

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра
Довженка

Кафедра професійної освіти та
комп'ютерних технологій

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**Тема: Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання
топографо-геодезичних робіт з методикою викладання теми**

Виконав:

Боков Артем Юрійович

015 Професійна освіта (Будівництво)

Науковий керівник:

канд. пед. наук,

Хоменко О.Г.

Допущено до захисту

" ___ " _____ 2024 р.

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

Дата захисту: « ___ » _____ 2024 р.

Національна

оцінка

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Підписи членів комісії:

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ (науковий ступінь, учене звання)

_____ Тетяна ВАСЕНОК

_____ (підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

для виконання магістерської роботи здобувачеві

Бокову Артему Юрійовичу

015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Науковий керівник **Хоменко Олександр Григорович**, канд. пед. наук

Тема: **Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання топографо-геодезичних робіт з методикою викладання теми**

Термін подання здобувачем виконаної роботи «20» листопада 2024 р.

1. Перелік основних джерел за темою дослідження (вихідні дані): держані будівельні норми та стандарти, звіт з науково-виробничої практики.
2. Зміст магістерської роботи:
 - розглянути основні поняття та завдання топографії і геодезії;
 - виконати аналіз сучасних методів знімання місцевості, у тому числі аерознімання;
 - розглянути характеристики існуючих БПЛА для аерознімальних робіт, удосконалити їх класифікацію;
 - розкрити технологію виконання аерознімальних робіт з використанням БПЛА;
 - розглянути картографічні матеріали створені на основі аерознімання;
 - розробити методику викладання даної теми з використанням мультимедійних презентацій.
3. Орієнтовний перелік графічного матеріалу: таблиці розрахунків, електронна презентація роботи – 18-20 слайдів

Науковий керівник

_____ Олександр ХОМЕНКО

_____ (підпис)

Завдання отримав

«__» _____ 2024 р.

_____ Артем БОКОВ

_____ (підпис здобувача)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(науковий ступінь, учене звання)

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ПЛАН-ГРАФІК
виконання магістерської роботи

Тема: Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання топографо-геодезичних робіт з методикою викладання теми

Здобувач: Боков Артем Юрійович

Спеціальність 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Будівництво)

№№ з/п	Розділи, підрозділи та їх зміст	Термін виконання	Відмітка наукового керівника про виконання
1.	Робота з інформаційними джерелами: добір, аналіз та обробка літератури, формування бібліографії	02.02.24	виконано
2	Розробка наукового апарату дослідження і написання вступу	20.03.24	виконано
3	Розробка теоретичної частини дослідження	25.06.24	виконано
4.	Накопичення та систематизація практичних матеріалів. Написання розділів роботи	27.10.24	виконано
5.	Написання висновків, оформлення роботи і підготовка до захисту	10.11.24	виконано
	Попередній захист роботи	21.11.24	виконано
	Доопрацювання у відповідності з зауваженнями. Підготовка виступу-презентації	28.11.24	виконано
	Захист магістерської роботи		

Підпис здобувача _____

Артем БОКОВ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА У ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ	9
1.1. Загальні відомості про топографію і геодезію	9
1.2. Методи знімання місцевості	17
1.3. Основні характеристики БПЛА для аерознімання місцевості ...	24
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ АЕРОЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ З ВИКОРИСТАННЯМ БПЛА	38
2.1. Аерознімання місцевості з використанням БПЛА	38
2.2. Картографічні матеріали отримані на основі аерофотознімання	47
РОЗДІЛ 3. Методика викладання теми «Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання топографо-геодезичних робіт» з використанням мультимедійних презентацій	53
3.1. Основні положення та дидактичні вимоги використання електронних презентацій	53
3.2. Розробка методичного забезпечення викладання теми з використанням мультимедійної презентації	58
Висновки	71
Список використаних джерел	74

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Аерофотознімання – фотографування земної поверхні з літака чи супутника за допомогою спеціальних аерофотокамер.

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором за допомогою безпілотного авіаційного комплексу,

Ортофотоплан - план на основі трансформованих аерознімків, прив'язаних до геодезичній основі і чітким орієнтуванням на місцевості.

Топографічна зйомка – сукупність робіт зі створення топографічних карт або планів місцевості за допомогою різних інструментів.

Топографічний план – картографічне зображення елементів ситуації і рельєфу місцевості, її планування, існуючих будівель і споруд з їх технічними характеристиками.

GNSS (Global Navigation Satellite System) - система супутникової навігації, створена з метою позиціонування (визначення місця розташування в просторі - координат) об'єктів..

ГІС – геоінформаційна система.

ЦММ – цифрова модель місцевості.

ЦМО – цифрова модель об'єкта.

ЦМР – цифрова модель рельєфу.

ВСТУП

Актуальність теми. Світова практика демонструє стрімкий розвиток і широкі можливості застосування безпілотних літальних апаратів. Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором за допомогою безпілотного авіаційного комплексу, що включає в себе систему наземного контролю і зв'язку.

БПЛА використовують для науково-дослідницьких спостережень, проведення військово-розвідувальних операцій, контролю державних кордонів, надання допомоги з ліквідації наслідків аварій та катастроф, гасіння пожеж, логістичних перевезень, контролю безпеки дорожнього руху, обробки сільськогосподарських полів, запобігання несанкціонованим вирубкам лісу та браконьєрству в національних парках і заповідниках, проведення атмосферних і метеорологічних спостережень, моніторингу стану будівельних об'єктів, автомобільних і залізничних доріг, аеропортів, магістральних трубопроводів, виконання аерофото зніманих місцевості та ін..

БПЛА прогнозують долю мобільних телефонів - в найближчому майбутньому вони можуть стати незамінним атрибутом нашого повсякденного життя. Це пояснюється, насамперед, порівняно невеликою їх вартістю, простотою керування, незначними витратами на експлуатацію тощо.

Аерофотознімання місцевості з використанням БПЛА, є на сьогодні найбільш актуальним і рентабельним рішенням для більшості завдань геодезії і топографії. За допомогою БПЛА отримують точні і достовірні фото- та відеоматеріали про особливості рельєфу місцевості для будівництва, здійснюють лазерне сканування будівельних об'єктів, проводять моніторинг зведення будівель і споруд тощо.

На безпілотні апарати може бути встановлено різне обладнання для проведення вишукувальних робіт. Завдяки великому обсягу і оперативності

отримання інформації і відносній простоті застосування методи аерофотознімання з БПЛА посіли провідне місце у створенні картографічних матеріалів: ортофотопланів, цифрових моделей місцевості і рельєфу, топографічних карт і планів тощо.

Технічні можливості використання БПЛА обмежені низкою обставин, серед яких є обмежений час їх польоту. На ефективність застосування БПЛА суттєво впливають метеорологічні фактори. За складних погодних умов спричинених дощем, сніговою заметіллю, градом, туманом та в умовах щільної міській забудови використання надлегких та легких безпілотників практично неможливе .

Актуальним є на сьогодні і забезпечення безпечного, стійкого, двостороннього комунікаційного з'єднання з пунктом управління. Від якості і безперервності зв'язку багато в чому залежить оперативність і результативність аерознімання.

Сьогодні виробники випускають БПЛА різних класів, з широким діапазоном технічних і аеродинамічних характеристики, різними типами аерознімального та навігаційного обладнання. Дослідження можливостей БПЛА для розв'язання різних завдань - дослідницьких, наукових, виробничих ще далеке від завершення.

Метою магістерської роботи є дослідження можливостей використання БПЛА для аерознімання місцевості і створення картографічних матеріалів та методика викладання теми

Відповідно до мети дослідження визначено такі **завдання**:

- розглянути основні поняття та завдання топографії і геодезії;
- виконати аналіз сучасних методів знімання місцевості, у тому числі аерознімання;
- розглянути характеристики БПЛА для аерознімальних робіт та їх класифікації;
- розкрити технологію виконання аерознімальних робіт з використанням БПЛА;

- розглянути картографічні матеріали створені на основі аерознімання;
- розробити методику викладання даної теми з використанням мультимедійних презентацій.

Об'єктом дослідження є аерофотознімання місцевості з БПЛА.

Предметом дослідження є технології аерофотознімання за допомогою БПЛА.

Методи дослідження полягають у аналізі літературних джерел із проблеми дослідження, систематизації та узагальненні даних.

Практичне значення результатів роботи. Отримані у роботі результати можуть використовуватись в підготовці здобувачів освіти інженерно-педагогічних спеціальностей будівельного профілю, у розробці нових тем і розділів дисципліни «Інженерна геодезія», у впровадженні у освітні програми підготовки магістрів професійного навчання нових дисциплін.

Обсяг та структура роботи. Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи становить 76 сторінок, які включають 70 сторінок основного тексту.

РОЗДІЛ 1. ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА У ТОПОГРФІЧНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ

1. Загальні відомості про геодезію, топографію

Всебічне вивчення поверхні Землі та наявних на ній об'єктів для всіх сфер потреб суспільства є дуже складним завданням. Тому виникає необхідність моделювання, тобто створення моделі яка зможе замінити безпосереднє вивчення місцевості. Створенням таких моделей земної поверхні займається топографія.

Топографія – наукова дисципліна, що займається детальним вивченням окремих частин поверхні Землі із збереженням її геометричних пропорцій та досліджує способи зображення цієї поверхні у вигляді графічних та/або цифрових моделей, планів, карт, вертикальних поперечних перерізів (профілів), для вирішення різноманітних інженерних завдань.

Кarti та плани - є кінцевим продуктом топографії. Для створення карт територій країни, необхідно створити та постійно оновлювати мережу точок із відомими координатами, які визначаються з високою точністю. З переходом до масштабних вимірювань вимоги до точності визначення координат точок постійно зростають.

Топографія дуже важлива для розвитку будівництва і промисловості, сільського господарства, науки, обороноздатності держави тощо.

Топографія має велике значення для дослідження, проєктування, зведення, експлуатації та моніторингу (спостереження за осіданнями, деформаціями) різних будівельних об'єктів - заводи, вокзали, аеропорти, житлові будинки, атомні електростанції, гідротехнічні споруди, залізниці, автомобільні дороги, лінії електропередач та зв'язку, трубопроводи тощо). Їх можна побудувати та експлуатувати тільки за допомогою планів, карт, профілів.

Топографія відіграє важливу роль в обороні країни. Під час бойових дій важливо знати рівень прохідності чи недоступності певної місцевості. Велике значення мають не тільки гірські хребти, ліси, долини, озера, болота, але й невеликі складки місцевості, які можуть служити захистом для військових. Роль геодезії та топографії в армії особливо зросла з появою новітніх інформаційних технологій і систем озброєння. Так, наприклад направити на ціль ракету можна лише за допомогою складних вимірювань та розрахунків.

Фотографічна топографія (аерофотознімання) стосується дослідження методів та засобів створення топографічних карт та планів за допомогою фотознімання земної поверхні.

Термін «топографія» є частково споріднений із терміном «геодезія», який в перекладі з давньогрецької означає землеподіл (geo - земля і daizo - ділю на частини, поділяю). Сучасна геодезія - це наука про методи дослідження форми та розмірів Землі, зображення її поверхні на картах та спеціальних вимірювань, необхідних для вирішення інженерно-технічних, економічних та інших задач.

Особливо велике значення топографії і геодезії у будівництві. Карти і плани є основою проектування об'єктів будівництва. Геодезичні методи і дані необхідні для розробки проектів інженерних споруд, перенесення проекту на місцевість, у процесі зведення будівель та споруд. Геодезичними вимірюваннями й побудовами здійснюється безперервний контроль забезпечення геометричних параметрів споруди та її конструктивних елементів у процесі виконання будівельних робіт, визначаються відхилення споруди та її елементів від проектного положення.

Геодезичні роботи завершують будівництво складанням виконавчих креслень, без яких жоден об'єкт не може бути прийнятим у експлуатацію. У процесі експлуатації споруд виконуються спостереження осідань та деформацій споруд.

Інженерна геодезія має прикладне значення - геодезичні роботи, які проводяться під час розвідки, будівництва та експлуатації різних споруд, а

також під час встановлення обладнання та спостереження за вертикальними та горизонтальними переміщеннями інженерних споруд.

Геодезичні вимірювання передують багатьом важливим заходам розвитку національних проєктів. Геодезичні вимірювання проводяться на поверхні землі та в їх надрах, у атмосферних шарах, в океанах та морях.

Геодезичні знімання проводяться на етапі планування, будівництва та реконструкції населених пунктів, залізниць та автомобільних доріг, тунелів, мостів, магістральних нафтогазопроводів та інших споруд, а також для моніторингу просідання великих споруд.

Геодезичні роботи мають велике значення в сільському господарстві. Виконання землевпорядних робіт з раціонального використання земельних ресурсів, з обліку сільськогосподарських площ та їх якості тісно пов'язане з геодезичними вимірюваннями.

Геологічні розвідки виконуються з використанням геодезичних матеріалів та вимірювань. Будівництво метрополітенів, тунелів, шахт, розробка родовищ неможливе без маркшейдерських робіт геодезистів.

Геодезія відіграє особливу роль у питаннях національної оборони. Топографічні карти використовуються для огляду місцевості під час розвитку бойових дій та для відображення бойової ситуації.

Моделювання поверхні землі, яке проводиться з метою вивчення її геометричних властивостей, називається топографічним моделюванням, а отримані в результаті такого моделювання моделями – топографічними моделями місцевості.

Топографія використовує різні технічні засоби починаючи від найпростіших до складних електронних пристроїв. Основними продуктами топографії є інформація про місцевість, що пов'язує її з інформатикою.

