

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Методичні рекомендації до організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт із навчальної дисципліни «Електронні геодезичні прилади» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : С. Г. Нестеренко, О. В. Афанасьєв. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 44 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. С. Г. Нестеренко,
канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

Ю. Б. Радзінська, 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 № 1 від 25.08.2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ.....	6
Зразок виконання розрахунково-графічної роботи.....	12
ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	20
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОННИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ.....	20
Тема 1 Загальні принципи виконання вимірювань характеристик фізичних величин	20
Тема 2 Лазерні візир. Лазерні рулетки	21
Тема 3 Електронно-оптичні та електронні теодоліти	23
Тема 4 Геодезичні додаткові пристрої.....	25
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ	28
Тема 5 Цифрові та лазерні нівеліри.....	28
Тема 6 Тахеометри	29
Тема 7 Лазерні сканери	34
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ.....	36
Тема 8 Супутникове геодезичне обладнання	36
Тема 9 GNSS-приймачі	37
Тема 10 Забезпечення точності вимірювань	38
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

ВСТУП

Дисципліна «Електронні геодезичні прилади» є нормативним навчальним компонентом освітньої програми для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій. Відповідно до навчального плану дисципліну вивчають у 3-му семестрі 2-го курсу, її обсяг становить 180 академічних годин або 6 кредитів ECTS.

Самостійна робота студента містить самостійне вивчення теоретичних та практичних питань дисципліни, виконання розрахунково-графічної роботи «Перенесення в натуру меж земельної ділянки з використанням сучасних електронних геодезичних приладів». Метою виконання розрахунково-графічної роботи є систематизація, закріплення та поглиблення знань, отриманих під час вивчення дисципліни, та навичок із застосування геодезичних приладів для виконання практичної геодезичної задачі.

Відповідно до освітньої програми бакалавра «Геодезія, картографія та землеустрій» дисципліну розділено на три змістові модулі, перший з яких «Фізичні основи електронних геодезичних приладів» вивчає загальні принципи виконання вимірювань фізичних величин, а також призначення, будову та принцип дії лазерних геодезичних приладів та електронних теодолітів. Другий змістовий модуль «Сучасні електронні геодезичні прилади» присвячений вивченню цифрових та лазерних нівелірів, тахеометрів та лазерних сканерів. Матеріал третього змістового модуля «Системи глобального позиціонування» містить відомості про структуру і режими роботи систем глобального позиціонування, мережу базових станцій, принцип дії та методи застосування супутникових геодезичних приладів.

Метою вивчення дисципліни «Електронні геодезичні прилади» є набуття студентами поглиблених знань про використання сучасних технологій виконання геодезичних робіт наземними методами із застосуванням сучасних електронних приладів, опанування програмних продуктів обробки результатів спостереження під час вирішення завдань геодезії, картографії та землеустрою.

У результаті вивчення курсу студенти мають знати види робіт, які виконуються електронними приладами та загальні вимоги до електронних та високоточних приладів, призначення, будову та принцип дії електронних геодезичних приладів. Мають навчитись застосовувати електронні геодезичні прилади та опрацьовувати отримані результати вимірювань, проводити польові, дистанційні і камеральні дослідження та вибирати для них методи й обладнання, планувати комплекс робіт із виконання геодезичних зйомок.

У цих методичних рекомендаціях для кожної теми зазначено обсяг витрат часу на вивчення, що відповідає програмі дисципліни. Наприкінці методичних рекомендацій наведено список основних і додаткових джерел, які рекомендовані для використання під час самостійного опрацювання навчального матеріалу. Кожна тема супроводжується посиланнями на відповідні їй сторінки навчальних матеріалів, що наведені у списку рекомендованих джерел. Після вивчення теоретичного матеріалу треба дати відповіді на контрольні запитання з теми, також пройти тестування у дистанційному курсі за посиланням: URL: <https://dl.kname.edu.ua/course/view.php?id=1206>.

Виконання розрахунково-графічної роботи

«Перенесення в натуру меж земельної ділянки з використанням сучасних електронних геодезичних приладів»

Метою виконання розрахунково-графічної роботи «Перенесення в натуру меж земельної ділянки з використанням сучасних електронних геодезичних приладів» є систематизація, закріплення та поглиблення знань, отриманих під час вивчення дисципліни «Електронні геодезичні прилади», а також формування практичних навичок підготовки, обчислення та винесення в натуру проєктних точок меж земельної ділянки із застосуванням сучасного електронного геодезичного обладнання.

Суть роботи полягає у тому, що студент на основі заданих вихідних координат пунктів геодезичної основи та поворотних точок земельної ділянки виконує камеральну підготовку геодезичних даних для перенесення меж у натуру, обирає раціональний спосіб розбивочних робіт, складає розрахункові таблиці, формує схему винесення меж, моделює польовий порядок виконання робіт із застосуванням електронного тахеометра або GNSS-приймача та оформлює результати у вигляді пояснювальної записки і графічних матеріалів.

У сучасній геодезичній практиці винесення в натуру меж земельних ділянок виконується з використанням електронних тахеометрів, GNSS-приймачів, цифрових контролерів та програмних засобів камеральної обробки. Такі технології дозволяють підвищити точність визначення положення точок, пришвидшити виконання розбивочних робіт, автоматизувати передачу координат у прилад, зменшити вплив випадкових помилок та забезпечити належне документування результатів. Водночас правильне виконання перенесення меж земельної ділянки в натуру вимагає не лише вміння працювати з приладами, а й ґрунтового розуміння геодезичної основи, методів розрахунку розбивочних елементів, контролю точності та правил закріплення межових знаків.

Загальні положення. Розрахунково-графічна робота виконується індивідуально за одним із 30-ти варіантів. Для кожного варіанта задаються:

- координати двох вихідних пунктів геодезичної основи;
- координати чотирьох поворотних точок земельної ділянки;
- умовні вихідні дані для визначення площі ділянки, довжин меж, дирекційних кутів і розбивочних елементів.

У процесі виконання роботи студент повинен:

- проаналізувати вихідні дані;
- побудувати схему взаємного розташування пунктів геодезичної основи та земельної ділянки;
- визначити геодезичні параметри меж земельної ділянки;
- обчислити розбивочні елементи для перенесення в натуру;
- описати послідовність польових робіт із використанням електронного тахеометра або GNSS-приймача;
- виконати контрольні обчислення;
- побудувати креслення земельної ділянки;
- оформити пояснювальну записку.

Завдання розрахунково-графічної роботи. У розрахунково-графічній роботі необхідно виконати такі основні етапи:

1. Аналіз вихідних даних: необхідно виписати координати вихідних геодезичних пунктів та координати поворотних точок земельної ділянки, визначити конфігурацію ділянки, перевірити логічність розташування точок, зробити попередню схему об'єкта;

2. Побудова геодезичної схеми: на окремому аркуші або в графічному редакторі необхідно побудувати схему розташування:

- вихідних пунктів геодезичної основи;
- станції встановлення приладу;
- поворотних точок меж земельної ділянки;
- ліній візування;
- розбивочних напрямів.

На схемі потрібно показати північний напрям, умовний масштаб, позначення пунктів і точок.

3. Обчислення основних геодезичних елементів. Для кожної сторони земельної ділянки потрібно визначити: горизонтальні прокладання; дирекційні кути; румби; прирости координат; контроль замикання контуру; площу земельної ділянки за координатами поворотних точок.

4. Підготовка даних для винесення меж у натуру. На основі координат вихідних пунктів і поворотних точок земельної ділянки потрібно:

- обрати спосіб винесення в натуру;
- обчислити розбивочні елементи;
- визначити кути повороту та відстані від станції до кожної точки;
- підготувати таблицю даних для введення в електронний тахеометр або контролер;
- описати порядок встановлення та орієнтування приладу.

