

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять, організації самостійної
та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРИТОРІЙ»

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

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт із навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення територій» (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, 2024. – 36 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 № 12 від 15 червня 2023 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практичне завдання 1 Мережа згущення на території об'єктів	5
Практичне завдання 2 Побудова і реконструкція геодезичних мереж	8
Практичне завдання 3 Геодезичний супровід території будівництва	11
Практичне завдання 4 Лазерне сканування територій та об'єктів.....	14
Практичне завдання 5 Геодезичні вишукування на територіях об'єктів.....	17
Практичне завдання 6 Геодезичний моніторинг об'єктів територій.....	20
Практичне завдання 7 Програмне забезпечення для обробки даних геодезичного моніторингу.....	23
Практичне завдання 8 Технології та проекти з моніторингу.....	26
Розрахунково-графічне завдання «Створення топографічної основи території в масштабі 1 : 2 000».....	29
Список рекомендованих джерел.....	35

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення територій» є ознайомлення здобувачів вищої освіти з методами і технологіями, що застосовуються при геодезичному забезпеченні територій та розв'язанні завдань щодо створення топографічної основи територій.

Вивчення цієї дисципліни базується на відомостях із таких дисциплін, як «Геодезія», «Електронні геодезичні прилади», «Геоінформаційні технології».

Методичні рекомендації розроблені для забезпечення підтримки практичних занять із дисципліни і охоплюють ключові аспекти геодезії, а також спрямовані на глибоке вивчення і розуміння процесів проектування геодезичних мереж, інженерно-геодезичних вишукувань та геодезичного моніторингу об'єктів. Основна мета цих занять – надати студентам необхідні відомості та розвинути практичні навички ефективного виконання геодезичних робіт у різних сферах діяльності.

Особлива увага приділяється практичному застосуванню теоретичних відомостей щодо реальних геодезичних проєктів. Студентам надаються завдання, які вимагають аналітичного мислення, планування та виконання, а також інтерпретації результатів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 1 МЕРЕЖА ЗГУЩЕННЯ НА ТЕРИТОРІЇ ОБ'ЄКТІВ

Завдання спрямоване на поліпшення практичних навичок щодо проектування геодезичних мереж відповідно до технік згущення для підвищення точності та деталізації польових знімань.

Мета роботи – розроблення мережі згущення для вказаної території на базі використання пунктів наявної державної геодезичної мережі.

Основні теоретичні положення

Побудова мережі згущення за допомогою сучасних геодезичних технологій та методів включає декілька ключових елементів, а саме:

1. Вибір точок згущення. Основою є вибір точок, які повинні бути стратегічно розміщені для забезпечення оптимального покриття та точності. Використовуються такі критерії, як доступність, візуальна видимість між точками та стабільність місцевості.

2. Сучасні геодезичні інструменти. Застосування сучасних інструментів, таких як *GPS*-, *GNSS*-приймачі, електронні тахеометри та лазерні сканери, що забезпечують високу точність вимірювань.

3. Цифрове моделювання та обробка даних. Використання комп'ютерних програм та *ГІС* для обробки та аналізу зібраних даних, створення цифрових моделей місцевості.

4. Інтеграція з наявними мережами. Згущені мережі зазвичай інтегруються з наявними державними або регіональними геодезичними мережами для забезпечення єдності геодезичної інформаційної системи.

5. Моніторинг та підтримка. Після створення мережі згущення важливо забезпечити її регулярний моніторинг та підтримку, включаючи перевірку точності та коригування за необхідності.

Ці процеси дозволяють забезпечити високу точність геодезичних робіт та ефективність використання геодезичної інформації для різноманітних потреб – від будівництва до містобудування та інженерії.

Завдання. Побудувати геодезичну мережу для вимірювання території проекту за будови:

1. Аналіз наявної державної геодезичної мережі. Огляд поточної державної геодезичної мережі. Визначення придатних пунктів, які можна використовувати, як основу для мережі згущення.

2. Планування мережі згущення. Визначення потреб території у геодезичних вимірюваннях. Планування розкладу мережі згущення, забезпечення адекватного охоплення та точності.

3. Польові роботи. Проведення польових обстежень для встановлення додаткових пунктів. Використання відповідних геодезичних інструментів для точних вимірювань.

4. Обробка та аналіз даних. Обробка зібраних даних для інтеграції нових пунктів з наявною державною мережею. Аналіз даних на точність та послідовність.

5. Підготовка звіту. Складання звіту про процес, результати та будь-які виклики, які трапилися. Включення схеми та плану, що ілюструють мережу згущення.

Опис завдання: необхідно побудувати геодезичну мережу на території, де планується за будова промислового підприємства. Завдання полягає у створенні точної та надійної геодезичної мережі згущення для забезпечення вимірювання та картографування території та подальшого проектування й будівництва.

Завдання для самостійного виконання

1. Визначте та проаналізуйте основні критерії для вибору точок згущення геодезичної мережі. Враховуйте такі аспекти, як географічне розташування, доступність, видимість між точками та стабільність ґрунтів. Поясніть, як ці критерії впливають на точність та ефективність геодезичних вимірювань.

2. Опишіть процес інтеграції новоствореної мережі згущення в державну геодезичну мережу. Розгляньте аспекти сумісності, масштабування та корекції. Поясніть, чому інтеграція мережі згущення є важливою для забезпечення єдності та цілісності геодезичної інформаційної системи країни.

Питання для самоконтролю

1. Які фактори впливають на вибір точок для мережі згущення?
2. Як використання *GPS*-, *GNSS*-технологій може поліпшити точність мережі згущення?
3. У чому полягає значення інтеграції мережі згущення з наявними геодезичними мережами?
4. Назвіть можливі виклики при розробці мережі згущення в урбанізованій місцевості.
5. Які методи обробки та аналізу даних використовуються після збору геодезичної інформації?
6. Яким чином лазерне сканування може бути використане у процесі створення мережі згущення?
7. Які специфічні заходи безпеки потрібно врахувати при проведенні геодезичних робіт на території промислових підприємств?
8. Як впливає наявність промислового обладнання та інфраструктури на планування та проведення геодезичної мережі згущення?
9. Які методи моніторингу деформацій найбільш ефективні на промислових об'єктах з високим рівнем вібрацій або інших дестабілізуючих факторів?

