

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**В. В. Касьянов,  
Р. С. В'яткін**

**СУЧАСНІ МЕТОДИ СТВОРЕННЯ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ  
МЕРЕЖ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

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

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2024**

**Касьянов В. В.** Сучасні методи створення і реконструкції геодезичних мереж : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / В. В. Касьянов, Р. С. В'яткін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 41 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. В. В. Касьянов,  
канд. техн. наук, асист. Р. С. В'яткін

Рецензент

**С. Г. Нестеренко**, кандидат технічних наук, доцент (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

*Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 5 від 29.12.2022*

© В. В. Касьянов, Р. С. В'яткін, 2024

© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ.....	6
ТЕМА 1 РОЗГЛЯД ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ВИДІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ... 6	
1.1 Розгляд предмета і завдань дисципліни в галузі .....	6
1.2 Супутникові методи побудови державних геодезичних мереж.....	8
1.3 Розгляд основних принципів побудови супутникових міських геодезичних мереж.....	9
ТЕМА 2 ЗАГАЛЬНІ ЕТАПИ РЕКОГНОСТУВАННЯ, СТВОРЕННЯ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ .....	12
2.1 Закріплення пунктів, побудова, проектування та рекогностування мереж.....	12
2.2 Міська полігонометрія та інженерно-геодезичні мережі .....	13
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 РЕКОНСТРУКЦІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ .....	16
ТЕМА 3 ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОНОВЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....	16
3.1 Положення щодо обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі. ....	17
3.2 Обстеження та оновлення пунктів геодезичних мереж .....	18
ТЕМА 4 РОБОТИ З ОБСТЕЖЕННЯ ПУНКТІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ... 21	
4.1 Розгляд робіт із обстеження пунктів геодезичних мереж .....	21
4.2 Розгляд робіт із обстеження пунктів нівелірних мереж.....	22
ТЕМА 5 РОБОТИ З ОНОВЛЕННЯ ПУНКТІВ ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	24
5.1 Роботи з оновлення пунктів геодезичних мереж .....	24
5.2 Роботи з оновлення пунктів нівелірних мереж .....	25

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ВРІВНОВАЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ ....	27
ТЕМА 6 МЕТОДИ ЗРІВНЮВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ ТА ЇХ ВРІВНОВАЖЕННЯ.....	27
6.1 Загальні відомості щодо зрівнювання геодезичних мереж.....	27
6.2 Способи спрощеного зрівнювання ходів та систем ходів планових і висотних знімальних мереж.....	29
ТЕМА 7 КАМЕРАЛЬНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ.....	31
7.1 Камеральна обробка результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж .....	31
7.2 Розгляд виконання камеральної обробки результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж із вивченням особливостей складання каталогів координат.....	32
ТЕМА 8 СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ .....	35
8.1 Особливості застосування спеціалізованого програмного забезпечення при врівноваженні геодезичних мереж. ....	35
8.2 Класифікація та принципи застосування спеціалізованих програм для здійснення та реалізації проєктів.....	37
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	40

## ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Сучасні методи створення і реконструкції геодезичних мереж» є формування знань про зміст теоретичних і практичних питань, пов'язаних із використанням методів і програм створення та модернізації державних геодезичних мереж, вивчення здобувачами сучасних методів і підходів до створення та реконструкції геодезичних мереж.

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо базується на відомостях із дисциплін «Сучасні дистанційні методи та геоінформаційні технології в дослідженні територій», «Геодезичне забезпечення територій», «Організація сучасного геодезичного виробництва».

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

- застосовувати методи створення геодезичних мереж за допомогою сучасних геодезичних приладів та обладнання для вивчення динаміки різних процесів у ландшафтах та моніторингу територій земель;
- знати методи реконструкції та оновлення геодезичних мереж і створення мереж згущення;
- вміти врівноважувати геодезичні мережі різними методами та за допомогою сучасних програмних засобів.

# ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 МЕТОДИ СТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

## ТЕМА 1 РОЗГЛЯД ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ВИДІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

### План

- 1.1 Розгляд предмета і завдань дисципліни в галузі.
- 1.2 Супутникові методи побудови державних геодезичних мереж.
- 1.3 Розгляд основних принципів побудови супутникових міських геодезичних мереж.

#### 1.1 Розгляд предмета і завдань дисципліни в галузі

У рамках цієї дисципліни основним завданням є глибоке розуміння методів створення та реконструкції геодезичних мереж, що є обов'язковим складником сучасної геодезії та землеустрою. Студентам пропонується дослідити різні підходи та техніки – від традиційних методів, таких як триангуляція та полігонометрія, до сучасних технологій, включаючи *GNSS-мережі*, лазерне сканування та аерофотозйомку. Важливість цих методів полягає у їх здатності забезпечувати точність, надійність та ефективність геодезичних вимірювань.

Перспективи розвитку у цій сфері тісно пов'язані з постійним вдосконаленням технологій та їх адаптацією до нових наукових відкриттів. Сучасні реалії вимагають від геодезистів здатності швидко адаптуватися до змін та впроваджувати інноваційні рішення у своїй практиці. Особлива увага приділяється використанню автоматизованих систем і комп'ютерних технологій для обробки та аналізу даних. Розвиток *GNSS-технологій* та використання дронів для аерофотозйомки забезпечують нові можливості для створення більш точних та ефективних геодезичних мереж.

З огляду на це дисципліна зосереджується на підготовці фахівців, які зможуть ефективно використовувати сучасні технології та методи у своїй роботі, забезпечуючи точність і надійність геодезичних вимірювань у різних галузях, включаючи будівництво, містобудування та землеустрій.

Одним із ключових аспектів у сфері створення та реконструкції геодезичних мереж є інтеграція новітніх наукових досягнень та технологічних інновацій. Це означає, що спеціалісти мають не лише оволодіти існуючими методами, але й бути відкритими до нових підходів і рішень. Наприклад, використання *GNSS-технологій* у комбінації з традиційними методами геодезії дозволяє досягти вищої точності вимірювань, а також підвищити ефективність роботи.

Сфера геодезії швидко змінюється з розвитком цифрових технологій. Отже, ще одним важливим аспектом є здатність фахівців швидко адаптуватися до нових програмних продуктів та обладнання. Навчання використанню спеціалізованого програмного забезпечення для обробки та аналізу геодезичних даних є обов'язковою частиною сучасної геодезичної освіти.

У контексті реконструкції геодезичних мереж значну роль відіграє здатність аналізувати та оновлювати існуючі системи з урахуванням змін в природних умовах, розвитку територій та зростаючих потреб суспільства. Це передбачає оцінку точності існуючих мереж і їх модернізацію з використанням новітніх технологій та методів [1].

Із швидким розвитком глобальних навігаційних супутникових систем (*GNSS*) та інших сучасних технологій швидко еволюціонує і галузь геодезії та землеустрою, тому майбутні фахівці повинні бути готові не тільки до використання цих інструментів, але й до безперервного навчання та розвитку цієї динамічної галузі.

## 1.2 Супутникові методи побудови державних геодезичних мереж

Вивчення глобальних навігаційних супутникових систем, таких як *GPS*, *ГЛОНАСС*, *Galileo* та *BeiDou*, є ключовим для розуміння можливостей, які вони відкривають у геодезії.