5. Опис технології польових робіт. Необхідно детально подати послідовність виконання польових робіт: рекогностування місцевості; перевірка стану вихідних пунктів; встановлення приладу; центрування і горизонтування; орієнтування приладу; винесення в натуру поворотних точок; закріплення точок межовими знаками; контроль точності винесення; оформлення польових матеріалів.

6. Контроль точності. Необхідно передбачити і описати: спосіб контролю правильності винесення точок; повторні вимірювання; лінійний та кутовий контроль; допустимі відхилення; випадки, коли необхідно повторити винесення.

7. Графічна частина. Необхідно виконати: креслення земельної ділянки за координатами; схему винесення меж у натуру; схему розташування вихідних пунктів та розбивочних елементів; за потреби – абрис закріплення межових знаків.

8. Оформлення пояснювальної записки. Пояснювальна записка повинна містити: титульний аркуш; зміст; вступ; вихідні дані; теоретичні відомості;

послідовність виконання роботи; розрахунки; графічні матеріали; висновки; список використаних джерел; додатки за потреби.

Послідовність виконання роботи. Рекомендується виконувати роботу в такій послідовності. Спочатку студент отримує індивідуальний варіант вихідних даних та виконує його аналіз. Далі за координатами будуються вихідні пункти та межі земельної ділянки. Після цього визначаються довжини сторін, дирекційні кути, прирости координат і площа ділянки. На наступному етапі розраховуються розбивочні елементи для винесення кожної поворотної точки в натуру від обраної станції. Потім складається таблиця даних для приладу та описується порядок польового виконання робіт. Після цього виконується графічна частина, формується пояснювальна записка та проводиться остаточна перевірка правильності оформлення.

Рекомендований зміст пояснювальної записки:

1. Вступ. У вступі потрібно обґрунтувати значення робіт із перенесення в натуру меж земельних ділянок, охарактеризувати роль сучасних електронних геодезичних приладів у забезпеченні точності кадастрових і землевпорядних робіт, вказати мету та завдання розрахунково-графічної роботи.

2. Розділ 1 Теоретичні основи перенесення меж земельної ділянки в натуру. У цьому розділі доцільно розкрити суть розбивочних робіт, охарактеризувати сучасні способи винесення проєктних точок, навести відомості про електронні тахеометри, GNSS-приймачі та допоміжне обладнання, а також викласти вимоги до точності перенесення меж земельних ділянок.

3. Розділ 2 Вихідні дані та розрахунок геодезичних елементів. Тут подаються координати вихідних пунктів і поворотних точок ділянки, виконується обчислення довжин сторін, дирекційних кутів, площі ділянки, розбивочних кутів і відстаней.

4. Розділ 3 Технологія винесення меж земельної ділянки у натуру. У цьому розділі необхідно подати детальний опис польового порядку виконання робіт, схему встановлення приладу, спосіб орієнтування, порядок винесення точок, закріплення меж і контролю точності.

5. Висновки. У висновках необхідно узагальнити результати роботи, вказати отримані геодезичні параметри земельної ділянки, визначити практичне значення використання сучасних електронних приладів під час перенесення меж у натуру.

Вимоги до оформлення. Текст пояснювальної записки потрібно оформлювати шрифтом Times New Roman, розміром 14 пунктів, із міжрядковим інтервалом 1,5. Береги сторінки: лівий – 30 мм, правий – 10 мм, верхній і нижній – по 20 мм. Абзацний відступ – 1,25 см. Нумерація сторінок наскрізна. Формули, таблиці та рисунки повинні бути пронумеровані. Назви рисунків розміщуються під рисунком, назви таблиць – над таблицею. Список використаних джерел оформлюється відповідно до чинного ДСТУ 8302.

Індивідуальні варіанти завдань. У всіх варіантах (табл. 1) координати задані в умовній прямокутній системі (у метрах). Поворотні точки меж земельної ділянки позначені 1, 2, 3, 4. Вихідні геодезичні пункти – А і В.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунково-графічної роботи за варіантами

Варіант	А (X; Y)	В (X; Y)	1 (X; Y)	2 (X; Y)	3 (X; Y)	4 (X; Y)
1	2	3	4	5	6	7
1	(1 000; 1 000)	(1 080; 1 005)	(1 025; 1 030)	(1 065; 1 035)	(1 060; 1 075)	(1 020; 1 070)
2	(1 200; 950)	(1 285; 960)	(1 225; 980)	(1 260; 985)	(1 255; 1 025)	(1 218; 1 020)
3	(900; 1 100)	(980; 1 110)	(925; 1 135)	(965; 1 140)	(960; 1 178)	(920; 1 170)
4	(1 500; 1 200)	(1 585; 1 210)	(1 528; 1 232)	(1 568; 1 238)	(1 560; 1 278)	(1 520; 1 270)
5	(2 000; 800)	(2 080; 810)	(2 024; 835)	(2 066; 840)	(2 060; 878)	(2 020; 872)
6	(1 750; 950)	(1 835; 955)	(1 775; 980)	(1 815; 988)	(1 808; 1026)	(1 768; 1 018)
7	(950; 1 450)	(1 035; 1 460)	(975; 1 482)	(1 018; 1 488)	(1 012; 1 528)	(970; 1 520)
8	(1 100; 1 300)	(1 185; 1 312)	(1 128; 1 330)	(1 168; 1 338)	(1 160; 1 378)	(1 120; 1 370)
9	(1 400; 900)	(1 482; 910)	(1 426; 932)	(1 468; 940)	(1 460; 978)	(1 422; 970)
10	(1 600; 1 000)	(1 684; 1 015)	(1 628; 1 035)	(1 672; 1 042)	(1 664; 1 082)	(1 622; 1 075)
11	(2 100; 1 200)	(2 185; 1 210)	(2 128; 1 236)	(2 168; 1 242)	(2 162; 1 282)	(2 120; 1 275)

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
12	(2 300; 950)	(2 382; 960)	(2 325; 985)	(2 365; 992)	(2 358; 1 030)	(2 320; 1 024)
13	(2 500; 1 100)	(2 588; 1 112)	(2 528; 1 130)	(2 570; 1 138)	(2 564; 1 178)	(2 522; 1 170)
14	(2 700; 1 000)	(2 785; 1 010)	(2 725; 1 032)	(2 766; 1 038)	(2 760; 1 078)	(2 720; 1 072)
15	(2 900; 900)	(2 982; 910)	(2 926; 930)	(2 968; 938)	(2 960; 976)	(2 922; 970)
16	(3 100; 1 200)	(3 185; 1 215)	(3 128; 1 235)	(3 170; 1 240)	(3 165; 1 280)	(3 124; 1 274)
17	(3 300; 950)	(3 384; 962)	(3 328; 982)	(3 370; 990)	(3 362; 1 030)	(3 320; 1 022)
18	(3 500; 1050)	(3 588; 1 060)	(3 526; 1 082)	(3 570; 1 090)	(3 564; 1 130)	(3 522; 1 122)
19	(3 700; 1 150)	(3 786; 1 162)	(3 728; 1 180)	(3 768; 1 188)	(3 760; 1 228)	(3 720; 1 220)
20	(3 900; 980)	(3 982; 992)	(3 925; 1 010)	(3 968; 1 018)	(3 962; 1 058)	(3 920; 1 050)
21	(4 100; 1 000)	(4 185; 1 012)	(4 128; 1 030)	(4 172; 1 038)	(4 166; 1 078)	(4 124; 1 070)
22	(4 300; 1 100)	(4 386; 1 110)	(4 328; 1 135)	(4 370; 1 142)	(4 364; 1 182)	(4 322; 1 175)
23	(4 500; 900)	(4 582; 912)	(4 526; 932)	(4 568; 940)	(4 560; 980)	(4 520; 972)
24	(4 700; 950)	(4 784; 960)	(4 728; 980)	(4 770; 988)	(4 762; 1 028)	(4 720; 1 020)
25	(4 900; 1 200)	(4 988; 1 212)	(4 928; 1 232)	(4 972; 1 240)	(4 964; 1 280)	(4 922; 1 274)
26	(5 100; 1 000)	(5 184; 1 012)	(5 126; 1 030)	(5 168; 1 036)	(5 162; 1 076)	(5 120; 1 070)
27	(5 300; 1 080)	(5 386; 1 092)	(5 328; 1 112)	(5 372; 1 120)	(5 366; 1 160)	(5 324; 1 152)
28	(5 500; 970)	(5 582; 982)	(5 526; 1 000)	(5 568; 1 008)	(5 560; 1 048)	(5 520; 1 040)
29	(5 700; 1 020)	(5 785; 1 030)	(5 728; 1 052)	(5 770; 1 060)	(5 762; 1 100)	(5 720; 1 092)
30	(5 900; 1 150)	(5 988; 1162)	(5 928; 1 182)	(5 970; 1 190)	(5 964; 1 230)	(5 922; 1 222)

