

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ II
РОБОТА З ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ
LEICA GEOSYSTEMS TCR 405

У двох частинах

Частина 2

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»

Київ 2024

УДК 528

I-62

Укладачі: О.П. Ісаєв, канд. техн. наук, доцент;
О.В. Адаменко, канд. техн. наук, доцент;
Ю.Ф. Гуляєв, доцент;
С.А. Бондар, старш. викладач

Рецензент Ю.В. Медведский, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Р. А. Дем'яненко, канд. техн. наук,
доцент

*Затверджено на засіданні кафедри інженерної геодезії,
протокол № 10 від 26 червня 2024 року*

В авторській редакції.

Інженерна геодезія II. Робота з електронним тахеометром Leica
I-62 Geosystems TCR 405 [Електронний ресурс] : методичні вказівки до
виконання практичних робіт: у 2 ч. – Ч. 2 / уклад. : О.П. Ісаєв та ін. –
Київ : КНУБА, 2024. – 40 с.

Містить описання роботи з прикладними програмами
тахеометра.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

© КНУБА, 2024

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Ці методичні вказівки є продовженням методичних вказівок до роботи з електронним тахеометром TPS 405. Вони показують, як використовувати на практиці спеціальні прикладні програми, закладені в комп'ютер тахеометра.

Мета методичних вказівок – навчити студента працювати із сучасними програмами електронних тахеометрів.

На практичних та лабораторних роботах студенти мають набути навички виконання інженерних геодезичних робіт.

Обсяг і зміст практичних робіт відповідають робочій програмі освітньої компоненти «Інженерна геодезія II», яка використовується на четвертому курсі в процесі підготовки бакалаврів за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій”.

Прикладні програми

У пам'ять тахеометра вбудовано набір програм, що дають змогу вирішувати деякі практичні задачі інженерної геодезії.

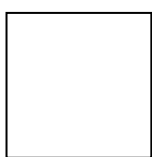
Коли задачу визначено, потрібно підібрати для її практичного розв'язування відповідну програму. Які програми доступні для даного тахеометра і яку з них вибрати показує меню програм:

Сторінка 1

МЕНЮ 1 из 3



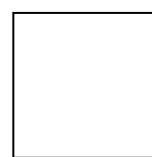
Прогр.



Настрой



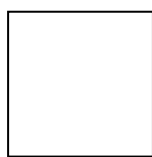
EDM



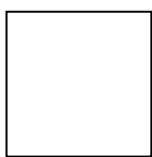
Файл

Сторінка 2

МЕНЮ 2 из 3



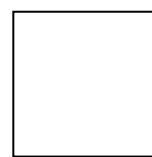
Калибр



iletism



Данные

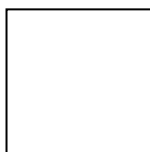


Система

Сторінка 3
МЕНЮ 3 из 3



Автоном



P i N

Зайдемо в МЕНЮ і на дисплеї виберемо піктограму ПРОГРАММЫ.

У МЕНЮ ПРОГРАММ бачимо, що програми містяться на трьох сторінках:

На першій сторінці

На другій сторінці

На третій сторінці

МЕНЮ ПРОГРАММ 1 из 3

МЕНЮ ПРОГРАММ 2 из 3

МЕНЮ ПРОГРАММ 3 из 3

F1 Съёмка

F2 Разбивка

F3 Free Station

F4 Базовая линия

F1 Косв. измерения

F2 ПЛОЩАДЬ и ОБЪЕМ

F3 Отметка недоступной точки

F4

F1

F2

Як виконувати вимірювання, властиві роботам під час зйомки, ми розглянули в першій частині, тому почнемо з розмічування.

Практична робота 1. РОЗМІЧУВАННЯ

Розмічувальні роботи виконуються під час винесення в природу проєктів інженерних споруд. Завдання полягає в тому, щоб побудувати на місцевості проєктні точки (відповідно і лінії) за задалегідь підготовленими розмічувальними елементами.

На першій сторінці МЕНЮ ПРОГРАММ виберемо F2 Разбивка. З'явиться вікно:

РАЗБИВКА

- [•] F1 Выбор проекта
- [•] F2 Выбор станции (1.01)
- [•] F3 Ориент. инструмента
- F4 Запуск

F1	F2	F3	F4
----	----	----	----

Як вибрати або створити проєкт, станцію і зорієнтувати тахеометр, ми вже знаємо. Це було детально розглянуто в першій частині методичних вказівок [2]. Тому зараз вибираємо раніше створений проєкт зі списку або створюємо новий проєкт, вибираємо зі списку раніше введену назву і координати станції (точку стояння тахеометра) або створюємо нову станцію, вводимо висоту тахеометра й орієнтуємо тахеометр.






Відзначимо, якщо розмічування ведеться за допомогою відбивача, то перед орієнтуванням тахеометра потрібно ЕДМ налаштувати на відбивач.

Після орієнтування тахеометра натискаємо кнопку F4 Запуск. З'явиться вікно, яке відображає першу сторінку меню розмічування. За допомогою програми для першої сторінки виконується розмічування проєктної точки **полярним способом**.

