

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять, організації самостійної роботи
та виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

«ГЕОДЕЗИЧНЕ І КАРТОГРАФІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЗЕМЛЕУСТРОЮ»

(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, організації самостійної роботи та виконання розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Геодезичне і картографічне забезпечення землеустрою» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : В. В. Касьянов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 64 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. В. В. Касьянов

Рецензент

С. Г. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 16.08.2024

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Практичне завдання № 1 Проведення геодезичних вимірювань на місцевості.....	6
Практичне завдання № 2 Створення та обробка геодезичних мереж	9
Практичне завдання № 3 Вимірювання площі та визначення меж земельних ділянок	12
Практичне завдання № 4 Обробка геодезичних даних у програмному забезпеченні..	14
Практичне завдання № 5 Аналіз відповідності геодезичних робіт нормативним вимогам	17
Практичне завдання № 6 Створення топографічної зйомки на місцевості	20
Практичне завдання № 7 Аналіз і корекція топографічних карт.....	23
Практичне завдання № 8 Створення цифрових карт за допомогою ГІС...	25
Практичне завдання № 9 Оновлення цифрових моделей рельєфу.....	28
Практичне завдання № 10 Проектування земельних ділянок на основі топографічних карт.....	31
Практичне завдання № 11 Аналіз просторових даних для землеустрою...	33
Практичне завдання № 12 Збір геопросторових даних із використанням БПЛА і супутників.....	36
Практичне завдання № 13 Створення баз даних геопросторових даних.....	39
Практичне завдання № 14 Обробка та візуалізація геопросторових даних.....	42
Практичне завдання № 15 Інтеграція геопросторових даних у національні системи	44
Практичне завдання № 16 Розробка проєктів на основі геопросторових даних.....	47
Практичне завдання ЗМ 1 Отримання даних з обмінних файлів кадастрової інформації для винесення в натуру.....	50
Завдання для самостійної роботи ЗМ 1 Камеральна обробка даних для забезпечення організації територій.....	51
Практичне завдання ЗМ 2 Створення топографічної основи та опрацювання даних з електронного тахеометра.....	52
Завдання для самостійної роботи ЗМ 2 Технологія створення топографічного плану території.....	53

Практичне завдання ЗМ 3 Збір просторових даних за допомогою супутникових систем та БПЛА.....	54
Завдання для самостійної роботи ЗМ 3 Камеральна обробка даних з супутникових знімків та БПЛА.....	55
Розрахунково-графічне завдання № 1 Створення топографічної основи території населеного пункту.....	56
Список рекомендованих джерел.....	62

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Геодезичне і картографічне забезпечення землеустрою» є отримання здобувачами спеціалізованих знань та навичок з геодезичного та картографічного забезпечення землеустрою, розвитку інфраструктури геопросторових даних, опрацювання та аналізу просторових даних для організації раціонального використання земельних ресурсів.

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на базові знання з дисциплін Геодезія, Землеустрій, Електронні геодезичні прилади, Геоінформаційні технології.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

- мати спеціалізовані концептуальні знання, що містять сучасні наукові здобутки у сфері геодезії та землеустрою, достатні для проведення досліджень і здійснення інновацій;
- створювати та розвивати інфраструктури геопросторових даних, опрацьовувати та оприлюднювати геопросторові дані та метадані, що стосуються геодезії та землеустрою;
- критично осмислювати сучасні проблеми і перспективні напрями розвитку геодезії та землеустрою, дотичні міждисциплінарні проблеми.

Практичне завдання № 1 Проведення геодезичних вимірювань на місцевості

Практичне завдання спрямоване на вивчення сучасних технологій польових робіт із використанням тахеометрів і *GNSS*-обладнання. У процесі роботи здобувачі освіти опановують методику виконання знімання території, визначення координат контрольних точок і обробки отриманих даних. Завдання формує компетенції, необхідні для виконання високоточних геодезичних робіт у сфері землеустрою та управління територіями.

Мета роботи: практичне опрацювання технології геодезичних вимірювань за допомогою тахеометрів та *GNSS*-обладнання. Вивчення методики визначення координат і контурів земельних ділянок під час виконання польових робіт.

Основні теоретичні положення

Геодезичні вимірювання на місцевості є основою для визначення координат точок, створення кадастрових планів і топографічних карт. У сучасній геодезії широко застосовуються електронні тахеометри та *GNSS*-обладнання, що дозволяє забезпечити високу точність і продуктивність польових робіт.

Тахеометричні вимірювання здійснюються шляхом вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, а також відстаней до об'єктів за допомогою електронного тахеометра. Прилад встановлюється на триногу, виконується його юстування та прив'язка до локальної координатної системи.

Зйомка може проводитись у відбивному або безвідбивному режимах залежно від умов місцевості. Дані, отримані тахеометром, записуються у вигляді координат точок, що використовуються для створення моделей рельєфу, межових планів або інженерних схем.

GNSS-знімання базується на прийомі сигналів від супутникових систем (*GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BeiDou*). Основними режимами роботи GNSS-приймачів є *RTK* (реальний час) і статичне позиціонування. У режимі *RTK* точність визначення координат може досягати 1–2 см, що є оптимальним для кадастрових та інженерно-геодезичних робіт. GNSS-приймачі встановлюються на триноги або використовуються у мобільному режимі, залежно від завдання.

Процес геодезичних вимірювань містить три основні етапи: підготовку до роботи, виконання польових вимірювань і обробку даних. Підготовка містить аналіз території, встановлення контрольних точок і калібрування обладнання. Польові вимірювання проводяться з дотриманням технічних вимог щодо точності та стабільності.

Після завершення польових робіт результати вимірювань обробляються у спеціалізованому програмному забезпеченні, такому як *AutoCAD Civil 3D, Leica Infinity* або *Trimble Business Center*.

Комбінація тахеометрії та GNSS дозволяє отримати максимально точні дані, враховуючи умови місцевості, наявність перешкод і вимоги до результатів. Ці технології є основою для створення високоточних геодезичних мереж, що використовуються у будівництві, землеустрої та управлінні територіями.

Задача

Описати процес геодезичних вимірювань на заданій ділянці з використанням тахеометра та GNSS-приймача. Завдання містить:

1. Встановлення контрольних точок і прив'язку обладнання до локальної системи координат.
2. Проведення тахеометричної зйомки меж ділянки та рельєфу.
3. Виконання GNSS-знімання у режимі *RTK* для перевірки результатів.
4. Обробку отриманих даних у програмному забезпеченні та підготовку звіту з результатами.

Опис задачі: необхідно побудувати геодезичну мережу на території, де планується забудова промислового підприємства. Завдання полягає у створенні точної та надійної геодезичної мережі згущення, щоб забезпечити вимірювання та картографування території для подальшого оформлення документації на земельну ділянку. Вихідні дані за вашим варіантом отримуються у викладача.

Завдання для самостійного виконання

1. Проаналізуйте, у яких випадках доцільніше використовувати GNSS-обладнання замість тахеометра.
2. Опишіть процес юстування тахеометра перед початком роботи.
3. Поясніть, як результати GNSS-знімання перевіряються на відповідність вимогам точності.

Питання для самоконтролю

1. Які основні відмінності у використанні GNSS-приймачів і тахеометрів для зйомки території?
2. У яких випадках необхідно застосовувати безвідбивний режим тахеометра?
3. Які основні фактори впливають на точність GNSS-знімання?
4. Як здійснюється інтеграція даних, отриманих за допомогою тахеометрії та GNSS, у єдину систему?
5. Яке програмне забезпечення використовується для обробки результатів вимірювань?

Практичне завдання № 2 Створення та обробка геодезичних мереж

Практичне завдання спрямоване на набуття студентами практичних навичок проектування місцевих геодезичних мереж, виконання вимірювань і обробки отриманих даних. У рамках заняття здобувачі вищої освіти вивчають основні принципи побудови геодезичних мереж, методи визначення точності та особливості інтеграції з існуючими державними мережами. Завдання формує компетенції, необхідні для виконання високоточних геодезичних робіт у різних сферах, зокрема землеустрої, будівництві та моніторингу територій.

Мета роботи: практичне опрацювання процесу створення місцевих геодезичних мереж, аналіз точності отриманих результатів та виконання обробки вимірювань.

Основні теоретичні положення

Геодезичні мережі є базою для виконання високоточних вимірювань, створення топографічних планів та проведення будівельних робіт. Місцеві геодезичні мережі створюються шляхом згущення існуючих державних мереж або побудови автономних структур залежно від поставлених завдань. Основними елементами геодезичної мережі є пункти, які визначаються за допомогою сучасних технологій вимірювань, таких як GNSS-приймачі та електронні тахеометри.

Створення геодезичної мережі містить кілька етапів. На першому етапі здійснюється аналіз території та визначення оптимального розташування пунктів мережі. Критерії вибору точок містять доступність, стабільність місцевості, видимість між пунктами та можливість інтеграції з державними мережами.

На другому етапі здійснюються вимірювання. GNSS-обладнання використовується для визначення координат у глобальних координатних

системах з високою точністю. Електронні тахеометри застосовуються для уточнення рельєфу та визначення проміжних точок. Залежно від завдань можуть застосовуватися комбіновані методи, які містять GNSS-знімання та тахеометричне знімання.

На завершальному етапі проводиться обробка отриманих даних. За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, такого як *Leica Infinity*, *Trimble Business Center* або *AutoCAD Civil 3D*, здійснюються обчислення координат пунктів, оцінка точності та аналіз відповідності результатів нормативним вимогам. Дані обробки використовуються для створення цифрових моделей території, топографічних планів і проєктної документації.

Важливим аспектом є перевірка точності отриманих даних. Для цього використовуються методи середньоквадратичного відхилення та аналіз закритих ходів. Точність геодезичних мереж повинна відповідати вимогам Державних будівельних норм (ДБН), які регламентують геодезичні роботи в Україні.

Задача

1. Розробити план створення місцевої геодезичної мережі для заданої території.
2. Виконати вимірювання за допомогою GNSS-приймачів і тахеометрів, дотримуючись вимог щодо точності.
3. Провести обробку отриманих даних, включно з розрахунком координат пунктів, оцінкою точності та створенням графічної схеми мережі.
4. Підготувати звіт, у якому відобразити результати роботи, аналіз точності та рекомендації щодо подальшого використання мережі.

Опис задачі: опираючись на дані практичної роботи 1 виконати всі пункти завдання.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть основні етапи створення геодезичної мережі та особливості вибору точок.
2. Поясніть, як використання *GNSS* і тахеометрів сприяє підвищенню точності вимірювань у місцевих мережах.
3. Опишіть виконання розрахунку точності для заданого масиву даних і проаналізуйте його відповідність нормативним вимогам.