У топографічному моделюванні між місцевістю та його моделлю існує взаємно залежна відповідність. У топографії моделюють форми, розміри та просторове положення об'єктів місцевості або їх окремих частин; якісні та кількісні властивості топографічних об'єктів і т.і.

Цифрові топографічні моделі мають і своє повсякденне застосування. Це може бути простий перегляд зображення карти на екрані або презентація з використанням серії карт та інших географічних зображень. Це також підготовка оригінального макета великоформатної карти для подальшого друку на спеціальних пристроях (плоттерах), підготовка та показ анімованих карт тощо.

Розвиток комп'ютерної техніки призвів до створення автоматизованих систем проектування, у тому числі топографічних планів і карт. У зв'язку з цим з'явилася необхідність подання й збереження інформації з топографії місцевості в цифровому вигляді. Моделі поверхні Землі зручно розглядати як цифрові моделі об'єктів (ЦМО). Сучасні методи комп'ютерного опрацювання інформації ґрунтуються на створенні цифрових моделей об'єкта, які є пріоритетними для розв'язання цілої низки наукових та народногосподарських завдань. Цифрова модель об'єкта надає інформацію про об'єкт, а також правила оперування з цією інформацією. Об'єкти земної поверхні визначаються геометричними характеристиками, зв'язками, типом, атрибутами, часовими змінними. Геометричним поданням об'єкта є точка, лінія і поверхня. Цифрові моделі об'єктів залежно від задачі дослідження можуть мати самостійний характер або ставати елементами цифрової моделі місцевості місцевості

У пам'яті комп'ютера цифрові дані місцевості можуть бути подані у вигляді координат X , Y , H великого масиву точок земної поверхні. Така сукупність точок з їхніми координатами утворить *цифрову модель місцевості* (ЦММ). Під цифровою моделлю місцевості (ЦММ) розуміють впорядковану сукупність точок з інформацією про місцевість у цифровій формі. З ЦММ можна з необхідною точністю можна отримати характеристики території та об'єктів, що розташовані на ній (рис.1.1).

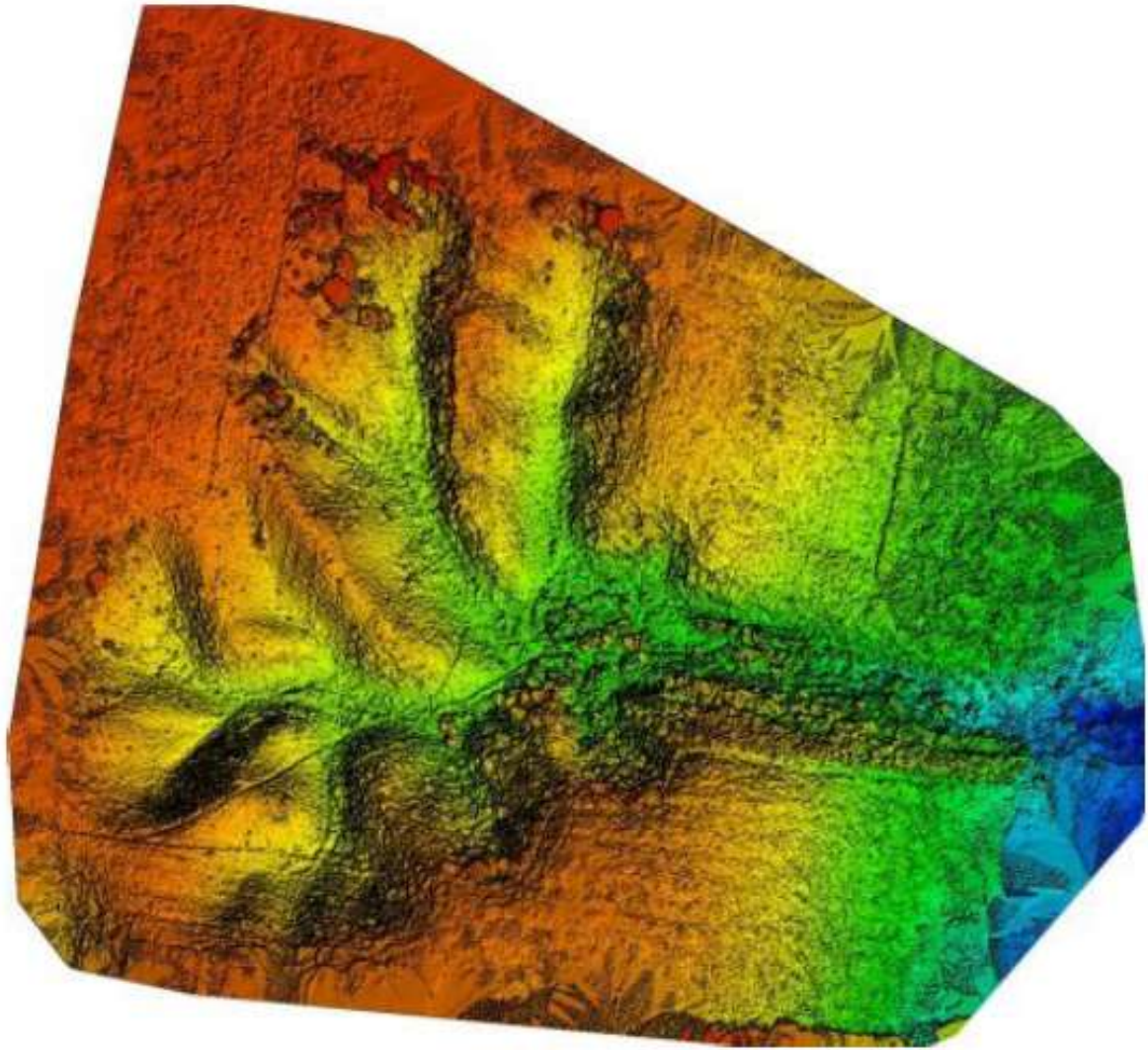


Рис. 1.1. Цифрова модель місцевості

За змістом ЦММ поділяють на цифрову модель *ситуації* (контурів місцевості) і цифрову модель *рельєфу*. Цифрова модель рельєфу характеризує топографічну поверхню місцевості і визначається сукупністю вибраних точок земної поверхні з координатами X , Y , H , так, щоб у достатній мірі відобразити характер рельєфу (рис.1.2). Цифрова модель рельєфу(ЦМР) - це цифрове подання рельєфу місцевості на основі сукупності точок, які дають можливість із заданою точністю відтворити реальну поверхню землі та її структуру.

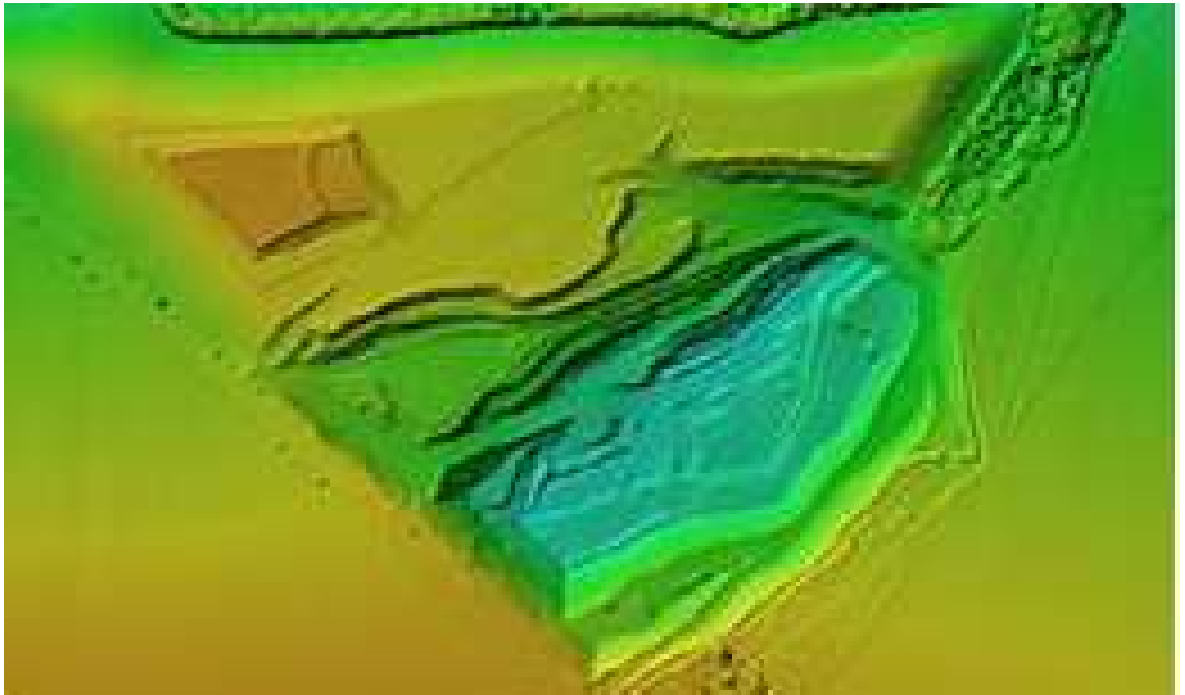


Рис. 1.2. Цифрова модель рельєфу

Основні сфери застосування цифрових моделей рельєфу пов'язані з визначенням та побудовою ізоліній (горизонталей), побудовою профілів, визначенням вододілів та ліній стоку, вибором оптимальних трас доріг, каналів, мереж та інших лінійних об'єктів, виділенням басейнів водозборів, визначенням обсягів земляних робіт та ін. Зростає кількість вишукувальних робіт, метою яких є отримання даних про зсувні, ерозійні та деформаційні процеси. До окремої групи робіт, пов'язаних з рельєфом, належить визначення площ затоплених та підтоплюваних територій.

Дані для створення ЦМР отримують з фотограмметричних вимірювань, з наземного (геодезичного) знімання, лазерного сканування, дистанційного знімання або з використанням інших систем, які дають просторові координати точок місцевості.

Через різноманіття форм рельєфу докладно описати його в цифровому виді досить складно. Тому залежно від розв'язуваних завдань й характеру рельєфу застосовують різні способи складання цифрових моделей. ЦМР може мати вигляд таблиці значень координат x , y , H у вершинах сітки

квадратів або правильних трикутників, рівномірно розташованих на всій площі ділянки місцевості.

Модель може бути задана також у вигляді таблиці координат точок, розташованих у характерних місцях рельєфу або на горизонталях (рис. 1.3).

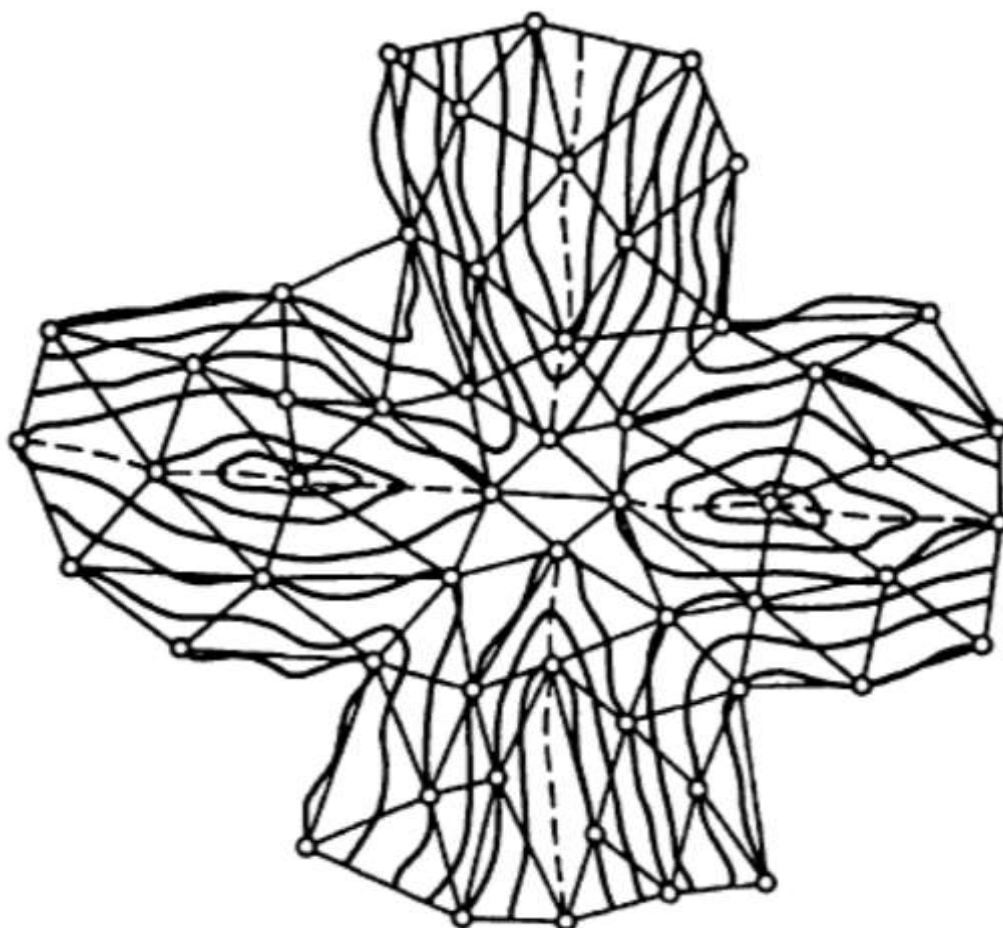


Рис. 1.3. Схема розташування характерних точок цифрової моделі рельєфу

Користуючись значеннями координат точок цифрової моделі рельєфу для більш докладного його опису на комп'ютері за спеціальною програмою, визначають висоту будь-якої точки ділянки місцевості.

Сучасна геодезія включає в себе такі види робіт:

- Розмічувальні роботи. Даний вид робіт проводиться з метою винесення проектних точок меж ділянки в натуру.

