

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

«МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ
ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ»

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Метрологічне забезпечення і контроль якості геодезичних робіт» (для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Афанасьєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 28 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

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

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 22 від 28.06.2024

ЗМІСТ

Вступ.....	4
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ.....	5
Практичне заняття за темою 1 Аналіз нормативно-правової бази метрологічного забезпечення.....	5
Практичне заняття за темою 2 Геодезичне забезпечення в будівництві.....	6
Практичне заняття за темою 3 Дійсні та номінальні розміри.....	9
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ ПРИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАННЯХ.....	12
Практичне заняття за темою 4 Точність розмічувальних робіт.....	12
Практичне заняття за темою 5 Забезпечення єдності вимірювань.....	14
Практичне заняття за темою 6 Методи подання результатів вимірювань.....	16
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ.....	20
Практичне заняття за темою 7 Статистична обробка результатів вимірювання.....	20
Практичне заняття за темою 8 Контроль якості.....	22
Самостійна робота.....	24
Список використаних джерел.....	25

ВСТУП

Методичні рекомендації призначені для виконання практичних робіт та самостійної роботи здобувачів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій.

Метрологічне забезпечення відіграє ключову роль у геодезії, забезпечуючи точність та надійність вимірів, які є основою для створення карт, планів та інших геодезичних даних. У сучасних умовах, коли вимоги до точності та достовірності даних постійно зростають, метрологічне забезпечення стає невід'ємною частиною геодезичної діяльності.

Метою виконання практичних роботи є вивчення основних принципів та методів метрологічного забезпечення та ведення дослідницької роботи в геодезії. Особлива увага приділяється науковій роботі, дослідницькій діяльності, питанням забезпечення єдності вимірювань, що включають використання сучасних геодезичних приладів, стандартизацію методів вимірювань і контроль точності результатів.

Кожна практична робота виконується здобувачем самостійно та містить теоретичний матеріал і практичну частину.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ № 1

АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Загальні відомості

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» є законодавчою основою національної метрології. Закон регулює відносини, що виникають у процесі забезпечення єдності вимірювань, відповідності результатів вимірювань вимогам точності, надійності, порівнянності, взаємної замінюваності та міжнародного визнання вимірювань [1].

У різних країнах світу є власні закони, що регламентують метрологічну діяльність (ознайомитися з лекцією 1 конспекту лекцій щодо цього питання).

Практична частина

Задання 1. Ознайомитися із Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (звернути увагу на ст. 3 Сфера законодавчо регульованої метрології) та виокремити із закону питання топографо-геодезичні, картографічної діяльності та діяльності із землеустрою.

У звіті на виконання практичного заняття навести в довільній формі відобразити результат виконаної роботи.

Завдання 2. Знайти чинні нормативні документи (національні, міжнародні, що діють в Україні), що розповсюджуються у сфері геодезії, картографії та землеустрою.

У звіті на виконання практичного заняття навести перелік знайдених вами документів та зазначити сферу застосування та основні положення.

Завдання 3. Виконати аналіз та знайти основні відмінності національної та європейської нормативно-правової бази. Зробити висновки.

Завдання 4. Розробити пропозиції щодо виявлених недоліків сучасної нормативно-правової бази у сфері метрологічного забезпечення геодезичних досліджень.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 2

ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

Загальні відомості

Геодезичні роботи є важливим аспектом, що допомагають забезпечити точність та надійність будівельних проектів. Геодезичні роботи на будівельному майданчику складаються з:

1. Розбивочних робіт. Розбивка точок на місцевості для відтворення геометричних параметрів об'єкта на землі. Це включає визначення координат, висот, кутів та інших параметрів.

2. Інженерно-геодезичних вимірювань. Вимірювання в процесі будівництва, наприклад, контроль висоти, розміщення фундаментів, розбивка осей будівель, визначення розмірів конструкцій тощо.

3. Робіт зі створення опорних геодезичних мереж. Встановлення опорних пунктів для подальшого вимірювання та контролю.

4. Топографо-геодезичних робіт. Створення топографічних планів, профілів, розробка цифрових моделей місцевості.