Питання для самоконтролю

1. Які критерії враховуються під час вибору точок для побудови геодезичної мережі?
2. У чому полягає значення інтеграції місцевих мереж із державною геодезичною мережею?
3. Які методи обробки даних використовуються для оцінки точності вимірювань?
4. Як середньоквадратичне відхилення допомагає оцінювати якість геодезичних мереж?
5. Які програмні засоби рекомендуються для обробки геодезичних даних?

Практичне завдання № 3 Вимірювання площі та визначення меж земельних ділянок

Практичне завдання спрямоване на освоєння технологій вимірювання площі та довжини контурів земельних ділянок із використанням сучасних геодезичних інструментів, таких як тахеометри та *GNSS*-приймачі. У процесі роботи студенти здійснюють розрахунок помилок вимірювань, аналізують точність отриманих даних та опановують методику оцінки відповідності результатів нормативним вимогам.

Мета роботи: вивчення технології вимірювання площі та довжини контурів земельних ділянок із використанням сучасних геодезичних інструментів, розрахунок помилок та аналіз точності результатів.

Основні теоретичні положення

Вимірювання площі та визначення меж земельних ділянок є важливою складовою геодезичних робіт, що забезпечує точність кадастрових даних і створення картографічної документації. Для цих завдань використовуються різні технології, включно з *GNSS*-зніманням, тахеометричним зніманням та обробкою супутникових знімків.

GNSS-знімання дозволяє швидко й точно визначати координати меж земельних ділянок у глобальних системах координат. Використання режиму *RTK* (реального часу) дає змогу отримувати координати точок із точністю до 1–2 см. Режим статичного позиціонування забезпечує ще більшу точність, але потребує більше часу для обробки даних. *GNSS*-приймачі використовуються як для визначення координат меж, так і для вимірювання площ земельних ділянок, використовуючи координати кутових точок.

Тахеометричне знімання є традиційним методом, який використовується для вимірювання площі та визначення меж ділянок. Тахеометр встановлюється

на триногу, здійснюється його юстування, а межі знімаються шляхом вимірювання кутів і відстаней до контрольних точок. Цей метод забезпечує високу точність навіть у складних умовах, таких як міська забудова або густий ліс. Результати вимірювань обробляються у спеціалізованому програмному забезпеченні для визначення площі та побудови контурів.

Методи оцінки точності містять аналіз похибок вимірювань. Основними джерелами похибок є систематичні та випадкові помилки, що виникають через людський фактор, технічні характеристики обладнання або зовнішні умови (перешкоди, погода). Для оцінки точності результатів використовуються методи середньоквадратичного відхилення, замкнутих ходів та перевірка відповідності вимогам нормативних документів.

Використання цифрових моделей місцевості та ГИС дозволяє автоматизувати процес вимірювання площі та аналізу контурів земельних ділянок. Програмне забезпечення, таке як *ArcGIS* або *AutoCAD Civil 3D*, дає змогу створювати точні карти, оцінювати якість вимірювань та інтегрувати отримані дані в кадастрові системи.

Задача

1. Опрацювати експорт даних вимірювання меж заданої земельної ділянки з використанням GNSS-приймача та електронного тахеометра.
2. Розрахувати площу ділянки за допомогою програмного забезпечення на основі отриманих координат точок.
3. Провести аналіз точності отриманих даних, включно з розрахунком середньоквадратичного відхилення та оцінкою відповідності результатів нормативним вимогам.
4. Підготувати звіт, що міститиме креслення меж ділянки, результати вимірювань та рекомендації.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть методи вимірювання площі земельних ділянок за допомогою *GNSS*-приймачів.
2. Поясніть, як оцінюється точність результатів тахеометричного знімання.
3. Розрахуйте похибку вимірювань для заданих даних та оцініть їхню відповідність нормативним документам.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає перевага використання *GNSS*-приймачів для вимірювання площі земельних ділянок?
2. Як проводиться юстування тахеометра перед початком роботи?
3. Які основні фактори впливають на точність *GNSS*-знімання?
4. Як розраховується площа земельної ділянки за координатами кутових точок?
5. У яких випадках доцільно використовувати комбінований метод вимірювання (*GNSS* + тахеометрія)?

Практичне завдання № 4 Обробка геодезичних даних у програмному забезпеченні

Практичне заняття спрямоване на формування навичок роботи зі спеціалізованими програмними продуктами (AutoCAD, Digitals) для обробки даних геодезичних вимірювань. Здобувачі виконують корекцію даних, будують плани та виконують обчислення площ. Завдання дозволяє оволодіти інструментами для підвищення точності обробки результатів та створення графічної документації.

Мета роботи: освоєння технології обробки даних геодезичних вимірювань у спеціалізованому програмному забезпеченні, корекція отриманих даних, побудова планів і обчислення площ.

Основні теоретичні положення

Обробка геодезичних даних є важливим етапом у створенні топографічних карт, планів земельних ділянок і кадастрової документації. Сучасне програмне забезпечення дозволяє автоматизувати цей процес, забезпечуючи точність і наочність результатів.

AutoCAD є одним із найпоширеніших інструментів для побудови планів та обробки геодезичних даних. Його функціонал дозволяє працювати з координатами точок, створювати полігони, наносити рельєф та виконувати обчислення площ. Основними інструментами *AutoCAD* для геодезистів є функції побудови ліній за координатами, автоматичне створення поліліній для контурів та аналіз геометрії побудованих об'єктів.

Digitals – це програмне забезпечення, розроблене спеціально для роботи з геодезичними даними. Воно забезпечує імпорт даних із тахеометрів і GNSS-приймачів, автоматичну побудову рельєфу, розрахунок площ та створення тривимірних моделей місцевості. *Digitals* також підтримує роботу з геоінформаційними системами (ГІС), що дозволяє інтегрувати отримані результати з іншими джерелами даних.

Процес обробки даних містить:

1. Імпорт даних. Завантаження вимірювань із польового обладнання в програмне забезпечення у форматах *DXF*, *CSV* або *TXT (ASC)*.
2. Корекція даних. Видалення похибок, коригування координат точок і перевірка відповідності результатів вимірювань нормативним вимогам.
3. Побудова графічних матеріалів. Створення планів, рельєфу та схем меж ділянок.

4. Обчислення площ. Автоматизовані розрахунки площ контурів на основі координат кутових точок.

Обробка даних дистанційно потребує організації роботи з використанням хмарних платформ для передачі файлів та забезпечення доступу до програмного забезпечення через ліцензії або навчальні версії.

Задача

1. Завантажити дані з геодезичного обладнання у програмне забезпечення (*AutoCAD, Digitals*).

2. Здійснити корекцію даних та видалити можливі похибки.

3. Побудувати план земельної ділянки та нанести межі, створити тривимірну модель рельєфу.

4. Розрахувати площу ділянки на основі побудованого плану.

5. Зберегти результати у форматі *DXF* та підготувати звіт про виконану роботу.

Опис задачі: здобувачам перед початком роботи надається файл із даними геодезичних вимірювань у стандартному форматі (*CSV* або *DXF*). Завдання полягає у виконанні послідовних етапів обробки даних: від імпорту до створення фінального плану. Результати роботи мають бути подані у вигляді звіту з графічними матеріалами та розрахунками.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть процес імпорту даних із *GNSS*-приймача або тахеометра у програмне забезпечення.

2. Проведіть розрахунок площі земельної ділянки, використовуючи інструменти *AutoCAD*.

3. Визначте можливі джерела похибок під час обробки даних і запропонуйте способи їх мінімізації.

Питання для самоконтролю

1. Які формати даних підтримують *AutoCAD* і *Digital*s для імпорту геодезичних вимірювань?
2. У чому полягає процес корекції геодезичних даних у програмному забезпеченні?
3. Як обчислюється площа земельної ділянки за допомогою *AutoCAD*?
4. Які інструменти *Digital*s використовуються для побудови тривимірної моделі рельєфу?
5. Які переваги надає використання хмарних сервісів для дистанційної роботи з геодезичними даними?

Практичне завдання № 5 Аналіз відповідності геодезичних робіт нормативним вимогам

Практичне завдання спрямоване на формування навичок перевірки результатів геодезичних вимірювань відповідно до правових норм і стандартів. Здобувачі виконують оцінку точності виконаних робіт, аналізують відповідність вимогам нормативних документів і вивчають методи узгодження результатів. Завдання допомагає закріпити знання про законодавче регулювання геодезичних робіт та вимоги до їхнього виконання.

Мета роботи: ознайомлення з процесом перевірки результатів геодезичних вимірювань на відповідність нормативним документам, виконання аналізу точності даних та узгодження результатів.

Основні теоретичні положення

Виконання геодезичних робіт регулюється державними стандартами, такими як ДСТУ, ДБН та іншими нормативними документами. Ці вимоги спрямовані на забезпечення точності, надійності та взаємозв'язку результатів

робіт у межах єдиної геодезичної системи. Аналіз відповідності результатів геодезичних робіт нормативам є важливим етапом, який забезпечує їхню юридичну та технічну придатність для використання.

Оцінка точності результатів проводиться за допомогою статистичних методів, зокрема розрахунку середньоквадратичного відхилення, аналізу похибок і перевірки закритих ходів. Ці методи дозволяють визначити, чи відповідають результати геодезичних вимірювань установленим допуском.

Перевірка відповідності нормативам передбачає:

1. Оцінку правильності проведення польових робіт, зокрема відповідність методики вимірювань вимогам ДБН.
2. Аналіз точності отриманих даних порівняно з допустимими значеннями похибок.
3. Перевірку узгодженості даних із координатами державної геодезичної мережі.

Документування результатів є завершальним етапом геодезичних робіт. Звіти повинні містити графічні матеріали, такі як плани чи схеми, розрахунки похибок і підтвердження відповідності результатів вимогам нормативних документів.

Важливу роль у цьому процесі відіграють спеціалізовані програмні засоби, які дозволяють автоматизувати перевірку точності даних і генерувати звітну документацію. До таких програм належать *Digitals*, *AutoCAD Civil 3D*, *Leica Infinity* тощо.

Задача

1. Провести аналіз виконаних геодезичних вимірювань на відповідність нормативним документам.
2. Виконати перевірку точності даних за допомогою методів розрахунку похибок та аналізу закритих ходів.
3. Узгодити отримані результати з вимогами до державної геодезичної мережі.

4. Скласти звіт із висновками щодо відповідності виконаних робіт вимогам стандартів.

Опис задачі: здійснюється аналіз наданих результатів вимірювань, які містять вихідні координати точок та додаткові параметри. Завдання передбачає здійснення перевірки на відповідність нормативним вимогам за допомогою програмного забезпечення, розрахунок допустимих похибок і підготовку документації, яка підтверджує відповідність результатів стандартам.

Завдання для самостійного виконання

1. Проаналізуйте вимоги основних нормативних документів (ДБН, ДСТУ) до точності геодезичних робіт.
2. Виконайте розрахунок допустимих похибок для заданих даних і порівняйте їх із фактичними результатами.
3. Підготуйте зразок звіту, що містить графічні матеріали та обчислення похибок.