Зразок виконання розрахунково-графічної роботи
«Перенесення в натуру меж земельної ділянки з використанням
сучасних електронних геодезичних приладів»

Вихідні дані. Для виконання роботи задано координати двох вихідних пунктів геодезичної основи А і В та чотирьох поворотних точок меж земельної ділянки 1, 2, 3, 4.

Таблиця 2 – Вихідні координати пунктів

Пункт	X, м	Y, м
А	1 000,00	1 000,00
В	1 080,00	1 005,00
1	1 025,00	1 030,00
2	1 065,00	1 035,00
3	1 060,00	1 075,00
4	1 020,00	1 070,00

Мета роботи. Метою роботи є підготовка геодезичних даних для перенесення в натуру меж земельної ділянки, визначення геометричних параметрів ділянки, розрахунок розбивочних елементів для винесення поворотних точок у натуру електронним тахеометром та складання графічної схеми виконання робіт.

Теоретичні положення та основні формули. Для визначення геометричних параметрів земельної ділянки використовуються такі формули.

Прирости координат між двома точками:

$$\Delta X = X_{i+1} - X_i,$$

$$\Delta Y = Y_{i+1} - Y_i.$$

Горизонтальне прокладання між точками:

$$S = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}.$$

Дирекційний кут з урахуванням чверті, в якій проходить лінія:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta Y}{\Delta X}\right).$$

Площа земельної ділянки за координатами поворотних точок визначається за формулою Гауса:

$$P = \frac{1}{2} \left| \sum_{i=1}^n x_i y_{i+1} - \sum_{i=1}^n y_i x_{i+1} \right|.$$

Для винесення точки в натуру від станції А за напрямком на В спочатку визначають дирекційний кут базової лінії АВ:

$$\alpha_{AB} = \arctan \left(\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \right)$$

Потім для кожної поворотної точки визначають дирекційний кут із точки стояння А:

$$\alpha_{Ai} = \arctan \left(\frac{Y_i - Y_A}{X_i - X_A} \right).$$

Розбивочний кут для винесення точки:

$$\beta_i = \alpha_{Ai} - \alpha_{AB}.$$

Якщо значення від'ємне, до нього додають 360°.

Відстань від станції до поворотної точки:

$$S_{Ai} = \sqrt{(X_i - X_A)^2 + (Y_i - Y_A)^2}.$$

Схема розташування точок. Для зручності побудуємо умовну схему.

- вихідна лінія: А–В;
- поворотні точки ділянки: 1–2–3–4;
- прилад встановлюється у точці А;
- орієнтування виконується на точку В;
- винесення точок 1, 2, 3, 4 здійснюється від станції А.

У пояснювальній записці це доцільно подати окремим рисунком.

Обчислення геометричних параметрів меж ділянки

Сторона 1–2:

$$\Delta X_{1-2} = 1\,065,00 - 1\,025,00 = 40,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{1-2} = 1\,035,00 - 1\,030,00 = 5,00 \text{ м},$$

$$S_{1-2} = \sqrt{40^2 + 5^2} = \sqrt{1\,625} = 40,31 \text{ м},$$

$$\alpha_{1-2} = \arctan \left(\frac{5}{40} \right) = 7,13^\circ.$$

Сторона 2–3:

$$\Delta X_{2-3} = 1\,060,00 - 1\,065,00 = -5,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{2-3} = 1\,075,00 - 1\,035,00 = 40,00 \text{ м},$$

$$S_{2-3} = \sqrt{(-5)^2 + 40^2} = \sqrt{1\,625} = 40,31 \text{ м}.$$

Лінія знаходиться у II чверті, тому:

$$\alpha_{2-3} = 97,13^\circ.$$

Сторона 3–4:

$$\Delta X_{3-4} = 1\,020,00 - 1\,060,00 = -40,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{3-4} = 1\,070,00 - 1\,075,00 = -5,00 \text{ м},$$

$$S_{3-4} = \sqrt{(-40)^2 + (-5)^2} = \sqrt{1\,625} = 40,31 \text{ м}.$$

Лінія знаходиться у III чверті:

$$\alpha_{3-4} = 187,13^\circ.$$

Сторона 4–1:

$$\Delta X_{4-1} = 1\,025,00 - 1\,020,00 = 5,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{4-1} = 1\,030,00 - 1\,070,00 = -40,00 \text{ м},$$

$$S_{4-1} = \sqrt{5^2 + (-40)^2} = \sqrt{1\,625} = 40,31 \text{ м}.$$

Лінія знаходиться у IV чверті:

$$\alpha_{4-1} = 277,13^\circ.$$

Таблиця 3 – Геометричні параметри сторін ділянки

Сторона	ΔX , м	ΔY , м	Довжина, м	Дирекційний кут
1–2	40,00	5,00	40,31	7,13°
2–3	-5,00	40,00	40,31	97,13°
3–4	-40,00	-5,00	40,31	187,13°
4–1	5,00	-40,00	40,31	277,13°

Отже, ділянка має форму, близьку до прямокутної, зі сторонами приблизно по 40,31 м.

6. Обчислення площі земельної ділянки. Застосуємо формулу Гауса.

Координати записуємо у послідовності обходу контуру:

– (1 025; 1 030);

– (1 065; 1 035);

– (1 060; 1 075);

– (1 020; 1 070).

Обчислюємо першу суму:

$$\begin{aligned}\sum x_i y_{i+1} &= 1\,025 \cdot 1\,035 + 1\,065 \cdot 1\,075 + 1\,060 \cdot 1\,070 + 1\,020 \cdot 1\,030 \\ &= 1\,060\,875 + 1\,144\,875 + 1\,134\,200 + 1\,050\,600 = 4\,390\,550.\end{aligned}$$

Обчислюємо другу суму:

$$\begin{aligned}\sum y_i x_{i+1} &= 1 \cdot 1\,065 + 1\,035 \cdot 1\,060 + 1\,075 \cdot 1\,020 + 1\,070 \cdot 1\,025 \\ &= 1\,096\,950 + 1\,097\,100 + 1\,096\,500 + 1\,096\,750 = 4\,387\,300.\end{aligned}$$

Тоді площа:

$$P = \frac{1}{2} | 4\,390\,550 - 4\,387\,300 | = \frac{1}{2} \cdot 3\,250 = 1\,625,00 \text{ м}^2.$$

Висновок щодо площі:

$$P = 1\,625,00 \text{ м}^2 = 0,162\,5 \text{ га}.$$

Підготовка даних для перенесення меж у натуру

Обираємо:

– станцію встановлення приладу – А;

– орієнтування приладу – на точку В.