5. Моніторингу деформацій об'єктів. Вимірювання змін у геометричних параметрах будівель та споруд під час їхньої експлуатації.

Геодезичним забезпеченням під час виконання будівельних робіт є геодезичні прилади, за допомогою яких виконують вимірювання. Вимірювальна техніка (геодезичні прилади) повинна відповідати таким вимогам:

1. Точність. Засоби вимірювальної техніки повинні давати результати, близькі до істинних значень вимірюваних величин. Відповідно до [1] у сфері законодавчо регульованої метрології застосовуються засоби вимірювальної техніки, які відповідають вимогам щодо точності, регламентованим для таких засобів, у встановлених умовах їхньої експлуатації.

2. Повторюваність. Засоби вимірювальної техніки повинні давати однакові результати при повторних вимірюваннях однієї і тієї саме величини.

3. Відтворюваність. Інші засоби вимірювальної техніки повинні давати аналогічні результати при вимірюванні тієї саме величини.

Загалом, вимоги до засобів вимірювальної техніки містять точність, безпеку, відповідність стандартам та можливість контролю. У сучасності таким вимогам більше відповідають електронні геодезичні прилади, які сьогодні майже замінили оптичні та оптико-механічні прилади. Електронні геодезичні прилади мають кілька важливих переваг, які сприяють точним вимірюванням та зручності в роботі:

– точність і продуктивність. Електронні прилади забезпечують високу точність вимірювань, що є критичним для геодезичних робіт;

– швидкість обробки даних дозволяє працювати ефективно;

– зручність у використанні. Компактність та легкість електронних приладів полегшують їхнє транспортування та роботу на польових майданчиках;

– простота вимірювальних операцій сприяє зручності в роботі геодезиста;

– сучасні функції. Електронні геодезичні прилади мають вбудовані функції, такі як вимірювання кутів, відстаней, висот, а також можливість зберігання даних та обробки їх на місці роботи.

Таким чином, використання електронних геодезичних приладів дозволяє підвищити точність, продуктивність та зручність У роботі геодезиста.

Загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт, які потрібно виконувати під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення, встановлюють ДБН В.1.3-2 [2].

Практична частина

Завдання 1. Порівняти характеристики оптичних та електронних геодезичних приладів. Результати записати в таблицю 1.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця метрологічних характеристик оптичних та електронних геодезичних приладів

Оптичні геодезичні прилади	Характеристики оптичних геодезичних приладів	Характеристики електронних геодезичних приладів	Електронні геодезичні прилади
Оптичний нівелір Bosch GOL 26D			Електронний нівелір Leica «Sprinter 150 M»
Оптико-механічний тахеометр			Електронний тахеометр Leica TS06plus5 R500

Завдання 2. Виконати аналіз основних метрологічних характеристик таких геодезичних приладів:

- електронного тахеометру Leica TS06plus5 R500;
- електронного нівеліра Leica «Sprinter 150 M»;
- GNSS приймач Leica Zena 5.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 3

ДІЙСНІ ТА НОМІНАЛЬНІ РОЗМІРИ

Загальні відомості

Геодезичні роботи містять вимірювання розмірів, відстаней, кутів та висот на поверхні Землі. Розрізняють номінальні та дійсні розміри.

Номінальний розмір – визначається розрахунком, проектувальниками і фіксується у науково-технічних документах чи кресленнях. Номінальний розмір – величина стала.

Дійсний розмір – величина змінна, визначається з допомогою вимірювальних приладів.

Про точність геометричного параметра говорить рівень наближення дійсного розміру до номінального.

Завдяки допуску можна оцінити точність вимірювання.

Допуск становить затверджене стандартом можливе відхилення дійсного значення вимірюваної величини від її номінального значення.

Відповідно до [3], значення допуску, що визначається відповідно до класу точності, обчислюють за формулою:

$$\Delta X = i \cdot k, \quad (3.1)$$

де i – одиниця допуску;

k – коефіцієнт точності, що встановлює кількість одиниць допуску для цього класу точності.