Питання для самоконтролю

1. Які основні нормативні документи регулюють виконання геодезичних робіт в Україні?
2. Як розраховується середньоквадратичне відхилення результатів вимірювань?
3. У чому полягає перевірка закритих ходів і як вона допомагає оцінити точність робіт?
4. Які програмні засоби використовуються для аналізу відповідності результатів нормативним вимогам?
5. Як результати геодезичних вимірювань узгоджуються з координатами державної геодезичної мережі?

Практичне завдання № 6 Створення топографічної зйомки на місцевості

Практичне завдання спрямоване на формування практичних навичок виконання топографічних зніманих із використанням сучасного обладнання: тахеометрів, *GNSS*-приймачів і безпілотних літальних апаратів (*БПЛА*). Здобувачі опрацьовують дані польових зніманих, створюють базові топографічні плани й аналізують точність отриманих результатів. Завдання дозволяє оволодіти ключовими технологіями, необхідними для виконання сучасних топографічних робіт.

Мета роботи: освоєння технології виконання топографічного знімання місцевості з використанням тахеометрів, *GNSS*-приймачів і *БПЛА*. Опрацювання отриманих даних для створення базових топографічних планів.

Основні теоретичні положення

Топографічна зйомка є ключовим етапом геодезичних робіт, що забезпечує отримання точних даних про рельєф і об'єкти місцевості для створення топографічних планів. Використання сучасного обладнання, такого як тахеометри, *GNSS*-приймачі та *БПЛА*, дозволяє значно підвищити точність і швидкість виконання робіт.

Тахеометричне знімання є традиційним методом, який використовується для отримання координат точок рельєфу та об'єктів. Електронні тахеометри дозволяють вимірювати кути та відстані, що забезпечує побудову тривимірних моделей місцевості. Тахеометричне знімання ефективне на територіях зі складним рельєфом або в умовах урбанізації.

GNSS-знімання дозволяє визначати координати точок у глобальних системах координат із високою точністю. Залежно від режиму роботи (*RTK* або статичне позиціонування) *GNSS*-приймачі забезпечують точність від 1 см до

10 см. Цей метод особливо корисний для виконання знімання великих територій із мінімальними витратами часу.

БПЛА (безпілотні літальні апарати) використовуються для отримання ортофотопланів і тривимірних моделей рельєфу. Дрони оснащені фотокамерами або *LiDAR*-сенсорами, що дозволяє швидко та ефективно виконувати зйомку великих територій. Ортофотоплани, створені за допомогою *БПЛА*, забезпечують деталізоване зображення місцевості, що є основою для створення топографічних планів.

Процес топографічного знімання містить кілька етапів:

1. Планування робіт. Вибір технологій і обладнання залежно від особливостей місцевості.
2. Польові роботи. Виконання знімання з використанням тахеометрів, *GNSS* або *БПЛА*.
3. Обробка даних. Опрацювання результатів вимірювань у програмному забезпеченні, такому як *AutoCAD Civil 3D*, *Leica Infinity*, *Pix4Dmapper*.
4. Створення плану. Побудова топографічного плану, включно з нанесенням рельєфу, межами ділянок і об'єктів інфраструктури.

Топографічні плани використовуються для різних цілей: від будівництва до проектування інженерних мереж і моніторингу територій.

Задача

1. Описати технологію виконання топографічного знімання заданої території з використанням тахеометра, *GNSS*-приймача або *БПЛА*.
2. Імпортувати дані польових знімань у програмне забезпечення для обробки.
3. Побудувати базовий топографічний план із відображенням рельєфу та контурів місцевості.
4. Провести аналіз точності отриманих результатів і підготувати звіт із графічними матеріалами.

Опис задачі: здобувачам надається файл із вихідними даними для опрацювання. Дистанційно вони здійснюють обробку отриманих даних, створюють топографічний план із використанням відповідного програмного забезпечення, такого як *AutoCAD Civil 3D* або *Pix4Dmapper*. Завдання спрямоване на закріплення навичок роботи з інструментами геодезії та забезпечення точності вимірювань.

Завдання для самостійного виконання

1. Поясніть переваги використання *БПЛА* для топографічних знімків порівняно з традиційними методами.
2. Виконайте розрахунок похибок для отриманих даних і порівняйте їх із нормативними значеннями.
3. Підготуйте детальний опис етапів обробки даних у *Pix4Dmapper* або *AutoCAD Civil 3D*.

Питання для самоконтролю

1. Які технології найкраще підходять для знімання територій зі складним рельєфом?
2. У чому переваги використання *GNSS*-приймачів у режимі *RTK* для топографічних знімків?
3. Як обробляються дані, отримані за допомогою *БПЛА*?
4. Які інструменти *AutoCAD Civil 3D* дозволяють створювати топографічні плани?
5. Як оцінити точність топографічних знімків, виконаних різними методами?

Практичне завдання № 7 Аналіз і корекція топографічних карт

Практичне заняття спрямоване на формування навичок роботи з топографічними картами, зокрема їх аналізу, корекції та актуалізації. Здобувачі використовують сучасні джерела інформації, такі як супутникові знімки та дані *БПЛА*, для внесення змін у топографічні карти. Завдання дозволяє оволодіти методами забезпечення актуальності картографічної інформації, що є важливим для планування та управління територіями.

Мета роботи: освоєння методів аналізу, виявлення неточностей і актуалізації даних топографічних карт на основі сучасних джерел, таких як супутникові знімки та дані *БПЛА*.

Основні теоретичні положення

Топографічні карти є одним із основних джерел інформації для інженерних, землевпорядних та будівельних робіт. Однак із часом дані на картах можуть втратити актуальність через зміну рельєфу, забудови чи інших характеристик території. Актуалізація топографічних карт є обов'язковим процесом для забезпечення точності та відповідності їх реальній ситуації.

Процес актуалізації містить кілька етапів:

1. Збір нових даних. Використання сучасних джерел, таких як супутникові знімки, дані *БПЛА*, результати *GNSS*-знімання чи лазерного сканування.
2. Аналіз наявної карти. Перевірка відповідності об'єктів на карті їхньому фактичному стану. Особлива увага приділяється межам забудови, лісових масивів, водойм і дорожньої мережі.
3. Внесення змін. Оновлення даних карти з урахуванням нових даних. До цього належить редагування рельєфу, оновлення контурів об'єктів або додавання нових елементів.

4. Перевірка та верифікація. Проведення перевірки внесених змін, їхня відповідність вимогам нормативних документів і стандартів точності.

Супутникові знімки та дані *БПЛА* дозволяють отримувати високоточні зображення місцевості. Ортофотоплани, створені на їх основі, забезпечують можливість аналізу об'єктів із сантиметровою точністю. Наприклад, платформи *ArcGIS* та *QGIS* дозволяють інтегрувати супутникові знімки, редагувати карти та автоматизувати процес актуалізації.

Актуалізовані топографічні карти є важливими для планування забудови, розробки інфраструктурних проєктів, управління природними ресурсами та моніторингу змін території.

Задача

1. Виконати аналіз топографічної карти заданої території на відповідність сучасному стану.

2. Імпортувати супутникові знімки або дані *БПЛА* в програмне забезпечення для актуалізації карти.

3. Внести корективи до карти, оновивши об'єкти (межі забудови, рельєф, дороги тощо).

4. Провести перевірку оновленої карти та підготувати звіт із візуалізацією результатів.

Опис задачі: отримується топографічна основа та супутникові знімки у форматах *GeoTIFF* або *JPEG*. Завдання полягає у виявленні розбіжностей між картою та фактичним станом території, внесенні коригувань за допомогою програмного забезпечення (наприклад, *ArcGIS* або *QGIS*) і підготовці звіту з графічними матеріалами.

Завдання для самостійного виконання

1. Охарактеризуйте основні методи аналізу розбіжностей між картою та супутниковими знімками.
2. Опишіть процес імпорту даних *БПЛА* у програмне забезпечення для картографії.
3. Визначте способи оцінки точності оновленої карти та перевірки її відповідності нормативним вимогам.

Питання для самоконтролю

1. Які основні джерела використовуються для актуалізації топографічних карт?
2. Як визначити відповідність об'єктів на карті їх фактичному стану?
3. Які функції програм *ArcGIS* та *QGIS* дозволяють виконувати актуалізацію карт?
4. У чому переваги використання супутникових знімків для оновлення картографічних даних?
5. Як оцінюється точність оновлених топографічних карт?

Практичне завдання № 8 Створення цифрових карт за допомогою ГІС

Практичне заняття спрямоване на формування практичних навичок роботи з геоінформаційними системами (*ГІС*) для створення цифрових карт. У процесі роботи здобувачі інтегрують просторові дані з різних джерел, моделюють карти місцевості та здійснюють аналіз для вирішення конкретних задач землеустрою. Завдання дозволяє опанувати інструменти *ГІС* для візуалізації та аналізу даних.

Мета роботи: ознайомлення з технологією створення цифрових карт у ГИС-системах, інтеграцією просторових даних і моделюванням території для виконання задач землеустрою.

Основні теоретичні положення

Цифрові карти є основою для аналізу та управління територіями в землеустрої. Вони створюються за допомогою геоінформаційних систем (ГИС), які дозволяють інтегрувати різні джерела даних, моделювати території та виконувати просторовий аналіз.

Створення цифрових карт у ГИС передбачає кілька ключових етапів:

1. Збір і підготовка даних. Просторові дані можуть надходити з різних джерел: супутникових знімків, результатів GNSS-знімання, даних лазерного сканування чи оцифрування паперових карт. Для забезпечення точності всі дані приводяться до єдиної системи координат.

2. Інтеграція даних у ГИС. У програми, такі як *ArcGIS*, *QGIS* або *MapInfo*, імпортуються векторні та растрові дані, зокрема межі територій, рельєф, дорожня мережа, водойми. Дані організуються у шари, що дозволяє окремо аналізувати кожен елемент карти.

3. Моделювання карти. На основі інтегрованих даних створюється цифрова карта, яка містить рельєф, об'єкти інфраструктури та межі ділянок. Для моделювання рельєфу використовуються цифрові моделі місцевості (*DEM*), які забезпечують тривимірну візуалізацію.

Інструменти ГИС для аналізу даних:

1) буферний аналіз – визначення зон впливу об'єктів, таких як дороги або водойми;

2) оверлейний аналіз – порівняння та інтеграція кількох шарів даних для виявлення просторових взаємозв'язків;

3) мережевий аналіз – планування транспортних маршрутів і зон доступності.

ГІС також дозволяє автоматизувати обчислення площ, довжин контурів і створення тематичних карт, що використовуються для управління земельними ресурсами, планування територій та екологічного моніторингу.