- Виконавчі знімання. При зведенні будівель та споруд, щоб забезпечити висотне і планове положення встановлених конструкцій, проводять геодезичні роботи, які називаються виконавчою зйомкою. Мета виконавчої зйомки - визначити точність винесення проекту в натуру і виявити всі відхилення від проекту, допущені в процесі будівництва.
- Інженерно-геодезичні дослідження, в ході яких проводяться знімання і вивчення рельєфу території, об'єктів існуючої забудови і інших елементів. для отримання топографічних матеріалів.
- Топографо-геодезичні роботи. Проводиться знімання різних масштабів, оновлення та створення топографічних карт, фотознімання, планування надземних і підземних споруд.
- Топографічна знімання земельної ділянки - сукупність геодезичних робіт з визначення меж і висот земельної ділянки, а також комунікацій і об'єктів в межах даної земельної ділянки. Метою топографічної зйомки земельної ділянки - є створення топографічних карт і планів місцевості різних масштабів, з детальним зазначенням розташованих на них об'єктів і комунікацій.
- Кадастрові геодезичні роботи - складання кадастрового плану території, визначення площі ділянки, межування землі, визначення меж і винесення в натуру.
- Топографічне знімання з повітря (аерофотознімання). Сучасні методи геодезії і розвиток технологій, дозволили спростити процедуру топографічного знімання. З літальних апаратів (літаки, гелікоптери, БПЛА та ін.) за допомогою спеціальних фотооптичних приладів виконують аерофотознімання місцевості. Аерофотознімання затребуване, в першу чергу, для створення 3D моделей місцевості, ортофотопланів і матриць висот.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки відбуваються фундаментальні зміни технології і методів проектно-вишукувальних робіт та будівництва об'єктів, які знаходить відображення в зміні складу і методів виконання геодезичних робіт, а також в якісній зміні геодезичних приладів і

обладнання. Так, в проєктно-вишукувальних та будівельних роботах все більш широке застосування знаходять системи автоматизованого проєктування (САПР), географічні інформаційні системи (ГІС) і т.д.

Очевидно, що будівельники, аграрії, землевпорядники, військові та представники багатьох інших професій повинні добре володіти новітніми високопродуктивними технологіями топографо-геодезичних робіт.

1.2. Методи знімання місцевості

Процес виконання геодезичних вимірів для складання карт і планів місцевості називається *зніманням*.

Розрізняють знімання наземні і надземні. *Наземні* геодезичні знімання поділяють на горизонтальні, вертикальні і топографічні (планово-висотні). Якщо при зніманні визначають взаємне розміщення предметів та контурів місцевості, то його називають *горизонтальним (контурним) зніманням*. Результати *вертикального знімання* дають можливість отримати перевищення між характерними точками, відобразити рельєф місцевості на карті або плані.

Топографічні знімання - це комплекс геодезичних робіт зі знімання ситуації та рельєфу місцевості для складання топографічних карт, планів і профілів. Зніманню і відображенню на топографічних планах підлягають всі елементи ситуації і рельєфу місцевості, забудови та благоустрою територій, підземних і наземних комунікацій. На топографічних картах і планах зображують різні об'єкти місцевості: контури населених пунктів, сади, городи, озера, ріки, болота, дороги, лінії електропередач тощо. Сукупність цих об'єктів називається *ситуацією*. *Рельєфом місцевості* називають сукупність нерівностей фізичної поверхні Землі. Найбільш практичним

способом зображення рельєфу, який дає можливість вирішувати інженерні завдання, є спосіб горизонталей (ізоліній). *Горизонталь* – це замкнена крива лінія, яка показує геометричне місце точок земної поверхні з однаковими висотами.

Топографічне знімання виконують із точок місцевості, положення яких відомо у прийнятій системі координат. Такими точками можуть бути пункти опорних державних і інженерно-геодезичних мереж. Якщо кількості точок, що припадають на площу ділянки знімання недостатньо, геодезичну основу згущають обґрунтуванням, яке називають знімальним. Точки знімального обґрунтування, як правило, закріплюють на місцевості тимчасовими знаками: дерев'яними колами, стовпами, металевими штирями, трубами. Якщо ці точки передбачається використати і надалі, їх закріплюють постійними знаками.

Ситуацію місцевості зображають в умовних знаках, а рельєф місцевості – горизонталлями. Точки, що визначають на плані положення контурів ситуації, умовно поділяють на тверді й нетверді. До твердих відносять чітко обумовлені контури споруд, побудованих з довговічних матеріалів (цегла, бетон, камінь), наприклад, кути капітальних будинків. Контури, що не мають чітких границь, наприклад луки, ліс, рілля, городи, озера та ін. відносять до нетвердих.

Надземні знімання поділяють на *аерознімання* за допомогою фотооптичних приладів, встановлених на літальних апаратах і *космічні* зі штучних супутників Землі.

Вид зйомки, яка буде виконуватись на земельній ділянці чи на іншій території, визначається, виходячи з того, які дані про місцевість треба отримати. Різні види геодезичних зйомок передбачають використання різних геодезичних методів та інструментів виходячи з рельєфу території, забудови та інших факторів. Залежно від того, які методи і прилади використовується при виконанні зйомок знімання, поділяють на: окомірні, бусольні, теодолітні, нівелювання поверхні, тахеометричні, мензульні,

фототопографічні, лазерні сканування, аерознімання, космічні, комбіновані і інші.

Наземні знімання.

Окомірне знімання – одне із найпростіших контурних знімань. Виконується як допоміжне при виконанні інструментального знімання за допомогою приладів, рекогносцировки місцевості, прив'язки положення геодезичних знаків до місцевих предметів і контурів споруд і т.д.

Бусольне знімання. Виконується за допомогою мірної стрічки або рулетки і бусолі. Контурний план має більш високу точність ніж при окомірному зніманні.

Теодолітне (горизонтальне) знімання є однією з найбільш точних видів контурного знімання місцевості. Виконується за допомогою теодоліта, мірних стрічок, рулеток або/та оптичного віддалемірів.

Тахеометричне знімання є одним із видів топографічного знімання місцевості, яке які найбільш часто використовується при вишукуванні інженерних споруд. Виконується за допомогою теодоліта-тахеометра для крупномасштабного знімання невеликих територій, вишукуванні інженерних споруд і т.п. Тахеометричне знімання за допомогою сучасних електронних тахеометрів дозволяють автоматизувати взяття відліків, обробку результатів вимірів і складання планів та цифрових моделей рельєфу.

Фототахеометричні знімання виконується фототахеометром, в якому поєднані теодоліт з фотокамерою.

Мензольне знімання є одним із графічних методів визначення положення предметів, контурів та характерних точок рельєфу.

Надземні знімання.

Традиційні наземні методи знімання займають тривалий час і пов'язані зі значними часовими і фінансовими витратами . Проведення наземного знімання місцевості займає багато часу, тому що знімання виконується поступово, від однієї точки до іншої. Недоліки традиційних методів очевидні у процесі польових робіт на об'єктах з значною площею і важкопрохідних

територіях. Крім того, більшість робіт для створення карт і планів виконується у камеральних умовах.

Альтернативою наземним зніманням може бути аерофотозйомка і космічне знімання. Завдяки великому обсягу отриманої інформації і відносній простоті застосування дистанційні фотографічні методи посіли провідне місце у створенні картографічної продукції. Так, на відміну від тахеометричного, мензульного та наземного фототопографічного знімань, аерофототопографічне знімання значно скорочує витрати часу і коштів на складання та оновлення топографічних карт і планів. Це можливо за рахунок того, що фотознімання дає змогу отримати одномоментні зображення значних за розмірами ділянок території у вигляді дрібномасштабних аерофотознімків (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Фотоплан м. Києв (зйомка - червень 2024 р.)

Аерофотознімання з пілотованих літальних апаратів. З літальних апаратів (літаки, гелікоптери, БПЛА та ін.) за допомогою спеціальних фотооптичних приладів - аерофотокамер фотографують місцевість.

З літака з певної висоти, що залежить від масштабу знімання, фотографують місцевість автоматичною аерофотокамерою при майже вертикальній її оптичній осі. У результаті отримують знімок місцевості, близький до горизонтального. Для того щоб зняти всю необхідну площу, виконують кілька знімків з перекриттям - зображення на наступному знімку перекриває зображення на попередньому (рис.1.5).

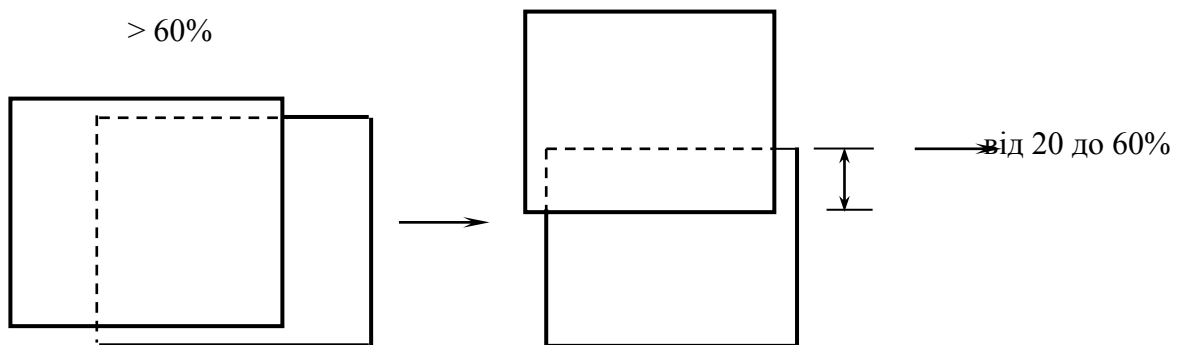


Рис.1.5 Перекриття аерофотознімків поздовжнє (ліворуч) і поперечне (праворуч)

Знімки шляхом трансформування приводять до одного масштабу - необхідному масштабу топографічної знімання. При трансформуванні знімки також приводять до горизонтальної проєкції. Щоб виконати трансформування, на знімках треба мати кілька точок, координати яких на місцевості відомі. Ці точки називають розпізнавальними знаками. Їх розпізнання (знаходження) на знімку виконують польовими вимірами на місцевості.

Традиційне аерознімання, яке проводиться за допомогою літаків (наприклад, АН-2, АН-30, ТУ-134, ІЛ-18, Сесна) або вертольотів (Ми-8, Ка-26) вимагає значних фінансових витрат на обслуговування і заправку техніки, що призводить до високої вартості аерофототопографічних робіт.

Застосування пілотованих авіаційних апаратів економічно не вигідне:

- для знімання невеликих об'єктів і територій малої площі. В цьому випадку економічні і часові витрати на організацію робіт на одиницю знятої площі істотно перевищують аналогічні витрати при зніманні великих і значно віддалених від аеродрому площ та об'єктів;

- регулярного моніторингу протяжних лінійних об'єктів: трубопроводи, залізниці, транспортні магістралі.

Аерокосмічні знімання. Аерокосмічні знімання виконуються з штучних супутників Землі, пілотованих космічних кораблів і орбітальних станцій. Зображення місцевості отримують за допомогою спеціальної апаратури, яка встановлюється на космічних носіях. Серед аерокосмічних розрізняють знімання фотографічні, сканерні, теплові інфрачервоні, радіолокаційні та ін.

Дані супутникового знімання дозволяють отримати знімки з максимальним загально доступним дозволом 0,6 м, що недостатньо для створення карт великих масштабів. Окрім того, не завжди вдається виконати добір безхмарних знімки з архівів зьомки. У разі знімання на замовлення втрачається оперативність отримання даних.

Аерознімання з БПЛА. В даний час БПЛА є самим швидким і ефективним методом аерознімання. Технологія аерознімання з БПЛА значною мірою відпрацьована. Значна частина БПЛА, що експлуатуються призначені для повітряної розвідки і спостереження, які здійснюються за допомогою фото - і відеознімання.

Вартість виконання робіт з БПЛА порівняно з традиційним наземним зніманням методами відрізняється незначно. Так, наприклад, вартість робіт з БРЛА становить близько 20-25 тис. гривень за 100 га, що також включає створення ортофотоплана та 3D моделі місцевості, тоді як, середня вартість виконання наземного знімання становить близько 8-10 тис. грн. за 1 га. І це вартість тільки топографо-геодезичних польових робіт без врахування камеральних робіт з виконання топографічних планів місцевості .

На відміну від знімання з пілотованих літальних апаратів, використання БПЛА значно дешевше, та й дає можливість отримувати більш якісніші зображення.

Перевагами застосування БПЛА для знімання місцевості і над космічними зніманнями. Так, для отримання топографічних карт масштабу 1:2000 необхідна фотооснова, яка має дозвіл 15 см/піксель і має похибку визначення координат точок не вище 60 см. При зйомці з БПЛА з використанням компактних фотокамер - з висоти близько 200-300 м отримують фотознімки, які мають дозвіл 5 см / піксель і точність визначення координат 10-15 см та незалежність від метеорологічних умов (хмар на небі).

Приклад порівняння фотографії з супутника і фотографії з БПЛА (рис1.6..)



Рис. Порівняння фотографії з супутника (ліворуч) і фотографії з БПЛА (праворуч)

Отже, перевагами застосування БПЛА у аерозніманні місцевості є:

1. Економічна ефективність.

2. Можливість виконувати знімання з невеликих висот і поблизу об'єктів. Отримання зображень високої роздільної здатності.

3. Оперативність отримання знімків – весь цикл робіт від візду на знімання до отримання результатів, займає кілька годин. За одну годину для масштабу 1:500 безпілотник загалом знімає 5 км², для 1:2000 – приблизно 15 км². Нема складної процедури отримання дозволів польотів (у мирний час).

