польових робіт повинні проводитись в суворій відповідності з діючими технічними інструкціями.

3. Під час грози всі види польових робіт повинні бути призупинені.

4. Кожен студент, який помітив небезпеку, зіпсований прилад або обладнання, зобов'язаний вжити можливих заходів і терміново доповісти про це керівнику практики чи бригадиру.

5. В населених пунктах при дешифруванні садиб необхідно остерігатися собак.

6. Забороняється розкладати вогнище та з ним пустувати.

7. Переходити проїжджу частину вулиці під прямим кутом, а не навскоси.

8. Переходити вулиці (дороги) слід пересвідчившись у повній безпеці переходу. Спочатку потрібно подивитись наліво, а дійшовши до середини вулиці, подивитись направо.

9. В період практики категорично забороняється купатись у водоймах без дозволу керівника.

10. Не дозволяється пити холодну воду, коли студент сильно розігрітий.

11. Літом під променями сонця обов'язково працювати в головному уборі.

12. При будь-яких порізах або пошкодженнях на тілі необхідно старатися зберегти рану в чистоті, змастити йодом, перев'язати бинтом і терміново звернутися до лікаря.

13. У випадку укусу гадюки необхідно терміново тісно перев'язати уражену частину тіла вище його приблизно на 10...15 см, щоб не дати отруєній крові розходитись по всьому тілу, і терміново звернутися до лікаря.

14. Необхідно щодня оглядати своє тіло на предмет відсутності кліщів. У випадку виявлення кліща звернутись до лікаря.

15. Воду пити тільки зі спеціально пристосованих для цих цілей джерел.

16. Не можна сидіти або лежати на вологій землі.

17. Про нещасні випадки необхідно доповідати керівнику практики негайно.

Слід суворо дотримуватись цих правил.

## 1.4. Програма практики

Таблиця 1.1

### Програма практики

№ з/п	Види робіт	Кількість годин	Перелік матеріалів, які необхідно представити у звіті	Зразок матеріалів, сторінка
1	2	3	4	5
<b>1. Організаційні роботи</b>				
	Ознайомлення з програмою практики. Проходження інструктажу з охорони праці і техніки безпеки	2		
<b>2. Розробка проекту аерофотознімання та планово-висотна прив'язка матеріалів аерофотозйомки</b>				
1.1	Розрахунок параметрів аерознімання	4	Пояснювальна записка. Параметри аерозйомки	13
1.2	Проектування польотної місії та виконання аерознімання	4	Пояснювальна записка. Проект аерознімання	15
1.3	Складання проекту планово-висотної прив'язки	4	Пояснювальна записка. Проект планово-висотної прив'язки	20



№ з/п	Види робіт	Кількість годин	Перелік матеріалів, які необхідно представити у звіті	Зразок матеріалів, сторінка
1	2	3	4	5
	матеріалів аерознімання			
1.4	Польові роботи з прив'язки аерофотознімків	6	Пояснювальна записка. Фотоабрис. Каталог координат	22 23
<b>3. Опрацювання матеріалів аерофотознімання</b>				
2.1	Оцінка якості аерофотознімків	2	Пояснювальна записка. Форма контролю якості	25
2.2	Побудова ортофотоплану місцевості	4	Пояснювальна записка. Ортофотоплан	29
2.3	Технічний контроль якості ортофотоплану	4	Пояснювальна записка. Форма контролю якості	32
<b>4. Дешифрування матеріалів аерознімання</b>				
3.1	Камеральне дешифрування	8	Пояснювальна записка	
3.2	Польове дешифрування	10	Польові матеріали	
3.3	Виявлення змін на місцевості	2		
3.4	Графічне оформлення результатів дешифрування	10	Графічні матеріали дешифрування	64

## **2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ ТА ПЛАНОВО-ВИСОТНА ПРИВ'ЯЗКА МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗЙОМКИ**

### **2.1 Розрахунок основних параметрів аерофотознімання**

Проектування аерофотознімальних робіт виконується за допомогою програмного забезпечення, яке дає змогу проектувати аерофотозйомочні маршрути з урахуванням характеристик аерофотокамери та носія аерознімальної апаратури, проектних параметрів аерофотозйомки, рельєфу місцевості та системи координат з використанням растрових або векторних карт, доступних космічних зображень і ЦМР.

Вхідними даними для проектування аерофотознімальних робіт є:

- межа об'єкта аерофотознімання;
- необхідна роздільна здатність аерофотознімків;
- поздовжнє та поперечне перекриття аерофотознімків.

Параметри аерофотознімання та технічні характеристики обладнання, які використовуються для аналітичних розрахунків під час розробки технічного проекту аерофотознімальних робіт:

( $N_x$ ) кількість пікселів матриці впоперек напрямку аерофотознімального маршруту;

( $N_y$ ) кількість пікселів матриці вздовж напрямку аерофотознімального маршруту;

( $p$ ) фізичний розмір пікселя матриці;

( $F$ ) фокусна відстань об'єктиву;

( $P$ ) роздільна здатність аерофотознімка на місцевості (зазначається в технічному завданні);

( $H$ ) висота виконання аерофотознімальних робіт;

( $m$ ) знаменник масштабу аерофотозйомки;

( $l_x$ ) фізичний розмір матриці впоперек напрямку аерофотознімального маршруту;

( $l_y$ ) фізичний розмір матриці вздовж напрямку аерофотознімального маршруту (для аерофотокамер кадрового типу);

( $L_x$ ) довжина покриття аерофотознімка на місцевості впоперек напрямку аерофотознімального маршруту;

( $L_y$ ) довжина покриття аерофотознімка на місцевості вздовж напрямку аерофотознімального маршруту (для аерофотокамер кадрового типу).

Параметри аерофотознімання залежать від масштабу створюваного ортофотоплану. Для забезпечення необхідного масштабу матеріалів залежно від характеристик об'єкта знімання аерофотозйомка повинна виконуватись із значеннями роздільної здатності аерофотознімків на місцевості, наведеними в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Масштаб фотоплану	Характеристика об'єкта зйомки	Максимальний розмір пікселя аерофотознімків на місцевості (м)
1:10000 1:5000	Забудовані території міст і селищ міського типу	< 0.35
	Забудовані території сільських населених пунктів, незабудовані території, сільськогосподарські угіддя	
1:2000	Забудовані території міст і селищ міського типу	< 0.14
	Забудовані території сільських населених пунктів, незабудовані території, сільськогосподарські угіддя	
1:1000	Забудовані території міст і селищ міського типу	< 0.07
	Забудовані території сільських населених пунктів, незабудовані території, сільськогосподарські угіддя	
1:500	Забудовані території міст і селищ міського типу	< 0.03
	Забудовані території сільських населених пунктів, незабудовані території, сільськогосподарські угіддя	

В свою чергу роздільна здатність на місцевості залежить від фізичної роздільної здатності сенсора аерознімальної камери та висоти знімання.

Для розрахунку висоти знімання використовується формула

$$H = \frac{P \times F}{p}$$

де  $P$  – роздільна здатність аерофотознімка на місцевості;  
 $F$  – фокусна відстань об'єктива;  
 $p$  – фізичний розмір пікселя матриці.

Фокусна відстань об'єктива камери та фізичний розмір пікселя матриці відомі і для камери *Phantom 4 Pro* становлять відповідно **8,8 мм** та **2,61 мкм**. Значення роздільної здатності на місцевості в залежності від масштабу та характеристики об'єкта знімання вибирається з таблиці 2.1 (або зазначається в технічному завданні). Наприклад, для побудови ортофотоплану масштабу 1:1000 для забудованої території міського населеного пункту роздільна здатність аерофотознімків на місцевості не повинна перевищувати 0,07 м/піксель. Тоді розрахункова висота знімання становитиме:

$$H = \frac{P \times F}{p} = \frac{0,07\text{м} \times 0,0088\text{м}}{0,00000261\text{м}} = 236\text{м}$$

З метою підвищення роздільної здатності аерознімків для покращення їхніх дешифрувальних властивостей фактична висота знімання може бути зменшеною в порівнянні з розрахунковою.

Фізичний розмір матриці вздовж та впоперек напрямку аерофотознімального маршруту розраховується за формулами:

$$l_x = N_x \times p; l_y = N_y \times p.$$

Знаменник масштабу аерофотозйомки:

$$m = \frac{H}{F}$$

Роздільна здатність аерофотознімка на місцевості:

$$P = m \times p$$

Довжина покриття аерофотознімка на місцевості вздовж та впоперек напрямку аерофотознімального маршруту:

$$L_x = P \times N_x; L_y = P \times N_y$$

Мінімальне поздовжнє перекриття аерофотознімків при використанні неметричних камер (для застосування алгоритмів самокалібрування неметричних камер) має становити не менше 75%, поперечне – не менше 60%. В окремих випадках перекриття має бути збільшене для забезпечення мінімально необхідного перекриття в найвищих ділянках місцевості. Розраховані параметри аерознімання та технічні характеристики аерофотознімального обладнання заносяться в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Параметри аерознімання та технічні характеристики  
аерофотознімального обладнання

Назва параметру	Позначення	Значення
Кількість пікселів матриці впоперек напрямку аерофотознімального маршруту	$N_x$	
Кількість пікселів матриці вздовж напрямку аерофотознімального маршруту	$N_y$	
Фізичний розмір пікселя матриці, мкм	$p$	
Фокусна відстань об'єктива, мм	$F$	
Роздільна здатність аерофотознімка на місцевості, см	$P$	
Висота виконання аерофотознімальних робіт, м	$H$	
Знаменник масштабу аерофотознімання	$m$	
Фізичний розмір матриці впоперек напрямку аерофотознімального маршруту, мм	$l_x$	
Фізичний розмір матриці вздовж напрямку аерофотознімального маршруту, мм	$l_y$	
Довжина покриття аерофотознімка на місцевості впоперек напрямку аерофотознімального маршруту, м	$L_x$	
Довжина покриття аерофотознімка на місцевості вздовж напрямку аерофотознімального маршруту, м	$L_y$	
Проектне поздовжнє перекриття, %	$P_x$	
Проектне поперечне перекриття, %	$P_y$	

## 2.2. Проектування польотної місії та виконання аерофотознімання

Планування польотної місії передбачається в програмному забезпеченні **Drone Deploy**, яке дозволяє створювати проект як в камеральних умовах на комп'ютері, так і безпосередньо в полі на мобільному пристрої.

При створенні проекту аерофотознімання необхідно дотримуватись наступних вимог:

- проектна висота виконання аерофотознімальних робіт має забезпечувати отримання аерофотознімків з необхідною роздільною здатністю;

- проектування аерофотознімальних робіт повинне виконуватись із забезпеченням повного стереопокриття об'єкта аерофотознімання;

- вісь крайніх аерофотознімальних маршрутів повинна проходити по межі або за межами об'єкта аерофотознімання;

- аерофотознімальні маршрути повинні бути паралельні один одному і мати напрямок захід-схід або північ-південь в залежності від форми об'єкта аерофотознімання. Якщо об'єкт має витягнуту форму, знаходиться в межах з великим перепадом рельєфу або близько до територій, які можуть накладати обмеження на виконання польотів (державний кордон, зони обмеження тощо), то допускається проектування аерофотознімальних маршрутів будь-якого орієнтування та використання каркасних маршрутів;

- значення проектного поперечного та поздовжнього (для аерофотокамер кадрового типу) перекриттів мають бути в межах, зазначених в технічному завданні на виконання аерофотознімальних робіт та залежать від призначення аерофотознімальних робіт.

Порядок планування місії в програмі Drone Deploy описаний в методичних вказівках 05-04-122М.

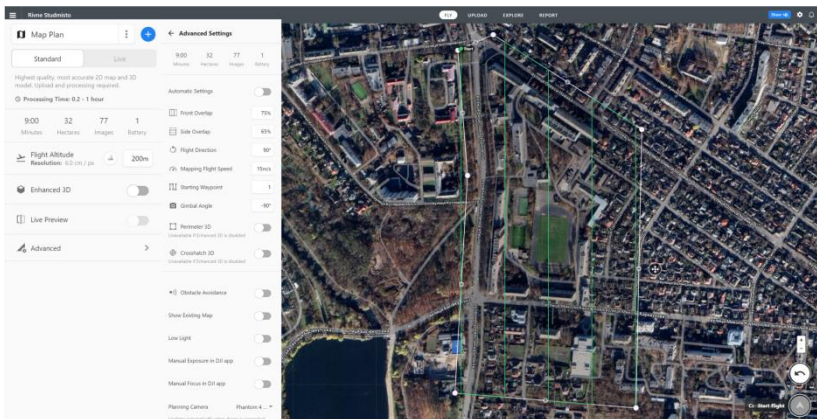


Рис. 2.1. Створення проекту аерофотознімання в програмі Drone Deploy

Уся проектна та розрахункова інформація відображається в технічному проекті аерофотозйомки, який складається із загальних даних, вхідних даних, розрахункових даних і графічного матеріалу.

В загальних даних технічного проекту зазначається:

- тип та назва аерофотокамери, дані якої використовувались для проектування аерофотознімальних робіт;
- тип повітряного судна, дані якого використовувались для проектування аерофотознімальних робіт.

У вихідних даних технічного проекту зазначається:

- межа об'єкта аерофотознімання;
- площа об'єкта аерофотознімання;
- роздільна здатність отримуваних аерофотознімків;
- поперечне та поздовжнє перекриття аерофотознімання;
- формат, кольоровий діапазон та радіометрична роздільна здатність отримуваних аерофотознімків.


У розрахункових даних технічного проекту зазначається:

- кількість отриманих аерофотознімків;
- кількість отриманих аерофотознімальних маршрутів;
- протяжність аерофотознімальних маршрутів;
- витрати аерознімального часу;
- істинна висота виконання аерофотознімання.