Дирекційний кут базової лінії АВ:

$$\Delta X_{AB} = 1\,080,00 - 1\,000,00 = 80,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{AB} = 1\,005,00 - 1\,000,00 = 5,00 \text{ м},$$

$$S_{AB} = \sqrt{80^2 + 5^2} = \sqrt{6\,425} = 80,16 \text{ м}$$

$$\alpha_{AB} = \arctan\left(\frac{5}{80}\right) = 3,58^\circ.$$

Визначення розбивальних елементів для точки 1:

$$\Delta X_{A1} = 1\,025,00 - 1\,000,00 = 25,00 \text{ м},$$

$$\Delta Y_{A1} = 1\,030,00 - 1\,000,00 = 30,00 \text{ м},$$

$$S_{A1} = \sqrt{25^2 + 30^2} = \sqrt{1\,525} = 39,05 \text{ м},$$

$$\alpha_{A1} = \arctan\left(\frac{30}{25}\right) = 50,19^\circ,$$

$$\beta_1 = \alpha_{A1} - \alpha_{AB} = 50,19^\circ - 3,58^\circ = 46,62^\circ.$$

Для точки 2:

$$\Delta X_{A2} = 65,00 \text{ м}, \Delta Y_{A2} = 35,00 \text{ м},$$

$$S_{A2} = \sqrt{65^2 + 35^2} = \sqrt{5\,450} = 73,82 \text{ м},$$

$$\alpha_{A2} = \arctan\left(\frac{35}{65}\right) = 28,30^\circ,$$

$$\beta_2 = 28,30^\circ - 3,58^\circ = 24,72^\circ.$$

Для точки 3:

$$\Delta X_{A3} = 60,00 \text{ м}, \Delta Y_{A3} = 75,00 \text{ м},$$

$$S_{A3} = \sqrt{60^2 + 75^2} = \sqrt{9\,225} = 96,05 \text{ м},$$

$$\alpha_{A3} = \arctan\left(\frac{75}{60}\right) = 51,34^\circ,$$

$$\beta_3 = 51,34^\circ - 3,58^\circ = 47,76^\circ.$$

Для точки 4:

$$\Delta X_{A4} = 20,00 \text{ м}, \Delta Y_{A4} = 70,00 \text{ м},$$

$$S_{A4} = \sqrt{20^2 + 70^2} = \sqrt{5\,300} = 72,80 \text{ м},$$

$$\alpha_{A4} = \arctan\left(\frac{70}{20}\right) = 74,05^\circ,$$

$$\beta_4 = 74,05^\circ - 3,58^\circ = 70,48^\circ.$$

Таблиця 4 – Розбивочні елементи для винесення точок від станції А

Точка	X, м	Y, м	Дирекційний кут (α_{Ai})	Кут винесення (β_i)	Відстань ($S_{\alpha_{Ai}}$), м
1	1 025,00	1 030,00	50,19°	46,62°	39,05
2	1 065,00	1 035,00	28,30°	24,72°	73,82
3	1 060,00	1 075,00	51,34°	47,76°	96,05
4	1 020,00	1 070,00	74,05°	70,48°	72,80

Послідовність винесення меж у натуру. Роботи з перенесення меж земельної ділянки в натуру виконуються у такій послідовності.

Спочатку на місцевості відшуковують і перевіряють вихідні пункти А та В. Далі в точці А встановлюють електронний тахеометр, виконують центрування та горизонтування. Після цього здійснюють орієнтування приладу на точку В, задаючи нульовий напрям або дирекційний кут лінії АВ.

Потім послідовно виконують винесення поворотних точок 1, 2, 3, 4. Для кожної точки на приладі відкладають відповідний розбивочний кут β_i , після чого по цьому напрямку відкладають розраховану відстань S_{Ai} . У знайденому положенні встановлюють віху або відбивач, перевіряють правильність наведення і закріплюють точку межевим знаком.

Після винесення всіх точок виконують контрольні вимірювання: перевіряють відстані між сусідніми поворотними точками, а також взаємне положення діагоналей за потреби. Якщо отримані значення відповідають розрахунковим у межах допустимої точності, робота вважається виконаною правильно.

Контроль правильності винесення. Для контролю можна повторно виміряти сторони ділянки:

$$- 1 - 2 = 40,31 \text{ м};$$

$$- 2 - 3 = 40,31 \text{ м};$$

$$- 3 - 4 = 40,31 \text{ м};$$

$$- 4 - 1 = 40,31 \text{ м}.$$

Також можна перевірити діагоналі.

Діагональ 1–3:

$$\Delta X_{1-3} = 1\,060 - 1\,025 = 35,$$

$$\Delta Y_{1-3} = 1\,075 - 1\,030 = 45,$$

$$S_{1-3} = \sqrt{35^2 + 45^2} = \sqrt{3\,250} = 57,01 \text{ м.}$$

Діагональ 2–4:

$$\Delta X_{2-4} = 1\,020 - 1\,065 = -45,$$

$$\Delta Y_{2-4} = 1\,070 - 1\,035 = 35,$$

$$S_{2-4} = \sqrt{(-45)^2 + 35^2} = \sqrt{3\,250} = 57,01 \text{ м.}$$

Отже, діагоналі рівні, що додатково підтверджує правильність розрахунків.

Графічна частина. У графічній частині роботи потрібно подати:

1. Схему розташування вихідних пунктів А, В та поворотних точок 1, 2, 3, 4.
2. Контур земельної ділянки з підписаними довжинами сторін.
3. Напрямок орієнтування А–В.
4. Промені винесення від А до точок 1, 2, 3, 4.
5. Розбивочні кути та відстані.

Підпис до рисунка можна оформити так (рис. 1):

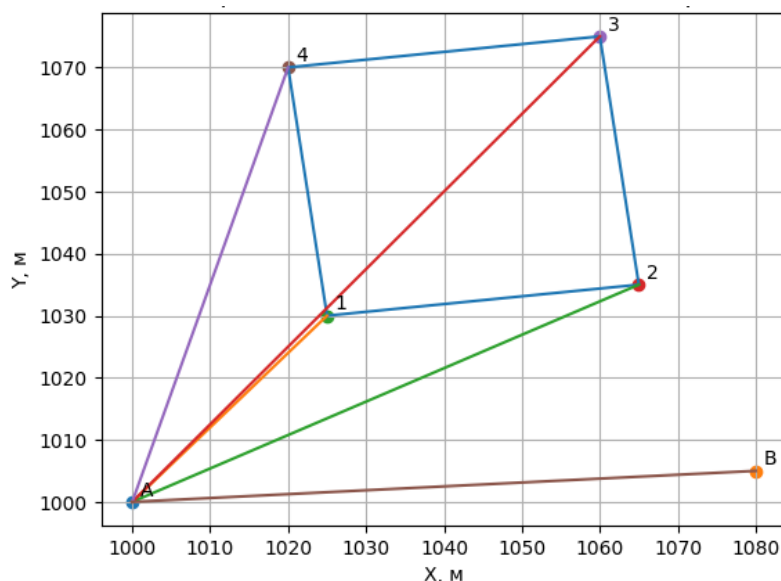


Рисунок 1 – Схема перенесення в натуру меж земельної ділянки від станції А

Висновки. У результаті виконання розрахунково-графічної роботи для варіанта 1 були визначені координатні та геометричні параметри земельної ділянки, обчислені довжини її сторін, дирекційні кути та площа. Встановлено, що площа ділянки становить 1 625,00 м² або 0,162 5 га. Для винесення меж у натуру обрано спосіб полярних координат із використанням електронного тахеометра, встановленого на вихідному пункті А та орієнтованого на пункт В.

Було визначено розбивочні кути та відстані до всіх поворотних точок земельної ділянки, що дозволяє безпосередньо виконати винесення меж у натуру. Отримані результати свідчать про ефективність застосування сучасних електронних геодезичних приладів для кадастрових та землевпорядних робіт, оскільки вони забезпечують високу точність, оперативність та зручність виконання польових вимірювань.