Одиниця допуску визначається за формулою:

$$i = \alpha_i (0,8 + 0,001\sqrt{L}) \times (\sqrt[3]{L + 25} + 0,01\sqrt[3]{L^2}), \quad (3.2)$$

де L – номінальний розмір, мм;

α_i – множник, що для лінійних розмірів дорівнює 1.

Для визначення коефіцієнта точності k необхідно побудувати стандартний ряд переважних чисел (R5), що становить десяткові ряди геометричної прогресії зі знаменником:

$$a_n = a_1 \cdot q^{n-1}. \quad (3.3)$$

Для (R5) $q = \sqrt[5]{10}$

$$k = a_n : 10. \quad (3.4)$$

Допуски відіграють важливу роль під час проєктування, виготовлення та контролю геодезичних інструментів та деталей. Серед них розрізняють такі:

– допуски форми. Геометричні допуски форми визначають, наскільки допустимими є відхилення геометричних параметрів (наприклад, площинності, циліндричності, прямолінійності) від ідеальних геометричних форм;

– допуски розташування. Ці допуски визначають припустимі відхилення положення елементів щодо один одного (допуск на паралельність, допуск перпендикулярність);

– сумарні допуски форми та розташування. Це комбінація допусків форми та розташування для забезпечення загальної точності виготовлення та складання.

Практична частина

Завдання 1. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [3] розрахувати величини допусків для лінійних розмірів. Результати розрахунку навести в табличній формі (табл. 2). У роботі обов'язково необхідно навести всі етапи розрахунку за формулами.

Таблиця 2 – Визначення допусків лінійних розмірів

Інтервал номінального розміру, L мм	Значення допуску для класу точності, ΔX								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До 20									
Більш ніж 20–60									
Більш ніж 60–120									
Більш ніж 120–250									
Більш ніж 250–500									
Більш ніж 500–1 000									
Більш ніж 1 000–1 600									
Більш ніж 1 600–2 500									
Більш ніж 2 500–4 000									
Більш ніж 4 000–8 000									
Більш ніж 8 000–16 000									
Більш ніж 16 000–25 000									
Більш ніж 25 000–40 000									
Більш ніж 40 000–60 000									
Значення K									

Завдання 2. За результатами аналізу метрологічних характеристик геодезичних приладів (був зроблений у попередній роботі) зазначити, які саме з них впливають на точність отриманих результатів. Для кожного випадку зазначити можливу різницю між дійсними та номінальними розмірами геодезичних вимірів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ ПРИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАННЯХ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 4

ТОЧНІСТЬ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ РОБІТ

Загальні відомості

Точність розмічувальних робіт характеризуються (рис. 6.5–6.10 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [3]):

– допусками та граничними відхиленнями розмічування точок і осей у плані;

– передачі точок і осей по вертикалі;

– допусками створності та граничними відхиленнями від створності точок;

– допусками та граничними відхиленнями розмічування висотних позначок і передачі висотних позначок;

– допусками перпендикулярності та граничними відхиленнями від перпендикулярності осей.

Допуски для розмічуваних точок наведені в таблицях 6.6–6.8 ДСТУ-Н Б В.1.3-1 [3].

Розмічувальні роботи під час будівництва повинні забезпечувати винесення в натуру, з заданою точністю, осей та позначок, що визначають відповідно до проектної документації, положення в плані та по висоті конструкцій, елементів та частин будівель (споруд) [2].

Під час будівництва точність розмічувальних робіт приймається відповідно до таблиці 2 ДБН В.1.3-2 [2]. Якщо будівництво здійснюється за проектною документацією, де містяться допуски на виготовлення та зведення конструкцій будівель (споруд), що не передбачені стандартами, нормами і

правилами, потрібну точність розмічувальних робіт визначають розрахунками, які повинні бути наведені в проєктній документації.

Під час виконання розмічувальних робіт у процесі будівництва потрібно чітко дотримуватися вимог розділу 6 ДБН В.1.3-2.