На графічному матеріалі у складі технічного проекту аерофотозйомки відображається:

- межа об'єкта аерофотознімання;
- маршрути зальотів;
- проектні центри фотографування.

Аерофотознімання повинне виконуватись згідно з розробленим технічним проектом. Допускається виконання аерофотознімання одного об'єкта декількома аерофотокамерами різних типів та з різними характеристиками у випадку розмежування території для кожної аерофотокамери. Аерофотознімання повинне виконуватись за відсутності снігового покриву. Висота Сонця над горизонтом під час виконання аерофотознімання повинна бути не менше 20 градусів для рівнинної місцевості і не менше 25 градусів для горбистої та гірської місцевості. Оптимальним для виконання аерофотознімання є до вегетаційний період, початковий етап вегетаційного періоду або після вегетаційний період рослин. Допускається виконання аерофотознімання під час вегетаційного періоду залежно від цілей проведення аерофотознімання. Аерофотозйомка повинна виконуватись з використанням засобів автоматичного визначення експозиції. Бортові ГНСС спостереження під час виконання аерофотознімання повинні виконуватись за умов видимості достатньої кількості супутників, вказаної в технічній документації з експлуатації обладнання. У випадку необхідності виконання повторного аерофотознімання ділянок, які не відповідають необхідним параметрам якості, аерофотозйомка повинна виконуватись тією ж аерофотокамерою протягом найближчих 10 календарних днів. Якщо протягом 10 календарних днів повторне аерофотознімання ділянки не було виконане, то повторній аерофотозйомці підлягає весь аерофотознімальний маршрут.

Перед безпосереднім виконанням аерофотознімальних робіт з використанням програми Drone Deploy слід завантажити запроєктовану місію у коптер і виконати процедуру передполітних перевірок, натиснувши кнопку  у правому нижньому кутку вікна.



Перевіряється, чи дозволені в даній зоні польоти, чи готові для здійснення місії дрон, контролер, мобільний пристрій, наявність вільного місця на карті пам'яті камери, завантаження плану польоту. Якщо всі перевірки виконані, у правому нижньому кутку вікна з'являється пульсуюча піктограма **Start flight** , після натиснення якої коптер починає автоматичний зліт.

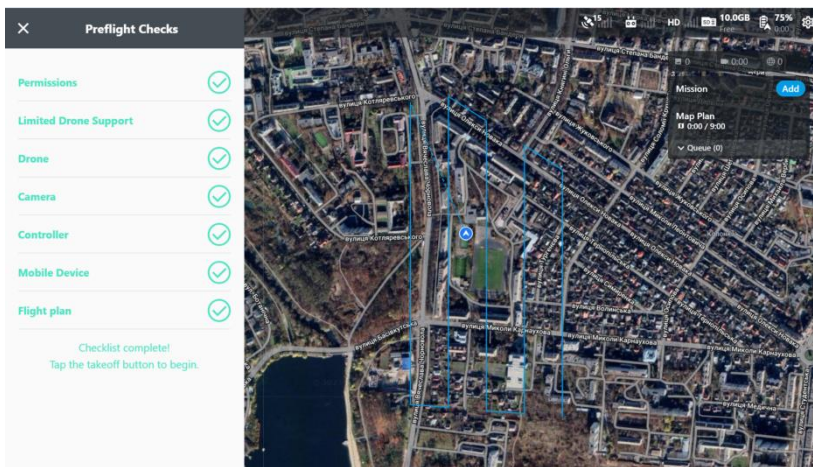



Рис. 2.2. Вікно передполітних перевірок у програмі Drone Deploy

Під час виконання місії на мобільному пристрої у вікні програми відображається поточний стан коптера за наступними показниками:

- кількість супутників;
- рівень зв'язку;
- вільне місце на CD-карті
- рівень заряду батареї;
- час виконання місії;
- поточна кількість відзнятих знімків;
- поточна висота відносно точки зльоту;
- швидкість польоту;
- відстань до базової точки;
- кут нахилу камери.

Якщо виникає необхідність повернути коптер посередині місії, можна це зробити, натиснувши на піктограму **Home** .

У випадку мультимісії, після закінчення ресурсу першої батареї коптер повертається на точку зльоту і після заміни батареї автоматично продовжить місію з останньої пройденої точки маршруту.

### **2.3. Складання проекту планово-висотної прив'язки матеріалів аерофотознімання**

Планово-висотна прив'язка може виконуватися до початку аерофотознімальних робіт або після них при наявних матеріалах аерофотознімання.

Планово-висотна прив'язка, яка виконується до початку аерознімальних робіт, поділяється на:

- маркування об'єктів місцевості, пунктів геодезичних мереж;
- вибір контурів місцевості.

Маркування, як правило, застосовується на об'єктах з незначною кількістю контурів та виконується у вигляді квадратних, круглих, хрестоподібних планшетів або фарбуванням поверхні. Розмір маркера повинен бути не менше двох пікселів роздільної здатності аерофотознімка. Контур на місцевості, що може бути використаний у якості опорної точки, має бути не менше трьох пікселів роздільної здатності аерофотознімка.

Основними об'єктами для вибору опорних точок є: фундаменти, бетонні блоки; об'єкти дорожньої інфраструктури (краї мостів, огорожі, люки, зливні решітки, дорожні знаки, бордюри, елементи дорожньої розмітки) та інші об'єкти, які мають чіткі контури на місцевості, які є різними за кольоровою гамою по відношенню до місцевості.

Забороняється використовувати контури з нечіткими краями, та поблизу силових ліній електропередач, радіолокаційних випромінювачів, дерев та високих об'єктів, які перешкоджають супутниковому сигналу або спотворюють його.

Планово-висотна прив'язка, яка проводиться після виконання аерофотознімальних робіт, передбачає вибір у якості

опознаків існуючих контурів, які чітко зобразилися на знімках і однозначно дешифруються. Такий спосіб прив'язки є основним при аерофотозніманні забудованих територій з великою кількістю контурів.

Кількість опорних точок при безпілотному аерозніманні залежить від площі та конфігурації об'єкта, характеристик знімальної камери та висоти фотографування. Експериментальним шляхом встановлено, що при виконанні аерозйомки квадрокоптером *Phantom 4 Pro* з висоти 200 метрів для досягнення точності картографування масштабу 1:1000 відстань між опорними точками повинна складати 250-300 метрів.

Для контролю точності ортофотоплану крім опорних точок проектуються контрольні точки у кількості 20% від числа опорних точок. Контрольні точки розміщуються в різних ділянках ортофотоплану, рівномірно віддалено від опорних точок.

У випадку планово-висотної прив'язки, яка виконується до початку аерознімальних робіт, схема розміщення опорних та контрольних точок складається на наявних планово-картографічних матеріалах (топографічних картах, космічних знімках, матеріалах аерофотозйомки минулих років). При виконанні прив'язки після виконання аерознімання, схема розміщення опорних та контрольних точок складається на накладному монтажі знімків або на попередніх оперативних фотопланах, виготовлених з використанням наближених координат центрів фотографування.

Проект розміщення опорних та контрольних точок (рис. 2.3) повинен відображати :

- межі ділянки знімання;
- осі маршрутів;
- зони розміщення планово-висотних розпізнавальних знаків;
- пункти геодезичної основи;
- рамки трапецій;
- контрольні точки.

## Проект розміщення опорних та контрольних точок для цифрової аерофотозйомки з використанням БПЛА

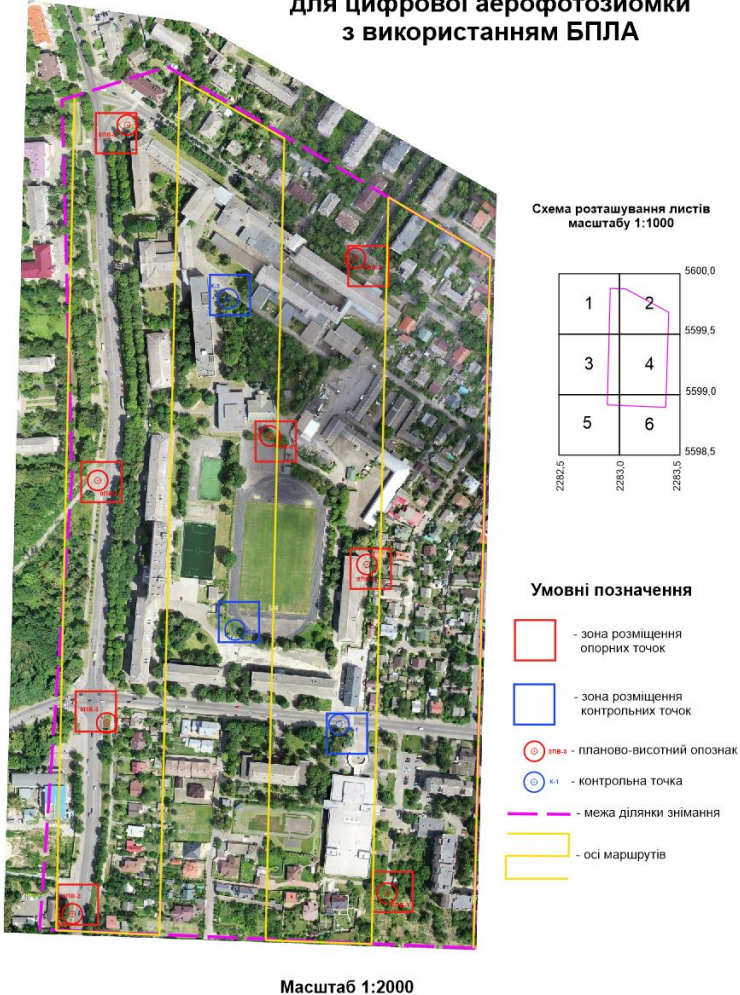


Рис. 2.3. Проект розміщення опорних і контрольних точок

#### **2.4. Польові роботи з прив'язки аерофотознімків**

Польові роботи з прив'язки аерофотознімків починають з рекогносцирування, в процесі якого на місцевості знаходять вказану на знімку зону, де необхідно вибрати опознак. За опознак приймається найбільш чіткий контур, який зобразився на всіх знімках що перекриваються (оперативному фотоплані).

Намічену опорну точку тонкою голкою наколюють на одному зі знімків (оперативному фотоплані). Помилка в розпізнаванні точки на місцевості не повинна перевищувати 0,1 мм в масштабі карти. Наколоту точку обводять колом діаметром 1 см і підписують її номер. На оберненій стороні аерофотознімка накол також обводять колом, вказують номер точки і складають у збільшеному масштабі абрис опознака. Крім абриса проводять короткий опис розпізнаної точки.

Для визначення координат та висот опорних точок використовують відомі геодезичні способи: пряма, обернена чи комбінована засічка, теодолітний, полігонометричний чи висотний тахеометричний хід, геометричне нівелювання, триангуляція тощо. За сприятливих обставин та наявності апаратури найефективнішим способом планово-висотної прив'язки опорних точок є ГНСС-знімання. Помилка у визначенні планового положення опознаків відносно пунктів опорної геодезичної мережі не повинна перевищувати 0,14 мм в масштабі карти, що складається. Середня квадратична помилка визначення висоти опознаків не повинна перевищувати 1/10 прийнятої висоти перерізу рельєфу.

В процесі ГНСС-спостережень опорних точок виконується фотофіксація встановленого ГНСС-приймача на контурі місцевості або маркері з відображенням місця центрування та ближніх об'єктів місцевості.

Перелік результатів планово-висотної прив'язки матеріалів аерофотознімання:

- 1) каталог координат та висот опорних і контрольних точок, в якому назначені:
  - назва об'єкта;
  - назва опорної (контрольної) точки;
  - координати планового положення;

- координати висотного положення;
- середня квадратична похибка планового положення;
- середня квадратична похибка висотного положення;
- короткий опис місця розташування;
- режим визначення координат планового та висотного положення;
- модель ГНСС-приймача;
- висота інструмента ГНСС-приймача;
- висота контуру або маркера над рівнем землі;
- дата та час ГНСС-спостережень;
- найменування організації, яка виконувала роботи;
- прізвище, ім'я, по батькові відповідальної особи за якість ГНСС-спостережень.

2) Матеріали фотофіксації ГНСС-спостережень на контурі місцевості або маркері.

Фотоабрис опорних та контрольних точок зображені в таблиці 2.3. Зразок каталогу координат та висот опорних точок наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.3

Фотоабрис опорних та контрольних точок

№ точки, координати	Зображення на фотоплані	Опис	Матеріали фотофіксації
ОПВ-1 X 5598999.977 Y 2283267.809 H 213.325	 <p>нுவгп навчальний корпус №7</p>	Поворот бордюру	



### **3. ОПРАЦЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

#### **3.1 Оцінка якості аерофотознімків**

Вимоги до фотограмметричних знімків визначаються наступними критеріями:

- фотограмметрична якість;
- фотографічна якість;
- комплектність.

Фотограмметрична якість визначається таким чином.

Відхилення висоти польоту від технічного проекту не повинне спричинити перевищення допустимого значення роздільної здатності, вказаної в таблиці 2.1.

Відхилення курсу польоту від технічного проекту не повинно спричинити перевищення допустимих значень поздовжнього та поперечного перекриття, вказаних в таблиці 2.2.

Кут нахилу фотограмметричних знімків від надиру не повинен перевищувати  $3^{\circ}$ .

Непаралельність базису фотографування стороні фотограмметричного знімка («ялінка») не повинна перевищувати  $10^{\circ}$ .

Фотографічна якість визначається таким чином.

Не допускається наявність факторів зовнішнього середовища, що закривають деталі місцевості, хмар, тіней від хмар, туманів, снігу.

Допускається наявність тіней від хмар за умов, якщо вони не заважають дешифруванню об'єктів на місцевості і ця можливість зазначена в технічному завданні.