Задача

1. Імпортувати дані супутникових знімків і векторних об'єктів у програму *ГІС* (*ArcGIS* або *QGIS*).
2. Створити цифрову карту заданої території з відображенням рельєфу, меж ділянок та інфраструктури.
3. Виконати аналіз просторових даних, наприклад, розрахувати площі ділянок, виконати буферний аналіз або накладення шарів.
4. Підготувати тематичну карту, яка відображає результати моделювання для задач землеустрою.

Опис задачі: отримуються набір вихідних даних (векторні шари та супутникові знімки) для обробки. Здійснюється інтеграція даних у *ГІС*, створюється цифрову карту й аналізують просторову інформацію, використовуючи відповідні інструменти. Результати мають бути подані у вигляді тематичної карти та короткого звіту.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть основні етапи створення цифрової карти у *ГІС*-системах.
2. Виконайте аналіз буферних зон для заданої території та поясніть результати.
3. Підготуйте карту, яка показує зміну територій на основі порівняння даних двох періодів.

Питання для самоконтролю

1. Які формати даних використовуються для роботи у *ГІС*?

2. У чому полягає процес оверлейного аналізу у ГИС?
3. Як створити цифрову модель рельєфу за допомогою ГИС?
4. Які функції QGIS використовуються для аналізу та моделювання території?
5. Які переваги надає інтеграція супутникових знімків у цифрові карти?

Практичне завдання № 9 Оновлення цифрових моделей рельєфу

Практичне завдання спрямоване на формування навичок використання супутникових даних та аерозйомки для аналізу змін рельєфу й оновлення цифрових моделей місцевості. Здобувачі вивчають процеси обробки даних дистанційного зондування, інтеграції нових даних у *DEM* та виконують аналіз змін на території. Завдання дозволяє оволодіти технологіями актуалізації моделей рельєфу, які є важливими для проєктування, землеустрою та моніторингу територій.

Мета роботи: освоєння методів оновлення *DEM* із використанням супутникових даних і аерофотозйомки, аналіз змін рельєфу та модифікація моделі відповідно до актуальної ситуації на місцевості.

Основні теоретичні положення

Цифрові моделі рельєфу (*DEM*) є основою для аналізу територій, планування інженерних робіт і моніторингу змін. З часом рельєф місцевості може змінюватися через природні або антропогенні фактори, що потребує актуалізації *DEM*. Використання супутникових даних і аерозйомки дозволяє швидко отримувати актуальну інформацію про рельєф території з високою точністю.

Супутникові дані забезпечують глобальне охоплення й можуть містити знімки з оптичних сенсорів або дані *LiDAR*, отримані з висотою деталізації до кількох метрів. Найпоширенішими джерелами супутникових *DEM* є дані програм *Sentinel*, *Landsat* або комерційні сервіси, такі як *Maxar*.

Аерофотозйомка та *БПЛА* дозволяють виконувати локальні зйомки з більшою точністю, ніж супутникові платформи. Обладнані фотокамерами або *LiDAR*-сенсорами дрони створюють ортофотоплани й тривимірні моделі рельєфу, які можуть бути інтегровані в *DEM*.

Процес оновлення *DEM* містить:

1. Збір даних – тримання актуальних даних із супутників, аерофотозйомки чи інших джерел.
2. Обробка даних – використання програмного забезпечення (наприклад, *Pix4Dmapper*, *ArcGIS* або *Global Mapper*) для створення хмар точок і генерації оновленої моделі рельєфу.
3. Інтеграція в існуючий *DEM* – внесення змін до поточної моделі рельєфу шляхом додавання або корекції висот.
4. Аналіз змін – порівняння оновленої моделі з попередньою для виявлення змін рельєфу, таких як ерозія, забудова чи зсуви ґрунту.

Застосування оновлених *DEM* є важливим для інженерного проєктування, управління водними ресурсами, екологічного моніторингу та планування територій.

Задача

1. Зібрати вихідні дані для оновлення *DEM*: супутникові знімки або дані аерофотозйомки.
2. Імпортувати дані в програмне забезпечення (*ArcGIS*, *Pix4Dmapper*) для обробки й створення хмари точок.
3. Виконати оновлення *DEM*, внести корекції у висоти рельєфу та інтегрувати нові дані.
4. Провести аналіз змін рельєфу між старою та оновленою моделлю.

5. Підготувати звіт із візуалізацією результатів і висновками щодо змін території.

Опис задачі: здобувачі отримують стару версію *DEM* та набір нових даних (супутникові знімки або результати аерозйомки). Виконується обробка нових даних, порівнюються моделі та аналізуються виявлені зміни. Завдання містить створення фінальної *DEM*, візуалізацію змін і підготовку звіту.

Завдання для самостійного виконання

1. Охарактеризуйте основні джерела для оновлення *DEM* та їх переваги.
2. Опишіть процес обробки хмари точок для створення *DEM* із використанням *Pix4Dmapper*.
3. Виконайте аналіз змін рельєфу для заданої території, порівнюючи дані двох *DEM*.

Питання для самоконтролю

1. Які супутникові платформи забезпечують доступ до *DEM*?
2. Як обробляються дані з аерофотозйомки для створення *DEM*?
3. У чому переваги використання *LiDAR* для оновлення *DEM*?
4. Які програмні засоби використовуються для порівняння старої та нової моделей рельєфу?
5. Як оновлена *DEM* використовується у землепорядних проєктах та інженерному проєктуванні?

Практичне завдання № 10 Проектування земельних ділянок на основі топографічних карт

Практичне заняття спрямоване на формування навичок використання топографічних карт для проектування земельних ділянок. Здобувачі вивчають процес планування території, розміщення об'єктів та зонування з урахуванням природних, технічних і правових обмежень. Завдання дозволяє оволодіти сучасними методами просторового аналізу та проектування для ефективного управління територіями.

Мета роботи: ознайомлення з методами проектування земельних ділянок на основі топографічних карт, зокрема планування розміщення об'єктів і зонування територій для виконання задач землеустрою.

Основні теоретичні положення

Проектування земельних ділянок базується на використанні топографічних карт, які забезпечують інформацію про рельєф, межі ділянок, наявність інженерних мереж та інших об'єктів. Ефективне використання цієї інформації дозволяє оптимізувати планування території, враховуючи її природні, технічні та правові особливості.

Планування розміщення об'єктів передбачає розробку оптимального просторового розташування будівель, доріг, інженерних споруд тощо. Основними критеріями є:

- відповідність об'єктів рельєфу та природним умовам місцевості;
- забезпечення доступності транспортних і комунікаційних мереж;
- дотримання санітарних і екологічних норм.

Зонування території містить поділ земель на зони відповідно до їхнього функціонального призначення: житлова забудова, сільськогосподарські землі, промислові зони, рекреаційні території тощо. Для зонування використовуються

топографічні карти, які дозволяють оцінити природні умови (рельєф, водойми) та існуючу забудову.

Інструменти для проєктування: програмні продукти, такі як *AutoCAD Civil 3D*, *QGIS* або *ArcGIS*, дозволяють створювати цифрові моделі території, наносити межі зон, проєктувати об'єкти й аналізувати взаємозв'язки між ними. Ці програми забезпечують автоматичні розрахунки площ, довжин контурів, а також дозволяють враховувати нормативні обмеження.

Процес проєктування містить:

1. Аналіз вихідних даних – оцінка топографічної карти та інших джерел інформації.
2. Планування території – визначення меж ділянок, проєктування об'єктів і зон.
3. Оцінка проєкту – аналіз відповідності проєкту нормативним вимогам і природним умовам.

Задача

1. Виконати аналіз топографічної карти для оцінки природних та інженерних умов території.
2. Спроектувати межі земельних ділянок, розміщення об'єктів та виконати зонування території.
3. Виконати розрахунок площ ділянок та визначити їхнє функціональне призначення.
4. Підготувати графічні матеріали (плани, схеми зонування) та скласти пояснювальну записку.

Опис задачі: здобувачі отримують вихідні дані у вигляді топографічної карти та технічного завдання на проєктування. Працюючи дистанційно, вони здійснюють проєктування меж ділянок і зонування території з використанням програмного забезпечення. Завдання передбачає створення графічних матеріалів і звіту з поясненнями.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть процес аналізу топографічної карти для оцінки умов території.
2. Виконайте проєктування меж земельних ділянок із дотриманням нормативних вимог.
3. Підготуйте тематичну карту зонування території, включно з функціональним призначенням кожної зони.

Питання для самоконтролю

1. Які критерії враховуються під час проєктування меж земельних ділянок?
2. Як топографічні карти допомагають у зонуванні територій?
3. Які інструменти *AutoCAD* використовуються для проєктування земельних ділянок?
4. У чому полягає значення зонування території для раціонального використання земель?
5. Як оцінити відповідність проєкту території нормативним вимогам?

Практичне завдання № 11 Аналіз просторових даних для землеустрою

Практичне завдання спрямоване на формування навичок роботи з геоінформаційними системами (ГІС) для проведення комплексного аналізу просторових даних. Під час роботи створюються тематичні карти, здійснюється аналіз території та визначаються можливі шляхи її використання для задач землеустрою. Завдання дозволяє оволодіти методами обробки й візуалізації просторової інформації для ефективного управління земельними ресурсами.

Мета роботи: освоєння методів аналізу просторових даних для задач землеустрою за допомогою ГІС. Створення тематичних карт і аналіз характеристик території для раціонального використання земельних ресурсів.

Основні теоретичні положення

Аналіз просторових даних є важливим етапом у процесі землеустрою, що дозволяє оцінювати характеристики території, ідентифікувати проблемні зони та ухвалювати обґрунтовані рішення щодо використання земель. Геоінформаційні системи забезпечують можливість інтеграції, обробки та візуалізації даних із різних джерел, таких як супутникові знімки, кадастрові реєстри, топографічні карти чи дані лазерного сканування.

ГІС надають інструменти для виконання просторового аналізу, включно з оверлейним аналізом, буферним аналізом і створенням цифрових моделей місцевості. Оверлейний аналіз дозволяє накладати кілька шарів даних для виявлення взаємозв'язків між об'єктами та їхнього впливу на планування території. Буферний аналіз визначає зони впливу об'єктів інфраструктури, таких як дороги, водойми чи будівлі.

Аналіз рельєфу за допомогою цифрових моделей місцевості (DEM) дозволяє оцінити висоти, схили та потенційні ризики, наприклад, зсуви ґрунту чи підтоплення. Створення тематичних карт є важливим завданням, що дозволяє візуалізувати результати аналізу та ухвалювати обґрунтовані рішення. Такі карти можуть відображати функціональне зонування, природні обмеження, інженерну інфраструктуру або екологічний стан території.