Супутникові методи набули великого значення для створення високоточних базових станцій та виконання геодезичних вимірювань. Ці методи включають різноманітні техніки, зокрема статичні, кінематичні та RTK, які дозволяють проводити точні вимірювання в реальному часі. Інтеграція супутникових даних з традиційними геодезичними методами, такими як триангуляція та полігонометрія, забезпечує ще більшу точність та надійність вимірювань.

Супутникові методи відіграють ключову роль у створенні державних геодезичних мереж, дозволяючи оновлювати та модернізувати існуючі системи з урахуванням сучасних вимог. Вони сприяють створенню єдиної та цілісної національної геодезичної інфраструктури, що важливо для розвитку багатьох галузей, включаючи будівництво, землеустрій та екологічне планування.

Перспективи розвитку цієї галузі тісно пов'язані з постійним вдосконаленням супутникових технологій. Новітні розробки та вдосконалення у цій сфері відкривають широкі можливості для подальшого розвитку точності, швидкості та ефективності геодезичних вимірювань. Водночас це змушує фахівців адаптуватися до швидко змінюваних технологій і методів роботи.

Освоєння супутникових методів у геодезії та їхнє застосування для побудови державних геодезичних мереж потребує не лише технічних знань, а й глибокого розуміння принципів роботи супутникових систем та їхнього впливу на точність і якість вимірювань. Обов'язково також розуміти геометричні і фізичні характеристики сигналів *GNSS*, уміти обробляти та аналізувати великі обсяги даних, а також знати потенційні джерела помилок і методи їх мінімізації.

Застосування цих технологій вимагає також особливої уваги до безпеки та надійності геодезичних мереж, зокрема в умовах зростаючих кіберзагроз і вимог до захисту даних. Щодо державних геодезичних мереж це має важливе



значення із огляду на забезпечення стабільності, доступності та цілісності геодезичної інформації.

Розвиток супутникових методів у геодезії також відкриває нові можливості для міжнародної співпраці та стандартизації. Участь у міжнародних проєктах і програмах, таких як Глобальна геодезична спостережна мережа (*GGOS*) чи Європейська програма космічних досліджень *Copernicus*, дозволяє обмінюватися досвідом, інтегрувати різні підходи та використовувати переваги глобальних геодезичних даних.

Отже, супутникові методи побудови геодезичних мереж не лише підвищують точність та ефективність геодезичних робіт, але й сприяють розвитку галузі в напрямі посилення інтеграції, стандартизації та інновацій. Вони відіграють ключову роль у формуванні сучасної інфраструктури державних геодезичних мереж та їх подальшому розвитку на національному й міжнародному рівнях.

### **1.3 Розгляд основних принципів побудови супутникових міських геодезичних мереж**

Побудова супутникових міських геодезичних мереж поєднує використання передових технологій і принципів для забезпечення точності, надійності й ефективності в урбаністичному плануванні та управлінні. Використання глобальних навігаційних супутникових систем, таких як *GPS*, *ГЛОНАСС*, *Galileo* та *BeiDou*, є базовим для цих мереж і забезпечує високу точність та оперативність у зборі геодезичних даних.

Точність і надійність є критично важливими, особливо у міських умовах, де невеликі помилки можуть мати значні негативні наслідки. Для цього використовуються додаткові технології, такі як *DGNSS* та *RTK*, що забезпечують підвищення якості вимірювань. Масштабування та гнучкість системи важливі для адаптації до швидко змінюваних умов міського середовища та різноманітних потреб містобудування.

Поєднання супутникових даних з іншими джерелами інформації, такими як аерофотозйомка, *LiDAR* та міські інформаційні системи, відіграє ключову роль у створенні комплексних та багатовимірних моделей міського простору, що сприяє більш точному плануванню, аналізу й управлінню міськими територіями.

Гарантування безпеки та доступності даних не менш важливе, особливо з огляду на зростаючі кіберзагрози та вимоги до конфіденційності. Створення надійних баз даних, доступних для використання у містобудівному процесі та захищених від несанкціонованого доступу, є ключовим напрямом сучасних геодезичних мереж.

Сукупність цих принципів та підходів відіграє вирішальну роль у розвитку ефективних, точних і надійних супутникових міських геодезичних мереж, які є фундаментальними для сучасного містобудування та планування.

Розвиток супутникових міських геодезичних мереж включає також постійне оновлення та модернізацію системи з огляду на новітні наукові відкриття й технологічні новації. Це передбачає адаптацію до нових типів супутникових сигналів, поліпшення алгоритмів обробки даних та вдосконалення методів точного позиціонування [1].

Завдяки широкому охопленню та високій точності супутникові міські геодезичні мережі стають невіддільною частиною інтелектуальних міських систем, забезпечуючи критичну інфраструктуру таких галузей, як автоматизоване управління транспортом, моніторинг екологічних змін, планування розвитку міста та управління кризовими ситуаціями.

Також важливим аспектом є об'єднання зусиль національних і міжнародних організацій щодо стандартизації геодезичних процедур та форматів даних. Це сприяє створенню єдиних вимірювальних систем, що важливо для точного та послідовного використання геодезичної інформації на різних рівнях – від місцевого до глобального.

Значущим компонентом є освітній аспект. Підготовка кваліфікованих фахівців, які володіють знаннями та навичками для роботи з сучасними

геодезичними системами, надзвичайно важлива. Це означає не тільки надання технічних відомостей, але й розвиток умінь критичного аналізу, адаптації до нових умов та інноваційного мислення.

Отже, супутникові міські геодезичні мережі відіграють ключову роль у створенні стійкого, безпечного та ефективного міського середовища, забезпечуючи основу для розумного містобудування та землеустрою в сучасному світі.

### **Контрольні запитання**

1. Чим відрізняються традиційні методи створення геодезичних мереж (наприклад триангуляція) та сучасні методи, що базуються на *GNSS-технологіях*?

2. Які ключові фактори впливають на вибір методу створення геодезичної мережі для конкретного проєкту?

3. Які переваги надають супутникові системи, такі як *GPS* або *ГЛОНАСС*, при створенні державних геодезичних мереж порівняно з традиційними геодезичними методами?

4. Які виклики та обмеження пов'язані з використанням супутникових методів при створенні та оновленні державних геодезичних мереж?

5. Які основні принципи варто враховувати під час побудови супутникових міських геодезичних мереж для забезпечення їх точності і надійності?

6. Як поєднання супутникових геодезичних мереж і міських інформаційних систем впливає на управління міським плануванням та інфраструктурою?

## **ТЕМА 2 ЗАГАЛЬНІ ЕТАПИ РЕКОГНОСТУВАННЯ, СТВОРЕННЯ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ**

### **План**

2.1 Закріплення пунктів, побудова, проєктування та рекогностування мереж.

2.2 Міська полігонометрія та інженерно-геодезичні мережі.

### **2.1 Закріплення пунктів, побудова, проєктування та рекогностування мереж**

Рекогностування, створення та реконструкція геодезичних мереж – це складний процес, що потребує чіткого дотримання певних етапів і вимог. Особливо це стосується міських геодезичних мереж, де висока щільність інфраструктури та інших об'єктів вимагають особливої уваги до деталей у плануванні та виконанні робіт.

Закріплення пунктів геодезичних мереж у міській зоні вимагає детального аналізу місцевості та врахування таких факторів, як можливість доступу, видимість між пунктами, віддаленість від шумних доріг та промислових об'єктів, а також вивчення потенційного впливу майбутнього розвитку міського середовища. Пункти мають розміщуватися так, щоб забезпечити максимальну точність та надійність геодезичних вимірювань.