Допускається наявність хмар, туману або снігу, якщо вони не заважають дешифруванню важливих для топографічного знімання об'єктів, їх сумарна площа не перевищує 1% від площі фотограмметричного знімка і ця можливість зазначена в технічному завданні.

Налаштування кольорового балансу фотограмметричних знімків повинне забезпечувати одноманітну кольорову гаму, яка відповідає природному відображенню цієї території. Налаштування контрасту та яскравості мають забезпечувати можливість виконувати дешифрування об'єктів місцевості



відповідно до вимог відображення даних об'єктів у зазначеному масштабі по всій площі фотограмметричного знімка.

Радіометрична роздільна здатність повинна бути не меншою ніж 8 біт для кожного каналу знімка.

Фотограмметричні знімки постачаються замовнику в наступному комплекті:

- фотограмметричні знімки з унікальною назвою в межах одного об'єкта аерофотознімання у форматах TIFF (TIF) або JPG (JPEG), в оригінальному вигляді без застосування стиснення файлів (допускається передача замовнику фотограмметричних знімків із застосуванням стиснення файлів, якщо ця можливість зазначена в технічному завданні);
- метадані;
- каталог координат центрів з назвами ідентичними назвам фотограмметричних знімків (для аерофотокамер кадрового типу);
- документ, що підтверджує виконання самокалібрування неметричної аерофотокамери (у випадку виконання аерофотозйомки ДППС з неметричною аерофотокамерою);
- технічний звіт про виконання аерофотознімання.

Результати контролю якості аерофотознімків заносяться до спеціальної форми (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Форма контролю якості аерофотознімків

1. Технічні умови для виконання робіт по проекту

Аерозйомка	тип	площова	
		лінійна	
	перекриття, %	роздільна здатність, см	
		поздовжнє	
		поперечне	
	площа, га	проектна	
об'єкт аерознімання	назва об'єкта		

## 2. Перевірка знімків

перевірені				прийняті								
знімки			площа	знімки			площа	в тому числі з дефектами				
нумерація		к-ть		нумерація		к-ть		знімки			площа	
початок	кінець	по факту		початок	кінець	по факту		назва дефекту	нумерація			к-ть
			початок				кінець		по факту			

### 3.2. Побудова ортофотоплану місцевості

Загальні вимоги до створення ортофотопланів поширюються на створення будь-яких ортофотопланів незалежно від методу отримання вихідних даних: аерофотознімання з пілотованого ПС, аерофотознімання з ДППС, космічне знімання. Радіометрична роздільна здатність ортофотоплану повинна бути не меншою ніж 8 біт для кожного каналу аерофотознімка.

При виготовленні ортофотопланів застосовується технологічна послідовність з виконання основних процесів, яка залежить від типу ортофотоплану (оперативний, класичний, реальний) та програмного забезпечення.

Програмою навчальної практики передбачена побудова оперативного (на етапі планово-висотної прив'язки) та класичного ортофотоплану з використанням програмного забезпечення *Agisoft PhotoScan Professional*. Основні етапи опрацювання даних у PhotoScan при побудові оперативного та класичного ортофотоплану показані на рисунку 3.1.

Детальний опис кожного етапу та порядок опрацювання даних у програмі Agisoft PhotoScan описаний в методичних вказівках 05-04-122М.

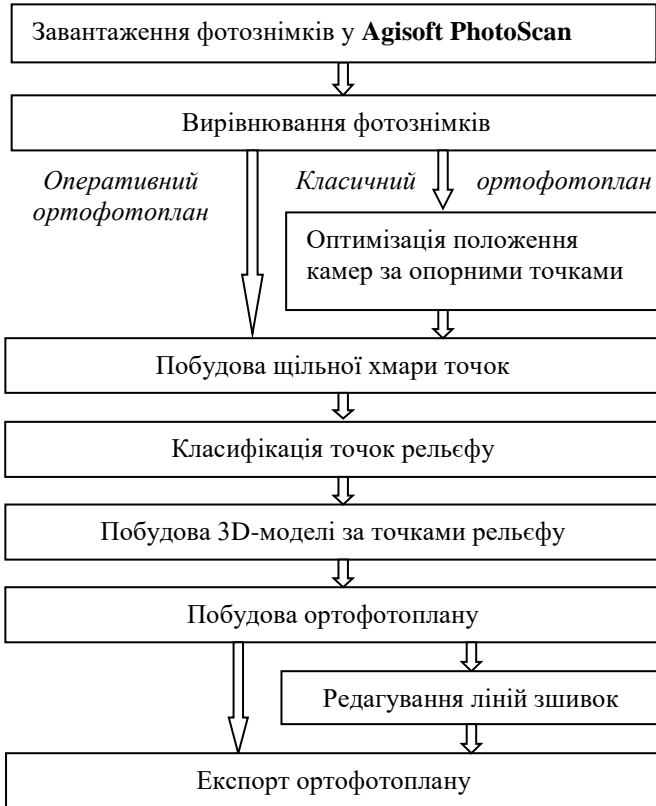


Рис. 3.1. Технологічна схема опрацювання даних в Agisoft PhotoScan

Нарізка ортофотоплану на листи масштабу 1:1000 та зарамкове оформлення планшетів виконується в програмі **Digitals**. Для цього потрібно завантажити ортофотоплан в **Digitals**, у властивостях карти вибрати масштаб рамки 1:1000, координати лівого нижнього кута рамки задати кратними 500 метрів. Координати і розміри рамки вибираються з таким розрахунком, щоб помістилися усі планшети, на які потрапляє растр ортофотоплану. Далі виконуємо команду «**Вставка > Розбивка на аркуші**» (рис.3.2).

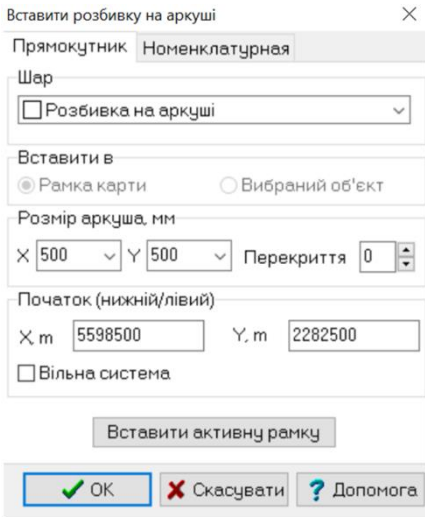


Рис. 3.2. Вікно розбивки на аркуші



Рис. 3.3. Розбивка фотоплану

У даному вікні потрібно вказати розміри аркуша (500×500 мм) та координати лівого нижнього кутка рамки початкового планшета (такі самі як у властивостях карти). Натискаємо кнопку «**ОК**». Результат операції наведений на рис. 3.3.

Щоб нарізати ортофотоплан на листи згідно з розбивкою потрібно виконати команду «**Орто > Нарізати на аркуші**». В результаті в папці Digitalis створиться папка Orthos, яка міститиме нарізані листи ортофотоплану, представлені у вигляді груп файлів з розширеннями .dmf, tif, tifw. Далі потрібно виконати зарамкове оформлення окремо кожного листа. Для друку всього ортофотоплану на одному листі слід вставити номенклатурну рамку не стандартного розміру (500×500 мм), а такого, щоб помістилося усе ортофотозображення. Координати нижнього лівого кута рамки в такому випадку задаються кратними стороні квадрату координатної сітки (100 м для масштабу 1:1000). Порядок зарамкового оформлення ортофотоплану наведений в методичних вказівках 05-04-122М.

Приклад оформлення окремого листа стандартної розбивки наведено на рис. 3.4.

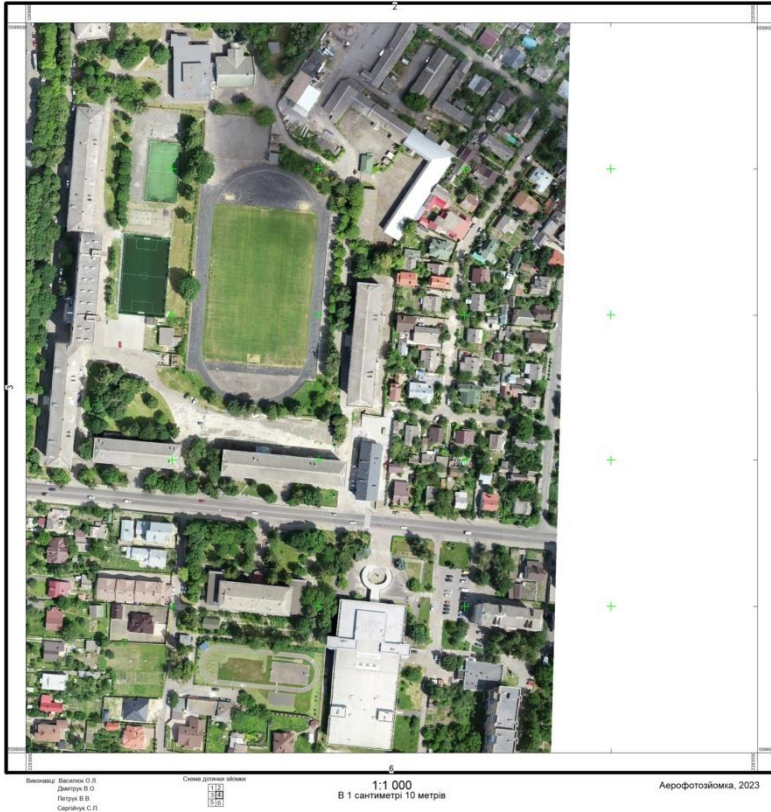


Рис. 3.4. Приклад оформлення окремого листа стандартної розбивки масштабу 1:1000

### 3.3 Технічний контроль якості ортофотоплану

Технічний контроль ортофотопланів складається з:

- контролю фотограмметричної якості;
- контролю фотографічної якості;
- контролю планової точності;
- контролю повноти покриття об'єкта топографічної зйомки;
- контролю комплектності.

Контроль фотограмметричної якості полягає в перевірці відповідності роздільної здатності вимогам технічного завдання. Виконується за допомогою вибіркового вимірювання розмірів пікселя в різних частинах ортофотоплану.

Контроль фотографічної якості виконується за допомогою візуального аналізу, під час якого лінії зшивки мозаїкування ортофотопланів не повинні бути легко помітними для спостерігача. При контролі фотографічної якості виявляють наявність або відсутність наступних дефектів за рахунок метеоумов: хмари, тіні від хмар, серпанок, дим (від багаття, промисловий), глибокі тіні, сніг.

Контраст та яскравість ортофотоплану повинні відповідати контрасту та яскравості фотограмметричних знімків, за якими вони створювалися. Контроль налаштування кольорового балансу, контрасту та яскравості виконується за допомогою візуальної оцінки та, за необхідності, корегуються в спеціальному програмному забезпеченні. Радіометрична роздільна здатність та формат перевіряється в спеціальному програмному забезпеченні для кожного ортофотоплану.

Контроль планової точності ортофотопланів перевіряється за допомогою:

- зведення між листами, блоками;
- контрольних фотограмметричних точок;
- геодезичних точок та контрольних польових вимірів.

Планова точність ортофотопланів перевіряється шляхом порівняння координат контрольних точок, виміряних на місцевості під час контрольних польових вимірів та координат тих самих точок, виміряних на створених ортофотопланах. Для контрольних точок обираються чіткі об'єкти, які розташовані на істинній землі. Планову точність ортофотопланів також перевіряють за допомогою порівняння контурів об'єктів.

Точність ортофотопланів на місцевості залежить від масштабу топографічної зйомки і характеризується середньою квадратичною похибкою визначення координат на ортофотоплані, яка не повинна перевищувати величин, вказаних в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

## Точність ортофотопланів на місцевості

Масштаб зйомки	Точність ортофотоплану на місцевості (СКП) (м)		
	Ортофотоплан класичний	Ортофотоплан реальний	Ортофотоплан оперативний
1:10000	< 1.6	-	< 3.2
1:5000	< 0.8	< 0.8	< 1.6
1:2000	< 0.4	< 0.4	< 0.8
1:1000	< 0.3	< 0.3	< 0.6
1:500	< 0.15	< 0.15	-

Для оцінки точності розраховуються відхилення еталонних координат контрольних точок (виміряні в натурі) від координат, одержаних в камеральних умовах (з ортофотоплану).

Розраховані відхилення за осями координат заносяться в таблицю 3.3

Таблиця 3.3

## Відхилення виміряних координат від визначених з ортофотоплану

№	Координати, виміряні на місцевості м		Координати з ортофотоплану, м		Відхилення, м	
	X	Y	X	Y	$\Delta X$	$\Delta Y$
K1						
K2						
K3						

На основі отриманих відхилень розраховують середньоквадратичні похибки визначення приростів координат за осями  $m_X$ ,  $m_Y$ :

$$m = \sqrt{\frac{[V_i V_i]}{n-1}},$$

де  $V_i$  – відхилення еталонних та визначених координат;  $n$  – кількість контрольних точок.

Похибка планового положення  $m$  обчислюється за формулою:

$$m = \sqrt{m_X^2 + m_Y^2}$$

де  $m_x$ ,  $m_y$  – середньоквадратичні похибки визначення координат за осями X, та Y.

Повнота покриття об'єкта топографічного знімання перевіряється шляхом порівняння межі об'єкта топографічного знімання з покриттям зображення ортофотопланів.

Ортофотоплани постачаються в наступному комплекті:

- ортофотоплани у форматах TIFF (TIF) або JPG (JPEG), в оригінальному вигляді без застосування стиснення файлів (допускається передача замовнику ортофотопланів із застосуванням стиснення файлів, якщо ця можливість зазначена в технічному завданні);
- метадані;
- технічний звіт.