Для того, щоби комп'ютер приладу обчислив елементи розмічування потрібно ввести або проєктні координати точки, що розмічається, або проєктний дирекційний кут і відстань до точки.

Полярний спосіб

МЕНЮ РАЗБИВКИ 1 из 3 ▼



Поиск	:	*		
PtID	:	R-1 ◀▶		
Тип	:	Тв. т.		
h отр	:	1,500 m		
ΔГор	:	→ + 46° 22' 15"		(1.02)
Δ 	:	↑ + 3,918 m	I	
Δ 	:	_ _ _ _ _ . _ _ _ _ m		

ВВОД	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
------	--------	--------	---

VIEW	EDM	ALL	↓
------	-----	-----	---

ХУН	В & D	ВРУЧНУЮ	←
-----	-------	---------	---

Примітки:

1) Значок  або літера d позначають горизонтальне прокладення лінії, а значок  позначає перевищення;

2) Значення $\Delta\text{Гор} = 46^\circ 22' 15''$ та $\Delta d = 3,918$ м означають кут і відстань до розмічуваної точки R-1.


Можливі кілька випадків. Три з них, коли вводяться проєктні координати, і четвертий, коли вводяться проєктні дирекційний кут і відстань.



У першому випадку проєктна точка має бути задалегідь занесена в пам'ять тахеометра. Тоді в рядок Поиск вводиться її назва (наприклад, R-1), перевіряються координати (кнопка VIEW) і підтверджується вибір точки кнопкою ОК. Можна також пошукати точку в рядку PtID кнопками ◀▶, проте рядок Поиск призначений для швидкого вибору точки, якщо пам'ятаєш її назву.


Якщо під час розмічування проєктна точка виноситься не тільки в плані, але і по висоті, то вводиться висота відбивача.

Подальший процес розмічування залежить від встановленого режиму вимірювань віддалеміром (EDM). Режими вимірювань описано в [2]. Наприклад, встановлено режим ИК-точн. або ИК-быст., тобто дискретний режим вимірювань на відбивач (призму).


Після цього потрібно повернути тахеометр за стрілкою (див. вікно (1.02)) на кут, вказаний в рядку ΔГор. На дисплеї має бути 0° 00' 00" (нульове значення точно встановити навідним гвинтом). У такому разі колімаційна площина зорової труби задасть проєктний напрямок на точку.

Поставити відбивач у створі візирної осі зорової труби (рис. 1.1, а, «Перше положення відбивача на лінії проєктної точки») і натиснути кнопку РАССТ. На дисплеї в рядку Δ  відобразиться відстань, на яку потрібно пересунути відбивач:

$$\begin{array}{lcl}
 \Delta\text{Гор} & : \rightarrow & + 0^{\circ} 00' 01'' \\
 \Delta \text{  } & : \downarrow & - 1,963 \text{ m} \quad \text{(Це фрагмент вікна (1.04))} \\
 \Delta \text{  } & : \downarrow & - 0,486 \text{ m}
 \end{array} \tag{1.03}$$

Посунути відбивач у напрямку стрілки на вказану відстань, не зміщуючи його зі створу візирної осі. Натиснути кнопку РАССТ., знову посунути відбивач, і так до тих пір, доки в рядку Δ  не буде 0,000 m.

Якщо встановлено режим ИК-Track безперервних вимірювань, то під час руху відбивача в створі візирної осі труби на дисплеї будуть безперервно змінюватися значення відстані від тахеометра до відбивача. Потрібно знайти таке положення відбивача, за якого на дисплеї буде показано 0,000 m.

Одночасно встановлюють відбивач по висоті так, щоб у рядку Δ  було 0,000 m.