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОННИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Тема 1 Загальні принципи виконання вимірювань характеристик фізичних величин

План

1. Предмет і завдання курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами.
2. Призначення і класифікація геодезичних приладів.
3. Історичний екскурс в розвиток електронних геодезичних пристроїв.
4. Загальні принципи виконання вимірів характеристик фізичних величин.

Рекомендовані джерела: [1, с. 8–32]; [4]; [6, с. 9–23, с. 44–53, с. 273–274].

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте принципові відмінності оптико-механічних та електронних геодезичних приладів. Наведіть приклади відомих вам геодезичних приладів.
2. Охарактеризуйте види робіт, що вимагають застосування геодезичних приладів. Наведіть приклади практичних завдань у галузі геодезії та землеустрою.
3. Перелічіть ознаки, за якими класифікують геодезичні прилади.
4. Коли почалось проникнення електроніки в геодезію?
5. Коли з'явився перший лазер?
6. Яка супутникова система не є глобальною?
7. Що визначають із допомогою супутникових систем?
8. Які прилади і пристрої застосовують для створення геоінформаційної системи?
9. Які координати визначають просторово-координатні системи?
10. Чи є періодичні коливання гармонійними?

11. Яким відношенням поєднана частота f із періодом T ?
12. Які три параметри повністю характеризують гармонічні коливання?
13. Що має дискретний спектр?
14. Який найбільш загальний випадок поляризації електромагнітних хвиль?
15. Що таке когерентні хвилі?
16. Як пов'язана довжина хвилі λ із частотою і швидкістю розповсюдження коливань?
17. Як називають величину $\frac{2\pi}{\lambda}$?
18. Як називають коливання, в якого будь-який параметр змінюється в часі?
19. Як називають результат складання двох когерентних хвиль, лінійно поляризованих в одній площині?
20. Які спеціальні геодезичні прилади, що можна застосувати в машинобудуванні, приладобудуванні, спеціальних будівельних роботах тощо вам відомі?

Тема 2 Лазерні візирі. Лазерні рулетки

План

1. Призначення, будова та принцип дії лазерних візирів.
2. Ефект Допплера.
3. Призначення, будова та принцип дії лазерних рулеток.
4. Принцип роботи та будова лазерного далекоміра.
5. Вимірювання відстаней із допомогою лазерного далекоміра.
6. Використання функцій лазерного далекоміру «LEICA DISTO D2».

Рекомендовані джерела: [1, с. 33–43]; [2, с. 8–17]; [4]; [6, с. 9–23, с. 54–94].

Контрольні запитання

1. Що таке лазер? З чого він складається?
2. Джерело накачки перевело активне середовище в стан з інверсною населеністю енергетичних рівнів. Під час переходу атомів назад на нижній рівень випускаються фотони, які створюють спонтанне випромінювання. Які з фотонів ініціюють перетворення спонтанного випромінювання на стимульоване?
3. У чому полягає роль резонатора в лазері?
4. Що таке лазерна рулетка? З яких компонентів складається лазерна рулетка?
5. Що таке лазерний візир?
6. Яке призначення та можливості лазерного далекоміра?
7. Якими технічними параметрами характеризується лазерний далекомір?
8. Охарактеризуйте основні можливості налаштування приладу «Leica DISTO D2».
9. Поясніть, як встановити точку відліку вимірювань. Для чого потрібна ця функція?
10. Чим зумовлена необхідність вимірювання від тильної сторони приладу «Leica DISTO D2» та від внутрішніх кутів? Як відрізняються ці вимірювання?
11. Які одиниці вимірювань застосовуються у лазерному далекомірі «Leica DISTO D2»?
12. Як налаштовується одиниця вимірювання?
13. Охарактеризуйте відмінності режимів однократного вимірювання та безперервних вимірювань відстаней у приладі «Leica DISTO D2».
14. Чому вимірювання кожної відстані приладом «Leica DISTO D2» необхідно виконати не менше за три рази?
15. Які власно мінімальні та максимальні відстані дозволяє виміряти режим безперервних вимірювань у приладі «Leica DISTO D2»?
16. Як здійснюється вмикання вимикання режиму безперервних вимірювань?

17. Де отримати результати вимірювань мінімальної та максимальної відстаней у приладі «Leica DISTO D2»?

18. Яке призначення абрису геодезичної лабораторії? Яку він містить інформацію?

19. Як відрізняється план виміряної геодезичної лабораторії від її абрису?

Тема 3 Електронно-оптичні та електронні теодоліти

План

1. Призначення, будова та принцип дії електронно-оптичних теодолітів.
2. Типи приладів та маркування.
3. Призначення, будова та принцип дії електронних теодолітів.
4. Маркування. Методи застосування.
5. Опрацювання результатів вимірювань.
6. Призначення, будова та принцип дії електронних теодолітів.
7. Вимірювання з допомогою електронних теодолітів.

Рекомендовані джерела: [1, с. 44–48]; [2, с. 24–41]; [4]; [6, с. 187–206].

Контрольні запитання

1. Що таке цифровий метод?
2. Що таке кодовий та інкрементальний методи?
3. Для чого використовується штриховий растр?
4. Де використовується зчитування кутів із допомогою оптичного проміння?
5. Що використовують в електронних теодолітах для підвищення точності?
7. Які величини є вимірюваними?
8. Які з величин є обчисленими?
9. Що таке електронний польовий журнал?

10. Чим відрізняються електронні теодоліти від електронних тахеометрів?
11. Яке призначення та можливості електронного теодоліта «DE-2A»?
12. Якими технічними параметрами характеризується електронний теодоліт «DE-2A»?
13. Яке призначення операцій юстирування приладу?
14. Охарактеризуйте основні можливості налаштування електронного теодоліта «DE-2A».
15. Які одиниці вимірювань застосовуються у електронному теодоліті «DE-2A»?
16. Як у електронному теодоліті встановлюється одиниця вимірювання?
17. Охарактеризуйте особливості та призначення юстирування циліндричного та круглого рівнів приладу «DE-2A».
18. Які особливості та призначення попередньої перевірки нормальної колімації?
19. У чому суть та яка мета центрування та нівелювання електронного теодоліта?
20. Які особливості грубого та точного нівелювання електронного теодоліта?
21. Охарактеризуйте операцію центрування приладу з допомогою оптичного віску.
22. Яка дія призводить до встановлення чіткого індексу вертикального круга у електронному теодоліті під час вмикання приладу?
23. Поясніть, що таке нульовий відлік?
24. Охарактеризуйте послідовність дій під час вимірювання горизонтального кута.
25. Охарактеризуйте послідовність дій під час вимірювання вертикального кута.
26. За яких причин виникає паралакс та як його усунути? У чому полягає це явище?

27. Які режими вимірювання горизонтального кута забезпечує електронний теодоліт? Як перемикаються режими вимірювання горизонтального кута?

28. Поясніть, у чому полягає метод утримання відліку горизонтального кута? Як встановити відлік за горизонтальним колом?

29. Що таке метод вимірювання вертикального кута у відсотках? Для яких вимірювань він призначений?

30. Поясніть призначення режиму багаторазових вимірювань горизонтального кута. Як увімкнути цей режим?

31. Для чого потрібна корекція місця нуля вертикального кута? Поясніть порядок дій.

32. Поясніть порядок дій для вимірювання відстаней за сіткою ниток електронного теодоліта.

Тема 4 Геодезичні додаткові пристрої

План

1. Гіроскопічне обладнання.
2. Гіроскопічна насадка «Gyromax AK-2M».
3. Системи автоматичного нівелювання «Leica PowerGrade».
4. Програмно-апаратний комплекс «Power Digger» для екскаваторів.
5. Сенсори базової системи.
6. Кутовий сенсор «MSS300».
7. Система сенсорів.
8. Вибір додатків залежно від типу рішення.
9. Шукач підземних комунікацій.
10. Безпілотні літальні апарати.

Рекомендовані джерела: [1, с. 49–57]; [4].