За результатами контролю якості ортофотопланів заповнюється «Форма контролю якості виготовлення ортофотопланів», яка зазначена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

#### Форма контролю якості виготовлення ортофотопланів

##### 1. Технічні умови для виконання робіт по проекту

Найменування		Інформація
Аерофотознімання	Роздільна здатність, см/пікс	
	Перекриття, %	поздовжнє
		поперечне
	Спектральний діапазон	
Ортофотоплан	Роздільна здатність, см/пікс	
	Абсолютна похибка не більше, см	
	Спектральний діапазон	
	Розмір планшетів, м	
Площа, га	Ортофотоплану	

##### 2. Ортофотоплани

Спектральний діапазон	
Формат файлів	
Роздільна здатність, см/пікс	
Планова точність, м	min
	max
	rms
Розмір планшета, м	



Глибина кольору, біт	
Система координат	
Польовий контроль	так/ні
Присутність різниці за радіометричними характеристиками між планшетами	так/ні
Присутність ефекту розмиття	так/ні
Виконана площа, га	

## **4. ДЕШИФРУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

### **4.1. Камеральне дешифрування**

Під дешифруванням розуміють процес розпізнавання об'єктів місцевості на фотоматеріалах, встановлення їхніх кількісних та якісних характеристик та позначення їх умовними знаками відповідного масштабу.

В залежності від умов виконання дешифрування поділяється на камеральне та польове.

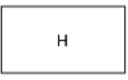
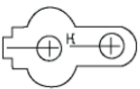
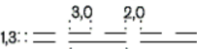
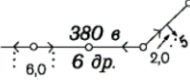

Камеральним називається дешифрування, що ґрунтується на визначенні дійсного значення об'єктів за знімками (фотопланами) в камеральних умовах без порівняння їх фотографічних зображень з об'єктами в натурі. В результаті виконання камерального дешифрування будується ситуаційний план місцевості з нанесеними об'єктами та їхніми характеристиками, які однозначно розпізнаються за фотографічним зображенням.

На першому етапі визначається, які саме топографічні об'єкти зобразились у межах ортофотоплану, використовуючи при цьому їх прями та посередні дешифрувальні ознаки. Розпізнані топографічні об'єкти необхідно внести у відповідну таблицю, вказавши дешифрувальні ознаки, за якими вони розпізнаються та умовні знаки, що їм відповідають. Приклад показано в таблиці 4.1.

На другому етапі кожному зображеному об'єкту, необхідно відповідно до масштабу підібрати умовний знак, використовуючи картографічний еталон – умовні знаки для топографічних карт і планів.

Таблиця 4.1

Таблиця дешифрувальних ознак та умовних знаків

Назва об'єкта	Дешифрувальна ознака	Умовний знак масштабу 1:2 000
Індивідуальні житлові будинки	Правильна геометрична форма, невеликі розміри. Розташовані фасадами вздовж вулиць.	
Нежитлові господарські будівлі	Правильна геометрична форма, розташовані позаду житлових будівель	
Культові споруди	Характерні деталі архітектурного оформлення, наявність куполів, хрестів	
Автомобільні дороги з покриттям (шосе)	Витягнута світла смуга постійної ширини, чіткий контур, значні прямолінійні ділянки.	
Грунтові дороги	Вигнуті силуети, велика розгалуженість, тон – сірий, видно з'їзди.	
Лінії електропередачі високої та низької напруги	Паралельні темні тіні від опор. Нерозорані еліпсоподібні ділянки навколо опор.	 
Річки, струмки	Витягнуті силуети, звивиста форма берегів, темний тон(колір).	
Ліси та лісо-вкриті площі	Характерний зелений колір, крупнозерниста структура, розпізнається зображення крон.	
Рілля	Різко виражені межі, значні площі, добре помітні сліди обробки (паралельні борозни, різнотонні смуги, своєрідні петлі від розворотів тракторів на краях масивів.	

Об'єкти дешифрування можна умовно поділити на наступні групи:

- населені пункти;
- об'єкти промисловості, комунального господарства та зв'язку;
- залізниці та об'єкти залізничної інфраструктури;
- шосейні та ґрунтові дороги;
- мости та шляхопроводи;
- об'єкти гідрографії;
- гідротехнічні об'єкти та споруди;
- елементи рельєфу;
- рослинність;

#### **4.1.1. Дешифрування населених пунктів**

Основними об'єктами дешифрування в населених пунктах є житлові й нежитлові будівлі та різноманітні споруди. Цим об'єктам характерна правильна геометрична форма, тобто будівлі переважно зображуються прямокутниками, квадратами і різного роду сполученням цих геометричних фігур з мережею ліній вулиць та проїздів. Для визначення призначення тієї чи іншої будівлі порівнюються її розміри і розміщення. Так, наприклад, в сільських населених пунктах житлові будівлі звичайно розташовані фасадами вздовж вулиць та зображуються приблизно однаковими розмірами. Хліви, як правило, розташовані відірвано і позаду житлових будівель. Різні господарські будівлі, ферми, школи, лікарні, а також промислові об'єкти різко відрізняються від житлових будівель своїми розмірами та відокремленим розташуванням.

Камеральне дешифрування зображення населених пунктів оптимально виконувати в такій послідовності:

- виділити головні вулиці та проїзди;
- виявити головні під'їзні дороги, а також польові дороги вздовж зовнішнього контуру населеного пункту;
- дешифрувати будівлі, строго передаючи їх орієнтацію відносно лінії вулиці. Розміщення крайніх будівель показати якомога точніше, без зміщення. Показати території, зайняті громадськими та промисловими будівлями;

- виділити забудовану частину та присадибні ділянки, показати озеленення;
- дешифрувати будівлі, розташовані на деякій віддалі від населеного пункту – ферми, промислові підприємства, відокремлені будівлі.

Важливим об'єктом топографічного дешифрування на забудованих територіях є лінії електропередач та зв'язку. На планах масштабу 1:2000 зазвичай показують усі стовпи ЛЕП та зв'язку. Не дешифрують лише відводи до будинків, окремі стовпи в межах садибних ділянок. Обов'язковому дешифруванню підлягають трансформатори на стовпах або на постаментах, трансформаторні будки та електричні підстанції. Дешифрувальною ознакою є сходження до них пучків ліній електропередачі.

Дешифруються споруди баштового типу, як ті, що відображаються в масштабі, так і позамасштабні, якщо мають орієнтирне значення.

Обов'язковому дешифруванню підлягають культові споруди. Однак, спеціальними умовними знаками фіксуються лише ті з них, які мають характерні деталі архітектурного оформлення – церкви, костели, кірхи, каплиці тощо. Молитовні будинки, обладнані в звичайних будівлях, відображають простими житловими будинками.

При картографуванні масштабу 1:2000 дешифрують усі паркани та огорожі між окремими садибами. Зазвичай такі огорожі (і тіні від них) добре помітні на фотоматеріалах. Внутрішні огорожі в садибах дозволяється не показувати.

Масовим об'єктом топографічного дешифрування на забудованих територіях є зелені насадження і, в першу чергу, дерева та газони. Вони легко дешифруються за характерним зеленим кольором (на кольорових аерофотознімках) та структурою зображення. Густі деревні насадження висотою від 4 метрів і площею від 1 см<sup>2</sup> рекомендується оконтурювати і показувати умовним знаком лісу. При меншій площі деревостоїв на своїх місцях наносяться окремі кружальця позначення дерев, що не мають орієнтирного значення.

Стадіони, іподроми, тенісні корти та інші постійні спортивні споруди, як правило, добре розпізнаються за своєю характерною формою. На планах ці об'єкти окреслюються тонкими лініями їх контурів і головних деталей та розміщенням пояснювальних підписів.

На фотопланах масштабу 1:2000 дешифруються монументи, пам'ятники, великі скульптури, придорожні хрести (фігури). Для їх відображення слід вказати контур основи, а всередині помістити позамасштабний умовний знак.

Кладовища, особливо за умови відсутності густої деревної рослинності, дешифрують за прямими ознаками – видно огорожі, доріжки, ряди могил. При дешифруванні кладовищ з деревами потрібно чітко розмежовувати тип рослинності – ліс, рідколісся, поросль або окремі дерева. Для цього, поряд з умовними знаками можна застосовувати пояснювальні написи. У випадках, коли частина кладовища не зайнята могилами, такі ділянки рекомендується оконтурювати, знаки хрестів на них не ставити, а відображати існуючу рослинність.

#### **4.1.2. Дешифрування об'єктів промисловості, комунального господарства та зв'язку**

**Виробничі будівлі промислових підприємств** показують з розподілом на вогнестійкі та не вогнестійкі, але без вказування поверховості та спеціалізації виробництва. У той же час адміністративні та громадські будівлі на території підприємства позначаються як житлові будинки. Інші споруди показуються найбільш підходящими знаками, наприклад контурами основ у супроводі пояснювальних написів. Детальність показу промислових об'єктів узгоджується з замовником. У деяких випадках аерофотозображення підприємств взагалі не дешифрується, а лише наноситься на план їхня огорожа і наводиться пояснювальний напис назви підприємства, або просто «промисловий майданчик».

При дешифруванні підприємств особлива увага приділяється зображенню об'єктів баштового типу, таких як градирні, труби, вежі та інші орієнтири.

**Місця відкритих розробок корисних капалин (кар'єри)** добре дешифруються не аерофотознімках – видно крутостінні забої, які часто розміщуються ярусами, а також під'їзні автомобільні дороги, сліди вскришних робіт, відвали пустої породи, різноманітні землерийні механізми та інша техніка, ЛЕП і т.п. На планах кар'єри відображають по контуру площі, освоєної на момент знімання. При цьому необхідно встановити та відмітити на плані матеріал видобутку. При зображенні недіючих кар'єрів замість напису матеріалу видобутку або поряд з нею наводять скорочення «нед».

Не слід дешифрувати об'єкти тимчасового характеру на кар'єрах – техніку, підведені до неї тимчасові ЛЕП, насипи видобутої сировини, пересувні вагончики та ін. Їхні зображення доцільно перекреслити синіми хрестиками. Максимальні відносні глибини кар'єрів рекомендується вимірювати на стереофотограмметричних приладах. Деталізація відображення елементів кар'єру узгоджується з замовником.

**Стаціонарні автозаправні станції** найчастіше приурочені до автомобільних доріг вищих класів і виділяються характерними під'їздами, які добре помітні на аерофотозображенні. Будівлі заправних станцій, асфальтовані майданчики та під'їзди дешифруються звичайним порядком і супроводжують пояснювальним написом «АЗС».

**Лінії електропередачі (ЛЕП), повітряні лінії зв'язку, інтернету, технічних засобів керування** на незабудованих територіях розпізнаються за темними паралельними тіннями від опор. Зазвичай, на знімках добре видно і самі ферми, дещо гірше – стовпи. Якщо опори розташовані на поораній ріллі, то біля них лишаються нерозорані еліпсоподібні ділянки, витягнуті в напрямку оранки. У ферм ЛЕП часто видно світлі плями бетонних фундаментів.

Ферми, на відміну від стовпів, мають декілька «ніг», з'єднаних для жорсткості перемичками. Стовпи – частіше лише одну ногу. Поворотні, так звані анкерні опори на ЛЕП із стовпів мають 2-3 ноги (іноді 4) і їх потрібно показувати на планах як ферми.

Дешифрування ЛЕП на фермах не викликає труднощів. Але слід мати на увазі, що в таблицях умовних знаків представлено лиш декілька зразків зображення ферм, а в натурі можуть зустрітись і інші варіанти. При зображенні ферм потрібно кожен ногу показувати на своєму місці. Якщо цього зробити не можливо, допускається застосування знаків у вигляді квадрата, трикутника, прямокутника (в залежності від кількості і розташування ніг) розмірами від 1,2 до 2,0-2,4 мм.

Складніше дешифрувати ЛЕП і ЛЗ на стовпах. Особливо це стосується ЛЕП низької напруги, які в камеральних умовах важко відрізнити від ЛЗ. Тому для уточнення результатів камерального дешифрування таких комунікацій та встановлення їхніх характеристик (кількість дротів, напруга) необхідно виконувати польове дешифрування.

**Наземні і підземні трубопроводи.** Наземні трубопроводи на аерознімках мають вигляд тонких, чітких і часто дещо викривлених ниточок (зазвичай темних, рідше світлих кольорів). На території підприємств на багатьох подібних трубопроводах спостерігаються характерні П-подібні вигини.

Підземні трубопроводи на аерофотозображеннях незабудованих територій можуть бути видимі у вигляді світлішої, зазвичай, як би розмитої лінії траси – слідів, що залишились після їхнього прокладання внаслідок порушення ґрунтового-рослинного покриву. Смуги зі зміненим кольором ґрунту над трубопроводом на ріллі зберігаються протягом декількох років, причому ширина їх з кожною оранкою збільшується, а контраст знижується. Якщо аерофотознімання виконувалось у період вегетації посівів, траси трубопроводів не будуть видимими. Суттєво допомагають дешифруванню підземних трубопроводів наземні споруди: люки колодязів і камер, газові розподільчі пункти, контрольні трубки тощо, а також стовпчики пікети, встановлені над деякими трубопроводами.

**Канали та канали відкритої зливної каналізації** помітні на аерознімках, як і інші сухі канали та канали. В залежності від ширини по верху канали відкритої зливної каналізації позначаються однією або двома лініями та підписуються скороченим індексом «Кзл».

**Телевізійні щогли, радіорелейні вишки та ретранслятори, вежі стільникового мобільного зв'язку,** а також їхні характерні довгі тіні добре помітні на аерофотозображенні. Зазвичай разом з перспективним ажурним зображенням металеві піраміди або щогли, основа якої спрямована до центру аерознімка, видно і її світлий бетонний фундамент. Усі названі об'єкти показують по контуру основи і супроводжують відповідними пояснювальними написами. Якщо вишки та щогли мають висоту більше 50 м, на плані вказують і характеристику висоти.