4. Екологічність польотів - електричні двигуни або малопотужні бензинові мають практично нульовий вплив на навколишнє середовище.

5. Можливість застосування в зонах техногенних катастроф, забруднень без ризику для життя і здоров'я пілотів.

1.3. Основні характеристики, класифікація, та системи керування безпілотних літальних апаратів.

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором за допомогою безпілотного авіаційного комплексу, що включає в себе систему наземного контролю і зв'язку.

Існують інші розповсюджені назви -- безпілотні авіаційні системи (БАС), дрони, квадрокоптери, мультикоптери, коптери та ін., що створює певні труднощі у визначеннях.

Широке використання БПЛА у військовій сфері було пов'язано з війнами та збройними конфліктами: «в'єтнамська війна», «арабо-ізраїльська війна», «афганська війна» та ін. Однією з причин, що сприяла стрімкому розвитку та масовому застосуванню БПЛА у військовій авіації, була прийнята у 1972 році командуванням Військово-повітряних сил США доктрина «нуль смертей», яка полягала у тому, що класний льотчик цінніший за будь-який,

навіть найдорожчий безпilotний літальний апарат, і застосування дронів дозволяє виконувати військові завдання без втрат життя пілотів.

Поштовхом розвитку дронів в Україні стали події на Донбасі. До розробки військових і цивільних дронів були залучені такі підприємства: «Антонов», «Атлон Авіа», UA Technology, Ukrspesystems, DroneUA тощо.

БПЛА відрізняюся розмірами, льотними характеристиками та типом. Вони можуть бути дуже малими (див. мал. 1.21) або подібними до великих пілотованих літаків.



Рис.1.7. Мікро дрон Black Hornet вагою 33 г

Термін *drone* переводиться як трутень У 30-х роках минулого століття цим словом, неофіційно іменувалися за невисоку швидкість та гучний політ англійські БПЛА версії літаків «DH.82 QueenBee». З 1941 року, цей термін став офіційно вживатись у армії США.



Рис. 1.8. Підготовка до запуску БПЛА DH.82 QueenBee, на якій присутній прем'єр-міністр Великобританії У. Черчелль

БПЛА може бути запущений за допомогою ракети, катапульти або вручну. БПЛА здатні зависати в повітрі або розвивати швидкість до 1000 км/год.

Можливе управління БПЛА - пульт з дисплеєм або з смартфона, планшету або програмне забезпечення супутникового підключення.

Пілотування БПЛА може відбуватися як в дистанційному режимі командами оператора, так і в автоматичному за допомогою різноманітних систем управління, наприклад, системи автопілоту, або програми, що дозволяють керувати апаратом в автономному режимі за заздалегідь заданим маршрутом, яка повністю або частково не потребує втручання оператора.

Класифікація БПЛА здійснюється за:

- типом,
- цільовим призначенням,
- технічними характеристиками та параметрами, які залежать від їх конструкції, розмірів та ваги,
- висотою польоту та радіусу дії,
- видом силової установки,
- способом керування тощо.

Існує декілька базових характеристик БПЛА, до яких можна віднести такі:

- автономність польоту,
- максимальна швидкість,
- максимальна висота польоту,
- кількість двигунів та гвинтів (трикоптер, квадрокоптер та ін.)
- тип органу керування.

Залежно від типу БПЛА поділяються на літакові і вертолітні.

БПЛА літакового типу (рис. 1.9) застосовуються переважно для створення ортофотопланів території, цифрових моделей місцевості, моніторингу протяжних лінійних об'єктів.



Рис. 1.9. БПЛА літакового типу моделі Cetus (компанії Abris, Україна)

БПЛА вертолітного типу (інша назва коптери) застосовуються для перспективної знімання, моніторингу невеликих територій або обстеження складних об'єктів та лазерного сканування місцевості (рис.1.10).



Рис. 1.10. БПЛА вертолітного типу моделі DJI Matrice (компанії DJI, Китай)

Вертолітні тип БПЛА здатні вертикально злітати і приземлятися на невідповідні майданчики без додаткового обладнання. Це значно спрощує використання та експлуатацію коптера, особливо у важкодоступних місцях. Ще один плюс вертолітних БПЛА полягає у можливості зниження швидкості руху майже до нуля під час польоту та переходу в режимі зависання. Це дозволяє виконати з будь-якої точки маршруту декілька знімків. Недоліком

коптерів є вібраційні коливання від силової установки, несучого гвинта та трансмісії. Для усунення цього недоліку застосовуються віброгасники (компенсатори).

На відміну від безпілотників літакового типу мультироторний дрон має три і більше гвинтів, що відповідають загальній кількості його роторів (обертаючих крил).

В залежності від кількості роторів розрізняють: трикоптери (три мотори), квадрокоптери (оснащений чотирма моторами); гексокоптери (шість моторів); октокоптери (вісім моторів). Найбільш розповсюдженим типом дронів є квадрокоптер.



Рис. 1.11. Типи дронів: а) трикоптер; б) квадрокоптер; в) гексакоптер; г) октокоптер;

Для спрямування руху та польоту квадрокоптера передбачений механізм, який змушує одну пару пропелерів обертатися в одному напрямку (проти годинникової стрілки), а іншу пару пропелерів у протилежному – за годинниковою. Таким чином, змінюючи відносну швидкість діаметрально розташованих один-від одного гвинтів, досягається керування польотом квадрокоптера. Якщо ротор обертаються з однією швидкістю, апарат злітає, якщо один пропелер обертається швидше, то він нахилиється у бік, таким чином, регулюючи дистанційним пультом роботу пропелерів, можна керувати коптером.

БПЛА всіх типів поділяють на класи за:

- дальністю польоту та радіусу дії;
- злітній масі;
- вантажопідйомності;
- призначенням тощо.

Залежно від дальності польоту, безпілотними умовно можливо поділити на:

- ближньої дії (до 100 км),
- малої дії (до 150 км),
- середньої дальності (до 500 км),
- великої дальності (понад 500 км).

В залежності від типу двигуна, безпілотники поділяються на електричні та з двигуном внутрішнього згорання, у тому числі на водневому паливі (поршневі, роторні, газотурбінні та реактивні).

Залежно від розмірів та максимальної злітної маси, БПЛА можна поділити на такі групи, а саме:

- 1) максимальна злітна маса яких не перевищує 50 кг (рис. 1.12):
 - надлегкі – злітною масою до 5 кг;
 - легкі – злітною масою до 50 кг



Рис. 1. 12 Легкій БПЛА літакового типу моделі PD, (Україна)

2) БПЛА, максимальна злітна маса яких складає від 50 до 300 кг (рис. 1.13):

- малі – злітною масою до 100 кг;
- середні – злітною масою до 300 кг.



Рис.1.13 БПЛА літакового типу моделі М-7 «Небесний патруль», (Україна)

3) БПЛА, максимальна злітна маса яких від 300 кг (рис. 1.14):

- важкі – злітною масою до 1000 кг;
- надважкі – злітною масою понад 1000 кг.



Рис.1.14 БПЛА літакового типу моделі Сокіл-300, (Україна)

Є дві схеми компоновки літакових БПЛА:

Класична схема -фюзеляж - крила – хвіст (рис. 1.15)

Схема - " крило що літає " (рис. 1.16).



Рис. 1.15. Літаковий БПЛА класичного типу



Рис. 1.16. Літаковий БПЛА типу «крило, що літає»

Міні-БПЛА – це клас мініатюрних апаратів із злітною масою до 5 кг (корисне навантаження до 1 кг) та дальністю польоту від 25 до 40 км. Вони набули широкої популярності і поширення у зв'язку з розвитком електроніки та багатократним зниженням цін на малогабаритні електронні прилади. Такі БПЛА призначені для виконання завдань на невеликих ділянках місцевості. Вони прості в експлуатації та легкі у транспортуванні, і як правило, для зльоту коптер достатньо підкинути рукою.

Легкі БПЛА малого радіусу дії мають злітну масу до 50 кг та дальність польоту від 10 до 120 км, середнього радіусу дії – 50-100 км (з корисним навантаженням 5-30 кг) та дальністю польоту - 70-250 км. Найпоширенішим способом посадки є спуск на парашуті, він простий у реалізації і не вимагає спеціальних навичок оператора.

Середні та середньо важкі БПЛА мають злітну масу 100-300 кг і 300-500 кг відповідно, а відстань польотів становить 150-1000 км і 70-300 км відповідно. Через високу злітну масу їх транспортування ускладнено і для їх перевезення потрібна вантажна техніка. Для таких БПЛА застосовується літаковий спосіб посадки.

Клас важких БПЛА середнього радіусу дії включає апарати злітною масою понад 500 кг, призначені для польотів на відстані від 70 до 300 км. Вони можуть застосовуватися для екологічних, метеорологічних та інших досліджень, які потребують тривалого перебування у повітрі. Вони можуть злітати і сідати тільки на асфальтні покриття та ґрунтові аеродроми.

Тяжкі БПЛА великої тривалості польоту мають злітну масу понад 1500 кг та дальність дії близько 1500 км.

В літературних джерелах і можливо знайти й інші класифікації БПЛА. Так, наприклад:

– *залежно від цільового призначення та сфери використання* безпілотники поділяють на військові, цивільні, комерційні, промислові, спортивні і т.і;

– *за способом управління* на дистанційні, автоматичні та комбіновані.

Основними частинами безпілотного аерофотознімального комплексу є:

- корпус апарату;

- двигун;

- бортова система керування (автопілот);

- наземна система управління;

- аерофотознімальне обладнання.

Двигун БПЛА може бути бензиновим та електричним. Бензинові БПЛА застосовуються для тривалих польотів. БПЛА з електричним двигуном використовуються для нетривалих польотів.

Способи керування БПЛА:

1. Ручне керування оператором за допомогою радіопередача у межах видимості або ао зображенню з відеокамери переднього огляду (режим польоту FPV– від першої особи). У першому випадку дальність польоту (200-400) метрів обмежена зором оператора, а у другому випадку технічними характеристиками апаратури (від 5 до 10 км).

2. Напівавтоматчне керування. Політ виконується у режимі FPV, а ряд функцій (стабілізація апарата в горизонті, або висоти польоту,

повернення у точку посадки, польот по колу та ін..) виконується за командами оператора.

3. Автоматичне керування. Повністю автономний польот за заданим маршрутом з попередньо заданими параметрами, при цьому оператор може вносити зміни у маршрут в інтерактивному режимі. Автоматичне керування здійснюється за допомогою бортової системи керування (автопілот).

Бортова система керування (автопілот) – найважливіший елемент БПЛА, містить потужний процесор і ряд датчиків.

У системі керування БПЛА використовуються відкриті операційні системи (Linux), або сучасні спеціалізовані системи реального часу (QNX, VME, VxWorks тощо). Призначення програмного забезпечення безпілота - отримання даних від установлених на БПЛА датчиків. Основними датчиками, якими обладнується дрон, є гіроскоп, акселерометр, датчик швидкості, датчик, які здійснюють управління системи силової тиску, датчики висоти, піродатчик горизонту, система супутникової навігації, магнітний компас, пристрої зчитування зовнішньої і внутрішньої інформації та системи зв'язку з оператором.

На сьогодні отримали широке поширення рішення, де бортовий комп'ютер та основні системи дрону розміщені на одній платі, а процесор бортового комп'ютера має скорочений набір команд по типу мобільного телефону, смартфона, планшета.

Система зв'язку «телеметрії». Для зв'язку з БПЛА та високошвидкісної передачі даних на наземний пункт управління використовується командна радіолінія зв'язку. Як правило вона організовується у межах діапазону прямої видимості на ультракоротких хвилях: 200 - 400 МГц, L (1-2 ГГц), S (2-4 ГГц), C (3,4-8 ГГц), X (7-10,7 МГц). Для зв'язку на великих відстанях можуть використовуватися БПЛА-ретранслятори, а також засоби супутникового зв'язку. У простих надлегких, легких та малих БПЛА також можуть використовуватися мережі мобільних

операторів на частотах 780-960, 925-960 МГц, та 1,7-2,2, 2,5-2,7 ГГц, мережі Wi-Fi, WiMAXMobile, LTE.

У випадках, якщо команди з пульта управління не надходять, БПЛА переходить у режим автопілотування. У цьому режимі БПЛА можуть використовувати як прості програми, типу «повернення», «прямолінійний політ», так й складні програми автоматичного польоту, які використовують електронні карти місцевості та дані навігаційної системи.

Навігаційна система. Навігаційними системами, що використовуються на переважній більшості БПЛА є супутникові радіонавігаційні системи. До найпоширеніших із них належать GPS/NAVSTAR , Beidou (BDS)/GNSS, Galileo , ГЛОНАСС та ін. Сигнали супутникових радіонавігаційних систем формуються на частотах в діапазоні від 1,1 до 1,6 ГГц. Прості навігаційні системи, що встановлюються на надлегких, легких та малих БПЛА використовують інтегрований режим обробки сигналів від кількох сигналів супутникових навігаційних систем, що забезпечує точність навігації від 1 до 2,5 м у горизонтальній та вертикальній площині.

Наземна система керування – це планшет або ноутбук, оснащений модемом для зв'язку з БПЛА та програмне забезпечення, яке служить для планування польотного завдання та відображення його виконання.

Спеціальне обладнання квадрокоптерів для аеротопографічного знімання під конкретні завдання підбирається з урахуванням:

- типу місцевості;
- передбачуваних погодних умов;
- розміру досліджуваної території;
- необхідного для аерознімання часу;
- кінцевих матеріалів знімання, які потрібно отримати.