Мережі згущення створюються як доповнення до основних геодезичних мереж, підвищуючи їхню точність у густонаселених або складних міських районах. Вони дозволяють більш детально відобразити міські особливості, що важливо для чіткого планування й ведення будівництва. Під час побудови таких мереж особлива увага приділяється вибору оптимальних локацій для геодезичних пунктів та використанню новітніх методів вимірювання.

Процес проєктування починається з детального рекогностування – вивчення місцевості, визначення оптимальних точок для закріплення пунктів мережі, оцінки можливих перешкод та впливу зовнішніх факторів. Рекогностування включає не тільки фізичний огляд території, але й аналіз географічних і кадастрових даних, а також інформації про заплановане використання земель і майбутнє будівництво.

Після завершення рекогностування відбувається проєктування, під час якого отримані дані використовуються для створення оптимального плану розміщення геодезичних пунктів. Проєктування враховує потреби щодо точності вимірювань, доступності пунктів, а також можливість інтеграції з існуючими або планованими геодезичними мережами.

Таким чином, створення та реконструкція геодезичних мереж у міських умовах є складним процесом, що вимагає глибокого аналізу, планування та використання сучасних геодезичних технологій і методів.

## **2.2 Міська полігонометрія та інженерно-геодезичні мережі**

Міська полігонометрія та інженерно-геодезичні мережі передбачають комплексний підхід до вивчення і розуміння міської полігонометрії та інженерно-геодезичних мереж, які є фундаментальними для точного та ефективного планування в урбаністичних умовах. Розглянемо ключові аспекти, пов'язані з характеристиками, проєктуванням та побудовою цих важливих елементів містобудування.

Загальна характеристика інженерно-геодезичних мереж зосереджується на основних характеристиках інженерно-геодезичних мереж, їх важливості та ролі в міському плануванні. Особлива увага приділяється їхній структурі, типам, функціям та вимогам щодо точності та стабільності. Також розглядаються виклики та специфічні умови, які постають перед інженерами-геодезистами під час роботи в міських умовах, зокрема висока щільність

забудови, наявність підземних комунікацій та потреба інтеграції з іншими міськими системами.

Проектування та побудова міської полігонометрії вимагає особливого підходу, який враховує унікальні умови міської інфраструктури. Розглянемо методики проектування міських полігонометричних мереж та такий їх аспект, як вибір оптимальних місць для геодезичних пунктів, а також методи та обладнання, що використовуються для їх реалізації. Особлива увага приділяється використанню сучасних технологій, зокрема *GNSS*, для підвищення точності та ефективності геодезичних робіт у міському середовищі.

Вивчення цих питань сприяє глибокому усвідомленню ролі та значення міської полігонометрії та інженерно-геодезичних мереж в сучасному містобудуванні та забезпечує можливості для ефективного вирішення комплексних завдань планування й управління міським простором.

Міська полігонометрія вимагає точного визначення положення всіх елементів міської інфраструктури, включаючи будівлі, комунікації, дороги та інші об'єкти. Це ключовий елемент для точного міського картографування, землеустрою та будівництва.

Процес розроблення міських геодезичних мереж починається з детального рекогностування та аналізу міського середовища. Необхідно враховувати не тільки існуючу інфраструктуру, але й плани на майбутній розвиток, щоб забезпечити довгострокову ефективність та актуальність мережі. Важливим є вибір оптимальних місць для встановлення контрольних пунктів, які мають бути доступними для повторних вимірювань і водночас захищеними від можливих втручань.

Під час реалізації міських геодезичних мереж використовуються сучасні технології, зокрема *GNSS* (рис. 2.1), що дозволяють проводити точні вимірювання з мінімальними часовими та фінансовими витратами. Однак у міських умовах часто виникають складнощі, пов'язані з високою забудованістю та наявністю перешкод для сигналу, тому важливо поєднувати

*GNSS-вимірювання* з традиційними геодезичними методами, зокрема тахеометрією.

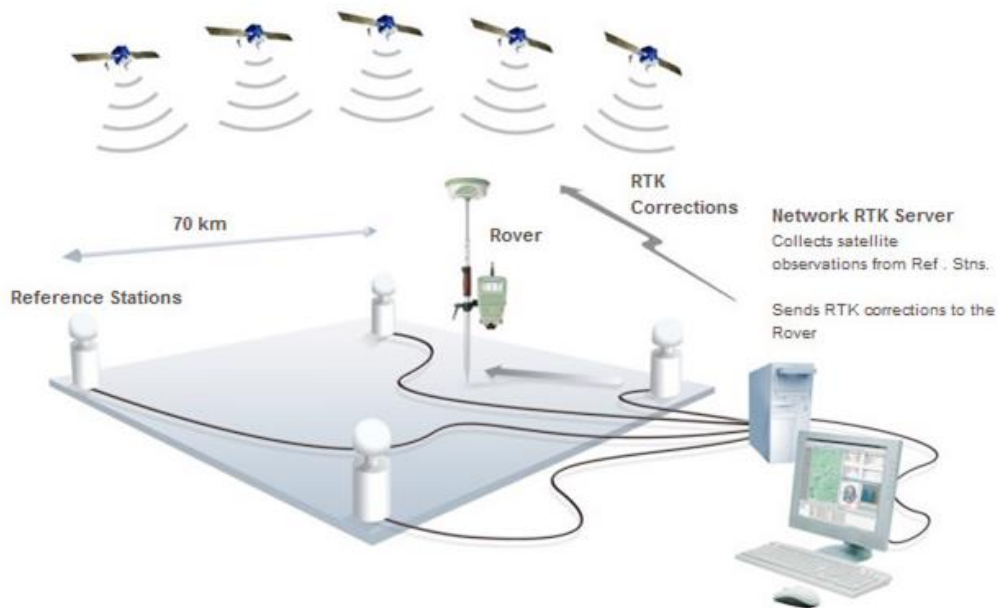


Рисунок 2.1 – Схема роботи сучасної *GNSS-системи*

Ефективне використання інформації, отриманої з геодезичних мереж, можливе завдяки їх інтеграції з міськими інформаційними системами. Це дозволяє планувати та керувати міським розвитком на підставі актуальних, точних даних. Така інтеграція важлива для різних аспектів міського життя, включаючи транспортне планування, розвиток інфраструктури, екологічний моніторинг та навіть управління надзвичайними ситуаціями. Загалом, міська полігонометрія та інженерно-геодезичні мережі є фундаментальними для раціонального, безпечного та ефективного планування й управління міським простором. Їх розроблення та реалізація вимагають наявності глибоких знань, високої точності та інтеграції з сучасними міськими технологіями, забезпечуючи створення стійкої та динамічної міської інфраструктури.

## Контрольні запитання

1. Які основні вимоги висуваються до закріплення пунктів міських геодезичних мереж? Чому ці вимоги є критично важливими для точності геодезичних вимірювань у міських умовах?
2. Охарактеризуйте процес побудови міських геодезичних мереж згущення. Які особливості враховуються під час їхньої реалізації у густонаселених міських районах.
3. Назвіть ключові етапи проектування міських полігонометричних мереж. Які фактори найбільше впливають на вибір певного рішення під час проектування?
4. Які технологічні та методологічні виклики виникають в разі інтеграції геодезичних мереж із міськими інформаційними системами. Як ці виклики можна подолати?
5. Перелічіть переваги та недоліки використання *GNSS-технологій* у міській полігонометрії порівняно з традиційними геодезичними методами.
6. Як розвиток міської полігонометрії та інженерно-геодезичних мереж впливає на ефективність міського планування та управління? Які аспекти міського життя виграють від цього найбільше?



## ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 РЕКОНСТРУКЦІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

### ТЕМА 3 ОБСТЕЖЕННЯ ТА ОНОВЛЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

#### План

3.1 Положення щодо обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі.

3.2 Обстеження та оновлення пунктів геодезичних мереж.

#### 3.1 Положення щодо обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі

Реконструкція Державної геодезичної мережі (рис. 3.1) (далі – ДГМ) є важливим процесом, який забезпечує актуальність та точність геодезичних даних, необхідних для різноманітних потреб у сферах землеустрою, будівництва, картографії тощо.

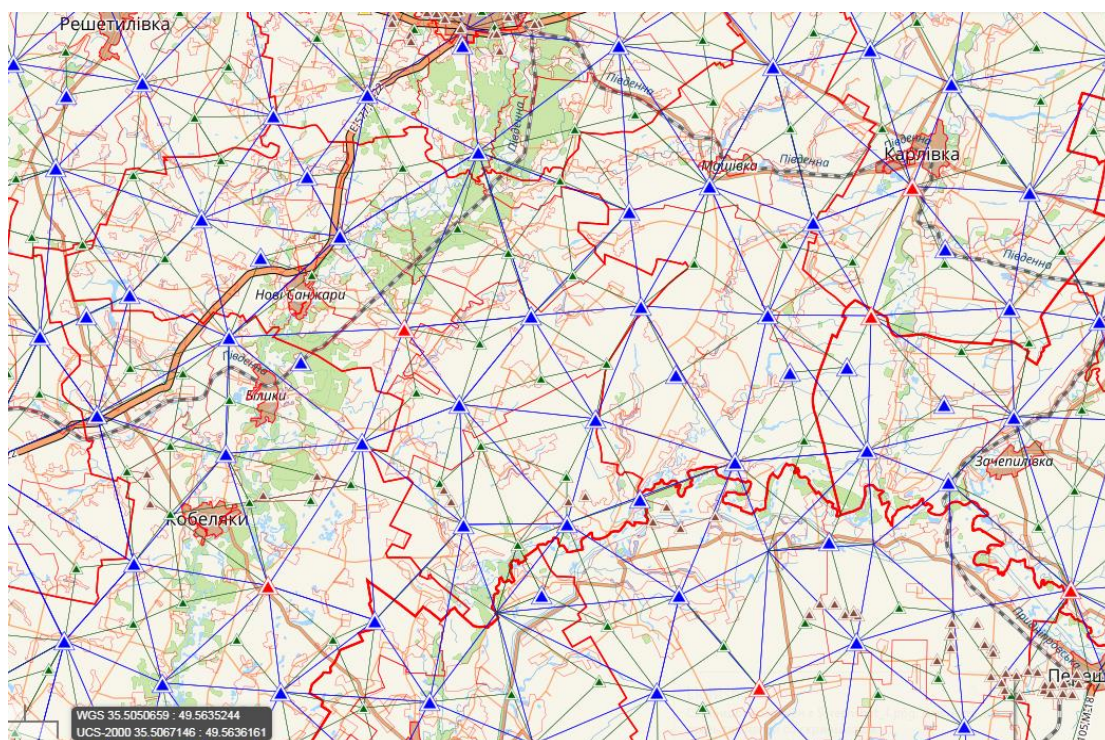


Рисунок 3.1 – Схема Державної геодезичної мережі

Обстеження пунктів *ДГМ* є важливим кроком у процесі реконструкції, що включає перевірку фізичного стану геодезичних знаків та середовища довкола них. На цьому етапі важливо виявити фактори, які можуть вплинути на точність вимірювань, зокрема зміни в ландшафті, забудова навколишньої території, а також знос або пошкодження самого знака.

Оновлення пунктів *ДГМ* полягає в модернізації та вдосконаленні геодезичної інфраструктури. Це передбачає заміну застарілих або пошкоджених знаків, а також впровадження нових технологій, зокрема *GNSS-обладнання* для посилення точності та ефективності мережі. Таке оновлення вимагає детального планування та координації з місцевими органами та іншими зацікавленими сторонами.

Ключовим аспектом є інтеграція *ДГМ* з іншими геодезичними та картографічними системами. Це забезпечує єдність та сумісність геодезичних даних на різних рівнях – від локальних проєктів до національного масштабу. Інтеграція також сприяє ефективному використанню даних у різних галузях та управлінських рішеннях.

Моніторинг та оцінка стану *ДГМ* є неперервним процесом, що включає регулярні перевірки та оновлення даних. Використання сучасних технологій, зокрема дистанційне зондування та геоінформаційні системи, дозволяє збирати та аналізувати дані про стан геодезичних пунктів і вносити необхідні корективи в мережу [2].

Загалом, процеси обстеження, оновлення, інтеграції та моніторингу є вирішальними для забезпечення актуальності, точності й надійності Державної геодезичної мережі, що є фундаментальним для ефективного планування та розвитку на різних рівнях.

### **3.2 Обстеження та оновлення пунктів геодезичних мереж**

Обстеження та оновлення пунктів геодезичних мереж є важливими процесами для підтримання точності, надійності та актуальності

геодезичних даних, які використовуються в багатьох галузях землеустрою та будівництва.

Обстеження геодезичних мереж полягає у визначенні їхнього поточного фізичного та функціонального стану. Цей процес включає оцінку стану геодезичних знаків, перевірку їхнього розташування, а також аналіз впливу навколишнього середовища. Особливу увагу варто приділити знакам, які можуть бути пошкоджені або зруйновані внаслідок природних процесів чи людської діяльності. Також важливо враховувати зміни в міському плануванні, які можуть вплинути на доступність або корисність певних геодезичних пунктів.

Оновлення геодезичних мереж включає низку дій, спрямованих на підтримання їхньої точності та ефективності, а саме: заміну застарілих або пошкоджених геодезичних знаків, упровадження нових технологій та методів вимірювання, а також переоцінку та коригування координат пунктів на підставі сучасних даних. Важливим аспектом є використання *GNSS* та інших сучасних технологій для забезпечення більш високої точності та надійності мережі.

Оновлення мережі також включає її інтеграцію з іншими геодезичними, картографічними та планувальними системами. Це забезпечує консистентність і сумісність даних, що є важливим для планування, реалізації інфраструктурних проєктів, а також для ефективного управління земельними ресурсами.

Підтримання актуальності та точності геодезичних мереж шляхом регулярного обстеження та оновлення є ключовим фактором для надійності геодезичних вимірювань і планування. Це забезпечує корисність і відповідність геодезичних даних для поточних і майбутніх потреб у різних сферах діяльності.

### **Контрольні запитання**

1. Які ключові аспекти враховуються під час обстеження пунктів Державної геодезичної мережі? Чому ці аспекти є важливими для забезпечення точності мережі?

2. Які основні кроки включає процес оновлення пунктів геодезичних мереж? Як ці кроки впливають на підвищення ефективності та точності геодезичних вимірювань?

3. Яку роль відіграє використання *GNSS-технологій* у процесі оновлення геодезичних мереж? Які переваги це надає?