**4.1.3. Дешифрування залізниць та об'єктів залізничної інфраструктури** виконується за прямими ознаками. На аерофотозображенні добре проглядаються смуга відведення, земляне полотно, нитки самого рельсового шляху, різноманітні штучні споруди. Добре помітні також насипи та виїмки, смуги захисних насаджень, станції та роз'їзди.

На зображенні електрифікованої залізниці добре помітні опори контактної мережі, які, як правило, розташовані на рівних відстанях одна від одної. Під час дешифрування їх наносять із зазначенням матеріалу на своїх місцях – в точках основ опор.

Станції, роз'їзди, обгінні пункти добре розпізнаються на аерознімках. На них крім головних колій добре помітні додаткові, так звані станційні колії. Крім цього видно пасажирські будівлі, тупіки, пакгаузи, водогінні башти, різноманітні будки та пости, пасажирські платформи та вантажні майданчики. На аерофотознімках значних станцій виділяються пішохідні віадуки над залізничними коліями, будівлі депо, контейнерні майданчики з козловими кранами. Деякі з перерахованих об'єктів можуть зустрічатись і на пунктах зупинок та платформах, які споруджуються в зонах курсування приміських поїздів. На планах біля позначень станцій, пунктів зупинок, платформ і т.п. підписують офіційні номенклатурні терміни та назви.

Дешифрувати семафори та світлофори зручно за їхніми тінями. При нанесенні даних об'єктів слід пам'ятати, що на залізницях України вони встановлюються праворуч вздовж напрямку руху поїздів або над віссю колії. Важливо точно нанести



основу семафора або світлофора, а щоглу самого знаку розміщують паралельно до колії.

#### **4.1.4. Дешифрування шосейних та ґрунтових доріг**

Автомобільні дороги впевнено розпізнаються на аерофотознімках. Від залізниць вони відрізняються відсутністю рейкових колій, більш крутими поворотами та крутістю підйомів і спусків. До автомобільних доріг підходять і примикають (нерідко під прямим кутом) інші дороги.

Дороги з покриттям та профільовані автомобільні дороги на топографічних планах підрозділяють за рівнем технічної досконалості, а природні ґрунтові дороги класифікують за значенням, але з урахуванням умов проїзду.

**Автостради** виділяються на аерофотознімках великою шириною (покрита частина не менше 14 м, земляне полотно – близько 23 м і більше) і, як правило, наявністю розділової смуги. На матеріалах картографічного значення автостради часто називають автошляхами першої категорії.

**Удосконалені та прості шосе** зазвичай добре помітні на аерофотозображенні завдяки різко окресленим покритим (проїжджим) частинам та кюветам. На матеріалах дешифрування рекомендується вказувати повні характеристики ширини удосконалених та звичайних шосе. Ці характеристики (наприклад: «6,4 (9,8) А» чорного або синього кольору) повинні відповідати ширині проїжджої частини та обочин.

Іноді зустрічаються вузькі дороги з цементобетонних плит, що не мають узбіччя, які ведуть до різних підприємств, тваринницьких комплексів, об'єктів спеціального призначення тощо. Проїзд такими дорогами можливий у будь-яку погоду, тому їх слід показувати знаком шосе без узбіччя та супроводжувати характеристикою (наприклад: «4,2 (4,2) Ц» чорного або синього кольору).

**Спеціально обладнані з'їзди** з удосконалених та простих шосе на дороги, що примикають до них, добре читаються на аерознімках за фактичними обрисами. Межа зміни або кінця твердого покриття на такому з'їзді має позначатися точковим пунктиром. Якщо до обладнаного з'їзду ще не підведені інші

дороги, він так і показується. Якщо ж дороги нижчих класів примикають до автострад, удосконалених чи звичайних шосе без спеціальних з'їздів їх відповідно і відображають на планах.

**Грунтові природні дороги** (путівці та польові чи лісові) поділяються на планах не за їх наїждженістю чи станом, а за тим, куди вони ведуть: від селища до іншого населеному пункту чи до місця робіт. Якщо немає спеціальних вимог, допускається всі природні ґрунтові дороги на планах масштабу 1:2000 показувати загальним знаком путівців, але вздовж них давати сині пояснювальні написи «путівець» або «польова» – відповідно до призначення даної дороги. До польових (лісових) слід відносити при дешифруванні і деякі з другорядних ґрунтових доріг, які формально можна було б вважати путівцями, наприклад, менш зручні (погано наїжджені) і довші з кількох доріг, що з'єднують два селища. Тимчасові ґрунтові дороги, наприклад, на ріллі, які потім переорюються, при дешифруванні рекомендується не показувати, а їх аерофотозображення перекреслювати синіми хрестиками.

**Пішохідні стежки** показують на планах масштабів 1:5000 та 1:2000 тільки на тих ділянках, де вони є єдиним шляхом, наприклад, через болото, до шосейної дороги тощо, або важливі як орієнтири.

**Насипи та виїмки** на автомобільних дорогах та залізницях добре розпізнаються на аерофотознімках, особливо при стереоскопічному їх перегляді, з урахуванням приуроченості цих об'єктів до певних форм рельєфу (насипу – на знижених ділянках траси, виїмки, як правило, на підвищених). Допомагає при їх дешифруванні характерне розміщення тіней на протилежні сторони дороги: від насипів – з одного боку, від крутого схилу виїмок – з іншого. На планах слід вказувати максимальні висоти (глибини) насипів та виїмок. Довжина штрихів умовних знаків насипів і виїмок, що виражаються в масштабі плану, має суворо відповідати їх проекції.

#### **4.1.5. Дешифрування мостів та шляхопроводів**

Розпізнавання на аерофотознімках більшості мостів не викликає труднощів, вони дешифруються за прямими ознаками.

Крім того, мости завжди приурочені до перешкод, розташованих поперек траси дороги, – до річок, струмків, ярів, балок і до того ж виділяються характерною формою. Невеликі мости дешифруються за помітними звуженнями аерофотозображення дороги, а також розривами насипу на ній. До мостів (особливо через водотоки) зазвичай стягуються і примикають в цьому місці до доріг вищих класів різні об'їзди та інші природні ґрунтові дороги.

Проводячи дешифрування мостів, слід враховувати матеріал, з якого споруджено їх прогонові конструкції, так як відображення матеріалу будівництва проміжних опор на планах є особливо важливим. Міст вважається металевим, якщо у нього сталеві ферми, хоча опори споруджені з бетону. При дешифруванні та зображенні на планах мостів важливо правильно відобразити число прольотів, а для цього передати кількість та матеріал проміжних опор. Якщо такі опори повністю знаходяться під прогоною конструкцією (кінці «не виглядають» з-під неї), і показати їх строго відповідно до природи неможливо, позначення цих опор дещо подовжують для того, щоб вони читалися на плані.

На планах масштабу 1:2000 біля мостів завдовжки 3 м і більше крім матеріалу потрібно розміщувати лише одну характеристику – їхнє автомобільне навантаження.

У разі, коли під мостом проходить шосе, тобто при перетині двох доріг на різних рівнях, біля позначення такого мосту (шляхопроводу) для забезпечення наступних картографічних робіт повинна даватися характеристика проїзду (отвору) під мостом – висота та ширина в цілих метрах. Наприклад: «пр. 5×8», де: 5 – висота, 8 – ширина.

**Мости довжиною до 1 м** на автомобільних дорогах та відкриті зверху вузькі лотки на залізницях у ряді випадків не помітні на аерофотозображенні і дешифруються на етапі польового дешифрування.

**Труби** для пропуску води під полотном дороги споруджуються з різних матеріалів (каменю, бетону, металу, дерева) та мають різний зовнішній вигляд. Найчастіше зустрічаються одинарні, але є й подвійні, і потрійні труби. Деякі

труби подібні до невеликих мостів. Основна відмінність труб від мостів у тому, що в перших завжди між верхнім склепінням труби і полотном дороги є хоча б невеликий шар ґрунтового насипу, а в других насип переривається повністю – на всю його висоту. Цю особливість труб використовують при їх дешифруванні на аерофотознімках. Труби на аерофотозображенні виділяються за світлим облицюванням оголовка (як правило, в нижчій точці насипу). Тут же буває видно, як входить до труби водотік та як виходить з неї. Характеристики у труб (повні – наведені в Умовних знаках – або скорочені за погодженням із замовниками) дають на планах тільки за додатковими вимогами.

**Пішохідні мости** помітні на аерознімках і дешифруються за прямими ознаками – на аерофотозображенні видно тонкий світлий штрих, що перетинає річку, болото, сиру заплаву і т.п. Ці мости зазвичай мають ширину 1 – 2 м. Буває, що до обох берегів річки підведені автогужові дороги, а через річку перекинута лише пішохідний міст. У подібних випадках поруч із його умовним знаком рекомендується дати синій пояснювальний напис «Піш». Пішохідні мости зі сходами та висячі виділяють при дешифруванні особливим знаком або написом.

#### **4.1.6. Дешифрування гідрографії**

Дешифрування на аерознімках відкритих водойм та водотоків не викликає труднощів, так як водна поверхня, як правило, добре відрізняється від навколишніх ділянок суші. На тон аерофотозображення вод впливають багато факторів, і він може змінюватися від чорного до дуже світлого. Зазвичай зі збільшенням глибин, а також при мулистому, глинистому або торф'янистому дні тон аерофотозображення озер і річок темніший. Дрібні ж річки та озера, особливо з кам'янистим або піщаним дном, на аерофотознімках характеризуються світлішими тонами. Мутна та спінена вода також надає світліший тон аерофотозображенню.

Набагато важче дешифрувати невеликі водотоки, приховані заростями густої деревної або чагарникової рослинності. Хоча більшість їх постійно-водні і мають в натурі

певні обриси, нанести їх вдається лише в результаті ретельного аналізу аерофотознімків, включаючи польове дешифрування.

Виділення стрімких берегів при дешифруванні не викликає труднощів, оскільки круті, позбавлені рослинності урвища добре помітні при стереоскопічному перегляді аерознімків. Від навколишніх задернованих схилів вони відрізняються більш різкими обрисами та крутістю. При дешифруванні потрібно встановити чи є між лінією урізу води та підшовою урвища пляж – рівна берегова смуга, утворена наносами, що чітко простежується на аерофотозображенні. Берегові урвища, під якими є пляж, хоча б «позамасштабний», показують на топографічних планах позначеннями коричневого кольору, які не мають пляжу, тобто обриваються прямо у воду, – позначеннями зеленого кольору. У тих та інших обривів довжина «шипів» умовного знака має відповідати проекції стрімкого схилу (якщо ця проекція виражається в масштабі плану).

Водна рослинність у річках, озерах та водосховищах безпосередньо проглядається на аерофотознімках і характеризується зеленим та світло коричневим забарвленням. На планах водну рослинність відображають без оконтурювання, але умовні знаки розставляють так, щоб вони передали межі та площу її поширення. Місця скупчення плавнику на берегах так само показують на планах без оконтурювання, але не менше ніж 3 – 5 рисками умовного знака. Ці скупчення розпізнають на аерофотознімках за прямими ознаками.

#### **4.1.7. Дешифрування гідротехнічних об'єктів**

Розпізнавання на аерофотознімках зрошувальних, осушувальних, дериваційних, водоскидних та інших каналів та каналів, а також каналізованих ділянок річок не викликає труднощів. Як правило, вони характеризуються прямолінійністю обрисів та чіткістю кутів поворотів. Більшість названих об'єктів супроводжують вузькі відвали вийнятого під час будівництва ґрунту, що утворюють вали та греблі з однієї або двох сторін каналів та каналів. Усі вони добре розпізнаються на аерофотознімках, особливо під час стереоскопічного перегляду. Вали та греблі до того ж відкидають характерні тіні. Типова і

розгалуженість зрошувальної та осушувальної мережі. Поряд з ними є і водоскидна (колекторна) мережа. В умовних знаках останньої рекомендується поміщати чорні пояснювальні написи, наприклад, «колектор», «головний кол».

При топографічному дешифруванні постійні меліоративні та дериваційні канали і канали слід показувати умовними знаками каналів та каналів з водою незалежно від того, чи була під час аерофотознімання або польового обстеження в них вода (вона може подаватися тільки за необхідності). Водночас покинуті, недіючі іригаційні канали та канали, протипожежні та різні межові канали, колишні протитанкові рови зображують на планах умовними знаками сухих каналів і каналів, хоча в частині їх навесні, а також після сильних дощів є деяка кількість води.

Не слід наносити на плани різні канали тимчасового характеру, навіть, якщо вони читаються на аерофотознімках. Наприклад, канали та вивідні борозни на полях (вони щороку заорюються і прокладаються в інших місцях), тимчасові осушувальні, так звані, картові канали на торфорозробках (вони знищуються в процесі видобутку торфу), хаотично накопані канали для подачі води в місцях незаконного видобутку бурштину (за виключенням випадків, коли їх нанесення передбачене технічним завданням замовника робіт або для визначення масштабів порушених земель). Їхні аерофотозображення zakresлюють синіми хрестиками.

У каналів, і каналів, що зображуються на плані двома лініями, повинні бути наведені їх характеристики: ширина по верху та глибина. У меліоративних каналів і каналів за глибину зазвичай приймають відстань по вертикалі від рівня брівки нижчого берега до рівня дна в центрі поперечного профілю каналу. Відповідно, за ширину каналу по верху приймають відстань між берегами лише на рівні брівки нижчого берега.