Аерофотознімальне обладнання – фото- та відеоапаратура, призначена для аерознімання місцевості (цифрові та дзеркальні фото- та відеокамери, які,

що комплектуються змінними об'єктивами. Аерофотознімальне обладнання встановлюється на БПЛА в залежності від його класу та мети використання.

Основним завданням БПЛА є виконання польотного завдання, отримання даних аерофотознімання і реєстрація центрів фотографування. Польотне завдання складається, зазвичай, автоматично по заданому контуру площинного об'єкту або вузловим точкам лінійного об'єкта. Також існує можливість планування польотного маршруту виходячи з необхідної висоти польоту і необхідної роздільної здатності фотографій. Під час польоту на моніторі відображається положення БПЛА та контури фотографій, що знімаються. Оператор має можливість будь-якої миті скоригувати маршрут та направити БПЛА на інший район посадки, а також оперативно посадити за допомогою «червоної» кнопки.

Все обладнання, що використовується, повинно мати необхідні сертифікати і повірки, у тому числі сертифікат про льотну придатність, якщо така потрібна для експлуатації БПЛА.

Використання БПЛА у топографії та геодезії поступово стає повсякденною практикою. Квадрокоптер є самим швидким і ефективним методом аерознімання. Технологія аерознімання з БПЛА значною мірою відпрацьована і у даний час велика частина існуючих і експлуатованих БПЛА призначені для повітряних розвідок і спостереження, які здійснюються за допомогою фото - і відео знімання

Завдяки аерозніманню з БПЛА можна отримати такі матеріали:

- знімки та відеозаписи;
- 3D-моделі;
- ортофотоплани;
- топографічні плани.

БПЛА використовуються для вирішення таких задач, як:

- топографічна аерофотозйомка місцевості;
- вимірювання з метою обліку земель та будівель,
- візуалізація будівель на поверхні землі;

- створення географічних інформаційних систем та контроль містобудівної діяльності;
- моніторинг сільськогосподарських угідь;
- моніторинг стану кар'єрів, відвалів, визначення обсягу робіт у розробках відкритої форми;
- моніторинг лісових угідь та ін.

Серед виробників цивільних БПЛА – у лідерах китайська компанія DJI, яка займає близько 75% світового ринку. Другим за популярністю в світі дронів є французька компанія Parrot , а третім американська корпорація Yuneec.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ АЕРОЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ

2.1. Аерознімання місцевості з використанням БПЛА

Традиційні наземні методи знімання займають тривалий час і пов'язані зі значними витратами виконання робіт. Недоліки традиційних методів очевидні і під час польових робіт на об'єктах з значною площею і важкопрохідних місцях.

В даний час квадрокоптер є самим швидким і ефективним методом аерознімання. На відміну від аерознімання місцевості з пілотованих літальних апаратів, використання дронів набагато дешевше, та й дає можливість отримувати більш якісніші зображення. Перевагами застосування БПЛА є істотні недоліки супутникового знімання.

За допомогою використання технології БПЛА виконується завдання з оперативного картографування місцевості, а також отримання високоякісних даних з роздільною здатністю кілька сантиметрів на піксель.

Один БПЛА може знімати до 40 км² на добу. За одну годину для масштабу 1:500 безпілотник загалом знімає 5 км², для 1:2000 – приблизно 15 км².

Аерофотознімання з використанням БПЛА виконується в три етапи:

1 етап - підготовчий, де готується планове висотне обґрунтування та формування польотного завдання;

2 етап - виконання аерофотознімання, що проводиться в автоматичному режимі,

3 етап - обробка і аналіз отриманих даних.

Підготовчий етап полягає в попередньому огляді ділянки або об'єкта, що буде зніматися, розробці маршруту польоту безпілотника, з якого буде вестися аерофотознімання.

На підготовчому етапі проводиться:

- вивчення наявних матеріалів для проведення аерофотознімання, попередній огляд ділянки місцевості або об'єкта, що буде зніматися;
- визначення вимог до матеріалів, які потрібно отримати за результатами знімання – тип і масштаб карти, межі об'єкта знімання;
- визначення технічних вимог до знімальних матеріалів: роздільна здатність знімків, координати контуру ділянки знімання, перекриття знімків, точність визначення координат центрів фотографування, вимоги до наземної опорної мережі та ін.;
- вибір БПЛА за технічними характеристиками та відповідного аерофотознімального обладнання;
- формування польотного завдання для БПЛА.

Розглянемо популярну модель квадрокоптера DJI Mavic 2 Professional для виконання аерофотознімання. Конструктивно DJI Mavic 2 Pro (рис.2.1) - класичний мультикоптер з чотирма гвинтами, які розташовані на несучій конструкції. Силова установка - чотири електродвигуна.

DJI Mavic 2 Professional простий у користуванні з інтелектуальною системою, яка допомагає оператору керувати апаратом. У польоті всім процесом аерофотознімання керує бортова електроніка за допомогою даних GPS датчиків та передає на пульт фото (відео) високої якості в режимі online.

Керування квадрокоптером здійснюється за допомогою пульта дистанційного керування, сполученого з планшетом або смартфоном на базі операційних систем IOS або Android. Пульт дистанційного керування забезпечує максимальну відстань передачі сигналу до 8 км. Апарат обладнаний системою всебічного виявлення перешкод дозволяє виявляти перешкоди по шести напрямках: зверху/знизу, зліва/справа і ззаду/спереду.



Рис. 2.1. Квадрокоптер DJI Mavic 2 pro:

1) стандартні пропелери; 2) штовхаючі пропелери; 3) безколекторні двигуни; 4) посадкове шасі; 5) електронний регулятор швидкості; 6) політний контролер; 7) приймач; 8) передавач; 9) модуль супутникової навігації; 10) батарея; 11) камера.

Технічні характеристики DJI Mavic 2 PRO наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики DJI Mavic 2 PRO

Тип	Квадрокоптер (4 гвинта)
Максимальна швидкість зльоту	5 м /с
Максимальна швидкість посадки	3 м /с
Максимальна горизонтальна швидкість	до 20 м/ с (у безвітряну погоду).
Максимальний час зависання (без вітру)	29 хвилин
Максимальна відстань польоту	18 км
Максимальна висота польоту	6000 м над рівнем моря, 500 метрів з точки зльоту
Максимальний час польоту (на одній зарядці)	31 хвилина,
Керування	пульт дистанційного керування, сполучений з планшетом або смартфоном
Навігація	GPS, ГЛОНАСС
Діагональ квадрокоптера	354 мм
Маса	1380 г
Камера	
Сенсор	1-дюймова матриця з роздільною здатністю 20 мегапікселів
Об'єктив	регулюєма діафрагма f/2.8-f/11
Формати фото	JPEG, DNG (RAW);
Вбудована пам'ять	8 Гб
Підтримувані карти пам'яті	Micro SD, UHS-1, ємністю до 128 Гб;

Формування польотного завдання виконується спеціальними програмами - Pix4D, Parrot, Drone Deploy та ін. Оператор повинен вибрати програмний засіб, який дозволяє працювати з даною моделлю БПЛА і фотоапаратури, поставити на карті контур ділянки знімання та положення стартового майданчика, встановити необхідну роздільну здатність і перекриття, після чого програма автоматично розрахує план польоту і перевірить його на можливість виконання.

Так, для таких моделей квадрокоптерів, як DJI Mavic Pro, DJI Phantom Pro, DJI Inspire Pro та ін. розроблена спеціальна програма Drone Deploy – хмарний сервіс і додаток для аерофотознімання з використанням БПЛА.

Вона надає можливості для роботи з площинними об'єктами (зйомка полігонів) та протяжними об'єктами (лінійна зйомка). Програма має два режими роботи: простий режим та режим експерта. Функції простого та експертного режиму однакові, але в експертному режимі відображається вікно з властивостями проекту, які користувач може відредагувати. Переключення між режимами не змінює самих властивостей проекту- так, наприклад, можна почати складання проекту в простому режимі, при необхідності перейти в режим експерта для зміни будь-яких параметрів, а потім знову повернутися в простий режим (щоб вікно параметрів не займало робочу область екрана).

У мобільному додатку Drone Deploy можна спланувати маршрут і запустити коптер в політ за розрахованим маршрутом. Фотознімання в потрібних точках і під певним ракурсом виконується автоматично. Програма також дозволяє продовжити політ за маршрутом з місця, де аерофотознімання було перерване внаслідок зміни акумулятора або вимикання апарата.

Вихідними параметрами для планування маршруту знімання є:

- роздільна здатність знімків см/пікс,
- висота польоту, м;
- швидкість польоту квадрокоптера у м/с,

- поздовжнє перекриття та поперечне перекриття знімків (%);

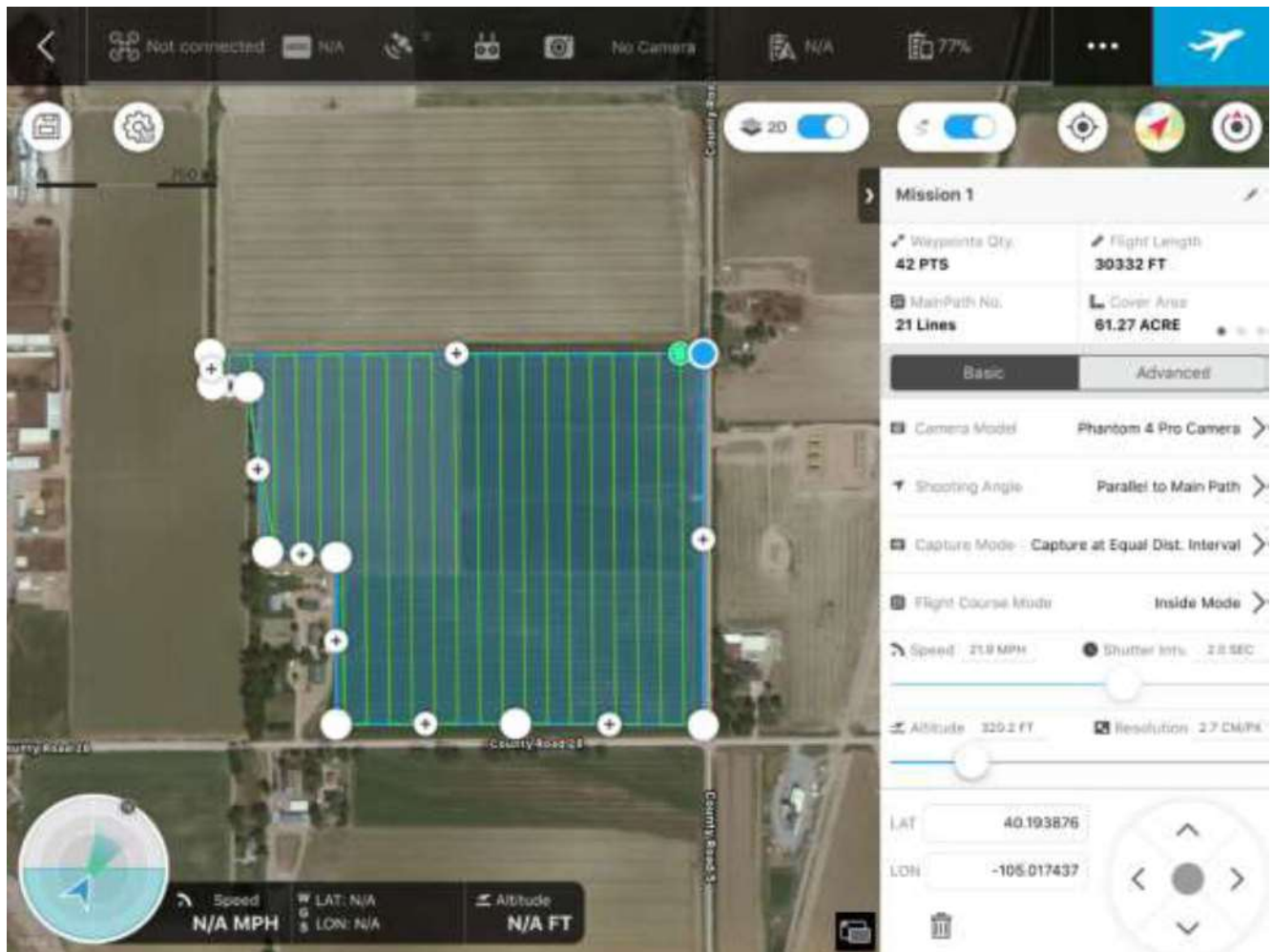


Рис. 2.3. Планування маршруту польоту БПЛА у програмі Drone Deploy

На великих територіях не завжди можливо виконати повний обліт за один польот і тому загальну територію розбивають на окремі блоки.

Інколи у разі побудови якісної 3D-моделі необхідно виконати перехресне перекриття знімків, тому загальна протяжність маршруту і як наслідок кількість аерофотознімків може збільшуватись вдвічі.

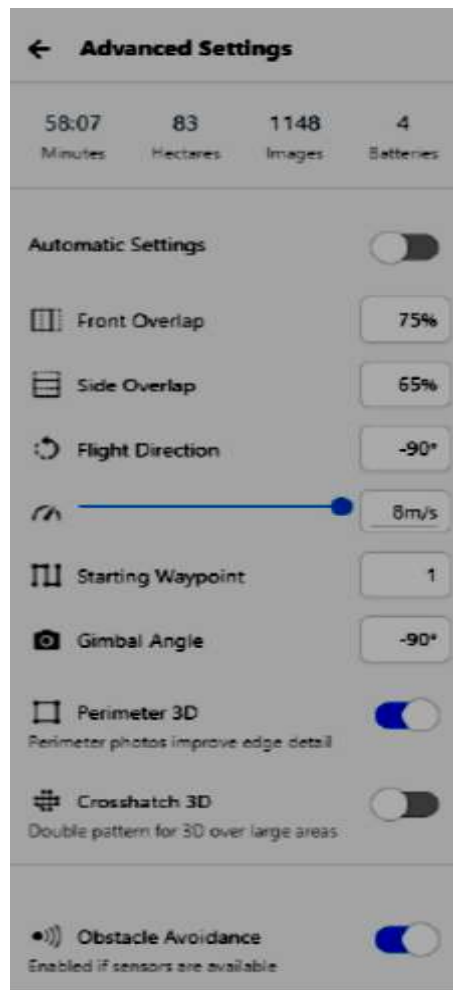


Рис. 2.4. Основні розрахункові параметри польоту: час польоту – 58 хвилин, площа знімання – 83 гектара, кількість фотознімків – 1148, - поздовжнє перекриття - 75%, поперечне перекриття - 65%.