Контрольні запитання

1. Які додаткові геодезичні пристрої використовуються у будівництві?
2. Які переваги можна отримати завдяки використанню систем «Leica PowerGrade» та «Leica PowerDigger»?
3. Охарактеризуйте функції, властиві системі автоматичного нівелювання «Leica PowerGrade».
4. Поясніть, у яких режимах може працювати програмно-апаратний комплекс «Leica PowerGrade».
5. Поясніть призначення програмно-апаратного комплексу «Power Digger» для екскаваторів.
6. Які конструктивні особливості системи «Power Digger» для екскаваторів?
7. Якими базовими сенсорами оснащена система «Power Digger»?
8. Охарактеризуйте призначення та особливості конструкції кутових сенсорів «MSS 301» та «MSS 302».
9. Охарактеризуйте призначення та особливості використання 1D-, 2D- та 3D-систем «Power Digger».
10. Поясніть призначення шукачів підземних комунікацій.
11. Поясніть принцип роботи шукачів підземних комунікацій.
12. Охарактеризуйте спосіб пошуку підземних комунікацій із допомогою наведених струмів.
13. Охарактеризуйте спосіб пошуку підземних комунікацій із допомогою створення штучного магнітного поля.
14. Яку похибку визначення планового та висотного розташування та глибини забезпечують шукачі підземних комунікацій.
15. Поясніть призначення гіроскопічного обладнання.
16. Охарактеризуйте функції гіроскопічної насадки «GYROMAX™».

17. Поясніть переваги використання гіроскопічної насадки «GYROMAX™».

18. Як безпілотні літальні апарати можуть використовуватися у будівництві?

19. Охарактеризуйте переваги використання безпілотних літальних апаратів у будівництві.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ

Тема 5 Цифрові та лазерні нівеліри

План

1. Використання лазерних вимірювальних приладів у будівництві.
2. Лазерні прилади для будівництва та оздоблення.
3. Функції лазерних приладів.
4. Багатопроменевий лазерний інструмент.
5. Нівеліри. Лазерний нівелір.
6. Ротаційні нівеліри. Позиційні нівеліри.
7. Робота з цифровим електронним нівеліром.

Рекомендовані джерела: [1, с. 58–64]; [2, с. 43–51]; [3, с. 9–11]; [4].

Контрольні запитання

1. Які сфери застосування цифрових та лазерних нівелірів?
2. Опишіть основні елементи лазерних нівелірів?
3. Поясніть призначення ротаційного нівеліра?
4. Дайте короткий порівняльний аналіз багатопроменевих та позиційних нівелірів?
5. Поясніть призначення цифрового електронного нівеліра «Leica Geosystems Sprinter 150/150M».
6. Поясніть відмінності цифрового електронного нівеліра «Leica Geosystems Sprinter 150/150M» від оптичних та лазерних нівелірів.
7. Перелічить основні технічні характеристики електронного нівеліра «Leica Geosystems Sprinter 150/150M».
8. Охарактеризуйте порядок підготовки приладу до вимірювань.

9. У яких випадках виконують перевірку та юстирування електронного нівеліра «Leica Geosystems Sprinter 150/150M» та з якою метою?
10. Поясніть порядок фокусування окуляра нівеліра та яка необхідність його фокусування.
11. Поясніть порядок фокусування зображення об'єкта. Яка необхідність фокусування зображення об'єкта?
12. Які режими роботи реалізовані у електронному нівелірі «Leica Geosystems Sprinter 150/150M»?
13. Поясніть призначення режиму стеження.
14. Поясніть призначення режимів нівелювання по одній стороні рейки та нівелювання по двом сторонам рейки.
15. Поясніть призначення режиму середнього перевищення.
16. Охарактеризуйте порядок вимірювання точок нівелірного ходу із середнім перевищенням.
17. Охарактеризуйте порядок вимірювання по одній та по двом сторонам рейки.
18. Поясніть, як зберегти отримані результати вимірювань та як передати їх на комп'ютер.

Тема 6 Тахеометри

План

1. Електронний тахеометр.
2. Прикладні функції приладу.
3. Типи приладів та маркування.
4. Конструкція і принцип дії.
5. Принципова і структурна схема.
6. Формати даних знімання.
7. Принцип роботи та будова електронного тахеометра «SOUTH NTS-350R».

8. Повірка та юстирування електронного тахеометра «SOUTH NTS-350R».
9. Вимірювання кутів із допомогою електронного тахеометра «SOUTH NTS-350R».
10. Вимірювання відстаней із допомогою електронного тахеометра «SOUTH NTS-350R».
11. Визначення координат за допомогою тахеометра «SOUTH NTS-350R».
12. Робота із файлами у пам'яті тахеометра «SOUTH NTS-350R».

Рекомендовані джерела: [1, с. 65–71]; [2, с. 52–80, с. 89–93]; [3, с. 6–9, с. 21–25]; [4]; [6, с. 206–220].

Контрольні запитання

1. Дайте визначення тахеометра.
2. Наведіть класифікацію тахеометрів за типом далекоміра та способом реєстрації результатів вимірювань.
3. Як класифікують тахеометри за принципом дії?
4. Наведіть класифікацію тахеометрів за типом механізму обертання.
5. Наведіть принципову і структурну схему тахеометра.
6. Яке призначення та можливості тахеометра «SOUTH NTS-350R»?
7. Якими технічними параметрами характеризується тахеометр «SOUTH NTS-350R»?
8. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись під час роботи із лазером та чому?
9. Охарактеризуйте режими роботи тахеометра «SOUTH NTS-350R».
10. Які одиниці вимірювань застосовуються у тахеометрі «SOUTH NTS-350R»?
11. Охарактеризуйте вимоги до розташування зорової труби тахеометра під час його зберігання та транспортування.
12. Поясніть послідовність підготовки тахеометра до роботи.

13. Поясніть послідовність горизонтування та відцентрування приладу над точкою місцевості.
14. З якою метою виконують горизонтування та відцентрування приладу над точкою місцевості? Поясніть зміст цієї операції.
15. Поясніть послідовність фокусування та наведення приладу на ціль.
16. У чому полягає явище паралакса, з яких причин він виникає та як його усунути?
17. Поясніть порядок грубого та точного горизонтування циліндричного рівня тахеометра.
18. Поясніть поняття «нуль-пункт».
19. Поясніть порядок юстування циліндричного рівня тахеометра.
20. За яких умов юстирування круглого рівня не потрібна?
21. Поясніть порядок дій під час юстировки сітки ниток.
22. Яка мета виконання повірки та юстировки сітки ниток?
23. Поясніть, за допомогою яких конструктивних частин вирівнюють вертикальну лінію сітки ниток?
24. Поясніть поняття «колімаційна похибка приладу (2C)» та порядок виконання повірки колімаційної похибки приладу. Яке припустиме значення має колімаційна похибка приладу (2C)? Як обчислити її значення?
25. Як перевірити, чи працює функція компенсації вертикального кута?
26. Поясніть мету та порядок юстирування кута і місця нуля тахеометра.
27. Поясніть формулу, за якою обчислюють контрольну величину кута і під час юстирування кута і місця нуля тахеометра.
28. Як перевірити, чи збігається центр сітки ниток із центром осі випромінювача?
29. Як увімкнути режим вимірювання кутів?
30. З якою метою у приладі передбачено переключення горизонтальних кутів (право / ліво)? Перелічіть, у яких випадках його застосовують.
31. Охарактеризуйте порядок дій для вимірювання кута між двома марками.

32. Як встановити відлік горизонтального кута $0^{\circ}00'00''$? Чи можливо встановити інше числове значення горизонтального кута як початку відліку?

33. Поясніть, як прилад визначає вертикальний кут у градусній мірі під час вимірювання горизонтального кута. Чи може цей кут відображатися у відсотках?

34. Як увімкнути режим вимірювання горизонтального кута методом повторень? У яких випадках застосовують режим вимірювання горизонтального кута методом повторень? Які значення надає прилад у результаті вимірювань горизонтального кута методом повторень?