Дамби, вали та берми на них повинні відобразитися на плані з максимально можливою повнотою. Характеристики висоти цих штучних об'єктів (із зовнішньої сторони греблі або валу), поряд з характеристиками каналів, повинні забезпечити повну інформацію про їх розміри. Умовні знаки дамб та валів у залежності від їх величини, наявності місця та завантаження

плану іншими елементами ситуації допускається викреслювати в одну або дві лінії, двосторонніми і навіть односторонніми штрихами.

Дамби та вали можуть зустрічатися на місцевості і без каналів та канав, причому зазвичай вони добре помітні на аерофотозображенні. Показують дамби та вали на планах в одну чи дві лінії – залежно від ширини гребеня валу в природі, але враховуючи, що мінімальна відстань між двома лініями позначення гребеня 0,3 мм. В даному випадку біля знаків дамб та валів потрібно дати характеристику їх ширини внизу (чисельник дробу) і максимальної висоти (знаменник).

Шлюзи впевнено дешифруються на аерофотознімках за прямими ознаками: добре видно стінки камери шлюзу, більш тонкі смужки воріт та невеликі будинки з насосними установками. При стереоскопічному перегляді фіксується різка різниця рівнів води, пов'язана з шлюзуванням. Всі ці об'єкти наносять на плани строго з аерофотозображення. «Стрілку» позначення воріт (затворів) шлюзу орієнтують вістрям проти течії річки (каналу). Якщо над шлюзом перекинуто міст, зокрема пішохідний, їх знаки дають у поєднанні.

#### **4.1.8. Дешифрування елементів рельєфу**

Більшість форм та елементів рельєфу на топографічних планах передаються горизонталлями. Об'єктами дешифрування залишаються всі штучні форми рельєфу та деякі з природних – головним чином мають оголені, не задерновані схили, а також частина задернованих, але невеликих форм, показувати які горизонталлями недоцільно чи неможливо.

Обриви – крутостінні, оголені схили, складені пухкими породами, зазвичай впевнено дешифруються при стереоскопічному перегляді аерофотознімків. Обриви виділяються серед задернованих схилів з м'якшими обрисами саме своєю різкістю. У значних по висоті урвищ проекція їх оголеного схилу може займати на аерофотозображенні кілька сантиметрів; так вона і має бути передана на плані – довгими, вираженими в масштабі «шипами». Обриви показують на плані при їх глибині в природі не менше ніж у половину прийнятого

перерізу рельєфу, а при перерізах 2,5 і 5 м – починаючи з глибини 1 м і більше. Характеристики глибини урвищ доцільно вимірювати на стереофотограмметричних приладах і лише для урвищ і форм, прихованих пологом лісу, визначення слід виконувати в натурі.

Яри, вузькі яри та промоїни, що відрізняються один від одного тільки розмірами, ерозійні форми, створені непостійними водотоками, мають вигляд вузьких і глибоких вибоїн з крутими стінками, позбавленими чи майже позбавленими рослинності. На аерофотозображенні яри та промоїни розпізнаються без труднощів, особливо при стереоскопічному перегляді. Добре помітна різкість їх обрисів, крутість схилів та відмінності у фототонах і кольорах із задернованими балками, які характеризуються ще й «м'якшими» обрисами.

Промоїни та вузькі яри наносять по аерофотозображенню однією потовщеною лінією при їх ширині в масштабі плану менше 0,5 мм, двома лініями – від 0,5 до 1,5 мм, двома лініями з "шипамии" – при ширині понад 1,5 мм. Біля позначень ярів і промоїн через 5 – 8 см на плані дають їх характеристики: у ярів – глибину, у промоїн в одну лінію – глибину та ширину по верху. Вимірювання виконують по аерофотознімках або в натурі.

Сухі русла та вибоїни на аерофотознімках зовні схожі на розглянуті вище промоїни, але для перших характерна велика звивистість і, нерідко, світлий тон порівняно з широкими днищами, покритих піском, галькою тощо. У широких (3 мм і більше на плані) сухих русел, залежно від прийнятого перерізу рельєфу, урізаності та зовнішнього вигляду цих форм, «береги» їх показують горизонталями, умовним знаком сухих русел і вибоїн, обривів або задернованих уступів, а днища – відповідними позначеннями оголених ґрунтів або наявної рослинності. По дну таких русел також проводять горизонталі.

Порівняно невисокі задерновані уступи (брівки) балок та логів, деяких річкових та озерних терас, а також інші брівки різного природного походження безпосередньо дешифруються за прямими ознаками.



#### 4.1.9. Дешифрування рослинності

**Деревна рослинність.** Умовним знаком лісів на топографічних картах та планах передають сукупність деревних рослин, що мають середню висоту стовбурів 4 м і більше, а зімкненість крон більше 0,2, тобто понад 20%. Ступенем зімкнутості крон виражають частку площі, покритої проекціями крон дерев на поверхню землі, по відношенню до всієї площі даної зарослої деревами ділянки, що приймається за 1,0 (100%). Сукупність деревних рослин середньою висотою 4 м і більше зі зімкнутістю крон менше 0,2 відносять до рідколісся. У рідколіссях крони дерев розділені просвітами, рівними в основних лісових районах 2 – 5 діаметрам крон з урахуванням порід дерев.

Оконтурювати та показувати умовним знаком лісу слід на планах масштабу 1:2000 деревостої площею 1 см<sup>2</sup> і більше. При зображенні лісів потрібно давати такі характеристики деревостоїв: панівні породи, середню висоту і товщину стовбурів, а також середню відстань між ними. У лісів, в яких дерева однієї породи становлять 80% чи більше насадження, вказується лише ця порода. До змішаних лісів відносять такі, у яких дерева головної породи становлять менше 80%. На планах таких лісів у характеристиці вказують дві породи: першої (верхньої) – головну, другої – основну із супутніх. Більшість із перерахованих характеристик під час камерального дешифрування визначити досить проблематично, тому для їх встановлення необхідно проводити польове дешифрування.

**Садженні ліси,** як правило, добре виділяються на місцевості та на аерофотознімках, оскільки дерева у них розташовуються рядами, а межі переважно прямолінійні. На топографічних планах масштабу 1:2000 саджені ліси відокремлюють контуром від інших деревостанів, починаючи з площі 1 см<sup>2</sup> і більше.

До **порослі лісу** при топографічному дешифруванні відносять дерев'яні молодняки порід висотою менше 4 м. На аерофотознімках поросль лісу відрізняється від пригнічених низькорослих лісів значно більшою зімкнутістю пологів. Контури порослі лісу зазвичай різкі, на колишніх вирубках часто

прямолінійні. Поросль лісу, незалежно від її висоти, за наявності в натурі пнів, що ще не перегнили, показують на топографічних планах разом із умовним знаком вирубки. У характеристиках порослі на планах наводяться лише назви порід, їх знаки та середня висота. У контурах, де середня висота порослі менше ніж 1 м, її визначають і позначають з точністю до десятих часток метра.

**Молоді посадки лісу і, особливо, розсадники лісових, фруктових та декоративних порід** на аерофотознімках різко відрізняються від порослі. Головна особливість посадок – дерева в них розміщені правильними рядами. Межі молодих посадок лісу зазвичай дуже чіткі. Лісові розплідники, розташовані переважно поблизу лісництв та підприємств лісового господарства, зовні можуть бути схожі на невеликі ділянки ріллі чи городи, або молоді посадки. Правильному камеральному дешифруванню розплідників допомагає використання картографічних матеріалів лісовпорядкування.

**Вирубані ділянки лісу (вирубки)** виділяються на аерофотознімках структурою зображення та кольорами, характерними для наземної рослинності, а також чіткими межами, зазвичай прямолінійними. На свіжих вирубках спостерігаються віялоподібні сліди трелювання хлестів, мережа тимчасових лісовозних доріг, невеликі темні плями куп хмизу і тіні, що відкидають світлі прямокутники штабелів колод. На топографічних планах вирубки, як правило, відображають у поєднанні зі знаками основного угіддя (порослі, чагарників, трав'янистої чи мохової рослинності та інших). Лише за відсутності в натурі такої рослинності, наприклад, по вирубках соснових борів, допускається застосування знака «чистої» вирубки чи поєднання цього знака лише з позначенням рідколісся. Якщо пні викорчовані, то замість знака вирубки за позначенням наявного контуру рослинності дається чорний напис «Розкорч».

**Вузькі смуги захисних лісонасаджень** добре помітні на аерофотознімках. Форма лісосмуг та їхнє розміщення свідчить про те, що це культурні насадження. Від алей та окремих рядів дерев смуги, перш за все, відрізняються тим, що складаються з

кількох (більше двох) рядів. На аерофотозображенні дорослі лісосмуги зазвичай мають одну зімкнуту або, частіше, кілька паралельних смужок, що чергуються: крон дерев і тіней від них.

Дешифруючи лісосмуги та показуючи їх на планах, крайні кружальця в позначеннях, смуг, що виражаються в масштабі, слід показувати строго на своєму місці, а решту – приблизно через рівні інтервали. Широкі захисні лісонасадження нерідко складаються зі смуг дерев, що чергуються з чагарниками. На топографічних планах це слід, по можливості, передавати.

**Чагарникова та напівчагарникова рослинність.** На топографічних планах та картах умовними знаками чагарників показують невисоку (зазвичай від 0,5 до 6 – 8 м) багаторічну дерев'янисту рослинність, що гілкується, на відміну від дерев, від самої основи, тобто від поверхні землі, що не має головних стовбурів. Чагарники протягом усього розвитку мають багато стовбурців, чим відрізняються від молоді порослі низки деревних порід.

На аерофотознімках суцільні чагарники характеризуються дрібнозернистою структурою фотозображення, невеликими тінями. Від молоді порослі лісу чагарники відрізняються, зазвичай, більш рівним тоном, що часто обумовлено однородністю складу. При камеральному розмежуванні чагарників та порослі допомагає врахування особливостей проростання та розміщення одних та других. Так, чагарники частіше зустрічаються в заплавах річок, у балках і ярах, на узліссях степових дібров і т.п. На заростаючих вирубках у лісах більша вірогідність зустріти поросль. На топографічних планах масштабу 1:2000 суцільні чагарники оконтурюють, починаючи з площі 1 см<sup>2</sup>.

**Трав'янисту рослинність** при топографічному дешифруванні поділяють за її висотою та якісними особливостями, що залежать від умов місцез перебування, зокрема – зволоження. При цьому своїми умовними знаками показують: лугову рослинність, вологолюбну рослинність, високотрав'я (заввишки 1 м і більше), очеретяні зарості, степову трав'янисту рослинність.

До лугової рослинності відносять усю різноманітність багаторічних трав, пристосованих до умов середнього зволоження, що розвиваються протягом усього вегетаційного періоду та утворюють густий і щільний травостій менше 1 м висоти і суцільну дернину. У топографії знаками лугової рослинності відображають також лісові трави на галявинах, прогалинах та вирубках усередині контурів лісу. На аерофотознімках лугова трав'яниста рослинність не має жодної специфічної структури аерофотозображення, ні певного фототону.

Надмірно зволожені (заболочені) луки характеризуються на аерофотознімках темнішим тоном зеленого кольору, ніж оточуючі їх сухі ділянки. Межі заболочених лук нерідко дуже розпливчасті. Такі межі на топографічних планах передають без оконтурювання, що відповідає розміщенню крайніх позначень (штрихування) заболоченості.

### **Культурна рослинність**

Для культурної рослинності на аерофотознімках характерні геометрично правильні елементи: форма контурів, майже паралельні ряди та смуги, межі, лінії огорож тощо. На аерознімках фруктові та цитрусові сади характеризуються закономірним і порівняно розрідженим розміщенням проєкцій крон та тіней дерев, взаємно перпендикулярні ряди яких утворюють своєрідні клітини. При показі на топографічних планах садів витягнутої форми ряди кружалець умовного позначення повинні бути паралельні довгій осі контуру (крім випадків, коли ця вісь йде приблизно під кутом  $45^\circ$  до південної рамки). У всіх інших садах, зокрема, складних неправильних обрисів і великих площ, ряди кружалець розмішують паралельно до південної рамки плану. Фруктові сади, а також плантації деревних технічних культур оконтурюють на топографічних планах при площі від  $0,5 \text{ см}^2$  і більше. Ягідні сади, плантації чагарникових та трав'янистих технічних культур, виноградники та рисові поля оконтурюють на планах масштабу 1:2000, починаючи з площі  $1 \text{ см}^2$

Ягідні сади – посадки ягідних чагарників (малини, смородини, агрусу та ін.) на аерофотознімках помітні у вигляді

чітко окреслених ділянок, заповнених паралельними зімкнутими смужками рядів кушів, і поздовжніх вузьких інтервалів, що їх розділяють.

Умовним знаком **газонів** на топографічних планах відображають спеціально залишену або посіяну трав'янисту рослинність на вулицях населених пунктів та бульварах, у парках, скверах, у дворах тощо. Цей знак допускається застосовувати й там, де така рослинність подекуди пошкоджена, але може бути швидко відновлена. Газони виділяються на аерофотозображенні рівномірною гладкою структурою.

Умовним позначенням **ріллі** на топографічних планах показують оброблювані земельні ділянки, зайняті посівами зернових, овочевих, баштанних, кормових та технічних культур, а також однорічними та багаторічними травами. До ріллі відносять поля, зайняті під парами, а також ділянки, звільнені від посівів (стерня минулого та поточного року). На аерофотознімках рілля виділяється різко вираженими межами, зазвичай правильною формою контурів та добре помітними слідами обробки (паралельні борозни, різнотонні смуги, своєрідні петлі від розворотів тракторів на краях масивів тощо). Тон чи колір ріллі на аерофотозображенні залежно від ґрунтових умов, фази розвитку рослин, ступеня зволоження, часу аерознімання та характеру сільськогосподарських робіт може змінюватися від майже чорного (свіжозорані чорноземи та вологі ділянки деяких інших ґрунтів) до майже білого (стигли зернові культури, чисті пари на підзолистих та піщаних ґрунтах тощо). Засіяна рілля в період вегетації має зелене забарвлення різних відтінків. Якщо аерознімання виконане в період збирання врожаю, на аерофотознімках добре видно світлі валки.