Після проведених робіт на підготовчому етапі переходять до *аерофотознімання місцевості*. На початку знімального дня проводиться аналіз погодних умов на придатність до зйомки. Перед кожним польотом проводиться передпольотна підготовка безпілотної - його технічний огляд, встановлюються карти пам'яті та виконується перевірка акумуляторів на заряд. після прибуття на стартовий майданчик

Також проводиться перевірка та уточнення введених у програму на підготовчому етапі даних. Визначається місце старту на місцевості, завдання точки повернення квадрокоптера і вводяться дані про швидкість і напрям

вітру на робочій висоті, якщо такі відомі Автоматично уточнюється план польоту і повторно перевіряється на можливість виконання. Квадрокоптер стратує за допомогою пускового пристрою зі стартового майданчика. Виконання знімання проводиться в автоматичному режимі за за здалегідь прокладеним маршрутом польоту, де основими розрахункові параметри польоту є:

- висота і фокусна відстань фотоапарата для отримання бажаної роздільної здатності фотознімків (відповідно до необхідних значень см/пікс);
- відстань між паралельними маршрутами для оптимального перекриття сусідніх аерофотознімків, але не менше ніж 60%, що необхідно для коректного складання ортофотоплана;
- час польоту та конфігурації периметра обльоту.

Посадка проводиться в автоматичному режимі в точку повернення квадрокоптера.

Під час проведення знімання проводиться оцінка якості отриманих кадрів та отриманих даних GPS за такими критеріями:

- фактична висота польоту квадрокоптера під час здійснення знімання;
- відсутність у даних збоїв;
- відсутність несприятливих погодних умов;
- відповідність точності GPS;
- швидкість повітря.

Обробка і аналіз даних . На цьому етапі відбувається комплексний аналіз отриманих даних з БПЛА для подальшої камеральної обробки. Це робота з даними, визначення координати міток для прив'язки матеріалів у відповідну систему координат. Завантаження відповідних даних аерофотознімання на комп'ютер, сортування їх за типом, та опрацювання їх у відповідному програмному забезпеченні.

Обробка даних отриманих за допомогою БПЛА полягає в:

- зняті даних (фотознімки та журнал польоту) з носіїв інформації;

- візуальній оцінці якості фотографій і видаленні "технічних" кадрів.

Технічні кадри – це знімки, зроблені поза межами ділянки знімання (при підльоті коптера до ділянки знімання, на дугах його розвороту) та інші фотознімки поганої якості;

- генерація файлу прив'язки центрів фотографування. В процесі польоту апаратура управління веде запис різних параметрів, серед яких – координати, швидкість і параметри орієнтування БПЛА. Після закінчення зйомки з файлу журналу польоту вибирають координати, що відповідають моментам фотографування, і приписують (« прив'язують») їх до відповідних знімків.

Така обробка, як правило, виконується в тій же самій програмі, що планує польотне завдання. Обробка даних максимально автоматизована – на оператора покладено лише функції контролю і управління режимами роботи програми.

Подальшу обробку аерофотознімків виконується для створення моделей поверхонь місцевості і генерації матриць висот і ортофотопланів, у спеціальних програмах Pix4D, Context Capture, Photoscan, Drone Mapper Agisoft Metashape тощо.

Отже основними перевагами аерознімання місцевості з використанням БПЛА є:

- швидке виконання проекту завдяки ефективному способу знімання;
- висока точність та надійність вимірювань, отримання фотозображень високої роздільної здатності;
- швидка передача інформації для обробки.

2.2. Картографічні матеріали отримані на основі аерофото-знімання

Оновлення топографічних карт здійснюють з метою приведення їх змісту до сучасного стану місцевості та відповідно до вимог чинних нормативно-технічних документів [7,8].

Топографічні карти оновлюють за матеріалами виконання аеро- та космічних знімачь або за сучасними картографічними матеріалами. Періодичність оновлення топографічних карт залежить від географічного району території, техногенного навантаження та кількості змін на місцевості і становить:

- для промислово-розвинутих густонаселених територій – від 5 до 7 років;
- для сільськогосподарських середньонаселених територій – від 8 до 10 років;
- для лісових, гірських та степових малонаселених територій – від 10 до 15 років.

Топографічні карти масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 називають топографічними планами.

Топографічні плани масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 складають відповідно до «Основних положень з вибору масштабу і висоти перерізу рельєфу топографічних зйомок населених пунктів» та «Умовних знаків для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500» [15].

Масштаб зйомки та основна висота перерізу рельєфу місцевості визначається з технічних інструкцій і технічних проектів (програм) топографо-геодезичних робіт, залежно від призначення планів.

Топографічні плани масштабу 1:2000 використовуються (рис.):

- для розробки генеральних планів міст, селищ міського типу та сіл;
- для складання проектів детального планування окремих районів міст і селищ, розбивочних креслень з прив'язками червоних ліній до опорних будинків і центрів геодезичних пунктів;

- проектів забудови, інженерної підготовки та озеленення територій міст і селищ;
- для складання виконавчих планів гірничопромислових підприємств (шахт, кар'єрів, розрізів);
- для складання технічних проектів промислових підприємств усіх галузей народного господарства (морських портів, суднобудівних заводів, електростанцій, гідротехнічних споруд, захисних дамб, насосних, компресорних станцій, переходів через великі річки та ін.);
- для складання проектів та робочих креслень осушення та зрошення земель сільськогосподарського призначення;
- для ведення кадастру населених пунктів із одноповерховою забудовою тощо.



Рис. 2.5 Топографічний план місцевості масштабу 1:2000

Топографічні плани масштабу 1:500 застосовують:

- для проектування промислих, сільськогосподарських та цивільних об'єктів будівництва;
- для складання виконавчих планів промислових підприємств, багатоповерхової забудови житлових та цивільних будівель з густою мережею підземних інженерних комунікацій,
- для складання генеральних планів ділянок будівництва та робочих креслень багатоповерхової забудови
- для проведення вертикального планування, для складання планів підземних мереж і споруд і прив'язки будівель та споруд до ділянок забудови міста тощо.



Рис. 2.6. Топографічний план місцевості масштабу 1:500

На топографічних планах, як правило, відображаються всі об'єкти, контури місцевості, елементи рельєфу, які передбачені Класифікатором інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 та Умовними знаками для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500[4].

У зв'язку з стрімким розвитком техніки і технологій створено розширений перелік картографічної продукції. До неї належать:

- топографічна карта з графічним зображенням ситуації та рельєфу;
- цифрова карта з ситуацією та рельєфом;
- цифровий ортофотоплан з фотографічним зображенням ситуації та графічним відображенням рельєфу;
- цифрова модель рельєфу.

Цифровий ортофотоплан має значні переваги над іншими видами картографічних продуктів, оскільки крім рельєфу і ситуації у вигляді умовних позначень одночасно є фотодокументом існуючого стану на момент отримання зображення місцевості.

Незалежно від методу створення та оновлення, цифрові топографічні карти повинні відповідати таким основним вимогам:

- забезпечувати можливість автоматизованого визначення даних про місце розташування об'єктів та їхніх характеристик;
- містити цифрове значення кількісних та якісних характеристик і кодів об'єктів у прийнятій системі класифікації і кодування картографічної інформації;
- мати таку структуру подання інформації, яка б забезпечувала можливість внесення змін і доповнень, конвертування у формати ГІС та пошарове виділення елементів змісту карт

Ортофотоплан - це план на основі трансформованих аерознімків, прив'язаних до геодезичній основі і чітким орієнтуванням на місцевості.

Широке застосування ортофотопланів перш за все було у військових цілях і наразі їх також використовують в топографічних, геологічних, вишукувальних, кадастрових роботах. Крім того ортофотоплани використовуються при формуванні та оновленні цифрових карт і оперативної оцінки стану ґрунтів, посівів, обробки і якості ріллі, і у будівництві, особливо в комплексних забудовах.

Ортофотоплан є основою топографічних планів, базисів інженерних вишукувань, карт і планів місцевості.



Рис.2.7. Ортофотоплан місцевості

Ортотрансформування проводиться шляхом суміщення прилеглих знімків і визначення відповідності точок. Ортотрансформування усуває спотворення на знімку, обумовлені рельєфом місцевості і відхиленнями осі фотоапарата від вертикалі при зніманні, шляхом послідовного проектування трансформованого зображення малими ділянками за допомогою ортофотопроекторів.

В результаті перетворення виходять ортофотознімки, які дозволяють скласти ортофотоплан будь-якої місцевості. Ортофотоплани особливо затребувані при геодезичних, топографічних, геологічних, гідрологічних,

екологічних дослідницьких роботах, землеустрою, архітектурно-будівельному проектуванні і моніторингу будівельно-монтажних робіт.

Ортофотоплан, як матеріал вишукувань, найбільш інформативним стає в період з найбільш відкритою земною поверхнею - весна та осінь, тобто у проміжках між відсутністю снігу та листя. У разі отримання ортофотоплана влітку або взимку, необхідно проводити додаткову розкладку наземних коригувальних міток, щоб визначити «справжню» висоту земної поверхні.

Ортофотоплани за характеристиками поділяють за рівнем деталізації – де роздільна здатність на поверхні землі безпосередньо залежить від роздільної здатності знімка. Наприклад, 5 см земної поверхні дорівнює 1 пікселю на фотознімку, що приблизно відповідає масштабу в плані 1:500. Але, чим більше ступінь деталізації складеного ортофотоплану, тим вище виходить вартість виконання робіт за 1 квадратний км. Це пов'язано з меншою висотою польоту, великою фокусною відстанню, що відповідно впливає на ширину охоплення знімків, час тривалості польоту і як результат на кількість отриманих знімків.

Створення ортофотоплану складається з трьох етапів:

- етап підготовчих робіт - з'ясується наявність даних для трансформування знімка, готуються файли вихідних даних, виконується копіювання вихідного знімка (вихідного растра), створюється матриця рельєфу;

- трансформування окремих знімків - на вихідному знімку орієнтуються і вимірюються опорні точки, а також створюється файл трансформованого зображення вихідного знімку (трансформованого растра);

- створення ортофотоплану – відбувається зведення зображення на стиках трансформованих растрів (зшивання фотопланів) і нарізка фрагментів трансформованого растра по специфікаціях.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ» З ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

3.1. Основні положення та дидактичні вимоги використання дидактичних мультимедійних презентацій

Одною з найбільш використовуваних і перспективних інформаційних технологій є мультимедійні презентації. Мультимедійні презентації дозволяють одночасно задіяти графічну, текстову, аудіо (звукову) та візуальну інформацію і донести її до аудиторії у формі, що найбільш наочна та легко сприймається.

Мультимедіа (від лат. *multum* (багато) + *medium* (середовище)) - інтеграція різних форм представлення інформації та її обробка в одному форматі.

Ефективність мультимедійних презентацій залежить від раціонального використання методів та засобів інформаційних технологій, знання дидактичних вимог і критеріїв до створення якісних інформаційних продуктів

Науковці визначають «мультимедіа» як:

- 1) комп'ютерну інформаційну технологію;
- 2) як програмні та комп'ютерні засоби, що використовують цю технологію.

Розвиток людської цивілізації практично до мінімуму звів можливості людини сприймати навколишній світ рівномірно за допомогою органів почуттів, даних йому природою. Д. Руе наводить такі дані про особливості сприйняття інформації сучасною людиною: «Люди сприймають інформацію у таких пропорціях: на 1% через смак; на 2% за допомогою дотику; на 4% за допомогою нюху; на 10% на слух; на 83% візуально».

Сучасна молодь – це покоління з яскраво вираженим «кліповим (мозаїчним)» мисленням, яке зросло та живе в час високих інформаційних технологій і яке з дитинства ввібрало «образ картинки», ніж переповнену текстом інформацію. У нинішній час основним джерелом формування картини сприйняття світу виступає мережа Інтернет, і молодь є головним споживачем її інформації.

Широке застосування мультимедійних технологій здатне підвищити ефективність методів та форм організації освітнього процесу здобувачів освіти.

Під мультимедіа в освітньому процесі розуміємо сучасну комп'ютерну інформаційну технологію, що передбачає інтеграцію в комп'ютерній системі інформації в різних формах (текст, звук, відео, графічне зображення, анімацію (мультиплікацію) і використання її у вигляді інтерактивного діалогу викладача та здобувачів освіти.

Серед різноманітних мультимедійних засобів, які можна використати для викладання навчальних дисциплін, є презентація як засіб унаочнення теоретичного матеріалу на лекційних, практичних та лабораторних заняттях та у процесі самостійної роботи студента.

Під терміном презентація (від англ. presentation – представлення, показ) розуміють представлення нового, ще невідомого аудиторії (наприклад нового товару, продукту, проєкту тощо).

Використання мультимедійних технологій у освітньому процесі забезпечує ефективне поєднання можливостей новітніх інформаційно-комп'ютерних технологій у поданні навчального матеріалу з безпосереднім спілкуванням викладача зі студентською аудиторією.