Процес аналізу містить збір даних із різних джерел, їх обробку для забезпечення точності, виконання аналізу та створення візуалізації у вигляді картографічних матеріалів. ГІС дозволяють автоматизувати ці процеси, що забезпечує ефективність і точність роботи. Результати аналізу просторових даних використовуються для управління територіями, проєктування

інфраструктури, планування сільськогосподарських робіт та екологічного моніторингу.

Задача

1. Імпортувати вихідні дані (векторні шари, супутникові знімки) у програму *ГІС* (*ArcGIS*, *QGIS*).
2. Виконати просторовий аналіз території.
3. Використати оверлейний аналіз для визначення зон з особливими умовами використання.
4. Створити буферні зони навколо об'єктів інфраструктури.
5. Побудувати тематичну карту, що відображає функціональне зонування території.
6. Підготувати звіт із висновками та графічними матеріалами.

Опис задачі: під час роботи необхідно провести аналіз території на основі вихідних даних у форматах *GeoTIFF*, *SHP* або *DXF*. Використовуючи інструменти *ГІС*, виконати інтеграцію даних, просторовий аналіз і створити тематичну карту з результатами. Фінальні матеріали мають бути подані у вигляді звіту з картографічними ілюстраціями.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть основні етапи проведення просторового аналізу в *ГІС* для землеустрою.
2. Виконайте створення тематичної карти, що відображає зони сільськогосподарського призначення.
3. Проведіть буферний аналіз для визначення зон доступності навколо доріг або інших об'єктів.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає значення оверлейного аналізу в задачах землеустрою?
2. Як створити тематичну карту у *QGIS*?
3. Які дані необхідні для проведення аналізу території в *ГИС*?
4. Які переваги використання буферного аналізу для планування території?
5. Як оцінити точність результатів просторового аналізу?

Практичне завдання № 12 Збір геопросторових даних із використанням БПЛА і супутників

Практичне завдання спрямоване на освоєння технологій збору геопросторових даних із використанням безпілотних літальних апаратів (*БПЛА*) та супутникових знімків. У процесі роботи вивчаються методи фотограмметрії, аналізу отриманої інформації та інтеграції даних у геоінформаційні системи (*ГИС*). Завдання дозволяє оволодіти сучасними методами дистанційного зондування для розв'язання задач землеустрою.

Мета роботи: освоєння методів збору та обробки геопросторових даних із використанням *БПЛА* і супутникових знімків, опрацювання отриманих даних для задач землеустрою.

Основні теоретичні положення

Збір геопросторових даних за допомогою *БПЛА* і супутників є важливою складовою сучасної геодезії, що забезпечує високоточну інформацію про місцевість. Ці технології дозволяють отримувати дані для створення цифрових

моделей рельєфу (*DEM*), ортофотопланів, тематичних карт і для аналізу змін території.

Безпілотні літальні апарати (*БПЛА*) є мобільними платформами для збору даних, оснащеними камерами, *LiDAR*-сенсорами або багатоспектральними датчиками. *БПЛА* забезпечують локальне охоплення території з роздільною здатністю до сантиметрів, що робить їх ідеальними для детальних зйомок у невеликих масштабах. Отримані дані обробляються методами фотограмметрії для створення ортофотопланів і тривимірних моделей.

Супутникові знімки надають глобальне охоплення територій і використовуються для моніторингу великих площ. Оптичні супутникові знімки мають роздільну здатність від 30 м (програми *Landsat*) до 0,5 м (комерційні сервіси *Maxar*). Додатково застосовуються радарні знімки (*SAR*), які дозволяють отримувати дані незалежно від погодних умов. Інтеграція супутникових і *БПЛА*-даних забезпечує точність локальних вимірювань і широке охоплення території.

Методи фотограмметрії передбачають обробку зображень для визначення просторового положення об'єктів і створення моделей рельєфу. Використовуються такі програмні продукти, як *Pix4Dmapper* або *ArcGIS*, які дозволяють автоматизувати процес побудови ортофотопланів, *DEM* і карт. Аналіз отриманих даних містить виявлення змін території, визначення меж об'єктів та обчислення характеристик місцевості (площ, висот, об'ємів).

Зібрані дані знаходять застосування в задачах землеустрою, містобудування, моніторингу природних ресурсів та екологічного управління.

Задача

1. Отримати вихідні дані з *БПЛА* та супутникових платформ у форматах *GeoTIFF* або *JPG*.
2. Виконати обробку зображень у програмному забезпеченні (*Pix4Dmapper*) для створення ортофотоплану та *DEM*.

3. Провести аналіз отриманих даних, включно з визначенням меж об'єктів і змін території.

4. Інтегрувати результати у *ГІС* і підготувати тематичну карту із зібраною інформацією.

Опис задачі: необхідно обробити дані, отримані з *БПЛА* та супутникових платформ, створити ортофотоплан і цифрову модель рельєфу. Використовуючи програмне забезпечення, провести аналіз території, визначити ключові зміни та сформувати карту для задач землеустрою.

Завдання для самостійного виконання

1. Описати процес збору даних із *БПЛА* та їхньої обробки у *Pix4Dmapper*.

2. Виконати аналіз отриманих даних для визначення змін території.

3. Підготувати тематичну карту, яка відображає результати збору й аналізу просторових даних.

Питання для самоконтролю

1. Які основні переваги використання *БПЛА* для збору геопросторових даних?

2. У чому полягають відмінності між даними *БПЛА* і супутникових платформ?

3. Як обробляються зображення у *Pix4Dmapper* для створення *DEM*?

4. Які типи супутникових знімків використовуються для моніторингу територій?

5. Як інтегрувати отримані дані в *ГІС* і створити тематичну карту?

Практичне завдання № 13 Створення баз даних геопросторових даних

Практичне завдання спрямоване на формування навичок створення баз даних для зберігання, обробки та управління геопросторовими даними. У процесі роботи вивчаються технології структурування інформації, організація баз даних та їхня інтеграція у геоінформаційні системи (ГІС). Завдання забезпечує розуміння основ управління геопросторовою інформацією, що є ключовим для роботи з великими наборами даних у задачах землеустрою та планування територій.

Мета роботи: освоєння технологій створення баз даних для зберігання та обробки геопросторових даних, структурування інформації та її організації для задач управління земельними ресурсами.

Основні теоретичні положення

Бази даних геопросторових даних є ключовим елементом сучасних геоінформаційних систем, що забезпечують зберігання, доступ, аналіз і візуалізацію просторової інформації. Ці бази даних дозволяють організовувати дані про території, об'єкти інфраструктури, природні ресурси, використовуючи просторову та атрибутивну інформацію.

Створення баз даних починається з проектування їхньої структури. Основними елементами геопросторових баз даних є:

1. Просторові дані – геометричні об'єкти (точки, лінії, полігони), які відображають положення об'єктів у просторі.
2. Атрибутивні дані – додаткова інформація про об'єкти, наприклад, назва, тип, площа або призначення.
3. Система координат – база даних повинна підтримувати єдину систему координат для забезпечення коректної інтеграції даних.

Технології створення геопросторових баз даних містять використання спеціалізованих інструментів, таких як *PostgreSQL* із розширенням *PostGIS*, *ArcGIS*, *QGIS* або *Spatialite*. *PostgreSQL* із *PostGIS* є одним із найпотужніших інструментів для управління великими обсягами геопросторових даних, дозволяючи здійснювати просторові запити, аналіз і моделювання.

Організація бази даних передбачає:

1. Розробку схеми бази даних – визначення таблиць, полів, типів даних і зв'язків між таблицями.
2. Імпорт даних – завантаження просторової інформації у форматах *SHP*, *GeoJSON*, *KML* або інших.
3. Оптимізацію даних – видалення зайвих елементів, створення індексів для швидкого доступу до даних.

Застосування геопросторових баз даних охоплює широкий спектр задач: від кадастрових обліків і містобудування до моніторингу екологічного стану територій. Сучасні бази даних підтримують інтеграцію з *ГІС* для забезпечення візуалізації даних і виконання складних аналітичних операцій.

Задача

1. Розробити структуру бази даних для зберігання інформації про земельні ділянки (геометрія, площа, тип використання).
2. Здійснити імпорт просторових даних у базу даних із використанням *QGIS* або *PostgreSQL/PostGIS*.
3. Структурувати атрибутивні дані та організувати їх у таблицях із відповідними зв'язками.
4. Виконати просторові запити для аналізу даних (наприклад, визначення ділянок із певним типом використання).
5. Підготувати звіт із описом структури бази даних, результатів аналізу та прикладами запитів.

Опис задачі: необхідно створити базу даних, яка зберігає просторову й атрибутивну інформацію про земельні ділянки. Під час роботи потрібно організувати імпорт даних, налаштувати структуру таблиць і виконати просторові запити для аналізу. Результати мають бути оформлені у вигляді звіту з графічними ілюстраціями та *SQL*-запитами.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть процес створення бази даних для зберігання геопросторових даних у *PostgreSQL / PostGIS*.
2. Виконайте імпорт даних у форматі *GeoJSON* або *SHP* до бази даних.
3. Використовуючи *SQL*-запити, знайдіть усі ділянки, площа яких перевищує задане значення, та створіть тематичну карту з результатами.

Питання для самоконтролю

1. Які основні типи даних використовуються у геопросторових базах даних?
2. Як організовується зв'язок між просторовими та атрибутивними даними у базі?
3. Які інструменти дозволяють створювати геопросторові бази даних?
4. У чому переваги використання *PostGIS* для управління великими обсягами просторових даних?
5. Як виконати просторовий аналіз у базі даних за допомогою *SQL*-запитів?

Практичне завдання № 14 Обробка та візуалізація геопросторових даних

Практичне завдання спрямоване на формування навичок використання геоінформаційних систем (*ГІС*) для обробки зібраних геопросторових даних, їх візуалізації та аналізу. Під час роботи створюються картографічні матеріали, зокрема тематичні карти і *3D*-моделі територій, що є важливим для задач землеустрою та управління територіями.

Мета роботи: освоєння методів обробки й візуалізації геопросторових даних за допомогою *ГІС*, створення картографічних матеріалів і *3D*-моделей територій для аналізу й вирішення задач землеустрою.

Основні теоретичні положення

Обробка та візуалізація геопросторових даних є важливим етапом у роботі з територіями, що забезпечує отримання зрозумілих і точних картографічних матеріалів. Геоінформаційні системи (*ГІС*) надають потужні інструменти для обробки даних, їхнього аналізу та візуального подання.