До городів при топографічному дешифруванні відносять оброблювані землі в межах присадибних ділянок в населених пунктах, або «нарізані» ділянки в межах великих земельних масивів поблизу населених пунктів. На відміну від однорідної структури зображення ріллі в межах масиву, городи відображені у вигляді чергування темних та світлих вузьких смуг різних відтінків та кольорів.

## 4.2. Польове дешифрування

Польове дешифрування – це розпізнавання об'єктів при співставленні їх з місцевістю, визначення їх характеристик, нанесення невідображених об'єктів, збір відомостей про їхні характеристики та назви.

Близько 80% топографічних об'єктів можна віддешифрувати камерально, але основною складністю є процес розкриття їх змісту для правильного використання умовних знаків та пояснювальних підписів. Тому доцільно камеральне дешифрування завершувати польовим дешифруванням.

Отже, при такому дешифруванні всі топографічні об'єкти необхідно обстежити в полі для визначення необхідних характеристик. Об'єкти, що не розпізнаються на аерофотознімку через малі розміри, слабкий фотографічний контраст чи замаскованість (тінями, рослинністю, будівлями) наносяться промірами від чітких контурів відомими геодезичними способами (перпендикулярів, лінійних засічок, промірами в створі, полярним способом тощо).

Стан об'єктів місцевості при польовому дешифруванні фіксується на момент їх польового обстеження, а не на момент аерофотознімання. Це дуже важливо, оскільки з моменту аерофотознімання до проведення польового дешифрування проходить деякий час, протягом якого зображена місцевість може зазнати певних змін. Всі ці зміни необхідно зобразити на плані в процесі польового дешифрування. Процес польового дешифрування, як і камерального, виконується в два етапи: визначення об'єктів та їх викреслювання в умовних знаках заданого масштабу.

Під час польового дешифрування всі помітки треба робити м'яким олівцем або ручкою на роздрукованому фотоплані з нанесеними результатами камерального дешифрування. На фотоплані також можуть попередньо наноситись межі проблемних зон, щодо яких виникли запитання в процесі камерального дешифрування. Повноцінне польове дешифрування потребує не тільки великої уваги, але і значних затрат часу.

Другий етап дешифрування, тобто цифрування топографічних об'єктів необхідно виконувати камерально в картографічному редакторі Digital в наступній послідовності. Спочатку наносять пункти геодезичної основи, потім населені пункти, промислові споруди та підписи до них, дороги, лінії електропередач та зв'язку, гідрографію, рослинність, елементи рельєфу (бровки, обриви та інші) і межі угідь. Далі необхідно виконати пояснювальні підписи та заповнити контури угідь відповідними умовними знаками.

#### **4.2.1. Польове дешифрування населених пунктів**

Під час проведення польового дешифрування уточнюється конфігурація будинків, тип будівлі (житлова, нежитлова), поверховість, вогнестійкість та матеріал будівництва. При дешифруванні в масштабі 1:2000 всі будівлі розділяються за використанням графічно наступним чином: у зображенні житлових будівель розміщують велику літеру Ж, нежитлових – Н, а при зображенні будівель громадського призначення – замість буквених індексів дається обов'язково пояснювальний підпис (полікл, маг., адм., кафе, клуб і т. д.). Кожне з цих позначень повинно поєднуватись з показником їх вогнестійкості. Матеріал побудови будівлі слід вказувати тільки при дешифруванні вогнестійких будівель (Ц–цегляні, К–кам'яні, Б–бетонні, Ш–шлакоблокові тощо). Невогнестійкі будівлі (дерев'яні, глинобитні тощо) позначаються на плані без вказання матеріалу лише за призначенням – житлові – Ж та нежитлові – Н). В процесі польового дешифрування житлової забудови обов'язково вказується кількість поверхів відповідною цифрою в багатоповерхових будівлях.

При польовому дешифруванні населеного пункту необхідно обійти його зовнішні межі та всі вулиці, проїзди, дослідити будівлі. Вулиці та проїзди в населених пунктах обов'язково показуються двома лініями, навіть тоді, коли будівлі розташовані тільки з одного боку.

При польовому дешифруванні встановлюється нумерація будинків та назви вулиць. Номера вказуються на кутових будівлях кожного кварталу. Матеріал огорож показується відповідними умовними знаками. Рослинність перед будівлями

або на вулиці необхідно показувати у вигляді кружалець, при цьому важливо, щоб їх густота відповідала озелененню даного населеного пункту в дійсності.

Межі кварталів треба показувати умовним знаком того об'єкта, по якому проходить ця межа, тобто дороги, проїзди, загорожі, канави і т. д.

Під час польового дешифрування встановлюються характеристики ліній електропередач (кількість дротів, напруга) та уточнюється положення опор.

Необхідно зобразити відповідними умовними знаками також монументи, пам'ятники і скульптури та дати їм пояснювальний підпис, встановлений під час польового обстеження території.

#### **4.2.2. Польове дешифрування об'єктів промисловості та комунального господарства, повітряних та підземних комунікацій**

Під час польового дешифрування промислових об'єктів уточнюються їх характеристики та фіксуються зміни, що відбулися в проміжку часу між аерофотозніманням та польовим обстеженням. При обстеженні кар'єрів встановлюється кінцевий матеріал видобутку, діючий кар'єр чи ні. Вали та купи корчування зазвичай добре видно на аерофотозображенні. При польовому обстеженні встановлюють, з яких конкретно компонентів вони складаються (грунт, каміння, пні, повалені дерева). Саме їх і показують у відповідних валах.

Особливу увагу під час польового дешифрування слід приділяти визначенню характеристик ЛЕП, ЛЗ та інших повітряних комунікацій. Щоб відрізнити в натурі ЛЕП від ЛЗ, потрібно враховувати: куди йдуть підведення, звідки й куди йде сама лінія, чи є на ній трансформатори (на ЛЗ їх ніколи немає), які дроти та їх кількість, які стоять опори (зокрема поворотні), які ізолятори. Так, у ЛЗ зазвичай тонкі голі дроти (іноді на одній опорі – особливо вздовж залізних і автомобільних доріг – їх багато), стовпи низькі – висотою 4 - 6 м, поворотні стовпи з підкосом, рідше – з відтяжкою, штирьові ізолятори – «вертикальні».



У ЛЕП низької напруги (до 380 В включно) висота стовпів 4 - 6 - 8 м, штирьові ізолятори та поворотні стовпи такі ж, як і у ЛЗ. У ліній з напругою 220 В зазвичай 2 дроти, а у ліній з напругою 380 - 4 дроти з ізоляцією. У ЛЕП середньої напруги (1, 3, 6, 10 кв.) – товсті дроти, штирьові ізолятори широкі і плоскі, стовпи високі – 6 – 8 м і більше, поворотні опори зазвичай анкерні, А-подібні, або трикутні, проводів на опорі мало.

На матеріалах дешифрування потрібно вказувати напругу струму в лінії та кількість дротів. При цьому слід враховувати, що на деяких ЛЕП, крім електропроводів, встановлені громозахисні троси (вони завжди тонші та укріплені вище дротів). У таких випадках вказується кількість тих та інших. Наприклад, «6 др. та громозах. трос». Напругу ЛЕП високої напруги можна встановити за кількістю «тарілок» у підвісних гірляндах ізоляторів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Напруга ЛЕП залежно від кількості ізоляторів у гірлянді

Напруга ЛЕП (кВт)	Число ізоляторів в гірлянді (шт.)
35	3-4
110	6-8
150	8-10
220	10-14
330	14-21
500	20-26
750	34-42

Зустрічаються ЛЕП і ЛЗ, які несподівано «обриваються» в полі (місця переходу повітряних ліній у підземний кабель, силові лінії для електрооранки та ін.) Подібні місця повинні відображатись на планах у повній відповідності до природи. Крім того, на матеріалах дешифрування потрібно пояснити причину «обриву» повітряної лінії.

Підземні кабелі ліній електропередач та зв'язку на незабудованих територіях дешифруються важко, бо траншеї для кабелів вузькі і над ними насипу не залишається. Тому при польовому дешифруванні необхідно орієнтуватись на встановлені вздовж траси стовпи-пикети («сторожки») та застережні щити, що забороняють копати землю вздовж кабелю.

#### **4.2.3. Польове дешифрування залізничної та дорожньої мереж**

На великомасштабних знімках залізниці та більшість пов'язаних з ними об'єктів дешифруються камерально. При польовому дешифруванні можуть уточнюватись матеріал та призначення станційних будівель і споруд, розташування семафорів та світлофорів, назви станцій, зупинкових пунктів, платформ, постів тощо.

При польовому дешифруванні дорожньої мережі, здебільшого, уточнюється клас доріг та тип покриття. Часто на фотозображенні шосейних доріг з гравійним та щебеневим покриттям важко розмежувати проїжджу частину та узбіччя, оскільки матеріал покриття розсипаний по всій ширині дорожнього полотна. В таких випадках на матеріалах дешифрування рекомендується розміщувати повні характеристики ширини удосконалених та звичайних шосе (синім кольором). Ці характеристики (наприклад, «6,4 (9,8) Ш») мають відповідати фактично показаній ширині проїжджої частини дороги та загальної ширини полотна з узбіччями.

Також польовому дешифруванню підлягають кілометрові стовпи, покажчики доріг та необладнаних замських зупинок автобусів, покажчики назв населених пунктів та річок, а також інші дорожні знаки, які в залежності від їх розмірів та масштабу аерофотознімання не відобразилися на аерофотозображенні.

#### **4.2.4. Польове дешифрування об'єктів гідрографії, мостів та гідротехнічних споруд**

Дешифрування відкритих водойм та водотоків не викликає особливих ускладнень, так як водну поверхню легко відрізнити від ділянок суші. Однак не завжди на фотозображенні чітко видно берегову лінію водотоків, якщо вона закрита деревами та кущами. На окремих ділянках невеликі річки та струмки можуть бути повністю закриті суцільними заростями чагарників та дерев, що суттєво ускладнює визначення не тільки ширини водотоків та форми берегової лінії, але й напрямку русла в цілому. Особливо відчутно ця проблема постає, якщо аерознімання виконувалось в період вегетації деревостою. Встановлення напрямку русла та характеру берегової лінії водотоків в таких умовах можливе лише

в процесі польового дешифрування. При дешифруванні річки також встановлюється її назва, ширина, глибина, напрям та швидкість течії.

При польовому дешифруванні мостів визначаються та вказуються їхні характеристики: матеріал спорудження (в чисельнику дробу), довжина моста та ширина його проїжджої частини в метрах (в знаменнику), вантажопід'ємність у тоннах.

Проводячи дешифрування мостів, слід враховувати матеріал, з якого споруджено їх прогонові споруди, оскільки матеріал будівництва проміжних опор відображається на планах окремо. Міст вважається металевим, якщо у нього сталеві ферми, хоча опори споруджені з бетону.

Довжину моста вимірюють за його настилом; біля мостів із береговими опорами (устоями) у загальну довжину моста включають і такі устої. Ширина моста, що вказується на плані, характеризує ширину його проїжджої частини, для чого вимірюють не загальний «поперечник» мосту, а лише відстань між колесовідбійниками, тобто виключають величину бічних смуг для пішоходів. При вимірюваннях слід впевнено розрізнити настил мосту і ґрунтові насипи, що зникаються з ним.

Особливу увагу під час польового дешифрування слід приділяти малим мостам довжиною до 1 м на автомобільних дорогах та відкритим зверху вузьким лоткам на залізницях, які у ряді випадків не помітні на аерофотозображенні. При їх показі на планах слід виключити можливість плутанини позначень цих об'єктів із знаками труб: у перших повинні бути чітко викреслені поперек траси дороги короткі рисочки.

Польове дешифрування гідротехнічних споруд включає розпізнавання на меліоративних каналах водорозподільних пристроїв та регуляторів, матеріалу спорудження. При польовому обстеженні потрібно встановити і відобразити на плані наявність на водорозподільнику заслінки (щитка).

#### **4.2.4. Польове дешифрування рослинності**

При польовому дешифруванні лісовкритих площ необхідно дати такі характеристики лісу: основну породу дерев,

середню висоту і товщину стовбура дерева, а також середню відстань між ними.

Висоти деревостанів отримують, вимірюючи кілька дерев першого (верхнього) ярусу і виводячи середній показник. Вимірювання в натурі зазвичай ведуть найпростішими висотомірами або звичайним рівнобедреним прямокутним трикутником. Середню товщину стовбурів дерев визначають на рівні грудей людини в натурі за допомогою мірної вилки або звичайною рулеткою. Останньою вимірюють довжину кола стовбура, а потім, розділивши на три, одержують його діаметр.

Середню відстань між стовбурами дерев рекомендується визначати у трьох – п'яти місцях кожного деревостою. При цьому вимірюють в натурі відстані від одного з дерев до 4 – 6 дерев, які найближче до нього стоять. Підлісок до уваги не приймається. Потім обчислюють середнє з отриманих вимірів.

Якщо висота молодої породи дерев менша за 4 м, то це відноситься до порослі лісу і показується відповідним умовним знаком та підписується назва породи і середня висота стовбура.

При польовому обстеженні в лісі дешифруються просіки (квартальні, граничні і т.д.), при цьому необхідно вказати їх ширину.

Чагарникова рослинність на плані масштабу 1:2000 показується, починаючи з площі 1см<sup>2</sup>, а середню висоту кущів визначають під час польового дешифрування і вказують до десятих частин метра.