10. Назвіть особливості використання *GPS*-, *GNSS*-технологій на промислових підприємствах, які можуть мати сильні електромагнітні поля або інші технічні перешкоди.

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 2 ПОБУДОВА І РЕКОНСТРУКЦІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

Практична робота передбачає вивчення та застосування сучасних методів створення державних геодезичних мереж. Передбачено використання супутникових технологій для підвищення точності геодезичних вимірювань, розглянуто різні системи позиціонування, такі як *GPS*, *GLONASS*, *Galileo*, та їх використання у практичних цілях. Особлива увага приділяється диференційному позиціонуванню та його ролі для точного визначення положення. Робота також включає вивчення та використання мереж статичних і кінематичних спостережень із огляду на їхню ефективність і придатність для різних геодезичних сценаріїв. Студенти мають вивчити та адаптувати ці методики для побудови й модернізації геодезичних мереж, що відповідають сучасним вимогам і стандартам точності.

Мета роботи – розроблення і вдосконалення геодезичних мереж із використанням сучасних супутникових технологій, методів позиціонування та систем навігації, що відповідають поточним потребам та вимогам точності.

Основні теоретичні положення

Сучасні методи побудови й реконструкції геодезичних мереж ґрунтуються на застосуванні передових супутникових технологій, зокрема *GPS*, *GLONASS*, *Galileo*, для високоточного визначення координат. Використання диференційного позиціонування, яке забезпечує підвищену точність шляхом одночасного використання декількох приймачів, відіграє ключову роль у точному визначенні позицій. Крім того, важливим аспектом є інтеграція нових

мереж в наявні державні геодезичні системи, що сприяє створенню єдиної та надійної геодезичної інформаційної системи. Використання мереж статичних і кінематичних спостережень, а також позиціонування з використанням різних систем навігації, дає змогу досягнути високої точності та надійності геодезичних вимірювань, що є ключовим для різних інженерних та містобудівних застосувань.

Варто звернути увагу на важливість комплексного підходу, який включає як технологічні інновації, так і методологічні вдосконалення. Сучасні геодезичні мережі потребують не тільки використання передових технологій, але й адаптації до мінливих умов і потреб, зокрема змін в умовах навколишнього середовища, розвитку урбаністичних територій та зростаючих вимог до точності в інженерних проєктах. Такий підхід забезпечує гнучкість і ефективність геодезичних систем, дозволяючи їм ефективно адаптуватися до нових викликів і забезпечуючи точність та надійність вимірювань.

Завдання. Розробити та вдосконалити геодезичні мережі з використанням сучасних супутникових технологій, а саме:

1. Вивчення супутникових технологій у геодезії. Дослідіть сучасні супутникові системи, зокрема *GPS*, *GLONASS*, *Galileo*, та їх застосування у геодезичному позиціонуванні.

2. Розробка проєкту геодезичної мережі згущення. Створіть проєкт мережі згущення, вибравши оптимальні локації для нових геодезичних пунктів, враховуючи наявні геодезичні мережі та ландшафтні особливості.

3. Проведення польових геодезичних робіт. Виконайте польові роботи з обраним обладнанням для встановлення нових точок мережі та збору необхідних даних.

4. Аналіз та обробка даних. Застосуйте програмне забезпечення для аналізу та обробки зібраних геодезичних даних, оцінки точності та виявлення можливих помилок або відхилень.

Ці завдання дозволять глибше зрозуміти та застосувати принципи сучасної геодезії в практичному контексті, розвиваючи важливі навички планування та виконання геодезичних робіт.

Завдання для самостійного виконання

1. Поясніть, як використання *GPS*-, *GNSS*-технологій може поліпшити точність та ефективність геодезичної мережі згущення.
2. Які основні критерії варто врахувати під час вибору точок для мережі згущення?
3. Які методи диференційного позиціювання використовуються у сучасній геодезії і як вони впливають на точність вимірювань?
4. Які виклики можуть виникнути при інтеграції новоствореної мережі згущення з існуючою державною геодезичною мережею?
5. Як виконується обробка та аналіз зібраних геодезичних даних і які інструменти використовуються для цього?
6. Опишіть роль та значення статичних і кінематичних геодезичних спостережень у сучасному процесі побудови геодезичних мереж.

Питання для самоконтролю

1. Які переваги та обмеження порівняно зі статичними має використання кінематичних спостережень в геодезичних мережах?
2. Які кроки включає процес планування мережі згущення?
3. Які фактори впливають на вибір обладнання для проведення геодезичних робіт?
4. Які вимоги до точності встановлюються для різних типів геодезичних мереж?
5. Які основні виклики можуть виникнути при роботі з геодезичними даними у великих масштабах?
6. Як процес диференційного позиціювання впливає на точність визначення координат?

7. Які критерії важливі для визначення щільності мережі згущення?
8. Які методи використовуються для перевірки якості й точності геодезичної мережі після її реконструкції?
9. Які фактори необхідно враховувати при виборі місця для геодезичних пунктів у промислових зонах?
10. Як зміни в навколишньому середовищі можуть вплинути на точність та стабільність геодезичних мереж?

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ З ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ТЕРИТОРІЇ БУДІВНИЦТВА

Практична робота «Геодезичний супровід території будівництва» зосереджена на підготовці та виконанні геодезичного супроводу об'єктів будівництва на всіх етапах геодезичного забезпечення. Робота вимагає комплексного підходу, який охоплює різні аспекти геодезії – від планування до виконання та аналізу геодезичних робіт на будівельних майданчиках.

Мета роботи – освоїти процес геодезичного супроводу на різних етапах будівництва, зокрема планування, вимірювання та аналіз.

Основні теоретичні положення

Геодезичний супровід території будівництва включає вивчення таких аспектів:

1. Основи геодезії в будівництві. Розглядається роль геодезії у визначенні точних розмірів, форми земельних ділянок та місць розташування будівельних конструкцій. Вивчення основних принципів геодезії допомагає зрозуміти, як правильно виконувати вимірювання та інтерпретувати геодезичні дані.