Просторові дані, отримані з різних джерел, таких як *GNSS*, *БПЛА* або супутникові платформи, потребують попередньої обробки для приведення до єдиної системи координат, очищення від похибок і структуризації. Одним із основних етапів роботи є створення тематичних карт, які відображають функціональне зонування, обмеження у використанні територій або інші характеристики. Інструменти *ГІС*, такі як *ArcGIS*, *QGIS* або *Global Mapper*, дозволяють автоматизувати процес створення карт, інтегрувати просторові та атрибутивні дані й виконувати аналіз. Крім карт, сучасні *ГІС* пропонують засоби для створення *3D*-моделей територій. Це дозволяє отримати тривимірне уявлення про рельєф, забудову чи інфраструктуру, що є важливим для проектування, моніторингу або управління територіями. Створення *3D*-моделей базується на цифрових моделях рельєфу (*DEM*) та об'єктів, що можуть бути

інтегровані з ортофотопланами для детальної візуалізації. Здійснення аналізу містить просторові запити, оцінку змін, розрахунок площ і об'ємів, що дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення. Візуалізація та аналіз геопросторових даних є важливими для задач землеустрою, проектування, екологічного моніторингу та планування територій.

Задача

1. Виконати обробку зібраних геопросторових даних у програмному забезпеченні *ГІС* (*ArcGIS*, *QGIS*).
2. Створити тематичну карту, яка відображає функціональне зонування або інші характеристики території.
3. На основі цифрової моделі рельєфу (*DEM*) створити *3D*-модель території з інтеграцією об'єктів інфраструктури.
4. Провести аналіз території, включно з обчисленням площ, довжин і оцінкою змін.
5. Підготувати звіт із графічними матеріалами та висновками.

Опис задачі: необхідно провести обробку геопросторових даних у *ГІС*, створити тематичну карту та *3D*-модель території, здійснити аналіз основних характеристик і підготувати візуалізацію для подальшого використання у задачах землеустрою.

Завдання для самостійного виконання

1. Поясніть процес створення *3D*-моделі території у програмному забезпеченні *QGIS* або *ArcGIS*.
2. Виконайте тематичне картографування для відображення змін у використанні території.
3. Проведіть просторовий аналіз для визначення зон із заданими характеристиками, наприклад, за висотою чи функціональним призначенням.

Питання для самоконтролю

1. Які інструменти *ГІС* використовуються для обробки та аналізу геопросторових даних?
2. Як створити *3D*-модель території на основі *DEM*?
3. У чому переваги інтеграції цифрових моделей рельєфу з ортофотопланами?
4. Як виконати тематичне картографування у *QGIS*?
5. Які типи аналізу територій можна здійснити за допомогою *ГІС*?

Практичне завдання № 15 Інтеграція геопросторових даних у національні системи

Практичне завдання спрямоване на формування навичок підготовки та інтеграції зібраних геопросторових даних у національні та міжнародні системи. У процесі роботи вивчаються стандарти публікації даних, вимоги до їх сумісності та коректного формату. Завдання дозволяє оволодіти методиками забезпечення інтеграції даних, що є ключовим для створення єдиної геоінформаційної інфраструктури.

Мета роботи: освоєння методів підготовки геопросторових даних до інтеграції у національні системи, вивчення стандартів і вимог до їх публікації, забезпечення відповідності даних нормативним документам.

Основні теоретичні положення

Інтеграція геопросторових даних у національні та міжнародні системи є важливим етапом у забезпеченні доступності й узгодженості даних для різних користувачів. Це процес, що передбачає приведення зібраної інформації до стандартів, які визначають її формат, структуру, точність і метадані.

Національні системи геопросторових даних створюються для об'єднання інформації з різних джерел, забезпечення її сумісності та доступності. В Україні ця діяльність регулюється Державною службою геодезії, картографії та кадастру, а також міжнародними стандартами, такими як *INSPIRE* (Інфраструктура просторової інформації в Європі).

Стандарти публікації даних визначають формат даних (*SHP*, *GeoJSON*, *GML*), вимоги до координатних систем (*WGS 84*, *UTM*), структуру атрибутивних таблиць та обов'язковість метаданих. Метадані описують джерело, методику збору, точність та обмеження використання даних, що є важливим для їхньої довіри та ефективного застосування.

Процес інтеграції даних містить:

1. Приведення до єдиної системи координат. Усі дані повинні бути трансформовані до системи, яка підтримується національною чи міжнародною системою.
2. Структурування та перевірка. Дані організовуються у відповідні формати та перевіряються на точність, повноту та відповідність стандартам.
3. Формування метаданих. Підготовка опису даних відповідно до міжнародних стандартів, таких як *ISO 19115*.
4. Публікація та інтеграція. Дані завантажуються в національні портали чи системи обміну даними через встановлені протоколи (*WMS*, *WFS*).

Інтегровані дані використовуються для управління земельними ресурсами, моніторингу природних ресурсів, містобудування та екологічного планування.

Задача

1. Підготувати зібрані геопросторові дані до інтеграції у національну систему, включно з трансформацією координат і перевіркою їхньої відповідності стандартам.
2. Структурувати атрибутивну інформацію, забезпечивши відповідність вимогам метаданих.

3. Підготувати метадані у форматі *ISO 19115*.
4. Виконати інтеграцію даних через вебсервіси (*WMS, WFS*) у демонстраційний геопортал або локальну *ГІС*-систему.
5. Підготувати звіт із описом процесу, перевірки даних та інтеграції.

Опис задачі: необхідно виконати підготовку зібраних геопросторових даних до інтеграції, забезпечивши їх відповідність національним стандартам. Дані мають бути структуровані, трансформовані до відповідної системи координат і доповнені метаданими. Завдання завершується демонстрацією інтеграції через вебсервіси або локальні інструменти.

Завдання для самостійного виконання

1. Опишіть процес підготовки даних до публікації у форматі *GML* або *GeoJSON*.
2. Виконайте трансформацію координат для забезпечення відповідності *WGS 84*.
3. Підготуйте метадані для набору даних, використовуючи стандарт *ISO 19115*.

Питання для самоконтролю

1. Які стандарти регулюють інтеграцію геопросторових даних у національні системи?
2. У чому полягає значення метаданих для публікації даних?
3. Які формати даних найчастіше використовуються для інтеграції у національні системи?
4. Як забезпечується трансформація координат для відповідності стандартам?
5. Які протоколи використовуються для публікації геопросторових даних через вебсервіси?

Практичне завдання № 16 Розробка проєктів на основі геопросторових даних

Практичне завдання спрямоване на формування навичок використання геопросторових даних для розробки проєктів землеустрою. У процесі роботи вивчаються методи планування використання територій, зонування та оптимізації земельних ресурсів з урахуванням природних, технічних і правових умов. Завдання дозволяє застосовувати сучасні інструменти *ГІС* для проєктування, аналізу й управління територіями.

Мета роботи: освоєння методів використання геопросторових даних для проєктування територій, планування їхнього використання, зонування та оптимізації земельних ресурсів.

Основні теоретичні положення

Геопросторові дані є основою для проєктування територій, планування їх використання та вирішення задач оптимізації земельних ресурсів. Вони забезпечують інформацію про рельєф, межі земельних ділянок, об'єкти інфраструктури, екологічний стан та правовий статус територій.

Розробка проєктів землеустрою базується на таких ключових етапах:

1. Аналіз території. Здійснюється використанням *ГІС* для оцінки природних умов, рельєфу, доступності інфраструктури та існуючого зонування.
2. Планування використання територій. Визначаються оптимальні способи використання земельних ділянок залежно від їхніх характеристик і функціонального призначення. До цього входить сільськогосподарське, житлове, промислове або рекреаційне використання.
3. Зонування. Територія ділиться на функціональні зони, які визначають умови використання кожної ділянки. Для цього враховуються

екологічні обмеження, інженерні мережі, транспортна доступність і правові вимоги.

4. Оптимізація використання земель. Здійснюється з метою забезпечення максимального економічного, екологічного чи соціального ефекту від використання територій.

Геоінформаційні системи забезпечують інструменти для моделювання територій, створення тематичних карт, розрахунку площ, аналізу взаємозв'язків між об'єктами та оцінки наслідків проєктних рішень. Використання *DEM* (цифрових моделей рельєфу) дозволяє враховувати топографічні особливості під час проєктування, а інструменти просторового аналізу дозволяють автоматизувати розробку зонування.

Проєкти землеустрою здійснюються з урахуванням нормативних вимог і стандартів, які визначають критерії для зонування, використання природних ресурсів і розміщення об'єктів.

Задача

1. Виконати аналіз вихідних геопросторових даних території, включно з оцінкою рельєфу, зонуванням та інфраструктурою.

2. Розробити проєкт використання території з визначенням функціональних зон (житлова, промислова, сільськогосподарська, рекреаційна тощо).

3. Оптимізувати використання земельних ресурсів для досягнення заданих цілей (економічної, екологічної чи соціальної ефективності).

4. Створити тематичну карту проєкту з візуалізацією зонування та основними рішеннями.

5. Підготувати звіт із описом проєкту, методів аналізу та результатів.

Опис задачі: необхідно використати геопросторові дані для створення проєкту використання території. Робота містить аналіз вихідних даних,

проектування функціональних зон і розробку оптимального плану використання земельних ресурсів. Результати повинні бути подані у вигляді тематичної карти та звіту.

Завдання для самостійного виконання

1. Описати основні етапи розробки проєктів землеустрою з використанням *ГІС*.
2. Виконати зонування території з урахуванням її функціонального призначення та обмежень.
3. Створити карту, що відображає оптимальне використання територій для заданого проєкту.

Питання для самоконтролю

1. Які основні джерела геопросторових даних використовуються для проектування територій?
2. Як виконати зонування території у *ГІС*?
3. У чому полягає значення оптимізації використання земель для проєктів землеустрою?
4. Які інструменти *ArcGIS* або *QGIS* дозволяють моделювати використання територій?
5. Як оцінити ефективність розробленого проєкту використання земель?

Практичне завдання ЗМ 1 Отримання даних з обмінних файлів кадастрової інформації для винесення в натуру

Практичне завдання спрямоване на формування навичок обробки даних з державного земельного кадастру та підготовці матеріалів для винесення меж в натуру.

Мета роботи: отримати навички роботи з електронними обмінними файлами кадастрової інформації (формату *XML*), отриманими з Державного земельного кадастру, для подальшого винесення меж земельної ділянки в натуру.

Завдання для самостійного виконання

1. Отримати зразок обмінного *XML*-файлу земельної ділянки.
2. Завантажити файл у відповідне програмне забезпечення (наприклад, *Digital*s, *QGIS*, *AutoCAD*).
3. Візуалізувати межі ділянки, зчитати координати поворотних точок.
4. Побудувати схему для винесення в натуру (з нанесенням орієнтирів, масштабом, напрямками).
5. Підготувати таблицю координат поворотних точок для польових робіт.

Опис задачі: використовуючи наданий *XML*-файл, здобувач відкриває його у відповідній програмі, вивчає структуру, зчитує координати межових точок. За допомогою інструментів геоприв'язки формує зручну для друку схему з виносною таблицею. На основі отриманої інформації розробляється схема для винесення меж ділянки в натуру з урахуванням необхідного масштабу та орієнтації.