Відповідно до [2], правильність виконання розмічувальних робіт перевіряють шляхом контрольних геодезичних вимірювань та побудов (у напрямках, що не співпадають з прийнятими при розмічуванні) з точністю не нижче, ніж під час розмічувальних робіт. Граничні відхилення визначають за формулою:

$$\delta = t \times m, \quad (4.1)$$

де t – величина, що залежить від категорії будівлі (споруди) та дорівнює 2; 2,5; 3 і визначається під час розроблення проєкту виконання робіт;

m – середня квадратична похибка, що приймається згідно з таблицею 2 ДБН В.1.3-2.

Практична частина

Визначити граничні відхилення залежно від характеристик будівель, споруд, будівельних конструкцій:

- 1) будинки до 5-ти поверхів; будівлі та споруди висотою до 15-ти м за:
 - лінійних вимірювань;
 - кутових вимірювань;
- 2) будинки вище ніж 15 поверхів; будівлі та споруди висотою від 73,5 м до 100 м або із прогонами від 18-ти до 30-ти м за:
 - кутових вимірювань;
 - нівелюванні на станції на вихідному та монтажному горизонтах, мм;
- 3) будинки до 15-ти поверхів; будівлі та споруди висотою до 73,5 м або із прогонами від 6-ти м до 18-ти м за:
 - кутових вимірювань;
 - передачі точок, осей по вертикалі, мм.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 5

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

Загальні відомості

Єдність вимірювань – це стан, коли результати вимірювань виражені у спільних одиницях вимірювання.

Забезпечення єдності включає уніфікацію одиниць, розробку систем відтворення одиниць та передачу їхніх розмірів робочим засобам вимірювань зі встановленою точністю.

У геодезії для досягнення єдності і достовірності вимірювань необхідне певне метрологічне забезпечення, що направлене на встановлення і застосування сучасних науково-методичних прийомів, правил і норм.

Метрологічне обслуговування геодезичних приладів ведеться через систему випробування, метрологічної атестації, досліджень і перевірок.

Методики повірки (калібрування) засобів вимірювальної техніки є об'єктами діяльності із забезпечення єдності вимірювань в геодезії. Порядок, методи та засоби первинної та періодичної перевірок і калібрування супутникової геодезичної техніки відбувається відповідно до ДСТУ 8294 [4].

Для виконання робіт із калібрування використовується калібрувальний полігон, вже існуючий, або створений під конкретне дослідження,

Калібрувальний полігон створюють у приміщеннях із стабільним кліматом, щоб уникнути впливу температури і тиску на результати вимірювань [5] (рис. 1). За необхідності можна створити польовий полігон (рис. 2), що дозволить значно збільшити відстані для калібрування [5].

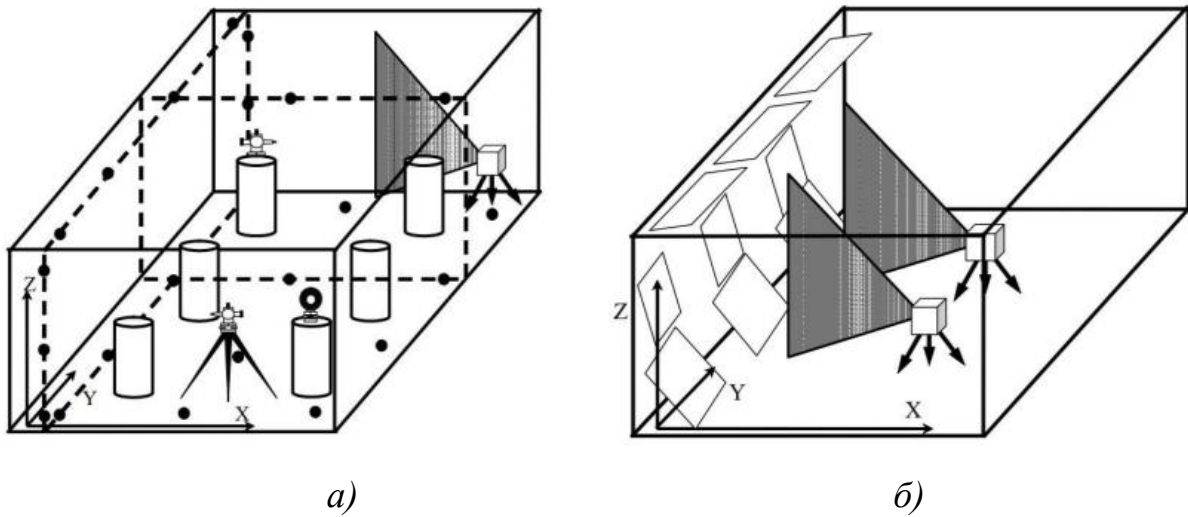


Рисунок 1 – Схеми калібрувальних полігонів в приміщенні [5]:

а) схема калібрувального полігону з точковими ТОК;

б) схема калібрувального полігону з площинними ТОК

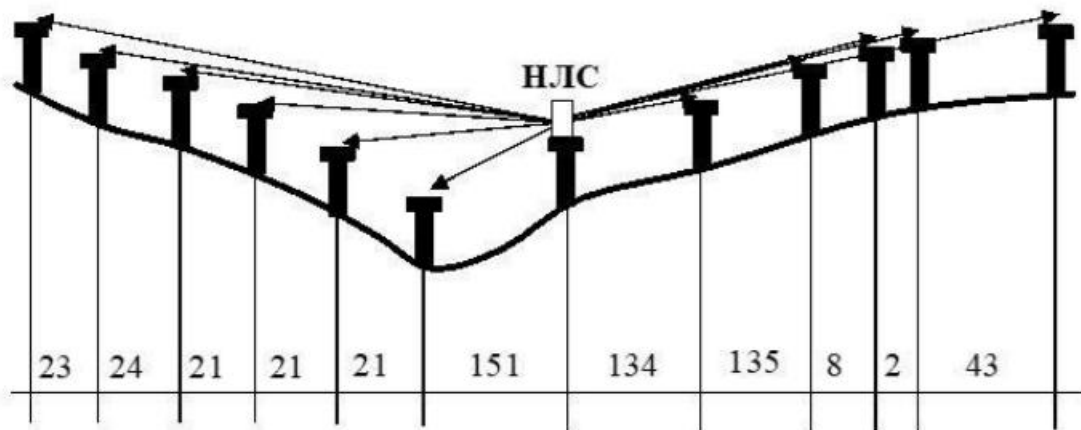


Рисунок 2 – Польовий калібрувальний полігон значної протяжності [5]

Практична частина

Для виконання роботи пропонується таке устаткування:

- комплект електронного тахеометру Leica TS06plus5 R500;
- комплект електронного тахеометру Leica TC407;
- комплект електронного нівеліра Leica «Sprinter 150 M»;

- комплект електронного тахеометру NTS-352R;
- GNSS приймач Leica Zena 5.

Завдання 1. Відповідно до таблиці 1 п. 4 [4] виконати перевірку одного із супутникових (або просто електронних) геодезичних приладів. Результати оформити в табличній формі (табл. 1 п. 4) [4].

Завдання 2. Розробити план дослідження та удосконалення методів підвищення точності геодезичних вимірів (устаткування для проведення геодезичних вимірів підібрати самостійно). У плані повинні міститися такі пункти:

- обґрунтування та аналіз дослідження;
- мета і задачі дослідження;
- об'єкт дослідження;
- предмет дослідження;
- методи дослідження.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 6

МЕТОДИ ПОДАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

Загальні відомості

Вимірювання є основною складовою будь-якого наукового дослідження. Результати вимірювання повинні бути точними та достовірними, засоби вимірювання в обов'язковому порядку повинні бути повірені та мати повірочний сертифікат. Вимірювання – знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних приладів і їхнє порівняння з еталонами.

Під час проведення експериментальних робіт процес вимірювання контролюється на кожній стадії.

Обробка результатів вимірювання складається з попереднього оцінювання отриманих значень фізичних величин, їхнього графічного відтворення або використання отриманих даних для подальшого математичного розрахунку. Залежно від поставленого завдання може знадобитися математична обробка даних для графічного відтворення результатів або навпаки. Після чого отримані результати дослідної роботи детально аналізуються та робиться висновок.