2. Планування геодезичних робіт. Включає визначення обсягу робіт, необхідного обладнання та вибір методів вимірювань. Це важливо для ефективного розподілу ресурсів і часу, а також забезпечує точність виконання робіт.

3. Геодезичні інструменти та обладнання. Детальний огляд інструментів, які використовуються в геодезії, зокрема їхні функції, можливості та сфери застосування. Розуміння особливостей різних видів обладнання є критично важливим для правильного вибору інструментів конкретних геодезичних завдань.

4. Виконання геодезичних робіт. Розглядається процес виконання вимірювань, зокрема підготовка, проведення та фіксація даних. Особлива увага приділяється точності та надійності вимірювань, а також їх відповідності проектним вимогам.

5. Аналіз та інтерпретація геодезичних даних. Включає методи обробки зібраних даних, їх аналіз та використання для вирішення конкретних будівельних завдань. Обробка даних може включати використання програмного забезпечення для визначення точності, виявлення помилок та відхилень від проектних параметрів.

Кожен із цих аспектів є фундаментальним для забезпечення точного та ефективного геодезичного супроводу будівельних проектів – від планування до завершення будівництва.

Завдання. Проаналізувати комплекс супроводу будівництва та території об'єкта, а саме:

1. Ознайомлення з теоретичними аспектами геодезичного супроводу будівництва.
2. Планування геодезичних робіт на території будівництва.
3. Виконання вимірювань та збір даних на будівельному майданчику.
4. Аналіз зібраних даних і визначення точності вимірювань.

Вихідні матеріали для виконання практичної роботи надає викладач. Завдання обирається за варіантом по списку.

Ця практична робота надасть студентам можливість застосувати теоретичні відомості на практиці та розвинути навички, необхідні для ефективного геодезичного супроводу будівельних проєктів.

Завдання для самостійного виконання

1. Вивчення та аналіз геодезичного обладнання. Ознайомтеся з різними типами геодезичних інструментів, їх функціональністю та сферами застосування. Порівняйте їх можливості та визначте, яке обладнання найбільш придатне для різних типів геодезичних робіт на будівельних майданчиках.

2. Планування геодезичних робіт на будівельному майданчику. Розробіть детальний план геодезичних робіт для вигаданого будівельного проєкту, зокрема виберіть місце для вимірювань, визначте необхідні інструменти та оцініть час, необхідний для виконання робіт.

3. Аналіз даних та їх інтерпретація. Проаналізуйте набір геодезичних даних (реальних чи вигаданих), оцініть точність вимірювань та інтерпретуйте результати з точки зору їх впливу на загальний план будівництва.

4. Дослідження методів виявлення та виправлення помилок у геодезичних роботах. Ознайомтеся з різними методами виявлення та коригування помилок у геодезичних вимірюваннях. Розгляньте, як ці методи можна застосувати для забезпечення точності та надійності геодезичних робіт на будівельних майданчиках.

По кожному пункту готується окремий звіт та здається викладачу.

Питання для самоконтролю

1. Якими є основні функції геодезії у процесі будівництва?
2. Які критерії варто враховувати при виборі геодезичного обладнання для будівельного майданчика?

3. Які етапи включає планування геодезичних робіт на будівельному об'єкті?
4. Як *GPS*-, *GNSS*-технології застосовуються у будівельній геодезії?
5. Які типи помилок можуть виникати при геодезичних вимірюваннях та як їх коригувати?
6. Як проводиться обробка та аналіз геодезичних даних, зібраних на будівельному майданчику?
7. Яке значення має нівелювання у геодезичному супроводі будівництва?
8. Які методи можна використовувати для вимірювання висоти будівельних конструкцій?
9. Як забезпечити точність геодезичних робіт у складних умовах будівельного майданчика?
10. Перелічіть особливості геодезичного супроводу при виконанні підземних робіт.
11. Як впливають погодні умови на точність геодезичних вимірювань?
12. Яких безпекових заходів необхідно дотримуватися під час проведення геодезичних робіт?

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 4 ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ

Ця робота передбачає ознайомлення з різними типами лазерних сканувальних систем, як наземних, так і повітряних, їх функціональністю, можливостями та сферами застосування. Студенти навчатимуться використовувати ці технології для точного та детального збору просторових даних, що важливо під час виконання геодезичних і містобудівних завдань.

Мета роботи – вивчення та застосування сучасних лазерних технологій сканування для ефективного геодезичного моніторингу й документування різних об'єктів і територій.

Основні теоретичні положення

Лазерне сканування територій – новітня геодезична техніка, у якій використовуються лазерні промені для створення детальних тривимірних зображень місцевостей та об'єктів. Основні аспекти, які розглядаються в цій темі:

1. Основи лазерного сканування. Вивчення принципів роботи лазерних сканерів, які надсилають лазерні промені на об'єкти, а потім аналізують відбиті сигнали для створення чітких тривимірних моделей.

2. Наземні та повітряні сканувальні системи. Вивчення особливостей та відмінностей між наземними та повітряними сканувальними системами. Наземні системи ідеально підходять для деталізованого знімання будівель та інженерних конструкцій, тоді як повітряні системи ефективні для огляду великих територій.

3. Технічні характеристики та обладнання. Розгляд технічних характеристик сканерів, зокрема точність, дальність дії та швидкість збору даних. Також важливо ознайомитися з різними типами лазерних сканерів, їх функціональністю та можливостями.

4. Обробка та аналіз даних. Вивчення методів обробки даних, отриманих внаслідок лазерного сканування, для створення точних тривимірних моделей та карт, що включає алгоритми обробки точок, виявлення помилок та методи візуалізації даних.

Цей теоретичний матеріал забезпечує комплексне розуміння лазерного сканування, як важливого інструменту у геодезії, архітектурі, містобудуванні, а також в інших сферах, де потрібна висока точність просторових даних.

Завдання. Проаналізувати повний комплекс виконання вишукувальних робіт за допомогою технології лазерного сканування:

1. Ознайомлення з обладнанням для лазерного сканування. Опишіть характеристики та можливості різних типів лазерних сканерів, зокрема наземні й повітряні системи, та оцініть їх придатність для конкретних завдань сканування.