4. Як поєднання геодезичних мереж з іншими картографічними та планувальними системами впливає на ефективність міського планування та управління земельними ресурсами?

5. Які методи використовуються для моніторингу та оцінки стану геодезичних мереж? Як ця інформація може впливати на рішення про необхідність їхнього оновлення чи модернізації?

## ТЕМА 4 РОБОТИ З ОБСТЕЖЕННЯ ПУНКТІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

### План

4.1 Розгляд робіт із обстеження пунктів геодезичних мереж.

4.2 Розгляд робіт із обстеження пунктів нівелірних мереж.

#### 4.1 Розгляд робіт із обстеження пунктів геодезичних мереж

Роботи з обстеження пунктів Державної геодезичної мережі (далі – *ДГМ*) є критично важливими для забезпечення точності та надійності геодезичних вимірювань, які широко використовуються під час проведення геодезичних, картографічних, інженерних та планувальних робіт.

Обстеження пунктів *ДГМ* полягає у перевірці їх фізичного стану, розташування та умов навколишнього середовища. Основна мета – виявити будь-які зміни або пошкодження, які можуть вплинути на точність та надійність вимірювань. Це передбачає перевірку стабільності геодезичних знаків, виявлення можливих перешкод для вимірювань та оцінку загрози їх переміщення або знищення.

Процес обстеження починається з детального планування та підготовки, що включає вибір необхідного обладнання, визначення порядку перевірки пунктів та розробку маршрутів обстеження. Під час виїзду на місцевість фахівці оцінюють стан знаків, виконують вимірювання для перевірки їхніх координат та оцінюють вплив можливих зовнішніх чинників.

Важливим етапом є документування всіх виявлених даних та обставин. Зібрана інформація аналізується з метою виявлення потреби в оновленні або реконструкції пунктів, що передбачає необхідність заміни знаків, коригування їх координат або внесення змін у мережу.

Обстеження пунктів *ДГМ* може супроводжуватися різними викликами, такими як доступність пунктів у міських або важкодоступних районах,

змінювання ландшафту тощо. Вирішення цих викликів потребує гнучкого підходу, використання спеціалізованого обладнання та, за необхідності, адаптації планів обстеження.

Роботи з обстеження пунктів Державної геодезичної мережі є важливими для підтримання її актуальності та надійності. Вони забезпечують важливу інформацію для планування подальших дій щодо розвитку та модернізації геодезичної інфраструктури країни.

#### **4.2 Розгляд робіт із обстеження пунктів нівелірних мереж**

Обстеження пунктів нівелірних мереж є важливим процесом, який впливає на точність та надійність висотних вимірювань, що мають ключове значення в геодезії, будівництві, інженерії та землеустрої.

Обстеження нівелірних мереж полягає в перевірці стану нівелірних знаків та пунктів, що включає оцінку їх фізичного стану, стабільності та точності розташування. Основна мета обстеження – забезпечити точність і незмінність висотних показників, а також виявити фактори, які можуть вплинути на точність вимірювань, зокрема землетруси, ерозія, будівельні роботи тощо.

Процес обстеження включає визначення положення нівелірних знаків за допомогою точних геодезичних приладів і методів. Це передбачає перевірку висотних ознак та їх кореляцію з існуючими геодезичними даними. Для забезпечення точності таких вимірювань необхідно використовувати сучасне нівелірне обладнання та методики.

Важливою частиною процесу обстеження є детальне документування отриманих результатів та їх аналіз, що передбачає збір даних про стан кожного нівелірного пункту, а також фотографування та опис умов їхнього розташування. Отримана інформація аналізується з метою виявлення потреби щодо ремонту або заміни знаків, а також для оцінки загального стану нівелірної мережі.

Під час обстеження можуть виникати складнощі, зокрема важкодоступність пунктів, пошкодження знаків внаслідок людської діяльності або природних явищ. Важливо для оцінки таких пунктів застосовувати гнучкий підхід та альтернативні методи.

Обстеження пунктів нівелірних мереж є важливим елементом підтримання точності висотних вимірювань, що використовуються у багатьох галузях. Регулярне й детальне обстеження, аналіз отриманих даних та відповідні оновлення забезпечують надійність та актуальність нівелірних мереж.

### **Контрольні запитання**

1. Які критерії та параметри враховуються під час реконструкції пунктів Державної геодезичної мережі?
2. Які виклики можуть виникати під час обстеження пунктів геодезичної мережі? Як їх можна подолати?
3. Яку роль відіграє використання сучасних технологій, зокрема *GNSS*, у процесі реконструкції геодезичних мереж?
4. Які специфічні аспекти враховуються при обстеженні пунктів нівелірних мереж? Як це впливає на точність висотних вимірювань?
5. Які методи і підходи застосовуються для оцінки та оновлення пунктів нівелірних мереж відповідно до сучасних потреб і технологій?

# ТЕМА 5 РОБОТИ З ОНОВЛЕННЯ ПУНКТІВ ДЕРЖАВНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ МЕРЕЖІ

## План

5.1 Роботи з оновлення пунктів геодезичних мереж.

5.2 Роботи з оновлення пунктів нівелірних мереж.

### 5.1 Роботи з оновлення пунктів геодезичних мереж

Оновлення пунктів геодезичних мереж – важливий елемент підтримання точності, актуальності та надійності геодезичних вимірювань, які використовуються в багатьох галузях, включаючи землеустрій, будівництво та інженерію.

Оновлення пунктів геодезичних мереж включає кілька ключових аспектів. Насамперед це оцінка стану існуючих пунктів, зокрема їх фізичний стан, точність розташування та вплив навколишнього середовища. На основі цієї оцінки приймається рішення про необхідність заміни, ремонту або модернізації пунктів.

Оновлення може включати заміну застарілих або пошкоджених знаків, переоснащення пунктів сучасним обладнанням *GNSS*, а також коригування координат пунктів на підставі нових вимірювань. Також важливим аспектом є використання новітніх технологій та методів вимірювань для забезпечення максимальної точності й ефективності мережі.

Оновлення пунктів нівелірних мереж теж важливий складник забезпечення точності висотних вимірювань. Це включає перевірку стабільності та точності висотних знаків, їх вирівнювання та, в разі необхідності, заміну. Враховуючи те, що нівелірні пункти зазвичай використовуються в будівництві та інфраструктурних проєктах, їх оновлення та модернізація важливі для забезпечення надійності геодезичних робіт.



Процес оновлення пунктів Державної геодезичної та нівелірної мереж – обов’язкова частина підтримання інфраструктури національної геодезії. Ці дії не тільки забезпечують точність та актуальність геодезичних вимірювань, але й відіграють важливу роль у плануванні та реалізації широкого спектру інженерних та землепорядних проєктів.

## **5.2 Роботи з оновлення пунктів нівелірних мереж**

Оновлення пунктів нівелірних мереж включає оцінку стану існуючих нівелірних реперів та центрів, їх коригування та, за необхідності, заміну. Це також може включати встановлення нових реперів відповідно до змінених вимог або умов. Ключовими факторами є точність розміщення, стабільність та довговічність реперів.

Різні типи центрів та реперів використовуються для різних цілей та умов. Наприклад, для високоточних нівелірних мереж можуть використовуватися постійні нівелірні репери, які встановлюються з високою точністю та мають стабільну конструкцію. Тимчасові репери можуть бути використані в умовах, де постійне закріплення неможливе чи непрактичне.