У випадках необхідності приблизного відображення дійсності як результат дослідження використовують модель, як інструмент наукового пізнання. Серед моделей можна виділити такі їхні види:

- фізичні моделі – моделі, що виникли для постановки експериментальних досліджень або за результатами експериментальних досліджень;

- математичні моделі – наближений опис довільного класу явищ зовнішнього світу, поданий за допомогою математичної символіки;

- імітаційні моделі – становлять різновид математичних моделей, що описують динамічні процеси в реальних системах і піддаються перевірці.

Вибір того чи іншого способу відображення результатів вимірювань залежить від завдання, що стоїть перед дослідником.

Практична частина

Завдання 1. Визначити похибки для лазерних сканерів залежно від відстані сканування (методика визначення похибок запозичена [5]).

Обрано 3 наземних лазерних сканери:

- Z+F Imager 5010 – фазовий спосіб, панорамний;

- Trimble TX8 – імпульсний спосіб, панорамний;

- Topcon GLS-1500 – імпульсний спосіб, гібридний.

Максимальна відстань – 100 м; мінімальна – 10 м; додаткові відстані – 25 і 50 м.

Похибка визначення координат M залежить від кутової та лінійної складових та визначається за формулою:

$$M = \sqrt{\alpha^2 + \varphi^2 + \rho^2}, \quad (6.1)$$

де α ; φ – кутова складова в лінійній мірі, що вираховується за формулою:

$$\alpha = \varphi = \frac{m_\alpha \cdot S}{\rho''}, \quad (6.2)$$

де m_α – кутова похибка сканера в секундах, S – відстань, $\rho'' = 206\,264,8$

Лінійна складова похибки ρ на різних відстанях для зазначених сканерів складатиме (табл. 3.)

Таблиця 3 – Лінійна складова похибки ρ на різних відстанях для сканерів, що досліджуються

Параметри	Z+F Imager 5010				Trimble TX8				Topcon GLS-1500			
Відстань, м	10	25	50	100	10	25	50	100	10	25	50	100
ρ , мм	0,2	0,5	1	2	0,2	0,5	1	2	4	4	4	4

Результати розрахунків занести до таблиць 4 та 5. Результати завдання 1 роботи представити у вигляді графіка зміни похибок для сканерів, що розглядалися, залежно від відстані сканування.

Таблиця 4 – Розраховані кутові складової в лінійній мірі

Параметри	Z+F Imager 5010				Trimble TX8				Topcon GLS-1500			
Відстань, м	10	25	50	100	10	25	50	100	10	25	50	100
α ; φ , мм												

Таблиця 5 – Значення похибки визначення координат для відстаней 10, 25, 50 і 100 м

Параметри	Z+F Imager 5010				Trimble TX8				Topcon GLS-1500			
Відстань, м	10	25	50	100	10	25	50	100	10	25	50	100
<i>M</i> , мм												

Завдання 2. Сформувати висновки виконаного в роботі дослідження.

Завдання 3. Розібрати існуючі види моделей та, використовуючи один з них, подати бачення свого майбутньої дисертаційної роботи.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 7

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ

Загальні відомості

Відповідно до [3], точність – ступінь наближення дійсного значення геометричного параметра до його дійсного значення.

Відповідно до п. 4.1.4 [3], точність геометричного параметра X у сукупності його дійсних значень X_i , що отримана в результаті операції масового серійного виробництва, визначають статистичними характеристиками точності.

Як статистичні характеристики точності геометричного параметра використовують його середнє значення X_m і середній квадратичний відхил S_X , що визначаються за формулами.

$$X_m = X_0 + \frac{\sum_{i=1}^m (\bar{X}_i - X_0) \times n_i}{N}, \quad (7.1)$$

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\bar{X}_i - X_0)^2 \times n_i}{N-1}}. \quad (7.2)$$

На підставі результатів статистичного аналізу встановлюється можливість процесу забезпечувати точність параметра відповідно до певного класу точності.