2. Проведення лазерного сканування. Опишіть процес виконання польових робіт із використанням лазерного сканера, зосередившись на конкретній території або об'єкті, та проаналізуйте отримані дані.

3. Обробка та аналіз даних сканування. Опишіть використання актуального на сьогодні спеціалізованого програмного забезпечення для обробки даних лазерного сканування, створення тривимірних моделей та виявлення важливих характеристик обраного об'єкта або території.

4. Підготування звіту з висновками. Оформіть загальний звіт про проведену роботу, зокрема опис процесу сканування, аналіз отриманих даних та висновки щодо потенційного застосування лазерного сканування в геодезії, містобудуванні або інших сферах.

Вихідні матеріали для виконання практичної роботи надає викладач. Завдання обирається за варіантом у списку.

Ця практична робота надасть студентам можливість застосувати теоретичні знання на практиці та розвинути навички, необхідні для ефективного геодезичного супроводу будівельних проєктів.

Завдання для самостійного виконання

1. Дослідження основних принципів лазерного сканування. Опишіть теоретичні основи лазерного сканування, включаючи робочі механізми лазерних сканерів, методи обробки даних та створення тривимірних моделей. Прослідкуйте, як різні типи сканерів можуть застосовуватися для різних цілей та завдань.

2. Порівняльний аналіз наземних та повітряних сканувальних систем. Проаналізуйте відмінності, переваги та обмеження наземних і повітряних лазерних сканувальних систем. Розгляньте критерії, які потрібно враховувати під час вибору системи для конкретного проекту лазерного сканування.

За кожним пунктом готується окремий звіт та здається викладачу.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть принципи роботи лазерного сканера.
2. Якими є переваги наземного лазерного сканування порівняно з повітряним?
3. Які обмеження мають повітряні лазерні сканувальні системи?
4. Які типи даних можна отримати за допомогою лазерного сканування?
5. Як використання лазерного сканування може поліпшити точність топографічного знімання?
6. Які виклики пов'язані з обробкою даних лазерного сканування?
7. У яких галузях можна застосовувати лазерне сканування?
8. Чим відрізняються процеси збору даних наземного та повітряного лазерного сканування?
9. Які фактори впливають на вибір лазерного сканера для конкретного проекту?
10. Які методи використовуються для візуалізації та аналізу даних, отриманих шляхом лазерного сканування?

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 5 ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЯХ ОБ'ЄКТІВ

Ця практична робота зосереджена на вивченні та застосуванні супутникових технологій і використанні безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для інженерно-геодезичних та топографічних вишукувань територій.

Робота включає вивчення сучасних методів збору геодезичних даних, аналізу та обробки інформації, отриманої за допомогою цих технологій.

Мета роботи – вивчення та застосування сучасних супутникових технологій та БПЛА для геодезичних вишукувань на території об'єктів, що включає освоєння методів супутникового позиціонування для точного визначення координат, а також використання безпілотних літальних апаратів для збору аерофотознімків, проведення топографічних та інженерно-геодезичних вишукувань.

Основні теоретичні положення

Теоретичний матеріал за темою «Геодезичні вишукування на території об'єктів» із використанням супутникових технологій та *БПЛА* охоплює такі аспекти:

1. Супутникові технології в геодезії. Вивчення *GPS*-, *GNSS*-систем, їх принципів роботи та можливостей у геодезичних дослідженнях. Особливу увагу варто приділити методам супутникового позиціонування, які дозволяють точно визначати координати на земній поверхні.

2. Використання *БПЛА* у геодезії. Аналіз ролі безпілотних літальних апаратів у геодезичних вишукуваннях. Вивчення методів аерофотознімання, створення топографічних карт та моніторингу змін на територіях.

3. Технічні аспекти та обладнання. Огляд технічних характеристик та можливостей *БПЛА*, їх укомплектування для збору геодезичних даних, зокрема камери високої роздільної здатності та спеціалізовані сенсори.

4. Обробка та аналіз геодезичних даних. Розгляд процесів обробки даних, отриманих від *БПЛА* та *GPS*-, *GNSS*-систем, зокрема методики створення цифрових висотних моделей, обробки зображень та аналітичних інструментів для інтерпретації даних.

5. Практичне застосування та інновації. Вивчення різних сценаріїв застосування супутникових технологій та *БПЛА* у геодезичних вишукуваннях,

зокрема міського планування, контролю за будівельними проєктами, екологічного моніторингу тощо.

Завдання. Проаналізувати повний комплекс виконання вишукувальних робіт за допомогою технології із застосування *БПЛА*:

1. За даними польових знімачів створити зшивку знімків з *БПЛА* із прив'язкою їх до закоординованих розпізнавальних знаків.

2. За допомогою *Digitals* виконати оцифрування об'єкта з нанесенням комунікацій та інженерних мереж.

Варіанти завдання надає викладач в електронному вигляді.

Готова оформлена робота здається у *dxf*-форматі як прикріплений файл.

Завдання для самостійного виконання

1. Вивчення супутникових технологій. Ознайомтеся та опишіть принципи роботи із застосуванням супутникових навігаційних систем, зокрема *GPS / GNSS*, для геодезичних вишукувань за допомогою *БПЛА*.

2. Польові випробування з використанням *БПЛА*. Проведіть умовне польове випробування з використанням *БПЛА* для збору топографічних даних на обраній території, зокрема планування місії, польоти та збір даних.

3. Обробка та аналіз даних з *БПЛА*. Виконайте обробку та аналіз даних, отриманих з *БПЛА*, використовуючи відповідне програмне забезпечення для створення топографічних карт і моделей.

4. Порівняльний аналіз супутникових та *БПЛА* методів. Проведіть порівняльний аналіз ефективності супутникових технологій і використання *БПЛА* у геодезичних вишукуваннях, визначивши переваги та обмеження кожного методу.