Процес оновлення може також включати модернізацію мережі з використанням сучасних технологій, зокрема *GNSS*, для поліпшення точності та ефективності вимірювань. Це важливо для адаптації мережі до сучасних потреб і вимог, а також для забезпечення її сумісності з іншими геодезичними та картографічними системами.

Роботи з оновлення пунктів нівелірних мереж є важливою частиною підтримки геодезичної інфраструктури країни. Ці дії забезпечують точність, надійність та актуальність нівелірних мереж, що є фундаментальним для точного планування та виконання широкого спектру інженерних та землепорядних робіт.

## Контрольні запитання

1. Що таке супутникова навігаційна система?
2. Назвіть три основні етапи геодезичних робіт з використанням *GPS*-обладнання.
3. Назвіть розділи характеристик *БПЛА*.
4. Що таке система *RTK*?
5. Назвіть основні переваги та недоліки дронів із вбудованою системою *RTK*.

# ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ВРІВНОВАЖЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

## ТЕМА 6 МЕТОДИ ЗРІВНЮВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ ТА ЇХ ВРІВНОВАЖЕННЯ

### План

6.1 Загальні відомості щодо зрівнювання геодезичних мереж.

6.2 Способи спрощеного зрівнювання ходів та систем ходів планових і висотних знімальних мереж.

#### **6.1 Загальні відомості щодо зрівнювання геодезичних мереж**

Зрівнювання геодезичних мереж – це також важливий процес у геодезії, який включає аналіз, обробку, коригування та оцінку геодезичних вимірювань із метою забезпечення точності координат всіх точок у мережі. Головна мета зрівнювання полягає у вирівнюванні систематичних помилок, виправленні випадкових помилок та створенні єдиної координатної системи, що важливо для забезпечення надійності й точності геодезичних робіт.

Виокремлюють такі геодезичні мережі: планові, висотні, триангуляційні, трилатераційні та мережі, що базуються на *GPS*. Кожен вид має свої особливості та призначення, відмінності у способах вимірювання та обробки даних. Процес зрівнювання передбачає використання різноманітних методів, серед яких поширення набув метод найменших квадратів. Цей метод дозволяє мінімізувати сумарну помилку в усій мережі, забезпечуючи баланс між точністю та економічністю проведення робіт.

Особливу увагу при зрівнюванні необхідно приділяти аналізу помилок. У геодезичних мережах можуть виникати систематичні, випадкові та грубі помилки. Різні стратегії, зокрема використання контрольних точок, перевірка обладнання та правильний вибір методу вимірювання, допомагають мінімізувати ці помилки.

Практичне застосування зрівнювання включає планування мережі, вибір оптимального розташування точок, врахування географічних та топографічних умов. Важливу роль відіграє також використання спеціалізованого геодезичного програмного забезпечення для обробки та аналізу даних.

Зрівнювання геодезичних мереж має велике значення для точності та надійності геодезичних робіт у різних областях, включаючи інженерну геодезію, картографію, будівництво тощо. З розвитком технологій та появою нових методів збору даних процес зрівнювання продовжує еволюціонувати, стаючи більш автоматизованим та точним.

Еволюція процесу зрівнювання геодезичних мереж сприяє збільшенню їхньої ефективності та точності, забезпечуючи виконання більш складних і масштабних проєктів із більшою точністю. Сучасні технології, зокрема супутникове позиціонування, лазерне сканування та автоматизоване геодезичне обладнання, відкривають нові можливості для геодезичних досліджень та проєктування.

Важливим аспектом сучасного зрівнювання є поєднання різних джерел даних та їх обробка. Завдяки цифровим технологіям та програмному забезпеченню можна ефективно об'єднувати та аналізувати великі обсяги даних із різних джерел, що значно поліпшує якість та точність кінцевих геодезичних продуктів. Це також сприяє більшій стандартизації та сумісності геодезичних даних на міжнародному рівні.

Вимоги щодо освіти та навчання у сфері геодезії також зазнає змін відповідно до появи нових технологій. Сучасні геодезисти мають бути не тільки добре обізнаними з класичними методами зрівнювання, але й мати відповідні компетенції щодо використання новітніх технологічних рішень. Це вимагає постійного навчання та адаптації до швидко змінюваного технологічного процесу.

Зрівнювання геодезичних мереж, таким чином, є фундаментальним компонентом геодезії, який передбачає застосування глибоких знань та обізнаності як із традиційними методами, так і з новітніми технологічними

розробками. Професіоналізм у цій сфері гарантує ефективність виконання геодезичних робіт, що важливо для використання в різних галузях, зокрема в містобудуванні, навігації та під час дослідження природних ресурсів.

## **6.2 Способи спрощеного зрівнювання ходів та систем ходів планових і висотних знімальних мереж**

Спрощене зрівнювання ходів та систем ходів у планових і висотних знімальних мережах є важливою частиною геодезичної практики, оскільки воно дозволяє ефективно обробляти геодезичні дані з меншими затратами часу та ресурсів, зберігаючи прийнятний рівень точності. Ці методи особливо важливі у ситуаціях, де висока точність не є критичною або коли обмежені ресурси вимагають більш економічного підходу до зрівнювання.

У контексті планових мереж спрощене зрівнювання зазвичай включає методи, які зосереджуються на мінімізації кількості необхідних обчислень. Наприклад, можна використовувати пряме зрівнювання без врахування всіх можливих помилок і кореляцій між ними, що спрощує обробку даних, але знижує загальну точність мережі. Такі підходи доцільні щодо локальних мереж або при первинному зборі даних.

Щодо висотних мереж спрощене зрівнювання може означати використання методів, які не враховують усі комплексні аспекти висотної референції, наприклад знехтування впливу геоїда на висотні вимірювання. Це може бути прийнятне для проектів, де відносні висоти є важливішими за абсолютні висотні значення.

Спрощене зрівнювання також може включати використання спрощених алгоритмів, які обмежують кількість ітерацій або використовують приблизні методи для оцінки помилок та їхнього розподілу в мережі. Ці методи зазвичай швидші та менш ресурсні, але при цьому можуть знижувати точність та надійність результатів.

Сучасне програмне забезпечення також може надавати можливості для спрощеного зрівнювання, дозволяючи операторам вибирати рівень деталізації та складності обробки даних. Це може бути доцільним у ситуаціях, коли швидке прийняття рішень є важливішим за високу точність даних.

Спрощене зрівнювання є компромісом між точністю та ефективністю. Воно дозволяє здійснювати геодезичні роботи швидше та з меншими затратами, але важливо розуміти, що може вплинути на загальну якість та надійність геодезичних даних. Вибір методу зрівнювання має бути обґрунтованим, урахувати специфіку проєкту та вимоги щодо його точності.

### **Контрольні запитання**

1. Перелічіть основні цілі та завдання зрівнювання геодезичних мереж.
2. У чому полягають відмінності між спрощеним зрівнюванням та класичним методом найменших квадратів у контексті обробки даних геодезичних мереж?
3. Як впливає вибір методу зрівнювання на точність та надійність геодезичних вимірювань, особливо у випадку спрощеного зрівнювання?
4. Які стратегії можуть бути використані для мінімізації помилок при зрівнюванні планових та висотних геодезичних мереж?
5. Які сучасні технології та програмне забезпечення застосовуються у процесі спрощеного зрівнювання геодезичних мереж? Як вони впливають на швидкість та ефективність цього процесу?