При контролюванні точності виконання геодезичних робіт потрібно визначитися із засобами вимірювання, які підлягають періодичній повірці, а які калібруванню. Для виконання вимірювань з максимальною точністю

потрібно знати похибки та константи, характеристику засобів вимірювальної техніки. Середня квадратична похибка вимірювання горизонтального напрямку тахеометру відноситься до одного з тих параметрів, що підлягає перевірці.

Практична частина

Завдання 1. За вимірними значеннями дійсних лінійних значень знайти середній квадратичній відхил S_X .

1) розрахувати середнє значення X_m і середній квадратичній відхил S_X ;

Статистичну обробку даних виконати через побудову гістограми розподілу лінійних розмірів із заповненням таблиці 6.

Таблиця 6 – Статистична обробка даних дійсних лінійних розмірів

Номер інт.	Середина інтервалу, X_i	Число (частота) повторень значень в інтервалі, n_i	$\bar{X}_i - X_0$	$(\bar{X}_i - X_0) \cdot n_i$	$(\bar{X}_i - X_0)^2$	$(\bar{X}_i - X_0)^2 \cdot n_i$
1	2	3	4	5	6	7
1						
2						
n...						
		$N = \sum n_i$		$\sum (\bar{X}_i - X_0) \cdot n_i$		$\sum (\bar{X}_i - X_0)^2 \cdot n_i$

Завдання 2. Для електронного тахеометру визначити середню квадратичну похибку вимірювання горизонтального напрямку одним повним прийомом.

Вимірювання лінійних розмірів у геодезії виконують світловіддалемірами та електронними тахеометрами. Для отримання величин лінійних розмірів певної точності необхідно користуватися повіреним приладом. Водночас не можна виключати виникнення похибки вимірювання.

Середня квадратична похибка вимірювання горизонтального напрямку одним повним прийомом визначається за формулою [6]:

$$S_N = \gamma \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^p \cdot \sum_{j=1}^{n-1} \cdot (N_{ij} - N_{ie})^2}{\nu}},$$

де N_{ij} – горизонтальні напрямки, що виміряні одним повним прийомом;

N_{ie} – еталонні значення горизонтальних напрямків;

$\nu = (n - 1) \cdot p$ – кількість ступенів свободи;

p – кількість повних прийомів горизонтальних напрямків;

γ – коефіцієнт, множенням на який встановлюється верхня границя довірчого інтервалу. Обчислюється за формулою:

$$\gamma = \sqrt{\frac{\nu}{\chi_{1-\alpha}^2(\nu)}},$$

де $\chi_{1-\alpha}^2(\nu)$ – коефіцієнт розподілу $\chi_{1-\alpha}^2$, що вибирається за ISO 17121-1.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ ЗА ТЕМОЮ 8

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ

Загальні відомості

Якість – сукупність властивостей, які визначають придатність продукції для її використання за призначенням.

Показник якості продукції – це кількісна характеристика однієї або декількох властивостей продукції, що входять в її якість (розглядається стосовно певних умов її створення та експлуатації або споживання). Виражається в різних фізичних одиницях виміру, умовних одиницях, може бути безрозмірним.

Забезпечення якості (наприклад на виробництві) становить сукупність взаємопов'язаних систематизованих і планованих видів діяльності, необхідних для виконання встановлених вимог.

Управління якістю становить скоординовану діяльність, яка полягає у спрямуванні та контролюванні організації щодо якості.

Відповідно до [7], система управління якістю:

- охоплює дії, за допомогою яких організація ідентифікує свої цілі та визначає процеси й ресурси, потрібні для досягнення бажаних результатів;
- керує взаємодійними процесами та ресурсами, потрібними, щоб створити цінності та здобути результати для відповідних зацікавлених сторін;
- дає змогу найвищому керівництву оптимізувати використання ресурсів, ураховуючи короткострокові та довгострокові наслідки його рішень.
- забезпечує засоби ідентифікування дій щодо вирішування передбачених і непередбачених наслідків у постачанні продукції та наданні послуг.

Процес управління якістю поданий на рисунку 3.