Питання для самоконтролю

1. Які основні принципи роботи *GPS*-, *GNSS*-систем в геодезії?
2. Назвіть переваги та обмеження використання БПЛА для геодезичних вишукувань.
3. Перелічіть основні етапи планування місії з використанням *БПЛА* для топографічного знімання.
4. Які види даних можна зібрати за допомогою *БПЛА*?
5. Як обробляються і аналізуються дані, отримані за допомогою *БПЛА*?
6. Які фактори впливають на вибір між супутниковими технологіями та БПЛА для конкретного геодезичного завдання?
7. Які технічні виклики можуть виникнути під час використання *БПЛА* для геодезичних вишукувань?
8. Перелічіть основні вимоги щодо безпеки при роботі з *БПЛА*.
9. Які методи використовуються для забезпечення точності геодезичних вимірювань за допомогою *БПЛА*?
10. Як можна поєднати дані, отримані за допомогою *БПЛА*, з іншими геодез

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 6 ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ОБ'ЄКТІВ ТЕРИТОРІЙ

Ця практична робота має на меті вивчення екзогенних процесів та методів геодезичного моніторингу об'єктів території під дією зовнішніх факторів. Студенти досліджуватимуть різні види екзогенних процесів, зокрема ерозію, зсуви ґрунту тощо та вивчатимуть методи моніторингу цих процесів за допомогою геодезичних інструментів.

Мета роботи – розвиток здатності студентів використовувати сучасні геодезичні інструменти та технології для чіткого та ефективного моніторингу й аналізу змін у природному та штучному середовищах.

Основні теоретичні положення

Геодезичний моніторинг об'єктів території зосереджується на таких ключових аспектах:

1. Екзогенні процеси. Розглядаються такі явища, як ерозія, зсуви ґрунту та інші процеси, зумовлені зовнішніми факторами (кліматичними умовами, людською діяльністю тощо). Детальний аналіз допомагає зрозуміти, як ці процеси впливають на земну поверхню та інфраструктуру, а також які наслідки вони можуть мати для територій.

2. Методи геодезичного моніторингу. Вивчається застосування різноманітних геодезичних інструментів та технологій, зокрема GPS, лазерне сканування, тахеометри, для моніторингу змін на територіях. Особлива увага приділяється методам точного вимірювання та аналізу впливу зовнішніх факторів на об'єкти.

3. Обробка та аналіз даних моніторингу. Обговорюються підходи до обробки зібраних геодезичних даних, зокрема створення цифрових моделей рельєфу, картографування та визначення зон ризику. Важливим аспектом є вміння використовувати ці дані для планування заходів щодо мінімізації ризиків.

4. Вплив зовнішніх факторів. Аналізується, як природні та антропогенні фактори впливають на стабільність та безпеку територій. Досліджуються шляхи моніторингу та прогнозування цих змін, а також стратегії адаптації та управління ризиками.

Ці аспекти важливі для розуміння комплексного підходу до геодезичного моніторингу, який включає як технічні, так і аналітичні методи для забезпечення стабільності та безпеки в різних географічних умовах.

Завдання. Сформувати звіт за всіма зазначеними пунктами:

1. Дослідження екзогенних процесів. Проаналізуйте різні види екзогенних процесів (наприклад, ерозію, зсуви ґрунту) та їх можливий вплив на територію.
2. Використання *GPS* для моніторингу. Визначте, як сучасні *GPS*-технології можуть бути застосовані для моніторингу змін, спричинених екзогенними процесами.
3. Польові вимірювання та збір даних. Проведіть польові вимірювання на обраній ділянці і визначте екзогенні зміни, використовуючи геодезичне обладнання.
4. Аналіз та інтерпретація даних. Обробіть і проаналізуйте зібрані дані для визначення впливу зовнішніх факторів на територію та розробіть висновки щодо можливих заходів щодо мінімізації ризику.

Завдання для самостійного виконання

1. Дослідження впливу екзогенних процесів. Виконайте дослідження та аналіз екзогенних процесів на обраній території, зокрема зсуви ґрунту або ерозію. Зосередьте увагу на виявленні основних ознак цих процесів та їх можливому впливі на інфраструктуру та навколишнє середовище.
2. Вивчення методів геодезичного моніторингу. Проаналізуйте методи та техніки геодезичного моніторингу, які застосовуються для спостереження за змінами, спричиненими зовнішніми факторами. Зосередьтеся на визначенні переваг та обмежень кожного методу в контексті моніторингу екзогенних процесів.

Питання для самоконтролю

1. Які види екзогенних процесів впливають на територію?
2. Як *GPS*-технології використовуються у геодезичному моніторингу?

3. Перелічіть основні виклики при проведенні геодезичного моніторингу.
4. Як можна оцінити ризики, пов'язані з екзогенними процесами?
5. Які інструменти та техніки використовуються для виявлення зсувів ґрунту?
6. Як обробляються дані, отримані від геодезичного моніторингу?
7. Які методи використовуються для аналізу змін у ландшафті?
8. Які фактори впливають на точність геодезичних вимірювань?
9. Як можна інтегрувати дані з різних джерел у комплексний моніторинг?
10. Які превентивні заходи можна вжити для мінімізації впливу екзогенних процесів?

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 7 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Практична робота фокусується на вивченні та аналізі програмних засобів, які застосовуються для обробки даних, отриманих у процесі геодезичного моніторингу. Робота включає класифікацію програмного забезпечення та проведення критичного аналізу для оцінки ефективності геодезичного моніторингу територій.

Мета роботи – ознайомити студентів із різноманітними програмними засобами, які використовуються для обробки даних геодезичного моніторингу, та вивчити методи критичного аналізу ефективності цих програм. Студенти навчаються класифікувати програмне забезпечення, оцінювати його функціональні можливості та застосовувати ці знання для аналізу та оцінки результатів геодезичного моніторингу територій.

Основні теоретичні положення

Програмне забезпечення для обробки даних геодезичного моніторингу включає такі аспекти:

1. Огляд програмних засобів. Вивчення різних видів програмного забезпечення, які використовуються для обробки геодезичних даних, акцентуючи на їх функціональних можливостях, області застосування та інтерфейсі користувача.

2. Методи обробки даних. Розгляд різних технік та алгоритмів, які застосовуються в програмах для обробки та аналізу геодезичних даних, зокрема візуалізації, картографування та статистичного аналізу.