35. Яке призначення звукового сигналу для відліків за горизонтальним колом, що кратні 90° ?

36. Як увімкнути режим відображення нахилу у відсотках?

37. Які системи відліку вертикальних кутів реалізовані у електронному тахеометрі «SOUTH NTS-350R»? Як змінити спосіб відображення вертикального кута у градусах, або у відсотках?

38. Як увімкнути режим вимірювання відстаней?

39. Як запобігти пошкодження далекомірного блока відбитим сигналом? Чому не можна проводити вимірювання однієї і тої самої цілі двома приладами?

40. Поясніть, як встановити режим вимірювання на призму. Для чого потрібний режим вимірювання на призму?

41. Охарактеризуйте режими вимірювань відстаней тахеометром та порядок встановлення потрібного режиму вимірювання відстані.

42. Як встановити повторні вимірювання відстані? Поясніть особливості результату вимірювань, отриманих за цим режимом.

43. Як встановити режим стеження? Поясніть призначення цього режиму та особливості результату вимірювань, отриманих за цим режимом.

44. Поясніть особливості та призначення режиму безперервних вимірювань з усередненням.

45. Поясніть, як обрати одиниці вимірювання відстаней із допомогою функціональних клавіш. Як обрані одиниці вимірювання відстаней зберегти у пам'яті приладу після вимикання живлення?

46. Охарактеризуйте основні вимоги до застосування відбиваючої пластини під час вимірювань відстаней лазером.

47. Як встановити режим вимірювання електронним тахеометром у безвідбивному режимі?

48. Як встановити тахеометр у режим розбивання? Яке призначення та який порядок роботи у цьому режимі?

49. Поясніть, як увімкнути режим вимірювання координат? Які попередні дії потрібно виконати перед вимірюванням координат потрібної точки?

50. Поясніть порядок введення координат станції. Як визначають координати станції для введення у прилад?

51. Поясніть, як прилад застосовує координати станції для обчислення координат вимірюваної точки.

52. Поясніть порядок введення висоти приладу. Як визначають висоту приладу для введення у прилад? Поясніть, як прилад застосовує висоту приладу для обчислення координат вимірюваної точки.

53. Поясніть порядок введення висоти відбивача. Як визначають висоту відбивача для введення у прилад? Поясніть, як прилад застосовує висоту відбивача для обчислення координат вимірюваної точки.

54. Поясніть порядок введення вихідного дирекційного кута від відомої точки. Як визначають вихідний дирекційний кут для введення у прилад?

55. Наведіть та поясніть формули щодо обчислення координат вимірюваної точки.

56. Поясніть, як увімкнути режим роботи з пам'яттю. Охарактеризуйте можливі дії з файлами, що містить пам'ять тахеометра.

57. Охарактеризуйте можливості обміну даними з комп'ютером.

58. Поясніть, чи дозволяється введення вручну та збереження координат точок у файл координат. Поясніть порядок введення та збереження координат точок у файл координат.

59. Поясніть особливості подання інформації у файлі координат.

60. Поясніть порядок та особливості форматування внутрішньої пам'яті тахеометра.

61. Поясніть як увімкнути режим передачі даних, що збережені у внутрішній пам'яті, на комп'ютер. Поясніть як увімкнути режим передачі даних із комп'ютера у внутрішню пам'ять тахеометра. Як визначити обсяг вільної пам'яті тахеометра?

62. Охарактеризуйте можливість та особливості налаштування параметрів передачі даних.

63. Поясніть порядок встановлення потрібної одиниці вимірювання відстані та порядок встановлення потрібної одиниці вимірювання кутів. Які одиниці вимірювання можна застосовувати?

64. Поясніть, як визначити номер точки станції, висоту приладу та код станції.

65. Поясніть особливості подання інформації у файлі даних щодо вимірювання кутів.

66. Поясніть, які буквені позначення застосовані у приладі для горизонтального кута, вертикального кута та для похилої відстані.

67. Поясніть, яким чином у тахеометрі організована нумерація точок?

70. З якою метою у результаті виконання ініціалізації не обнуляться координати станції, висоти приладу та відбивача? Як можна змінити ці дані?

Тема 7 Лазерні сканери

План

1. Призначення, принцип дії та будова лазерних сканерів.
2. Типи приладів. Маркування.
3. Особливості застосування.

Рекомендовані джерела: [1, с. 71–86]; [4].

Контрольні запитання

1. Поясніть призначення мультистанції.
2. Основні складники мультистанції.
3. Охарактеризуйте функції та призначення роботизованого тахеометра.
4. Охарактеризуйте функції та призначення фотограмметричної станції.
5. Поясніть, у чому полягають переваги сканувального тахеометра «Leica Nova MS60».
6. Поясніть суть наземного лазерного сканування.
7. Яку точність вимірювань забезпечує технологія наземного лазерного сканування?
8. Поясніть принцип роботи лазерного сканера.
9. Охарактеризуйте складники лазерного сканера та їхнє призначення.
10. Охарактеризуйте форму подання результатів наземного лазерного сканування та її особливості.
11. Які методи вимірювання відстаней використовуються у наземному лазерному скануванні?
12. Які відмінності наземного лазерного сканування реалізують зменшення витрат на виконання вимірювальних робіт?
13. Перелічіть сфери застосування тривимірного сканування.
14. Охарактеризуйте особливості технології мобільного лазерного сканування.
15. Перелічіть сфери застосування технології мобільного лазерного сканування.
16. Поясніть принцип роботи мобільних лазерних пристроїв сканування.
17. Як забезпечується необхідна максимальна точність вимірювань під час проведення виконавчої зйомки з використанням мобільного лазерного сканування?
18. Поясніть призначення базових сканувальних станцій.
19. Поясніть, у чому полягає перевага мобільного лазерного сканування перед традиційними зйомками.
20. Охарактеризуйте порядок обробки даних мобільного лазерного сканування.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СИСТЕМИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Тема 8 Супутникове геодезичне обладнання

План

1. Структура систем і режими роботи.
2. Космічний сектор. Сектор управління і контролю. Сектор користувача.
3. Режими роботи систем.

Рекомендовані джерела: [1, с. 87–100]; [2, с. 95–102, с. 104–118]; [4]; [6, с. 273–206].

Контрольні запитання

1. Які системи глобального позиціонування ви знаєте?
2. З яких секторів складаються системи глобального позиціонування?
3. Наведіть класифікацію GPS-приймачів.
4. Поясніть принципи роботи мережі базової станції RTK.
5. Наведіть переваги мережевого RTK.
6. Поясніть призначення комплекту приймача GNSS «Zeno20».
7. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись під час роботи з приладом «Leica Zeno 20» та чому?
8. Назвіть основні конструктивні елементи приладу «Leica Zeno 20» та охарактеризуйте їхні функції.
9. Які батареї застосовані для живлення приладу «Leica Geosystems» та яку небезпеку вони можуть становити?
10. Яких температурних обмежень потрібно дотримуватись під час експлуатації приладу «Leica Zeno 20»?
11. Поясніть призначення SIM-карти та SD-карти. Де вони розташовані?
12. Поясніть призначення внутрішньої антени і плати глобальної навігаційної супутникової системи GNSS. Де вони розташовані?

Тема 9 CNSS-приймачі

План

1. CNSS-приймач. Точність вимірювання.
2. Мережа базових станцій.
3. Мережа RTK базових станцій.

Рекомендовані джерела: [1, с. 87–100]; [2, с. 95–102, с. 104–118]; [4]; [6, с. 273 – 206].