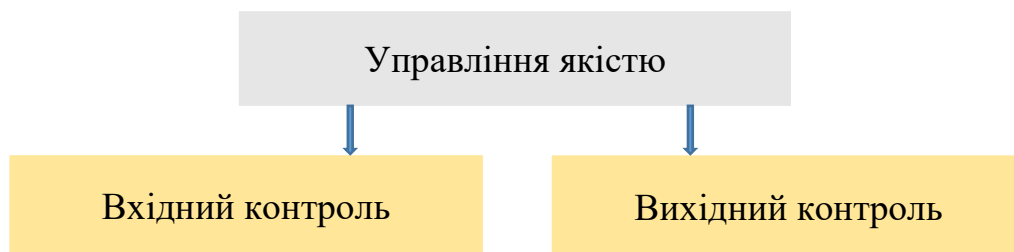


Рисунок 3 – Процес управління якістю

Контролювання якості – складова управління якістю, зосереджена на виконуванні вимог щодо якості [7].

Оцінювання якості – це сукупність операцій, яка складається із вибирання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими, еталонними.

Практична частина

1. Розробити заходи щодо контролю якості геодезичних робіт у будівництві (вид геодезичних робіт обрати самостійно).
2. Розробити заходи щодо контролю якості геодезичних робіт у землеустрої (вид геодезичних робіт обрати самостійно. Не повторювати роботи з п. 1).
3. Розробити модель оцінювання якості виконаних геодезичних робіт.
4. Розглянути Порядок роботи Кваліфікаційної комісії, видачі та анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-землевпорядника.
5. Навести Порядок видачі або анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-землевпорядника у вигляді блок-схеми (або візуалізувати за допомогою моделі).

САМОСТІЙНА РОБОТА

Під час самостійної роботи необхідно розглянути такі питання:

1. Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.3-1:
 - характеристики та призначення точності;
 - контроль та оцінка точності;
 - методичні розрахунки та порядок визначення точності;
 - контроль точності.
2. Відповідно до ДБН В.1.3-2:
 - геодезичний контроль точності геометричних параметрів;
 - умови забезпечення точності геометричних вимірювань.
3. Науково-дослідна робота аспіранта. Експеримент. Планування та проведення експерименту.
4. Розглянути Порядок роботи Кваліфікаційної комісії, видачі та анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-геодезиста.
5. Навести порядок видачі або анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-геодезиста у вигляді блок-схеми (або візуалізувати за допомогою моделі).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про метрологію та метрологічну діяльність [Електрон. ресурс] : Закон України від 05.06.2014 № 1314-VII (Редакція станом на 20.07.2024). – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1314-18#Text>, вільний (дата звернення: 03.05.2024). – Назва з екрана.

2. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/12/49.1.-DBN-V.1.3-22010.-STGP.-Geodezichni-roboti-u-budivn.pdf>, вільний (дата звернення: 20.07.2024). – Назва з екрана.

3. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. СТГП. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2021/03/dstu-n_b_v.1.3-1_2009.pdf, вільний (дата звернення: 20.07.2024). – Назва з екрана.

4. ДСТУ 8294:2015 Метрологія. Апаратура супутникова геодезична. методика повірки (калібрування) [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81458, вільний (дата звернення: 20.07.2024). – Назва з екрана.

5. Сосса Б. Р. Методи і моделі підвищення точності наземного лазерного сканування за даними калібрування : дис. д-ра філософії : 00.00.00 – геодезія та землеустрій / Сосса Б. Р. ; Київський національний університет будівництва і архітектури. – Київ, 2023. – 192 с.

6. ДСТУ 8955:2019 Метрологія. Теодоліти й тахеометри. Метрологічні та технічні вимоги [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86558, вільний (дата звернення: 10.05.2024). – Назва з екрана.

7. ДСТУ ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015, IDT) [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=64030, вільний (дата звернення: 30.07.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації

до виконання самостійної роботи та проведення практичних занять
із навчальної дисципліни

**«МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ
ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ»**

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Укладач **АФАНАСЬЄВ** Олександр Валерійович

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання *О. В. Афанасьєв*

План 2024, поз. 446М

Підп. до друку 15.08.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 1,6.

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.