3. Критерії оцінки програмного забезпечення. Вивчення методів оцінки ефективності та придатності програмного забезпечення з урахуванням таких факторів, як точність обробки даних, швидкість обробки, зручність інтерфейсу та вартість.

Це теоретичне положення забезпечує глибоке розуміння ролі програмного забезпечення в геодезії, особливо в контексті збору, обробки та аналізу даних з метою точного моніторингу та управління територіями.

Завдання. Сформувати звіт за всіма вказаними пунктами:

1. Аналіз функціональності програмних засобів. Оцініть можливості та функції різних програм для обробки геодезичних даних, зокрема їх здатність до візуалізації, аналізу та звітності.

2. Порівняння програмних засобів. Проведіть порівняльний аналіз декількох програмних рішень для обробки геодезичних даних, зосередившись на їхніх перевагах, обмеженнях та придатності для різних видів моніторингових завдань.

3. Практичне використання програмних засобів. Виконайте практичну обробку реальних або навчальних даних геодезичного моніторингу,

використовуючи обране програмне забезпечення, та проаналізуйте отримані результати.

4. Розробка рекомендацій. На основі проведеного аналізу розробіть рекомендації щодо вибору програмного забезпечення для конкретних завдань геодезичного моніторингу, враховуючи фактори, зокрема точність, швидкість обробки, зручність інтерфейсу та вартість.

Завдання для самостійного виконання

1. Оцінка програмного забезпечення для геодезичного моніторингу. Оберіть декілька програм для обробки даних геодезичного моніторингу і проведіть оцінку їх функціональних можливостей, зручності інтерфейсу, точності обробки даних та загальної ефективності.

2. Аналіз випадку використання. Розгляньте конкретний приклад (реальний або гіпотетичний) застосування програмного забезпечення для геодезичного моніторингу. Визначте, яка програма може бути використана для вирішення конкретного завдання, оцініть можливі виклики та розробіть стратегію їх подолання.

Питання для самоконтролю

1. Які характеристики найважливіші при виборі програмного забезпечення для геодезичного моніторингу?

2. Які переваги та недоліки має використання програмного забезпечення для обробки даних геодезичного моніторингу?

3. Які види даних можна обробити за допомогою програмного забезпечення для геодезичного моніторингу?

4. Які критерії використовуються для оцінки точності програмного забезпечення у геодезичному моніторингу?

5. Як можна забезпечити безпеку даних при використанні програмного забезпечення для геодезичного моніторингу?

6. Чим відрізняються програмні рішення для геодезичного моніторингу від загальних програм обробки геоданих?

7. Які зміни в даних можна очікувати після обробки за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення?

8. Які проблеми можуть виникати під час використання програмного забезпечення для геодезичного моніторингу?

9. Які навички необхідні для ефективної роботи з програмним забезпеченням в геодезичному моніторингу?

10. Як впливає розвиток технологій на можливості програмного забезпечення для геодезичного моніторингу?

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ 8 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЄКТИ З МОНІТОРИНГУ

Ця практична робота зосереджена на дослідженні та реалізації сучасних технологій геодезичного моніторингу, а також на розгляді перспектив їх розвитку в контексті вирішення проблем, спричинених наслідками війни в Україні. Робота включає аналіз поточного стану геодезичного моніторингу, вивчення новітніх технологій та розробку планів їх застосування для відновлення та реконструкції пошкоджених територій.

Мета роботи – вивчення та реалізація сучасних технологій геодезичного моніторингу з акцентом на їх застосуванні для вирішення проблем, спричинених наслідками війни в Україні. Це, зокрема, оцінка поточного стану геодезичного моніторингу, вивчення новітніх методів та підходів, а також розроблення стратегій і планів застосування цих технологій для ефективного відновлення та реконструкції пошкоджених територій.

Основні теоретичні положення

Проекти з моніторингу включають огляд основних принципів і методів геодезичного моніторингу, зокрема використання *GPS/GNSS* та лазерного сканування. Велика увага приділяється новим технологічним інноваціям у цій сфері з акцентом на їхніх можливостях для застосування в постконфліктних умовах, зокрема у контексті вирішення проблем, спричинених наслідками війни в Україні. Аналізуються виклики, стратегії та підходи для відновлення інфраструктури та моніторингу змін у ландшафті. Також розглядаються практичні приклади та проекти, у яких геодезичний моніторинг був ефективно застосований для конкретних завдань, зокрема інноваційні рішення та підходи.

Окрім того, розглядається значення інтеграції новітніх технологій геодезичного моніторингу у комплексні системи управління даними для забезпечення точного та своєчасного аналізу змін у природному та штучному середовищі. Важливість такого підходу в контексті постконфліктного відновлення особливо актуальна для України, де необхідно швидко і точно реагувати на зміни, спричинені військовими діями, з метою планування відновлювальних робіт. Розглядаються також питання стандартизації даних та забезпечення їх сумісності з різними програмними платформами, що дозволяє ефективно використовувати інформацію для різноманітних цілей – від містобудівного планування до екологічного моніторингу.

Завдання. Сформувати звіт за всіма вказаними пунктами:

1. Розроблення проєкту геодезичного моніторингу. Створіть детальний проєкт моніторингу для конкретної території, яка постраждала внаслідок війни в Україні. Включіть вибір технологій, планування збору даних, а також методiku обробки та аналізу отриманих даних.

2. Аналіз даних та розроблення рекомендацій. Проаналізуйте зібрані геодезичні дані, використовуючи сучасне програмне забезпечення, та розробіть рекомендації щодо можливих дій для відновлення та реконструкції

пошкоджених територій. Визначте, як геодезичний моніторинг може сприяти ефективному відновленню інфраструктури та ландшафту.

Завдання для самостійного виконання

Аналіз можливостей геодезичного моніторингу для відновлення після війни. Проведіть глибокий аналіз потенціалу геодезичного моніторингу у контексті відновлення та реконструкції територій, пошкоджених внаслідок війни в Україні. Дослідіть, як різні технології моніторингу можуть бути використані для оцінки збитків, планування відновлювальних робіт та відновлення інфраструктури. Складіть докладний звіт, що включає оцінку потреб, вибір відповідних технологій та стратегію застосування їхньої ефективності.