Контрольні запитання

1. Які функції має клавіша живлення, окрім вмикання та вимикання приладу «Leica Zeno 20»?
2. Яких правил безпеки потрібно дотримуватись під час встановлення та витягання SIM-карти і SD-карти?
3. Як переконатись, що немає статичного заряду? Як відвести статичний заряд?
4. Охарактеризуйте особливості операційної системи та програмного забезпечення приладу «Leica Zeno 20».
5. Поясніть призначення комплекту GNSS-приймачів «South» та його основних складових. Поясніть поняття «базовий приймач» та «роверний приймач».
6. У чому полягають принципові відмінності виконання геодезичної зйомки у режимі статичних вимірювань та у навігаційному режимі?
7. Поясніть призначення елементів основного блока «S82T».
8. Які особливості вмикання та вимикання приладу?
9. Як визначити кількість видимих супутників?
10. Охарактеризуйте послідовність та особливості налаштування режимів блока «S82T».
11. Поясніть послідовність дій для переключення каналів передачі даних (GPRS / вбудоване радіо / зовнішнє радіо).

Тема 10 Забезпечення точності вимірювань

План

1. Ознайомлення з комплектом приймача «GNSS ZENO20».
2. Робота з комплектом GNSS-приймачів «SOUTH».

Рекомендовані джерела: [1, с. 87–100]; [2, с. 95–102, с. 104–118]; [4]; [6, с. 273–206].

Контрольні запитання

1. Як налаштувати блок «S82T» у статичний режим зйомки? У якому разі застосовують статичний режим зйомки?
2. З якою метою створюють новий проєкт? Поясніть послідовність дій.
3. Поясніть, які параметри зйомки потрібно налаштувати під час створення нового проєкту. Які можливості налаштування системи координат під час створення нового проєкту?
4. Як налаштувати параметри перерахунку з «WGS-84» у задану систему координат? Охарактеризуйте систему координат «WGS-84». Як вона відрізняється від інших обраних? Які переваги та особливості можливості створення власної системи координат? У яких випадках потрібне створення власної системи координат?
5. Охарактеризуйте особливості налаштування каналу GPRS. Які параметри GPRS-з'єднання потребують налаштування? Поясніть, як отримати список доступних базових станцій. Як отримати з'єднання з потрібним кастером базової станції?
6. Поясніть, як перейти до запису координат точки. Як отримати список записаних точок? Як увімкнути автоматичний режим запису координат точок? Поясніть порядок налаштування параметрів автоматичного запису координат точок.

7. Поясніть, як перейти до запису статичних вимірювань та переключити блок «S82-T» у статичний режим роботи. Які особливості запису вимірювань у статичному режимі? Як створюється файл вимірювань у статичному режимі? Як при цьому формується ім'я файлу та який його формат?

8. Поясніть призначення конвертера «SthtoRinex.exe», що входить до комплекту поставки приладу. Поясніть, з якою метою та як здійснюють конвертацію файлу вимірювань з формату .sth у формат «RINEX».

9. Поясніть, як здійснити винесення точок у «натуру».

10. Поясніть, з якою метою координати точок імпортують до бібліотеки. Якими режимами можна скористатись для імпортування точок до бібліотеки?

11. Охарактеризуйте призначення функцій координатної геометрії COGO комплекту GNSS RTK приймача «S82T».

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нестеренко С. Г. Електронні геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій) / С. Г. Нестеренко, А. А. Євдокімов, О. О. Воронков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 102 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/60950/1/2019%2017%D0%9B%20%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D0%B7%20%D0%95%D0%93%D0%9F.pdf>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
2. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність [Електрон. ресурс] : Закон України від 27.07.2013 № 353-XIV. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/353-14>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
3. Вимоги до технічного і технологічного забезпечення виконавців топографо-геодезичних і картографічних робіт [Електрон. ресурс] : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 11.02.2014 № 65. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0395-14#Text>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
4. Нестеренко С. Г. Електронні геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : дистанційний курс / С. Г. Нестеренко, О. О. Воронков ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://dl.kname.edu.ua/course/view.php?id=1206>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
5. Шевченко Т. Г. Геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : підручник / Т. Г. Шевченко, О. І. Мороз, І. С. Тревого ; Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Електрон. текст. дані. – Львів, 2009. – 484 с. – Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.

6. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : підручник / Я. М. Костецька. – Електрон. текст. дані. – Львів : ІЗМН, 2000. – 324 с. – Режим доступу: <https://ua1lib.org/book/2723879/524868>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
7. Геодезичні прилади. Практикум [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / за заг. ред. Т. Г. Шевченка. – Електрон. текст. дані. – Львів : Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2012. – 240 с. – Режим доступу: <http://vlp.com.ua/node/8605>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
8. Мацко П. В. Геотроніка та картографія [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / П. В. Мацко, А. М. Голубєв. – Електрон. текст. дані. – Херсон : ХДУ, 2007. – 184 с. – Режим доступу: https://lib.kherson.ua/kniga_kh_07_4.htm, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
9. Геодезичні прилади Sokkia [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://www.ukrgeo.com.ua/>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
10. Геодезичні прилади Leica Geosystems [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://www.leica.kiev.ua/>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
11. Геодезичні прилади Trimble [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://www.trimble.org.ua/>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
12. Intellectual processing of geospatial and geodetic data in municipal management systems [Electronic resource] / S. Nesterenko, O. Baistruk, K. Musiienko, O. Frolov. – Electronic text data. – Boston : Primedia eLaunch, 2026. – 230 p. – Regime of access: <https://isg-konf.com/979-8-90214-541-7/>, free (date of the application: 09.03.2026). – Header from the screen.

13. Геодезичні прилади [Електрон. ресурс] : практикум. – Електрон. текст. дані. – Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2007. – 196 с.
14. Застосування даних лазерного сканування при вирішенні завдань територіального планування [Електрон. ресурс] / О. Горб, В. Касьянов, С. Нестеренко, Є. Нелін // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2024. – Вип. 3(184). – С. 147–151. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-3-184-147-151>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
15. Геодезичне забезпечення відновлення ТРЦ «Нікольський» [Електрон. ресурс] / О. Горб, І. Тревого, В. Тарнавський, С. Нестеренко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Електрон. текст. дані. – 2024. – Вип. 1(47). – С. 29–35. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33841/1819-1339-1-47-29-35>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
16. Geospatial analysis of the territory for urban planning problems [Electronic resource] / K. Mamonov, S. Nesterenko, M. Pilicheva [et al.] // E3S Web of Conferences. – Electronic text data. – 2024. – Vol. 508. – 08021. – Regime of access: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808021>, free (date of the application: 09.03.2026). – Header from the screen.
17. Напрями застосування штучного інтелекту при геодезичному моніторингу [Електрон. ресурс] / О. Горб, С. Нестеренко, О. Афанасьєв, О. Байструк // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Вип. 3(177). – С. 109–114. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-109-114>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.
18. Інструментальні методи моніторингу земель міст [Електрон. ресурс] / С. Нестеренко, Ю. Радзінська, І. Кондратюк, С. Халіков // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Т. 3, вип. 177. – С. 98–103. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-98-103>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.

19. Воронков О. Особливості оцінювання точності GPS-вимірювань [Електрон. ресурс] / О. Воронков, С. Нестеренко, В. Касьянов // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Т. 3, вип. 170. – С. 200–208. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2022-3-170-200-208>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.

20. Сучасні аспекти геодезичного моніторингу [Електрон. ресурс] / С. Нестеренко, Ю. Радзінська, А. Євдокімов, Е. Штерндок // Комунальне господарство міст. – Електрон. текст. дані. – 2024. – Т. 6, № 187. – С. 199–203. – Режим доступу: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-199-203>, вільний (дата звернення: 09.03.2026). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації

до організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ»

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)

Укладачі: **НЕСТЕРЕНКО** Сергій Григорович,
АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*
Редактор *Б. О. Хільська*
Комп'ютерне верстання *О. В. Афанасьєв, І. В. Волосожарова*

План 2026, поз. 345М

Підп. до друку 21.07.2026. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 2,5.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.