## **ТЕМА 7 КАМЕРАЛЬНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ**

### **План**

7.1 Камеральна обробка результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж.

7.2 Розгляд виконання камеральної обробки результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж з вивченням особливостей складання каталогів координат.

#### **7.1 Камеральна обробка результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж**

Камеральна обробка результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж є важливим етапом у геодезичній роботі, який виконується в офісних умовах і відіграє ключову роль у забезпеченні точності та надійності геодезичних даних. Цей процес починається з первинної перевірки даних, яка включає перевірку на наявність очевидних помилок та відхилень у польових записах. Далі проводиться кореляційний аналіз для виявлення зв'язків між різними вимірюваннями і визначенням несумісностей, а також перевірка комплектності даних для забезпечення повноти вимірювань.

Основний етап камеральної обробки – це зрівнювання даних, що здійснюється за допомогою статистичних методів, зокрема методу найменших квадратів, з метою мінімізування впливу помилок. Важливо також адаптувати процес обробки до специфічних умов міського середовища, враховуючи високі будівлі, інфраструктурні об'єкти та інші фактори, які можуть впливати на точність вимірювань. Оптимізація мережі, що включає аналіз її конфігурації, дозволяє підвищити ефективність та точність обробки даних.

Важливим аспектом камеральної обробки є також складання каталогів координат, куди заносяться скориговані та зрівняні координати точок мережі. Ці

каталоги повинні бути сформовані та стандартизовані для забезпечення їх сумісності й доступності. Регулярне оновлення каталогів та їх архівація забезпечують актуальність даних та їх збереження для майбутнього використання.

Ці дані мають велике значення для різноманітних міських проєктів, включаючи містобудування, інженерні роботи та інфраструктурне планування, а також відіграють важливу роль у рішеннях землеустрою. Камеральна обробка вимагає не лише глибоких знань геодезичних принципів, але й уміння адаптувати ці принципи до унікальних умов міського середовища, що є ключовим для забезпечення точності, надійності та корисності геодезичних даних.

## **7.2 Розгляд виконання камеральної обробки результатів вимірювання та зрівнювання міських геодезичних мереж із вивченням особливостей складання каталогів координат**

Камеральна обробка є фундаментальним етапом у геодезії і включає детальний аналіз та коригування даних. Основною метою є забезпечення високої точності та надійності результатів вимірювань. Важливим аспектом цього процесу є врахування унікальних особливостей міського середовища, таких як вплив будівель та інших інфраструктурних об'єктів, на точність вимірювань.

Зрівнювання даних, особливо в міських мережах, вимагає застосування складних статистичних методів, зокрема методу найменших квадратів, для мінімізації помилок та забезпечення консистентності всієї мережі. Процес зрівнювання також включає перевірку і виправлення систематичних і випадкових помилок, що виникають під час польових робіт.

Одним із ключових завдань камеральної обробки є створення та оновлення каталогів координат. Ці каталоги містять всі скориговані та зрівняні координати точок міської геодезичної мережі. Вони мають бути сформатовані та



стандартизовані, забезпечені їх сумісність і доступність для подальшого використання. Каталоги координат є важливим інструментом для містобудівників, інженерів та інших фахівців, які працюють із точними та актуальними геодезичними даними для планування та реалізації міських проєктів.

Таким чином, тема 7.2 зосереджується на детальному розгляді камеральної обробки міських геодезичних мереж, аналізі методів та техніки, які застосовуються для досягнення найвищої точності та надійності вимірювань, а також розкриває особливості складання та використання каталогів координат.

Важливо також розглянути роль сучасного програмного забезпечення, зокрема *Digitals* та *AutoCAD*, у цьому процесі.

*Digitals* є потужним інструментом для автоматизації обробки геодезичних даних, що включає зрівнювання, аналіз помилок та візуалізацію результатів.

Поєднання з польовими вимірювальними приладами дозволяє швидко та ефективно переносити дані для камеральної обробки.

Програма забезпечує широкі можливості для виконання різних геодезичних розрахунків, включаючи трансформацію координат та визначення висотних різниць.

*AutoCAD* є ідеальним інструментом для візуалізації геодезичних даних, дозволяючи створювати детальні карти та плани на підставі зрівняних координат і дозволяє легко редагувати та оформлювати геодезичні плани, а також поєднувати їх з іншими проєктними даними.

Підтримка широкого спектру форматів файлів для експорту та обміну даними з іншими інженерними та проєктними програмами.

Сучасне програмне забезпечення, зокрема *Digitals* та *AutoCAD*, відіграє вирішальну роль у сучасній геодезії. Воно дозволяє не лише автоматизувати та оптимізувати багато аспектів камеральної обробки, але й значно підвищує точність та ефективність обробки даних. Ці інструменти сприяють кращому розумінню та візуалізації геодезичних даних, що є критично важливим для планування та реалізації міських проєктів.

Автоматизація процесів, яку забезпечує це програмне забезпечення, не тільки спрощує робочі процеси, але й забезпечує високу точність обробки даних, що є незамінним у сучасному швидкому та динамічному світі геодезії та містобудування.

### **Контрольні запитання**

1. Які основні кроки включає камеральна обробка геодезичних даних, отриманих із міських мереж?
2. Які специфічні виклики та особливості можуть виникати під час зрівнювання даних у міських геодезичних мережах?
3. Як програмне забезпечення, зокрема *Digitals* та *AutoCAD*, впливає на процес камеральної обробки та зрівнювання геодезичних даних?
4. Які основні аспекти потрібно враховувати під час складання каталогів координат для міських геодезичних мереж?
5. Яким чином сучасні технології та автоматизовані системи сприяють ефективності та точності камеральної обробки у геодезії?

## ТЕМА 8 СПЕЦІАЛІЗОВАНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ВИМІРЮВАНЬ

### План

8.1 Особливості застосування спеціалізованого програмного забезпечення при врівноваженні геодезичних мереж.

8.2 Класифікація та принципи застосування спеціалізованих програм для здійснення та реалізації проєктів

#### **8.1 Особливості застосування спеціалізованого програмного забезпечення при врівноваженні геодезичних мереж**

Врівноваження геодезичних мереж є важливим етапом в геодезичних роботах, який забезпечує точність та надійність вимірювань. Застосування спеціалізованого програмного забезпечення в цьому процесі відіграє важливу роль, оскільки воно дозволяє автоматизувати та оптимізувати обробку геодезичних даних. Основні функції такого програмного забезпечення включають автоматизацію процесу зрівнювання, можливість обробляти великі обсяги даних, проведення статистичного аналізу та оцінки помилок, а також графічну візуалізацію мережі [3].

Використання спеціалізованого програмного забезпечення при врівноваженні геодезичних мереж забезпечує численні переваги, зокрема значне підвищення точності та надійності результатів завдяки автоматизації та розширеним аналітичним можливостям. Воно також сприяє ефективності та швидкості обробки даних, оскільки скорочує час, необхідний для обробки інформації та дозволяє ефективно працювати зі складними мережами.

Серед популярних програм для зрівнювання геодезичних мереж можна виокремити такі, як *Leica Geosystems* та *Trimble Business Center*. Крім того, *CAD-системи*, зокрема *AutoCAD Civil 3D* та *Bentley MicroStation*, які містять

геодезичні модулі, дозволяють поєднувати геодезичні дані з проєктними роботами.