Робота оформлюється у вигляді звіту та завантажується у *pdf*-форматі на перевірку.

Питання для самоконтролю

1. Які технології використовуються у геодезичному моніторингу для відновлення після війни?
2. Які типи даних є ключовими при геодезичному моніторингу пошкоджених територій?
3. Які виклики можуть виникнути під час геодезичного моніторингу в постконфліктних зонах?
4. Як геодезичний моніторинг може сприяти процесу відновлення інфраструктури?
5. Які методи оброблення геодезичних даних найбільш ефективні у контексті відновлення після війни?
6. Які переваги надає використання сучасних програмних засобів у геодезичному моніторингу відновлювальних робіт?

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНЕ ЗАВДАННЯ «СТВОРЕННЯ ТОПОГРАФІЧНОЇ ОСНОВИ ТЕРИТОРІЇ В МАСШТАБІ 1 : 2 000»

Метою виконання розрахунково-графічного завдання «Створення топографічної основи території в масштабі 1 : 2 000» є систематизація, закріплення та поглиблення відомостей, отриманих під час вивчення дисципліни. Суть 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, укладення договору на виконання робіт та проведення первинного огляду місцевості. Після проведення рекогностування обрано оптимальну технологію, яка має найвищу кореляцію таких факторів, як швидкість роботи та якість отриманих результатів, а також кількість залучених осіб, доступність використання інструментарію та можливість проведення знімальних робіт на закритій території.

Аналіз цих елементів виявив, що самим раціональним способом виконання визначеного завдання будуть топографо-геодезичні роботи, проведені за допомогою безпілотного літального апарату. У цьому прикладі розглядається звичайний *БПЛА* без *RTK*-модуля, тому для точної прив'язки до системі координат та подальшої камеральної обробки застосовується двочастотний *GNSS*-приймач із *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 шляхом отримання поправок із 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. Найпоширеніший спосіб передачі сигналу в режимі реального часу за низькою ціною – це використання радіомодему, 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 самою 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 надалі використовуються для прив'язки знімків із *БПЛА*.

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

Після створення базисних міток та координування важливих елементів плану виконується заліт *БПЛА*. Оператор повинен займати найбільш ефективне розташування, тобто стояти в такому місці, з якого дрон може охопити найбільшу площу. Таким чином, оператор літального апарату в ручному або автоматичному режимі виконує 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 завершення знімань за допомогою цієї технології отримують масив фотоматеріалів, які перетворюють у хмарне сховище точок та розробляють із

них підкладку для оцифрування за допомогою сучасного програмного забезпечення (наприклад *Pix4D*).

Pix4D – це програмне забезпечення, яке максимально розкриває можливості фотограмметрії одночасно із комп’ютерним зором. *Pix4D* дозволяє створювати високодеталізовані 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).

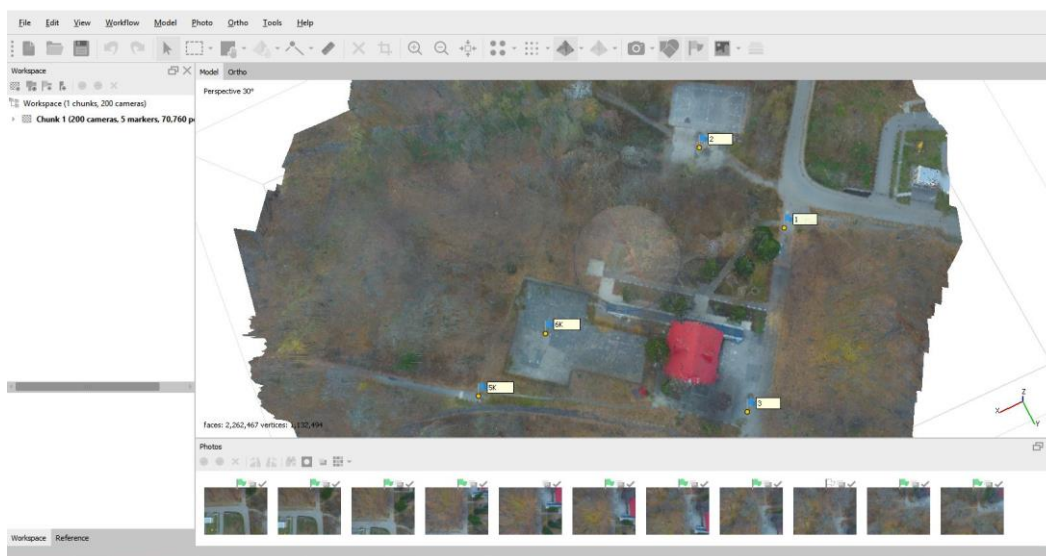


Рисунок 1 – Приклад створеної 3D-моделі за допомогою *Pix4D*

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

Наступним кроком є імпорт результатів польових робіт до програмного забезпечення *Digitalis*. Цей сервіс дозволяє створити піраміду масштабів для ортофотоплану та оцифрувати його. Таким чином створюється топографічний план у заданому масштабі (рис. 2).