Серед основних переваг мультимедійних презентацій дослідники визначають наступні:

1) інформаційна ємність (великий обсяг графічної, текстової, звукової інформації у одній презентації);

2) компактність (можливість ефектно поєднувати текст, звук, відео, графічне зображення, анімацію (мультиплікацію), добирати домінуючі кольори, що створюють у аудиторії позитивне емоційне ставлення до інформації);

3) наочність (візуалізація абстрактної інформації);

4) інтерактивність (можливість керувати демонстрацією презентації);

5) універсальність (розроблену презентацію можна використовувати з іншою метою та для іншої аудиторії);

6) багатофункціональність засобів відтворення;

7) можливість застосування для самоосвіти й дистанційного навчання.

Мультимедійні презентації, що використовуються в освітньому процесі, повинні відповідати ряду дидактичних та методичних вимог.

До дидактичних вимог відносять:

1. адаптивність до індивідуальних можливостей здобувача освіти;

2. інтерактивність навчання;

3. реалізація можливостей комп'ютерної візуалізації навчальної інформації;

4. інтелектуальний розвиток здобувачів освіти;

5. системність і функціональна зв'язаність подання дидактичного матеріалу.

З дидактичними вимогами тісно пов'язані і методичні вимоги, які враховують своєрідність і специфіку відповідної сфери науки, галузі, специфіку конкретної навчальної дисципліни,

Аналіз наукової літератури та узагальнення педагогічного досвіду дозволяють виділити особливості застосування мультимедійних презентацій при проведенні лекційних практичних лабораторних занять, та на будь-якому їх етапі.

Традиційно на лекційних заняттях використовуються презентації – набір слайдів, поданих у певному порядку, які служать ілюстрацією до

розповіді викладача. В якості інформаційного наповнення презентації можуть бути використані різні види інформації (текстова, аудіо, графічна, анімація, відео та ін.).

Мультимедійні лекції можна використовувати для викладання будь-яких дисциплін. Якість і ступінь засвоєння навчального матеріалу, а також вплив на активізацію пізнавальної діяльності, як показує практика і проведені дослідження, істотно зростає.

Активізація емоційного впливу на аудиторію із застосуванням мультимедійних презентацій пов'язана з:

1. наочним представленням інформації в кольорі (запам'ятовування кольорового фото майже в два рази вище ніж чорно-білого);
2. використанням відео, анімації є одним із ефективних засобів привернення уваги і стимулювання емоційного сприйняття інформації;
3. демонстрацією динамічної інформації у вигляді відео фрагментів, анімацій і має сильний емоційний вплив на аудиторію, оскільки сприяє покращенню розуміння і запам'ятовування процесів (явищ)

Дизайн презентацій безпосередньо впливає на мотивацію, швидкість сприйняття матеріалу аудиторії, стомлюваність і т. і. Тому презентація повинна розроблятися на науково-методичному обґрунтованому і зваженому підході.

Основні принципи розробки дидактичних мультимедійних презентацій:

1. Оптимальний обсяг (залежить від мети презентації та передбачуваного способу її подання, а також від контингенту слухачів (їх віку, підготовки і т.п.);
2. Доступність (значення всіх нових термінів має бути роз'яснено)
3. Науковість (побудова всіх положень, визначень і висновків на виключно науковій основі);
4. Врахування особливостей сприйняття інформації з екрану (зведення текстової інформації до мінімуму, замінивши її схемами, діаграммами, малюнками, фотографіями, анімацією, відео-фрагментами);

5. Естетичність (для позитивного сприйняття презентації необхідно гармонійне поєднання кольорів, додержання стилю і художній смак в оформленні слайдів);

6. Динамічність (добір оптимального темпу сприйняття зміни слайдів та виду анімаційних ефектів).

Створюючи мультимедійну презентацію, керуються наступними критеріями:

1. слайди презентації повинні містити тільки основні моменти теми (головні поняття та визначення, схеми, рисунки, анімаційні та відео фрагменти, що відображають сутність вивчаємих процесів або явищ);

2. при доборі матеріалу необхідно уникати дрібних деталей;

3. уникати великих текстів;

4. виділяти в текстах найбільш важливі фрагменти;

5. не перенавантажувати слайди великими обсягами інформації;

6. не зловживати різними спецефектами, що може відволікати увагу аудиторії на них;

7. кількість слайдів презентації не має бути дуже великою, оскільки це розсіює увагу і втомлює слухачів;

8. На одному слайді рекомендується використовувати не більше трьох кольорів: один для фону, один для заголовків, один для тексту на рівень сприйняття матеріалу великий вплив має кольорова гама слайда. Але від цього правила можна і відступати..

9. необхідно чітко розрахувати час на показ презентації, щоб вона була доповненням до розповіді лектора, а не навпаки.

10. для забезпечення різноманітності слід використовувати різні види слайдів: з текстом; з таблицями; з діаграмами.

Дотримання розглянутих принципів розробки мультимедійних презентацій та критеріїв відбору інформації дозволяє істотно підвищити ефективність освітнього процесу. Найбільш поширеними програмами у

зкладах освіти для створення і перегляду презентацій є програма Microsoft Power Point, яка входить до складу пакету Microsoft Office.

Презентація, створена за допомогою Power Point – це набір слайдів, що зберігаються у файлі спеціального формату .ppt. Слайд може містити текст, графічні об'єкти (фотографії, таблиці, рисунки, діаграми, відеозаписи), звук, анімацію), елементи керування (кнопки, гіперпосилання). Презентацію Power Point можна демонструвати на екрані монітора або інтерактивної дошки.

Проте, поряд з очевидними перевагами мультимедійних технологій існують проблемні питання їх використання:

- створення мультимедійних презентацій вимагає не тільки знань і навичок роботи з спеціальними програмами (наприклад, PowerPoint, Google Presentations, Keynote, Slides та ін.), але й значних затрат часу на розробку;
- надмірні об'єми інформації спецефектів, можуть відволікати увагу здобувачів в процесі навчання;
- рівень інтерактивної взаємодії користувачів з мультимедійною програмою залишається ще дуже далеким від рівня міжособистісного спілкування між людьми.

Отже, мультимедійна презентація – лише допоміжний засіб навчання, провідну роль відіграє сам викладач, який і є організатором ефективної, змістовної та результативної діяльності здобувачів освіти.

3.2. Розробка навчально-методичного забезпечення викладання теми з використанням мультимедійної презентації

Застосування навчально-методичного забезпечення з використанням мультимедійних презентацій при викладанні теми «Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання топографо-геодезичних робіт », є дидактично ефективним, оскільки дозволяє:

- оптимізувати і ефективно використати час аудиторного заняття;

- одночасно задіяти всі канали сприйняття інформації;
- підвищити інформативність заняття – кількість інформації, подана на слайдах, значно перевищує обсяг матеріалу, який викладач може відобразити на дошці;
- підвищити наочність інформації та зробити навчальний матеріал теми переконливим за рахунок використання різних форм його представлення: текст, рисунки, фото, таблиці);
- полегшити процес сприйняття і запам'ятовування навчальної інформації через використання яскравих та привабливих слайдів;
- здійснити психологічне розвантаження та підвищити увагу аудиторії в період її зниження за рахунок естетичного оформлення слайдів;
- підвищити рівень доступності і сприйняття інформації;
- здійснити повторення (перегляд, коротке відтворення) найбільш складних питань заняття;
- стимулювати мотивацію навчання через використання новітніх, цікавих здобувачам освіти технологій;
- підвищити динамічність, переконливість, емоційність і яскравість викладення навчального матеріалу;

створити комфортні умови роботи на занятті викладача і здобувачів

Розробка дидактичної електронної презентації теми було виконано за наступними етапами

1. визначено мету і тип заняття;
2. складено структуру заняття, намічено завдання і етапи їх досягнення;
3. визначено етап заняття, на якому необхідно застосувати мультимедійну презентацію;
4. приблизно оцінено тривалість презентації за витратами часу;
5. складено і розроблено сценарій презентації.
6. виконано апробацію розробленої презентації.

Наведемо приклад розробленого нами заняття з теми «Застосування безпілотних літальних апаратів для виконання топографо-геодезичних робіт» з використанням електронних презентацій.

Мета заняття: Сформувати у здобувачів освіти знання аерознімання з застосуванням БПЛА та їх ролі у виконанні топографо-геодезичних робіт



Слайд 1. Головна сторінка презентації

1. Вивчення нового матеріалу.

Аналіз тенденцій розвитку геодезично-топографічних технологій переконливо показує, що на даний час і в найближчому майбутньому головна увага у цій сфері буде приділятися ефективному використанню потенціалу безпілотних літальних апаратів.

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором.

Залежно від типу, безпілотники поділяються на літакові і вертолітні (коптери).

БПЛА всіх типів поділяють на класи за:

- дальністю польоту та радіусу дії;
- злітній масі;
- вантажопідйомності;
- призначенням тощо.



Слайд 2. Визначення і класифікація БПЛА

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором за допомогою безпілотного авіаційного комплексу. Основна мета використання БПЛА – отримання зображень території із заданими характеристиками.

Сьогодні на ринку існують БПЛА, типи і обладнання яких оптимізовано під конкретні топографо-геодезичні завдання з урахуванням:

- типу місцевості;
- передбачуваних погодних умов;
- розміру досліджуваної території;
- необхідного для азрознімання часу;
- матеріалів знімання, які потрібно отримати.

Залежно від типу, безпілотники поділяються на літакові і вертолітні.

БПЛА літакового типу застосовуються для створення ортофотопланів великих територій, цифрових моделей місцевості, моніторингу протяжних лінійних об'єктів.

БПЛА вертолітного типу (інша назва *коптери*) застосовуються в основному для аерофотознімання невеликих територій або обстеження складних об'єктів та лазерного сканування місцевості.

БПЛА всіх типів поділяють на класи за: дальністю польоту та радіусу дії; злітній масі; вантажопідйомності; призначенням тощо.

Серед виробників цивільних БПЛА – у лідерах китайська компанія DJI, яка поки займає близько 75% світового ринку. Другим за популярністю в світі дронів є французька компанія Parrot, а третім американська корпорація Yuneec.



Слайд 3. Виробників цивільних БПЛА

Аерознімання я – економічно і технологічно виправданий спосіб збору просторової інформації, основа для створення топографічних планів і карт, створення тривимірних моделей рельєфу і місцевості.

У наш час стрімко зростає застосування у аерозніманні БПЛА. Це зумовлено багатьма причинами і передусім собівартістю аерознімання, яка на декілька порядків менша від застосування пілотованих літаків.

Окрім високої економічної ефективності, БПЛА мають додаткові переваги над традиційним пілотованим аерозніманням і супутниковим зніманням: оперативність отримання інформації, висока якість знімків, екологічність польотів, можливість застосування в зонах техногенних катастроф та забруднень, що пов'язано з ризиком для життя і здоров'я виконавців робіт та пілотів.

Розглянемо популярну модель квадрокоптера DJI Mavic 2 Professional для виконання аерофотознімання. Конструктивно DJI Mavic 2 Pro - класичний мультикоптер з чотирма гвинтами, які розташовані на несучій конструкції. Силова установка - чотири електродвигуна.

Технічні характеристики DJI Mavic 2 PRO	
Максимальна швидкість зльоту	5 м /с
Максимальна швидкість посадки	3 м /с
Максимальна горизонтальна швидкість	до 20 м/с
Максимальна відстань польоту	18 км
Максимальна висота польоту	500 м
Максимальний час польоту	31 хв.
Керування	пульт дистанційного
Навігація	GPS, ГЛОНАСС



Слайд 4. Основні складові квадрокоптера DJI Mavic 2 Pro

DJI Mavic 2 Professional простий у користуванні з інтелектуальною системою, яка допомагає оператору керувати апаратом. У польоті всім процесом аерофотознімання керує бортова електроніка за допомогою даних GPS датчиків та передає на пульт фото (відео) високої якості в режимі online.

**Основні складові квадрокоптера
DJI Mavic 2 PRO**

- стандартні пропелери;
- регулятори оборотів;
- безколекторні двигуни;
- рама;
- електронний регулятор швидкості;
- політний контролер;
- приймач;
- передавач;
- модуль супутникової навігації;
- батарея.
- камера



Слайд 5. Основні складові квадрокоптера DJI Mavic 2 Pro

Процес аерофотозйомки з використанням БПЛА складається з трьох етапів: підготовчого, зйомки, і обробки отриманих даних.

На підготовчому етапі здійснюється:

попередній огляд ділянки місцевості або об'єкта для знімання;

визначення вимог до матеріалів за результатами знімання – тип і масштаб карти, межі об'єкта знімання;

визначення технічних вимог до знімальних матеріалів (роздільна здатність знімків, координати контуру ділянки, перекриття знімків та ін.);

вибір БПЛА та відповідної аерофотознімальної апаратури;

формування польотного завдання для БПЛА, яке розраховується і перевіряється на можливість виконання спеціальними програмами-планувальниками (Pix4D, Parrot, DroneDeploy та ін.).

Підготовчий етап фотознімання з БПЛА

- попередній огляд ділянки місцевості для знімання;
- визначення вимог до матеріалів за результатами знімання;
- визначення технічних вимог до знімальних матеріалів: роздільна здатність знімків, перекриття знімків та ін.;
- вибір БПЛА та аерофото-знімального обладнання;
- формування польотного завдання за допомогою програм (Pix4D, DroneDeploy та ін.).