Питання для самоконтролю

1. Що таке *XML*-файл у контексті кадастрової інформації?
2. Які координати містяться в обмінному файлі земельної ділянки?

3. Яке програмне забезпечення дозволяє працювати з обмінними *XML*-файлами?
4. Як здійснюється геоприв'язка кадастрових меж на топографічній основі?
5. Що потрібно для винесення меж у натуру за координатами?

Завдання для самостійної роботи ЗМ 1 Камеральна обробка даних для забезпечення організації територій

Завдання для самостійного виконання

1. Ознайомитись із методами камеральної обробки результатів геодезичних вимірювань.
2. Підготувати алгоритм дій з обробки результатів польових вимірювань (координат, висот, площ).
3. Навести приклад формування схем межування або розмежування територій.
4. Підготувати опис процесу трансформації координат під час переходу між *СК-63* та *УСК-2000*.

Питання для самоконтролю

1. Які етапи містить камеральна обробка результатів геодезичних робіт?
2. Яке програмне забезпечення використовується для обробки геоданих?
3. У чому суть трансформації координат у разі зміни системи координат?
4. Які дані необхідно мати для розрахунку площі земельної ділянки?
5. Що таке схема межування і для чого вона використовується?

Практичне завдання ЗМ 2 Створення топографічної основи та опрацювання даних з електронного тахеометра

Практична робота спрямована на формування навичок роботи з результатами тахеометричних вимірювань, необхідними для побудови топографічних планів, що використовуються у землеустрої. Студенти навчаться імпортувати дані, обробляти їх у спеціалізованому ПЗ та оформлювати результати відповідно до стандартів.

Мета роботи: набути практичних навичок збору та камеральної обробки результатів тахеометричних вимірювань для створення топографічної основи території.

Завдання для самостійного виконання

1. Отримати дані польових вимірювань із електронного тахеометра.
2. Імпортувати дані у програмне забезпечення для обробки (*Digitals, AutoCAD Civil 3D, QGIS*).
3. Побудувати топографічну основу (план) з нанесенням рельєфу, ситуаційних об'єктів.
4. Підготувати креслення у встановленому масштабі (1 : 500 або 1 : 1 000).

Опис задачі: здобувач отримує файл з даними тахеометричної зйомки у форматі *CSV* або *DXF*. Після завантаження даних здійснюється обробка: розрахунок координат точок, побудова горизонталей, нанесення межових знаків та об'єктів місцевості. Готовий план оформлюється відповідно до вимог топографічних зйомок для землеустрою.

Питання для самоконтролю

1. Які основні дані містить файл тахеометричної зйомки?
2. Які основні етапи створення топографічного плану за тахеометричними вимірами?
3. Як визначається висота точок за результатами вимірювань?
6. Що таке горизонталі на топографічному плані?
7. Які масштаби найчастіше використовуються для створення топографічної основи для землеустрою?

Завдання для самостійної роботи ЗМ 2 Технологія створення топографічного плану території

Завдання для самостійного виконання

1. Вивчити основні методи побудови топографічних планів (тахеометричний, GNSS-зйомка, фотограмметрія).
2. Підготувати схему процесу створення топографічного плану від польових вимірювань до готового креслення.
3. Навести приклад оформлення умовних знаків на топографічному плані.
4. Скласти коротку інструкцію для студентів щодо порядку виконання топографічної зйомки невеликої ділянки.

Питання для самоконтролю

1. Які основні етапи створення топографічного плану території?
2. Які методи збору даних застосовуються для топографічних зйомок?
3. Що визначає вибір масштабу під час складання топографічного плану?
4. Які обов'язкові елементи повинні бути нанесені на топографічний план?

5. Як забезпечується точність топографічної зйомки?

Практичне завдання № 3 Збір просторових даних за допомогою супутникових систем та БПЛА

Практична робота спрямована на формування навичок збору просторових даних за допомогою супутникових *GNSS*-систем та безпілотних літальних апаратів для подальшого використання у землеустрої та моніторингу територій.

Мета роботи: набути практичних навичок збору даних про об'єкти території з використанням *GNSS*-обладнання та безпілотних літальних апаратів, їх базову обробку та підготовку до камерального аналізу.

Завдання для самостійного виконання

1. Виконати збір координат контрольних точок місцевості за допомогою *GNSS*-приймача.
2. Провести обліт території за допомогою *БПЛА* з фіксацією супутникових координат.
3. Сформувати набір даних для подальшої камеральної обробки.
4. Здійснити первинну візуалізацію даних (ортофотоплани або фотомозаїка).

Опис задачі: студент здійснює збір даних на реальній або змодельованій території. За допомогою *GNSS*-приймача визначаються координати реперних точок. *БПЛА* виконує обліт із фіксацією серій знімків. Отримані матеріали передаються для камеральної обробки.

Питання для самоконтролю

1. Які переваги використання *БПЛА* у зборі просторових даних?
2. Які параметри польоту *БПЛА* важливі для точності результату?
3. Що таке ортофотоплан і де він використовується?
4. Як фіксуються координати під час обльоту території?
5. Яке обладнання застосовується для *GNSS*-зйомки місцевості?

Завдання для самостійної роботи ЗМ 3 Камеральна обробка даних з супутникових знімків та БПЛА

Завдання для самостійного виконання

1. Ознайомитись із методами фотограмметричної обробки даних *БПЛА*.
2. Підготувати приклад обробки супутникових знімків у *ГІС*-програмі (*QGIS, Digitals*).
3. Створити ортофотоплан та цифрову модель поверхні за результатами обробки.
4. Підготувати приклад інтеграції отриманих даних до системи землеустрою.

Питання для самоконтролю

1. Які основні етапи обробки даних з *БПЛА*?
2. Які *ГІС*-програми використовуються для створення ортофотопланів?
3. Що таке цифрова модель поверхні (*ЦМП*)?
4. Як забезпечується точність фотограмметричної обробки даних?
5. Де застосовуються результати обробки супутникових знімків у землеустрої?

Розрахунково-графічне завдання № 1 Створення топографічної основи території населеного пункту

Метою виконання розрахунково-графічного завдання є систематизація, закріплення та поглиблення знань, отриманих під час вивчення дисципліни. Сутність завдання полягає у векторизації території за знімками з безпілотного літального апарату, та створення топографічної основи території у масштабі 1 : 2 000.

Основні теоретичні положення

Першим етапом вишукувань є отримання технічного завдання, складання кошторису, заключення договору на виконання робіт та проведення первинного огляду місцевості. Після проведення рекогносрування було обрано оптимальну технологію, яка має найвищу кореляцію таких факторів, як швидкість роботи, якість отриманих результатів, кількість залучених осіб, доступність використання інструментарію та можливість проведення знімальних робіт на закритій території.

Аналіз цих елементів виявив, що найбільш раціональним способом виконання поставленої задачі будуть топографо-геодезичні роботи, проведені за допомогою безпілотного літального апарата. У цьому прикладі розглядається звичайний *БПЛА* без *RTK*-модуля, тому для точної прив'язки до системи координат та подальшої камеральної обробки застосовується двохчастотний *GNSS*-приймач з *RTK*-режимом.

Кінематичне позиціонування в реальному часі (RTK) – це сукупність прийомів та методів отримання планових координат і висот точок місцевості за допомогою супутникової системи навігації через отримання поправок з базової станції, які приймає апаратура користувача під час зйомки.

На практиці в системах *RTK* використовується один приймач базової станції та мобільний зв'язок. Базова станція повторно транслює фазу хвилі, яку

вона спостерігає, а мобільний пристрій порівнює свої власні вимірювання фази з результатами, отриманими від базової станції. Існує кілька способів передачі сигналу корекції від базової станції до мобільної станції. Найпопулярніший спосіб передачі сигналу в режимі реального часу за низькою ціною – це використання радіомодема, зазвичай в діапазоні ультракоротких хвиль. У більшості країн певні частоти виділяються спеціально для цілей *RTK*. Більшість геодезичних приладів мають вбудований радіомодем *УКВ-діапазону* як стандартну опцію. *RTK* забезпечує підвищення точності приблизно до 20 км від базової станції.

Це дозволяє приймачам розраховувати їх відносне положення з точністю до міліметрів, хоча їх абсолютне положення є точним лише з тією ж точністю, що й обчислене положення базової станції. Таким чином, доцільно буде використовувати *БПЛА* та *GNSS-приймач* у парі.

У процесі рекогностування головною метою є визначення найбільш ефективного маршруту прольоту літального апарата та проходження оператора *GNSS-приймача*, із затвердженням точок опорної мережі, які в подальшому використовуються для прив'язки знімків з *БПЛА*.

Під час виконання польових робіт *GNSS-обладнанням* отримано координати точок з різноманітних комунікаційних мереж, серед яких окремим кодом є опорні точки (позначки).

Після закінчення створення базисних міток та координування важливих елементів плану виконується заліт *БПЛА*. Оператор повинен знаходитись у найбільш ефективному положенні, тобто стояти в такому місці, з якого дрон може охопити найбільшу площу. Таким чином, оператор літального апарата в ручному (або автоматичному) режимі здійснює знімання території, яку *БПЛА* може охопити за один політ.

Такий цикл робіт повторюється до повного покриття площі території об'єкта згідно з технічним завданням.

Після закінчення знімань за допомогою цієї технології отримується масив фотоматеріалів які перетворюються на хмарину точок та розробляється

підкладка для оцифрування за допомогою сучасного програмного забезпечення (наприклад, *Pix4D*).

Pix4D – це програмне забезпечення, яке максимально розкриває можливості фотограмметрії разом із комп’ютерним зором. *Pix4D* дозволяє створювати деталізовані 3D-моделі лише за фотографіями, без використання дорогого обладнання. Можливість експорту до всіх зовнішніх пакетів для постобробки робить *Pix4D* універсальним інструментом для 3D-моделювання (рис. 1.1).