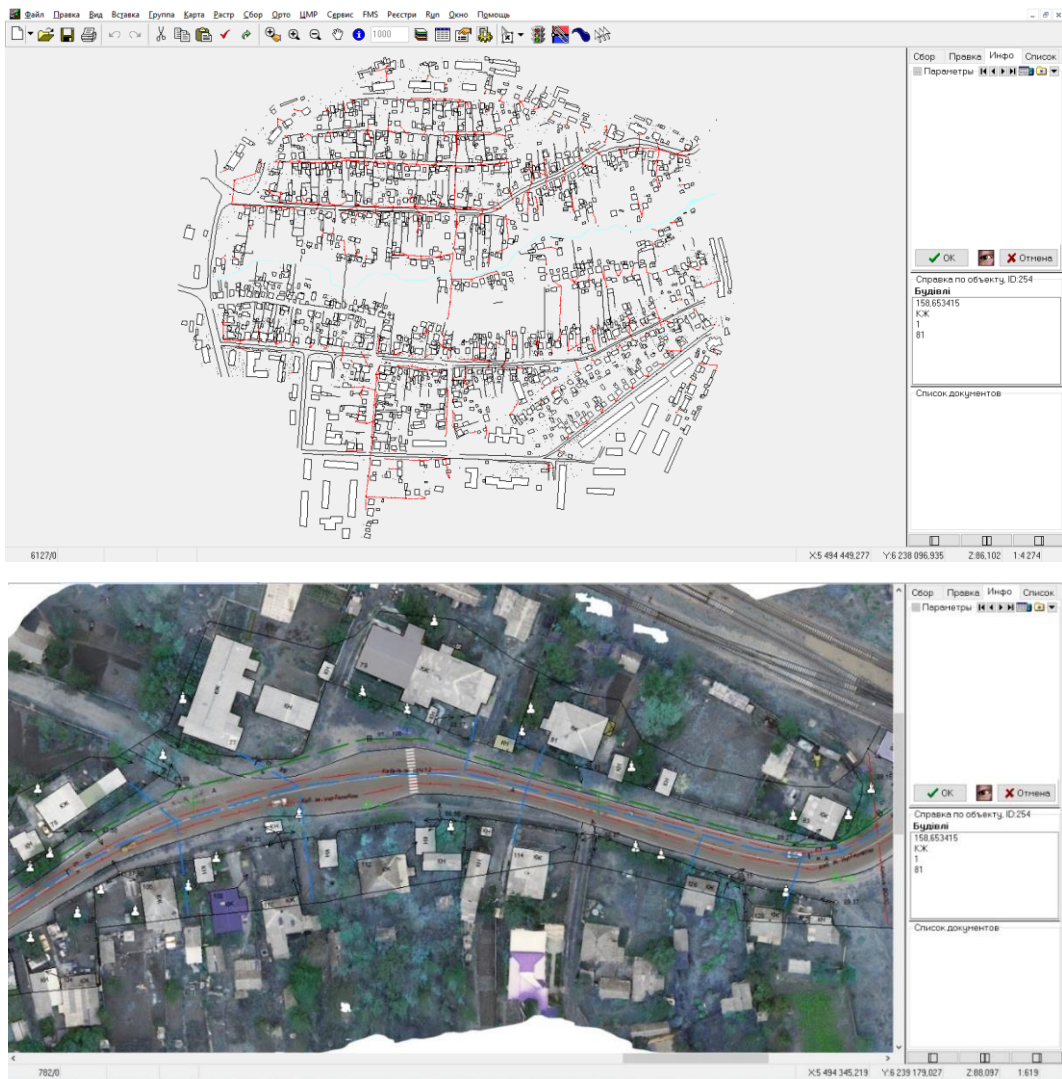


Рисунок 2 – Процес виконання оцифрування об’єкта за допомогою *Digitals*

У процесі створення планів використовуються бібліотека шарів модуля *Geo*, які повністю відповідають дійсним нормативним документам. У процесі роботи виконується камеральна обробка наявної інформації, яку отримують шляхом наземного знімання.

Для нанесення та редагування наявних 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, а не 1–2 тижні.

Не менш важливо те, що за допомогою *БПЛА* була отримана інформація і про ті ділянки місцевості, які розміщуються в глибині приватної території, а отже, тахеометричним методом, без дозволу власника, до них дістатися не можна. Підсумовуючи зазначене, потрібно зауважити, що наявність *БПЛА* та оператора в разі підвищує ефективність проведення робіт щодо створення топографічних планів і карт.

Завдання роботи

Для виконання розрахунково-графічного завдання «Створення топографічної основи території в масштабі 1 : 2 000» варто дотримуватися таких правил:

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 топографічну карту території у масштабі 1 : 2 000, забезпечивши точне та детальне відображення всіх елементів.

Завдання спрямоване на поглиблення знань та вдосконалення практичних навичок щодо створення та аналізу топографічних карт, а також використання сучасних технологій обробки геоданих.

Готова робота оформляється у *dxf*-форматі як прикріплений файл та презентація і, далі, як геодезичний звіт. Вихідні дані для проєктування з варіантами завдань в електронному вигляді надає викладач.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть головні етапи створення топографічної карти території.
2. Перелічіть основні принципи векторизації території за знімками з *БПЛА*?

3. Охарактеризуйте масштаб 1 : 2 000 і поясніть, як його потрібно застосовувати при створенні топографічних карт.
4. Які типові помилки можуть виникати при векторизації? Як їх можна уникнути?
5. Які компоненти обов'язково мають бути включені в топографічну карту?
6. Яким чином геодезичні дані з *БПЛА* інтегруються в топографічні карти?
7. Які програмні інструменти використовуються для векторизації та створення топографічних карт?
8. Які методи контролю якості потрібно застосовувати при створенні топографічної карти?
9. Які важливі аспекти варто враховувати при виборі масштабу для топографічної карти?
10. Які виклики можуть виникати під час визначення деталей місцевості на топографічній карті?
11. Як потрібно аналізувати та інтерпретувати топографічну карту для планування міського простору?
12. Як використання топографічних карт може допомогти під час вирішення містобудівних завдань?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Геодезичний моніторинг – з досвіду виконання геодезичних робіт кафедри інженерної геодезії КНУБА / О. П. Ісаєв, О. В. Адаменко, Р. В. Шульц та ін. // Містобудування та територіальне планування. – 2013. – № 47. – С. 265–277.
2. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. – Чинний від 2008–07–01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 76 с.
3. Смолій К. Аналіз сучасних геодезичних та геотехнічних методів моніторингу за деформаціями інженерних споруд / К. Смолій // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – Вип. 1. – С. 87–89.
4. ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. – Чинний від 2017–11–01. – Київ : Мінрегіон України, 2017. – С. 41–42.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять, організації самостійної
та виконання розрахунково-графічної робіт
із 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 *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *В. В. Касьянов*

План 2022, поз. 476М

Підп. до друку 11.03.2024. Формат 60×84/16.
Ум. друк. арк. 2,1.

Видавець і виготовлювач:

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

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.