Трав'яну рослинність при дешифруванні поділяють за її висотою та якісними умовами, що залежать від зволоження. При цьому своїм умовним знаком показують: лугову рослинність, вологолюбну рослинність, високу трав'яну (висота 1м і більше), очеретяну та степову рослинність. Все це легко з'ясувати при польовому дешифруванні. Уточненню підлягає також культурна рослинність (фруктові, ягідні та фруктові-ягідні сади необхідно супроводжувати скороченими пояснювальними підписами).

#### **4.3. Виявлення змін на місцевості на момент дешифрування**

Виявлення змін на місцевості виконується в процесі польового дешифрування шляхом співставлення зображення на ортофотоплані з відповідною територією в натурі. При цьому необхідно з'ясувати на місцевості, які контури та об'єкти зазнали змін, які не відобразились на фотоплані та нові топографічні об'єкти, які з'явилися на місцевості в період між аерофотозніманням та польовим дешифруванням.

Всі зміни місцевості необхідно виявити та показати на матеріалах дешифрування. При цьому контури об'єктів, що зникли, перекреслюються хрестиками, об'єкти, що зазнали змін приводяться у відповідність до цих змін, а нові об'єкти наносяться інструментально від чітких контурів відомими геодезичними способами (перпендикулярів, лінійних засічок, створними промірами, полярним способом тощо). В навчальних цілях зображення нових об'єктів дозволяється наносити схематично.

У відповідному розділі звіту з навчальної практики необхідно детально описати, які саме об'єкти зазнали змін та, які нові об'єкти з'явилися на зображеній місцевості.

#### **4.4. Графічне оформлення результатів дешифрування**

Результати камерального та польового дешифрування повинні бути графічно оформлені безпосередньо на ортофотоплані відповідно до умовних знаків масштабу 1:2000. Крім того графічні матеріали дешифрування можуть містити додаткові пояснювальні підписи (синім кольором) та позначення зниклих об'єктів синіми хрестиками.

Велике значення при графічному оформленні результатів дешифрування має достовірне нанесення та точне відтворення кутів виражених в масштабі будівель і споруд, оскільки саме від них виконуються проміри при різних інженерних роботах.

При дешифруванні фотопланів і центральних частин аерознімків основи будівель зазвичай не видно, тому необхідно здійснювати перегляд аерофотозображень будинків на аерознімках, що перекриваються, в тому числі і з сусідніх маршрутів. Таким чином вдається розглянути основи будівель з одного, рідше – з двох боків. В останньому випадку (рис. 4.1)

спочатку викреслюють видимі сторони основи будівлі. Потім через один із видимих кутів будівлі проводять лінію, паралельну протилежній видимій стороні основи, і відкладають довжину рівну довжині видимої сторони. Кінець побудованої лінії з'єднують з іншим кутом будівлі. Таким чином буде визначено контур всієї основи дешифрованої будівлі прямокутної форми.



Рис. 4.1. Нанесення цоколя будівлі за двома видимими сторонами

Якщо з аерофотозображення вдається розпізнати лише одну сторону основи будівлі, то дві перпендикулярні до неї сторони цоколя доводиться наносити за виміром даху. На рис. 4.2 показано зображення на краю аерофотознімка триповерхової будівлі з двосхилим дахом, в якій видно одну (довгу) сторону. Короткий бік основи будинку задано за величиною вимірювання даху. Потрібно враховувати, що розміри будівлі, виміряні за аерофотозображенням даху, будуть дещо збільшеними, як через наявність карнизів і звісів дахів, так і через різномасштабність зображень основ будівель і дахів (останні завжди більші). Особливо відчутний вплив різномасштабності зображень основ будівель і дахів у випадку аерознімання багатопверхових будинків з низьких висот фотографування, що більш характерно для аерознімання з БПЛА.



Рис. 4.2. Нанесення цоколя будинка за однією видимою стороною з врахуванням звісу даху та різномасштабності основи і даху будівлі

При дешифруванні матеріалів, створених на основі сканерних аерознімків камери 3-DAS-1, яка дає три ракурси зображення, доцільно виконувати цифрування будівель в стереорежимі по знімках, вибираючи потрібний ракурс для спостереження основ будівель з різних боків (рис. 4.3).



Рис. 4.3. Зображення будівлі в трьох ракурсах на сканерних аерознімках камери 3-DAS-1

Фрагмент віддешифрованої території населеного пункту наведено на рисунку 4.4

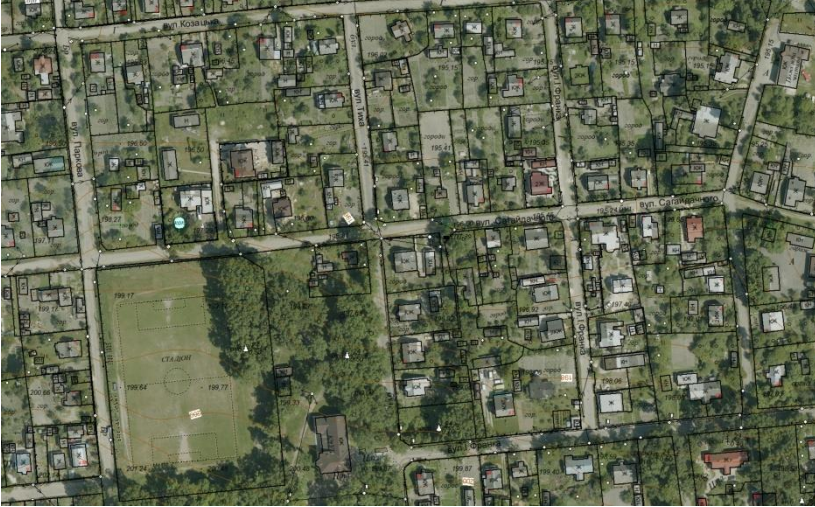


Рис. 4.4. Приклад дешифрування території населеного пункту в масштабі 1:2000

Після нанесення усіх віддешифрованих об'єктів виконується зарамкове оформлення матеріалів дешифрування в масштабі 1:2000 та друкується для звіту на листі формату А1.



### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. К., 1999.

2. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.

3. Федоров Д. Digitals. Використання в геодезії, картографії, та землеустрої. Вінниця : ТОВ «Аналітика», 2015. 354 с.

4. Agisoft PhotoScan User manual: Professional Edition, version 1.3, 2016.

5. Phantom 4 Professional. User manual, 2017.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт здобувачами вищої освіти зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» з дисципліни «Основи фотограмметрії» Частина II «Цифрові технології в фотограмметрії» / С. М. Трохимець, Н. В. Левчук. Рівне : НУВГП, 2018. 38 с.

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Застосування безпілотних літальних апаратів в завданнях картографії» для здобувачів освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / С. М. Трохимець, Р. М. Янчук. Рівне : НУВГП, 2023. 58 с.

## ДОДАТОК А

### Порядок оформлення та склад звіту з навчальної практики

Звіт з навчальної практики з фотограмметрії та супутникової геодезії (Том 1: «Фотограмметрія») складається з пояснювальної записки та графічної частини.

Пояснювальна записка друкується на листках формату А4. Містить титульну сторінку, зміст, вступ, текстову та розрахункову частини, висновки.

#### Структура пояснювальної записки

##### ТИТУЛЬНА СТОРІНКА

*Зразок оформлення титульної сторінки наведений в додатку Б.*

##### ЗМІСТ

##### ВСТУП

*Зазначається мета і завдання навчальної практики, актуальність задач, які вирішуються, основні напрямки застосування отриманих матеріалів в завданнях своєї спеціалізації («Геодезія», «Геоінформаційні системи і технології», «Землеустрій та кадастр»).*

#### **1. РОЗРОБКА ПРОЕКТУ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ ТА ПЛАНОВО-ВИСОТНА ПРИВ'ЯЗКА МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗЙОМКИ**

##### **1.1 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

*Вказуються вхідні дані для проектування аерофотознімальних робіт, аерознімальне обладнання та його основні характеристики. Виконується розрахунок параметрів аерофотознімання з наведенням формул та підстановкою. Результати розрахунків зводяться у формі таблиці (табл.2.2).*

##### **1.2. ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛЬОТНОЇ МІСІЇ ТА ВИКОНАННЯ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

*Зазначається загальна інформація про об'єкт знімання, аерознімальне обладнання, програмне забезпечення для проектування місії та виконання аерознімальних робіт. Вказуються вихідні та розрахункові параметри запроєктованої місії. Приводиться опис вимог щодо організації аерознімальних робіт. Графічну інтерпретацію створення проекту аерофотознімання в програмі Drone Deploy представити у вигляді рисунку 2.1.*

### **1.3. СКЛАДАННЯ ПРОЕКТУ ПЛАНОВО-ВИСОТНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

*Вказується спосіб виконання прив'язки (до чи після аерознімання). Описуються загальні вимоги до кількості опорних та контрольних точок, до об'єктів і контурів місцевості, які можуть використовуватись у якості опознаків. Складається проект розміщення опорних і контрольних точок в масштабі 1:2000 і друкується на форматі A2.*

### **1.4. ПОЛЬОВІ РОБОТИ З ПРИВ'ЯЗКИ АЕРОФОТОЗНІМКІВ**

*Описується технологія виконання прив'язки аерофотознімків, спосіб визначення координат і висот, назва приладу. Наводяться фотоабриси опорних та контрольних точок (табл. 2.3) та каталог координат і висот (табл. 2.4).*

## **2. ОПРАЦЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ**

### **2.1 ОЦІНКА ЯКОСТІ АЕРОФОТОЗНІМКІВ**

*Описуються основні вимоги до фотографічних знімків. Результати контролю якості аерофотознімків заносяться до спеціальної форми (таблиця 3.1).*

### **2.2. ПОБУДОВА ОРТОФОТОПЛАНУ МІСЦЕВОСТІ**

*Описується порядок створення ортофотоплану в програмі Agisoft PhotoScan. Формується звіт про опрацювання знімків. Виконується нарізка ортофотоплану на листи масштабу 1:1000 та зарамкове оформлення планшетів у програмі Digitals. Для друку всього ортофотоплану на одному листі формату A1 додатково виконується зарамкове оформлення*

планшету не стандартного розміру (500×500 мм), а такого, щоб помістилося усе ортофотозображення.

### 2.3 ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ОРТОФОТОПЛАНУ

Описуються складові контролю якості ортофотоплану, порядок визначення середньоквадратичної помилки планового положення. Результати контролю якості ортофотоплану заносяться до «Форми контролю якості виготовлення ортофотоплану» (табл. 3.4).

## 3. ДЕШИФРУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ АЕРОФОТОЗНІМАННЯ

### 3.1. КАМЕРАЛЬНЕ ДЕШИФРУВАННЯ

Описується порядок та особливості камерального дешифрування тих об'єктів, які зобразилися на ортофотоплані. Розпізнані топографічні об'єкти вносяться у відповідну таблицю, вказуючи дешифрувальні ознаки, за якими вони розпізнаються, та умовні знаки, що їм відповідають (табл. 4.1). Ортофотоплан з результатами камерального дешифрування друкується на листі формату А1 для використання на етапі польового дешифрування.

### 3.2. ПОЛЬОВЕ ДЕШИФРУВАННЯ

Описується порядок та особливості польового дешифрування об'єктів у межах плану. Особлива увага приділяється об'єктам, які не зобразилися на ортофотоплані. Усі уточнення та встановлені характеристики фіксуються на польовому фотоплані, за потреби наводяться письмові пояснення. Графічні матеріали польового дешифрування додаються до звіту.

### 3.3. ВИЯВЛЕННЯ ЗМІН НА МІСЦЕВОСТІ НА МОМЕНТ ДЕШИФРУВАННЯ

Дається детальний опис об'єктів, що зазнали змін та нових топографічних об'єктів, які з'явилися на місцевості в період між аерофотозніманням та польовим дешифруванням. Усі зміни фіксуються на графічних матеріалах польового дешифрування.

### 3.4. ГРАФІЧНЕ ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЕШИФРУВАННЯ

*Результати камерального та польового дешифрування графічно оформляються у вигляді ситуаційного плану безпосередньо на ортофозображенні відповідно до умовних знаків масштабу 1:2000. Виконується зарамкове оформлення і друкується на форматі А1.*

#### ВИСНОВКИ

*Викладаються основні результати робіт, одержані під час проходження практики відповідно до поставлених у вступі завдань. У висновках слід звернути увагу на якісні та кількісні характеристики отриманих результатів, обґрунтувати їх достовірність.*

**Графічна частина** включає наступні матеріали:

1. Проект розміщення опорних і контрольних точок (лист формату А2).
2. Ортофотоплан (лист формату А1).
3. Матеріали польового дешифрування (лист формату А1).
4. Ситуаційний план за результатами камерального та польового дешифрування (лист формату А1).

Скріплена пояснювальна записка та графічні матеріали здаються в картонній папці на зав'язках з наклеєним титульним аркушем.

## **ДОДАТОК Б**

Міністерство освіти й науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою  
Кафедра геодезії та картографії

### **ЗВІТ з навчальної практики з фотограмметрії та супутникової геодезії**

#### **Том 1 «Фотограмметрія»**

**Виконала бригада № 1:**

Бригадир: Василюк О.Л.

Дмитрук В.О.

Петрук В.В.

Сергійчук С.П.

Керівник практики \_\_\_\_\_ Трохимець С. М.

Рівне-2024

**ДОДАТОК В****Характеристики камери**

<b>Найменування характеристик</b>	<b>Показники</b>
Діапазон коливання підвісу при нахилі, °	-90 до +30
Кут огляду, °	84
Тип сенсора	1'' CMOS
Роздільна здатність, Мп	20
Розміри матриці, пікс	4864×3648
Фізичний розмір пікселя матриці, мкм	2,61
Фокусна відстань, мм	8.8
Фокусна відстань (еквівалент формату 35 мм), мм	24