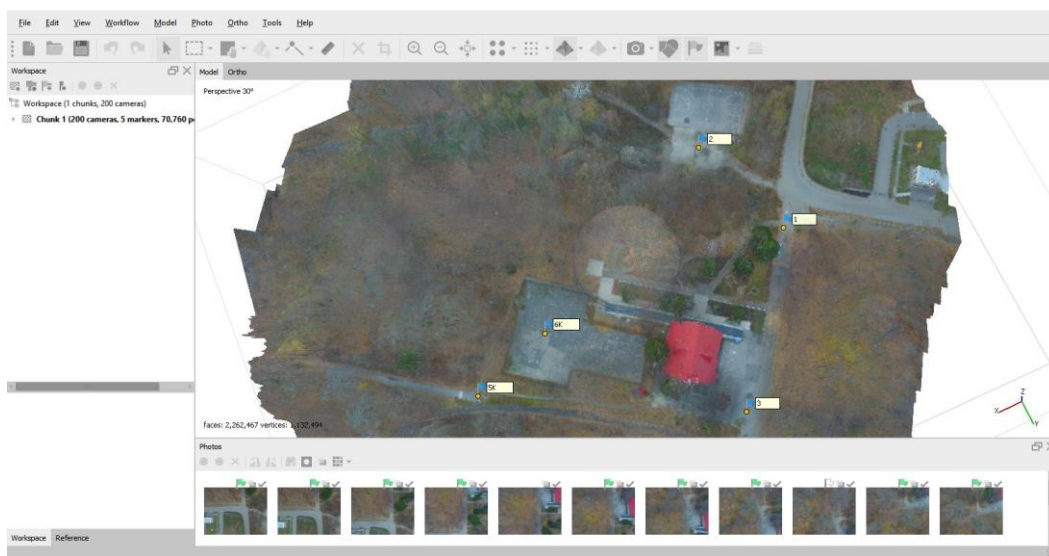


Рисунок 1.1 – Приклад створеної 3D-моделі за допомогою *Pix4D*

За допомогою цього програмного забезпечення було проведено фотограмметричні роботи з фотоматеріалами, в яких були використані нанесені опорні точки. Саме завдяки ним координувались знімки і тому отримана модель була геопросторово прив’язаною.

Наступним кроком є імпорт результатів польових робіт до програмного забезпечення *DigitalS*. Цей сервіс дозволяє створити піраміду масштабів для ортофотоплану та оцифрувати його. Таким чином, створюється топографічний план у заданому масштабі (рис. 1.2).

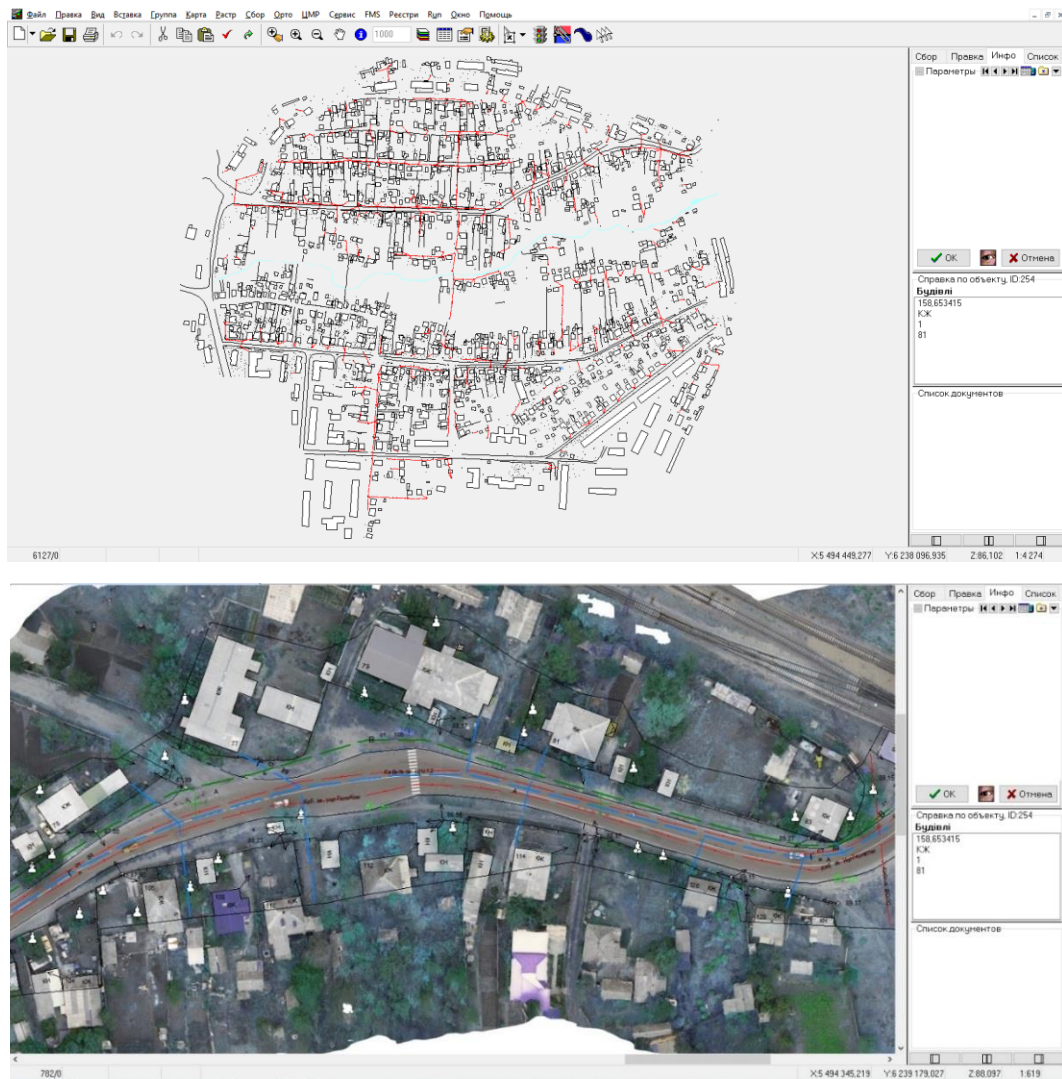


Рисунок 1.2 – Процес виконання оцифрування об’єкта за допомогою *Digitals*

У процесі створення планів використовується бібліотека шарів модулю *Geo*, які повністю відповідають дійсним нормативним документам. Під час роботи виконується камеральна обробка наявної інформації, яка отримується наземними зніманнями.

Також для нанесення та редагування існуючих підземних комунікацій використовуються архітектурні планшети, дані з яких погоджуються у відповідних службах згідно з її оновленим просторовим положенням. Отриманий кінцевий результат погоджується із замовником згідно з технічним завданням.

Застосування такої технології та комплексу робіт дає змогу виконувати польові роботи в кількості двох осіб. На відміну від звичайного тахеометричного знімання велика площа території може бути відзнята за 1–2 робочі дні на відміну від 1–2 тижнів.

Не менш важливо те, що за допомогою *БПЛА* була отримана інформація і про ті ділянки місцевості, які перебувають в глибині приватної території, а отже, тахеометричним методом до них не дібратися без дозволу власника. Підсумовуючи вище сказано – наявність *БПЛА* та його оператора в рази підвищує ефективність проведення робіт по створенню топографічних планів і карт.

Задачі роботи

Для виконання розрахунково-графічного завдання необхідно дотримуватись таких кроків:

1. Векторизація території. Використовуючи знімки з *БПЛА*, проведіть векторизацію території, визначаючи основні елементи ландшафту, будівлі, дороги та інші значущі об'єкти.

2. Створення топографічної основи. За допомогою векторизованих даних створіть топографічний план території у масштабі 1 : 2 000, забезпечивши точне та детальне відображення всіх елементів.

Завдання спрямоване на поглиблення знань та вдосконалення практичних навичок у створенні та аналізі топографічних планів, а також на використання сучасних технологій обробки геодалних для забезпечення землеустрою.

Готова оформлена робота здається у *DXF-форматі* прикріпленим файлом та презентацією. Отримані дані оформлюються як геодезичний звіт. Вихідні дані для проєктування з варіантами завдань отримуються в електронному вигляді у викладача.

Питання для самоконтролю

1. Які ключові етапи створення топографічної карти території?
2. Які основні принципи векторизації території за знімками з *БПЛА*?
3. Що таке масштаб 1 : 2 000 і як його застосовувати під час створення топографічних карт?
4. Які типові помилки можуть виникати під час векторизації, і як їх уникнути?
5. Які основні компоненти мають входити в топографічну карту?
6. Яким чином геодезичні дані з *БПЛА* інтегруються у топографічні карти?
7. Які програмні інструменти використовуються для векторизації та створення топографічних карт?
8. Які методи контролю якості необхідно застосовувати під час створення топографічної карти?
9. Які важливі аспекти необхідно враховувати під час вибору масштабу для топографічної карти?
10. Які виклики можуть виникнути під час визначення деталей місцевості на топографічній карті?
11. Як аналізувати та інтерпретувати топографічну карту для планування міського простору?
12. Як використання топографічних карт може допомогти у вирішенні містобудівних завдань?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інфраструктура геопросторових даних в Україні [Електрон. ресурс]: монографія / за ред. В. О. Смірнова. – Електрон. текст. дані. – Київ : Наукова думка, 2021. – 412 с. – Режим доступу: https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/9079/1/Збірник%20НАН_2020_Міщенко.pdf, вільний (дата звернення: 06.07.2025). – Назва з екрана.
2. Нормативно-правові акти в сфері геодезії та картографії [Електрон. ресурс] : класифікатор топографічної інформації, яка відображається на топографічних планах масштабів 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500. – Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=3302>, вільний (дата звернення: 08.09.2025). – Назва з екрана.
3. Земельний кодекс України [Електрон. ресурс] : Закон України від 25 жовт. 2001 р. № 2768-III // Відомості Верховної Ради України. – Чинний, ред. від 20.08.2021. – Електрон. текст. дані. – 2002. – № 3–4. – С. 27. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>, вільний (дата звернення: 09.10.2025). – Назва з екрана.
4. Бобров І. Сучасні ГІС-технології для землеустрою [Електрон. ресурс] : підручник / І. Бобров. – Електрон. текст. дані. – Київ : Либідь, 2022. – 310 с. – Режим доступу: https://lib.lb.ua/2022/03/10/geosystem_land_use_manual.pdf, вільний (дата звернення: 05.05.2025). – Назва з екрана.
5. INSPIRE Directive : Geospatial Data Integration Across Europe [Electronic resource] / edited by M. R. de Smith, M. Goodchild. – Electronic text data. – Cham : Springer, 2022. – 380 p. – Regime of access: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-70248-7>, free (date of the application: 25.01.2025). – Header from the screen.
6. Національна інфраструктура геопросторових даних України: перспективи розвитку [Електрон. ресурс] : монографія / за ред. М. І. Степаненко. – Електрон. текст. дані. – Полтава : АСМІ, 2022. – 370 с. – Режим

доступу: <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/9066>, вільний (дата звернення: 03.03.2025). – Назва з екрана.

7. Шевцов А. В. Інтеграція геоданих у міжнародних проєктах [Електрон. ресурс] / А. В. Шевцов. – Електрон. текст. дані. – Львів : ЛНУ, 2020. – 180 с. – Режим доступу: https://science.lnu.edu.ua/integration_geo_projects.pdf, вільний (дата звернення: 07.09.2025). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять, організації самостійної роботи
та виконання розрахунково-графічної роботи
з навчальної дисципліни

«ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЙ»

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Укладач **КАСЬЯНОВ** Володимир Володимирович

Відповідальний за випуск *С. Г. Нестеренко*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *В. В. Касьянов*

План 2025, поз. 35М

Підп. до друку 18.12.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,7

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 8386 від 14.07.2025.