Слайд 6. Підготовчий етап фотознімання з БПЛА

Програмне забезпечення для управління БПЛА

Програмне забезпечення для управління БПЛА

	DJI Pilot		ARM Planner
	Pix4d Capture		GS PRO
	Pix4d CTRL		Mission planner
	DJI GO4		Drone deploy

Слайд 7. Програмне забезпечення для управління БПЛА

Наступний етап - проведення фотозйомки:

на стартовому майданчику виконується уточнення положення точки старту, завдання точки повернення і введення даних про швидкість і напрям вітру на робочій висоті, якщо такі відомі;

автоматичне уточнення плану польоту і повторна перевірка його здійсненності;

старт БПЛА;

виконання зйомки в автоматичному режимі;

посадка БПЛА.

Етап виконання фотознімання з БПЛА

- уточнення положення точки старту, завдання точки повернення і введення даних про швидкість і напрям вітру на робочій висоті;
- автоматичне уточнення плану польоту і повторна його перевірка;
- старт БПЛА з пускового пристрою;
- виконання знімання в автоматичному режимі;
- посадка БПЛА.



Слайд 8.Етап фотознімання з БПЛА

Обробка даних полягає в:

знятті даних (фотознімки і журнал польоту) з бортових носіїв інформації;

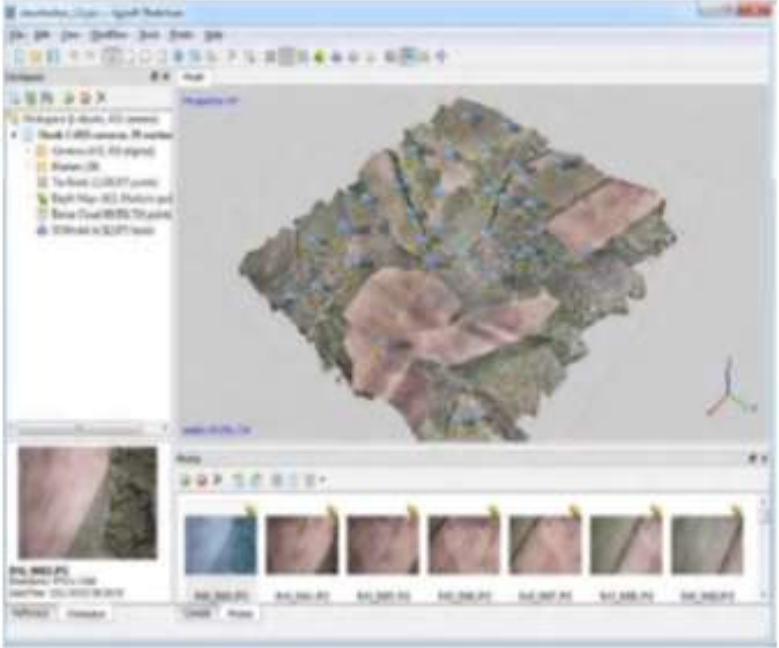
оцінюванні якості фотографій і видаленні "технічних" кадрів, (знімків, зроблених поза межами ділянки зйомки) та фотознімків поганої якості;

вибору координат, що відповідають моментам фотографування з файлу журналу польоту і прив'язка їх до конкретних знімків.

Етап обробки даних аерознімання

Основними перевагами аерознімання місцевості з використанням БПЛА є:

- завантаження даних аерофотознімання на комп'ютер;
- оцінка якості фотографій і видалення "технічних" кадрів, сортування їх за типом;
- опрацювання їх у програмному комплексі.



Слайд 9. Етап обробки даних.

Програмне забезпечення для обробки даних

	Google Earth		Agisoft
	Pix4d mapper		Magnet tools
			3d blender
	Metashape		
			

Слайд 10. Програмне забезпечення для обробки даних

Завдяки аерозніманням з БПЛА отримують: топографічні плани, 3D-моделі місцевості, ортофотоплани.

Ортофотоплан - це план на основі трансформованих аерознімків, прив'язаних до геодезичній основі і чітким орієнтуванням на місцевості.

Завдяки аерозніманню з БПЛА можна отримати :

- 3D-моделі (цифрові моделі);
- ортофотоплани;
- топографічні плани.

Цифрова модель місцевості (ЦММ) - впорядкована сукупність точок з інформацією про місцевість у цифровій формі.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) - цифрове подання рельєфу місцевості на основі сукупності точок, які дають можливість із заданою точністю відтворити реальну поверхню землі.



Слайд 11. Картографічні матеріали

Ортофотоплан є основою топографічних планів, базисів інженерних вишукувань, карт і планів місцевості. Цифровий ортофотоплан має значні переваги над іншими видами картографічних матеріалів, оскільки крім рельєфу і ситуації одночасно є фотодокументом існуючого стану на момент отримання зображення місцевості.

Ортофотоплан - це план на основі трансформованих аерознімків, прив'язаних до геодезичній основі і чітким орієнтуванням на місцевості. Ортофотоплан є основою топографічних планів, базисів інженерних вишукувань, карт і планів місцевості.



Слайд 12. Ортофотоплан

Контрольні питання до теми презентації для закріплення знань

1. Які причини призвели до поширення БПЛА у аерофотозніманні?
2. Як класифікують БПЛА?
3. Які основні складові квадрокоптера?
4. Які переваги використання БПЛА для аерознімання місцевості над наземним зніманням?
5. Які переваги використання БПЛА для аерознімання над пілотованим літаковим та супутниковим зніманням місцевості?
6. Які основні етапи аерофотознімання з використанням БПЛА? У чому вони полягають?
7. Які матеріали отримують за результатами аерознімання з БПЛА?
8. Що таке ортофотоплан?
9. Де використовують топографічні плани масштабу 1:500?
10. Де використовують топографічні плани масштабу 1:2000?

Основні переваги використання розробленої мультимедійної презентації у програмі PowerPoint: можливість показати складні літальні апарати і системи; можливість візуалізації тривимірних об'єктів (ортофотопланів, цифрових карт та планів); використання цікавих фотографій; спрощення процесу демонстрації представлення дидактичного матеріалу.

ВИСНОВКИ

1. Аерофотознімання – це процес отримання аерофотознімків території за допомогою спеціального обладнання (аерофотоапарата, цифрового фотоапарата) встановленого на літальному апараті (супутнику, літаку, гелікоптері, безпілотику).

Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – це літальний апарат без пілота (екіпажу), управління яким здійснюється автоматично в автономному режимі програмою або дистанційно оператором за допомогою безпілотного авіаційного комплексу.

Застосування у аерозніманні БПЛА стрімко зростає, що зумовлено передусім собівартістю аерознімання, яка на декілька порядків менша від застосування пілотованих літаків. Крім високої економічної ефективності, БПЛА мають такі переваги: оперативність отримання інформації, висока якість знімків, екологічність польотів, можливість застосування в зонах техногенних катастроф та забруднень.

2. Сьогодні на ринку існують БПЛА, типи і обладнання яких оптимізовано під конкретні топографо-геодезичні завдання, з урахуванням:

- типу місцевості;
- передбачуваних погодних умов;
- розміру досліджуваної території;
- необхідного для аерознімання часу;
- матеріалів знімання, які потрібно отримати.

Залежно від типу, безпілотики поділяються на літакові і вертолітні.

БПЛА літакового типу застосовуються переважно для створення ортофотопланів великих територій, цифрових моделей місцевості, моніторингу протяжних лінійних об'єктів. БПЛА вертолітного типу (інша назва *кopterи*) застосовуються в основному для аерофотознімання невеликих територій або обстеження складних об'єктів та лазерного сканування місцевості.

БПЛА всіх типів поділяють на класи за: дальністю польоту та радіусу дії; злітній масі; вантажопідйомності; призначенням тощо.

3. Найбільш розповсюдженим типом БПЛА є квадрокоптер. У польоті процесом аерофотознімання керує бортова електроніка за допомогою даних GPS датчиків та передає на пульт фото (відео) високої якості в режимі онлайн. Завдяки аерознімання квадрокоптером можна отримати такі матеріали:

- фотознімки та відеозаписи;
- 3D-моделі місцевості;
- ортофотоплани;
- топоплани.

4. Процес аерофотозйомки з використанням БПЛА складається з трьох етапів: підготовчого, зйомки, і обробки отриманих даних.

На підготовчому етапі здійснюється:

- попередній огляд ділянки місцевості або об'єкта для знімання;
- визначення вимог до матеріалів за результатами знімання;
- визначення технічних вимог до знімальних матеріалів (роздільна здатність знімків, перекриття знімків та ін.);
- вибір БПЛА та відповідної аерофотознімальної апаратури;
- формування польотного завдання для БПЛА.

Наступний етап - проведення фотозйомки:

- виконується уточнення положення точки старту, завдання точки повернення і введення даних про швидкість і напрям вітру;
- автоматичне уточнення плану польоту і повторна перевірка його здійсненності;
- старт БПЛА;
- виконання зйомки в автоматичному режимі;
- посадка БПЛА.

Обробка даних полягає в:

- зняті даних (фотознімки і журнал польоту) з бортових носіїв інформації;
- оцінюванні якості фотографій і видаленні "технічних" кадрів, фотознімків поганої якості;
- вибору координат з журналу польоту і прив'язка їх до конкретних знімків.

5. Завдяки аерозніманням з БПЛА отримують: топографічні плани, 3D-моделі місцевості, ортофотоплани. Ортофотоплан - це план на основі трансформованих аерознімків, прив'язаних до геодезичній основі і чітким орієнтуванням на місцевості. Ортофотоплан є основою топографічних планів, базисів інженерних вишукувань, карт і планів місцевості. Цифровий ортофотоплан є фотодокументом існуючого стану зображення місцевості.

6. Мультимедійні презентації використовують при проведенні лекційних практичних лабораторних занять, на будь-якому їх етапі. Використанням мультимедійних презентацій дозволяє:

- оптимізувати і ефективно використати час заняття;
- підвищити інформативність заняття;
- підвищити наочність навчальної інформації;
- здійснити психологічне розвантаження та підвищити увагу аудиторії;
- підвищити рівень доступності і сприйняття інформації;
- підвищити динамічність, переконливість, емоційність і яскравість викладення навчального матеріалу.

Основні переваги використання розробленої мультимедійної презентації у програмі PowerPoint: можливість показати складні літальні апарати і системи; можливість візуалізації тривимірних об'єктів (ортофотопланів, цифрових карт та планів); використання цікавих фотографій; спрощення процесу представлення дидактичного матеріалу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність"
2. ДБН В.1.3-2:2010 Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві.
3. ДСТУ 2393-94 Геодезія. Терміни та визначення.
4. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001.–255с.
5. База топографічних даних. Правила цифрового опису рельєфу : СОУ 71.12 - 37 – 948:2014. – Київ : Стандарт Мінагрополітики України, 2014. – 43 с.
6. Інструкція з топографічних зйомок у масштабах 1:10000 та 1:25000. Польові роботи. - М.: Надра, 1978. - 80 с.
7. Інструкція з топографічної зйомки в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 ГКІНП-02-033-82. - М.: Надра, 1982. - 156 с.
8. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98) [Електронний ресурс].[Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98#Text>]
9. Аналіз експериментальних робіт з створення великомасштабних планів сільських населених пунктів при застосуванні БПЛА / Галецький В., Глотов В., Колесніченко В. [та інші] // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2012. – № 76. – С.85–93.
10. Глотов В. Аналіз сучасних методів знімання та опрацювання великомасштабних планів В. Глотов, А. Гуніна //Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. - 2014. - Вип. П (28). - С. 65-70.
11. Інженерна геодезія: підручник / Войтенко С.П. – К.: Знання, 2009. – 557 с.

12. Кузьмінський А. І. Педагогіка вищої школи. Навчальний посібник.- К.: Знання., 2005.- 485 с.
13. Матійчик М.П. Тенденції застосування безпілотних повітряних суден в цивільній авіації / Матійчик М.П., Качало І.А // Матеріали XI міжнародної наук.-техн. конфер. “АВІА 2013”. – 2013. – С. 97.
14. Міхеєва, А. А. Аналіз вимог до виконання робіт з аерофотозйомки / А. А.Міхеєва, М. А. Напрієнкова // Вісник Полоцького державного ун-ту. Серія F: Будівництво. Прикладні науки. - 2008. - № 6. - С. 201-206.
15. Написання методичних розробок. Методичні рекомендації // Професійно-технічна освіта: інноваційний досвід, перспективи. Науково-методичний збірник. – Випуск 2. –2006. –С.101-114.
16. Основи геодезії. Навчальний посібник /Лівінський О.М., Хоменко О.Г. - К.:, МП Леся, 2015. – 160 с.
17. Педагогічна книга майстра виробничого навчання: навч.-метод. Посіб. для праців. проф. навч.-виховн. закл. / за ред. Н.Г. Ничкало.- К.: Вища школа, 1992. - 334 с.
18. Проценко М.М. Аналіз методів цифрової обробки відеозображень апаратурою безпілотного літального апарата / Проценко М.М. // Вісник ЖДТУ. – № 3 (т. 1) – С. 67–72.
19. Проценко М.М. Аналіз структури та варіантів побудови безпілотних авіаційних комплексів / Проценко М.М. // Вісник ЖДТУ Вісник ЖДТУ. – № 2. – С. 113–118.
20. Ракута В. М. Microsoft Office PowerPoint 2007 (2010) для педагогічних працівників: навчальний посібник. – Чернігів: ЧОППО ім. К. Д. Ушинського, 2013. – 43с
21. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» для студентів 4 курсу денної форми навчання напряму 6.080101 – Геодезія, картографія та землеустрій / І. С. Творошенко ; Харків.

нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.

22. Фіцула М.М. Педагогіка: Навчальний посібник. Видання 2-е, виправлене, доповнене. – К.: "Академвидав", 2005. – 560 с.