Враховуючи всі ці аспекти, можна зробити висновок, що спеціалізоване програмне забезпечення є незамінним інструментом у сучасній геодезії. Воно не тільки спрощує та оптимізує процес врівноваження геодезичних мереж, але й забезпечує високу точність та надійність вимірювань, що важливо для всіх видів геодезичних робіт.

Продовжуючи розгляд особливостей застосування спеціалізованого програмного забезпечення щодо врівноваження геодезичних мереж, варто зазначити, що таке *ПЗ* також надає можливості для глибшого аналізу та управління якістю даних. Воно дозволяє ідентифікувати потенційні проблемні зони у мережах, наприклад точки з високим рівнем помилок або неконсистентності вимірювань. Це надає геодезістам інструменти для вдосконалення якості вимірювань та вибору оптимальних методів їх коригування та зрівнювання.

Ще однією важливою особливістю сучасного *ПЗ* є його інтеграція з іншими системами та технологіями. Наприклад, інтеграція з *GIS* дозволяє не тільки зберігати та аналізувати геодезичні дані, але й ефективно використовувати їх у ширшому контексті просторового планування та управління земельними ресурсами. Таке поєднання відкриває нові можливості для комплексного аналізу та прийняття обґрунтованих рішень на підставі геодезичних даних.

Крім того, сучасне *ПЗ* зазвичай включає функції для спільної роботи та обміну даними, що надзвичайно важливо у великих масштабних проєктах, де багато фахівців працюють над однією геодезичною мережею. Це дозволяє забезпечити ефективну координацію та одночасний доступ до актуальної інформації.

Отже, використання спеціалізованого програмного забезпечення для врівноваження геодезичних мереж є фундаментальним для досягнення високої точності та ефективності в геодезичній практиці. Таке *ПЗ* не тільки полегшує

обробку та аналіз даних, але й забезпечує більшу інтеграцію, співпрацю та гнучкість у роботі з геодезичними мережами, відкриваючи нові можливості для геодезичних досліджень і застосувань.

## **8.2 Класифікація та принципи застосування спеціалізованих програм для здійснення та реалізації проєктів**

Класифікація та принципи застосування спеціалізованих програм для здійснення та реалізації проєктів є важливими аспектами сучасної інженерії та проєктного менеджменту. Ці програми дозволяють ефективно керувати проєктами, оптимізуючи ресурси та час, а також підвищуючи якість кінцевого продукту [4].

### *Класифікація спеціалізованих програм*

1. Програми для проєктування та моделювання: ці інструменти, зокрема *AutoCAD*, *Revit*, та *SketchUp*, використовуються для створення детальних проєктів та 3D-моделей об'єктів. Вони забезпечують високу точність вимірювань та візуалізацій, що важливо для інженерних та архітектурних проєктів.

2. Системи управління проєктами: інструменти, зокрема *Microsoft Project* та *Asana*, допомагають у плануванні, відстеженні та управлінні ресурсами проєкту. Вони забезпечують централізоване управління завданнями та командною роботою.

3. Програми для аналізу та розрахунків: програми, зокрема *MATLAB* або *Wolfram Mathematica*, використовуються для складних обчислень та аналізу даних, що є критично важливим у наукових дослідженнях та інженерії.

4. Програмне забезпечення для керування ресурсами та логістики: інструменти, зокрема *SAP ERP* або *Oracle SCM*, зосереджуються на оптимізації ресурсів, логістики та ланцюгів постачання.

### *Принципи застосування*

1. Інтеграція з іншими системами: ефективне використання спеціалізованих програм передбачає їх інтеграцію з іншими інструментами та системами для створення єдиного робочого середовища.

2. Гнучкість та масштабованість: важливо, щоб програмне забезпечення було достатньо гнучким і задовольняло різноманітні потреби проекту та могло масштабуватися відповідно до зростаючих вимог.

3. Легкість використання та доступність: програми повинні бути інтуїтивно зрозумілими для кінцевого користувача, що знижує час на навчання та підвищує продуктивність.

4. Підтримка та оновлення: регулярні оновлення та надійна підтримка є важливими для забезпечення безперервної роботи програмного забезпечення.

5. Безпека даних: з огляду на важливість даних у проектній роботі важливо забезпечити високий рівень захисту інформації.

При виборі та застосуванні спеціалізованого програмного забезпечення потрібно керуватися декількома ключовими принципами. Важливо забезпечити об'єднання різних систем для створення єдиного робочого середовища. Програми повинні бути гнучкими та масштабованими, щоб вони відповідали різним потребам проекту та адаптувалися до його змін. Легкість використання та доступність також є важливими, оскільки це знижує поріг входу для нових користувачів та сприяє швидшому впровадженню та використанню програм. Регулярне оновлення та надійна підтримка необхідні для забезпечення стабільної та безперервної роботи програмного забезпечення. Останнім, але не менш важливим, є гарантування високого рівня безпеки даних, оскільки проектна інформація здебільшого має стратегічне значення.

Отже, спеціалізовані програми для здійснення та реалізації проектів відіграють вирішальну роль у сучасному проектному менеджменті та інженерії. Вони допомагають оптимізувати процеси, підвищують точність й ефективність роботи та забезпечують високу якість кінцевого продукту.

## Контрольні запитання

1. Які основні категорії спеціалізованого програмного забезпечення використовуються у проєктному менеджменті та інженерії?
2. Назвіть головні функції програм проєктування та моделювання, зокрема *AutoCAD* та *Revit*. У чому полягає їхня роль у проєктному процесі?
3. Як спеціалізовані програми для управління проєктами, наприклад *Microsoft Project*, впливають на планування та відстеження ходу виконання проєктів?
4. Які принципи потрібно враховувати при виборі та інтеграції спеціалізованого програмного забезпечення для здійснення проєктів?
5. Які міри безпеки даних необхідно враховувати під час використання спеціалізованого програмного забезпечення у проєктній роботі?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Літнарівч Р. М. Геодезія. Планові державні геодезичні мережі : конспект лекцій / Р. М. Літнарівч. – Чернігів. держ. ін-т економіки та управління. – Чернігів : ЧДІЕіУ, 2002. – 71 с.

2. Про впровадження на території України Світової геодезичної системи координат WGS-84 [Електрон. ресурс] / Постанова Каб. Міністрів України від 22 груд. 1999 р. № 2359 : сайт. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2359-99-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 29.01.2024). – Назва з титул. екрана.

3. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність [Електрон. ресурс] / Закон України від 08 черв. 2023 р. № 353–XIV : сайт. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/353-14#Text>, вільний (дата звернення: 29.01.2024). – Назва з титул. екрана.

4. Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» [Електрон. ресурс] / Постанова Каб. Міністрів України від 7 серп. 2013 р. № 646 : сайт. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/646-2013-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 29.01.2024). – Назва з титул. екрана.



*Електронне навчальне видання*

**КАСЬЯНОВ** Володимир Володимирович

**В'ЯТКІН** Роман Сергійович

**СУЧАСНІ МЕТОДИ СТВОРЕННЯ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ГЕОДЕЗИЧНИХ  
МЕРЕЖ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти*

*зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Відповідальний за випуск *О. Є. Поморцева*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *В. В. Касьянов*

План 2022, поз. 222Л

---

Підп. до друку 29.01.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 2,4.

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.