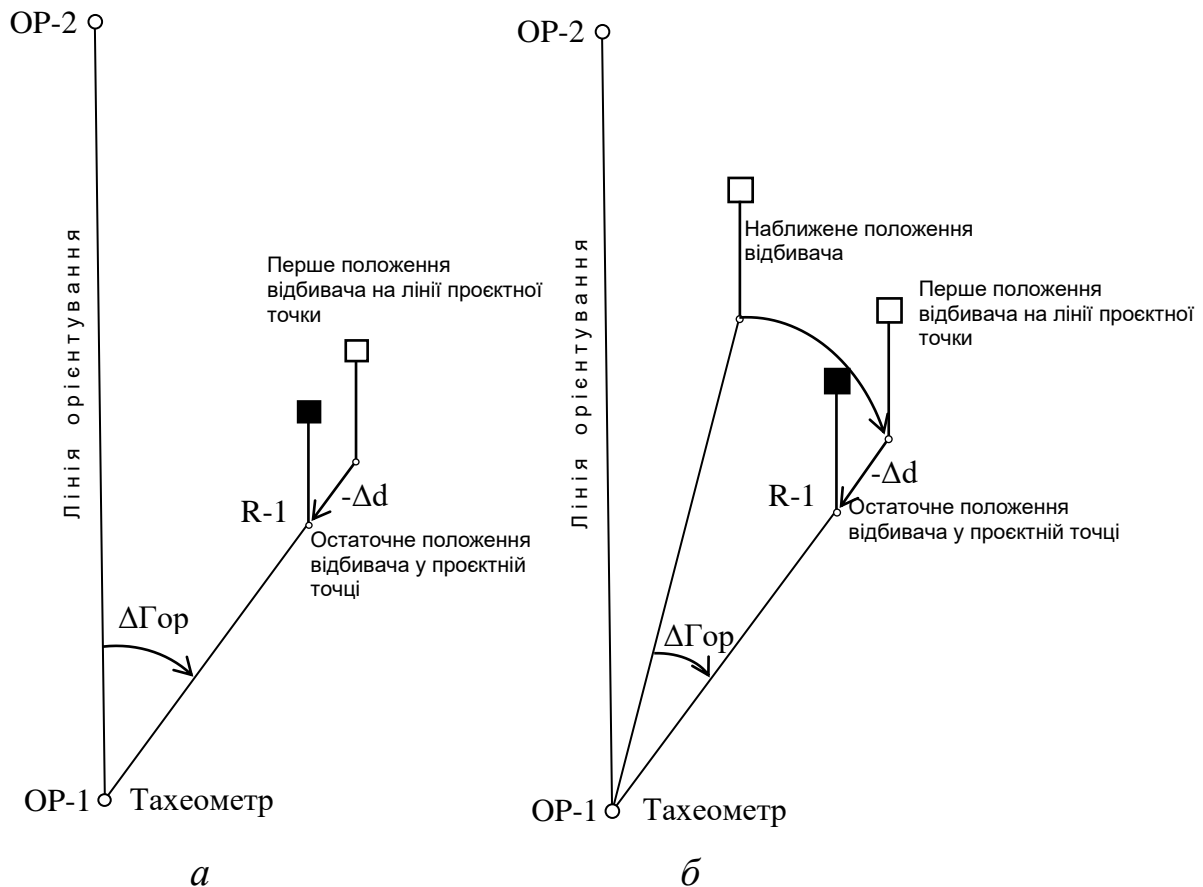



Рис. 1.1. Розмічування проектної точки:
 а – перший варіант; б – другий варіант

Після орієнтування тахеометра можна зробити вимір на відбивач, встановлений в районі розмічуваної проектної точки (рис. 1.1, б, «Наближене положення відбивача»), і потім приводити його в задану точку.

У другому випадку, коли проектної точки в пам'яті немає, вона безпосередньо вводиться перед розбивкою. Для цього по стрілці ↓ знаходять ХУН, входять у вікно ДАННЫЕ ХУН, вводять назву і координати про'єктної точки (після кожного введення натискають кнопку ) , підтверджують загальне введення кнопкою ОК. Після короткого повідомлення «Точка добавлена в список опорных» з'являється вікно (1.02).

Далі потрібно виконати зазначені у першому випадку дії: повернути тахеометр за стрілкою до $0^{\circ} 00' 00''$ і пересунути відбивач у створі проєктного напрямку за стрілкою до 0,000 м.

Третій випадок аналогічний другому. Ця функція називається «Вручну». Для швидкої розбивки проєктної точки вводять її координати, без назви точки і без запису введених даних для неї. Для цього за допомогою стрілки ↓ знаходять ВРУЧНУЮ, входять у вікно Розбивка вручну, вводять координати проєктної точки та підтверджують введення кнопкою ОК. З'являється робоче вікно (1.02) і далі виконуються зазначені вище дії з тахеометром і відбивачем.

У четвертому випадку, функція якого називається «B&D», розбивку виконують по проєктному дирекційному куту і проєктній відстані. За допомогою стрілки ↓ знаходять B&D і входять у вікно (1.04), в якому вводять назву точки, що розмічається, дирекційний кут напрямку на неї та відстань (горизонтальне прокладання) до неї.

Введіть ДУ и расст. до цели

PtID : R-1


Дирекционный угол: 45° 08' 24"



: 5,624 m

(1.04)

ВВОД		ПРЕД.	↓
------	--	-------	---

Після підтвердження кожного вводу червоною кнопкою  з'являється вікно:

Дир. угол и Расст. (B&D)

PtID : R-1

ΔГор. : → + 51° 28' 48"

(1.05)



: ↑ 5,624 m

НОВ.	РАССТ.	ЗАПИСЬ	НАЗАД
------	--------	--------	-------

Далі, натискаючи кнопку РАССТ., послідовно пересувають відбивач у задану точку.

Спосіб перпендикулярів

У процесі розмічування полярним способом, коли відбивач знаходиться у наближеному, першому та наступних положеннях, можна переключитися на розбивку способом перпендикулярів та способом прямокутних координат.

Перші дії під час розмічування способом перпендикулярів або способом прямокутних координат виконують таким же чином, як під час розмічування полярним способом. Для цього встановлюють тахеометр над пунктом, орієнтують, вибирають точку розбивки.

Відповідно до рис. 1.2, а можна повернути тахеометр так, щоб $\Delta\Gamma_{\text{ор}} = 0^{\circ} 00' 00''$, поставити відбивач на лінію візування і зробити на нього вимірювання («Перше положення відбивача на лінії проєктної точки»). Приклад результатів вимірювань показано у вікні (1.03).

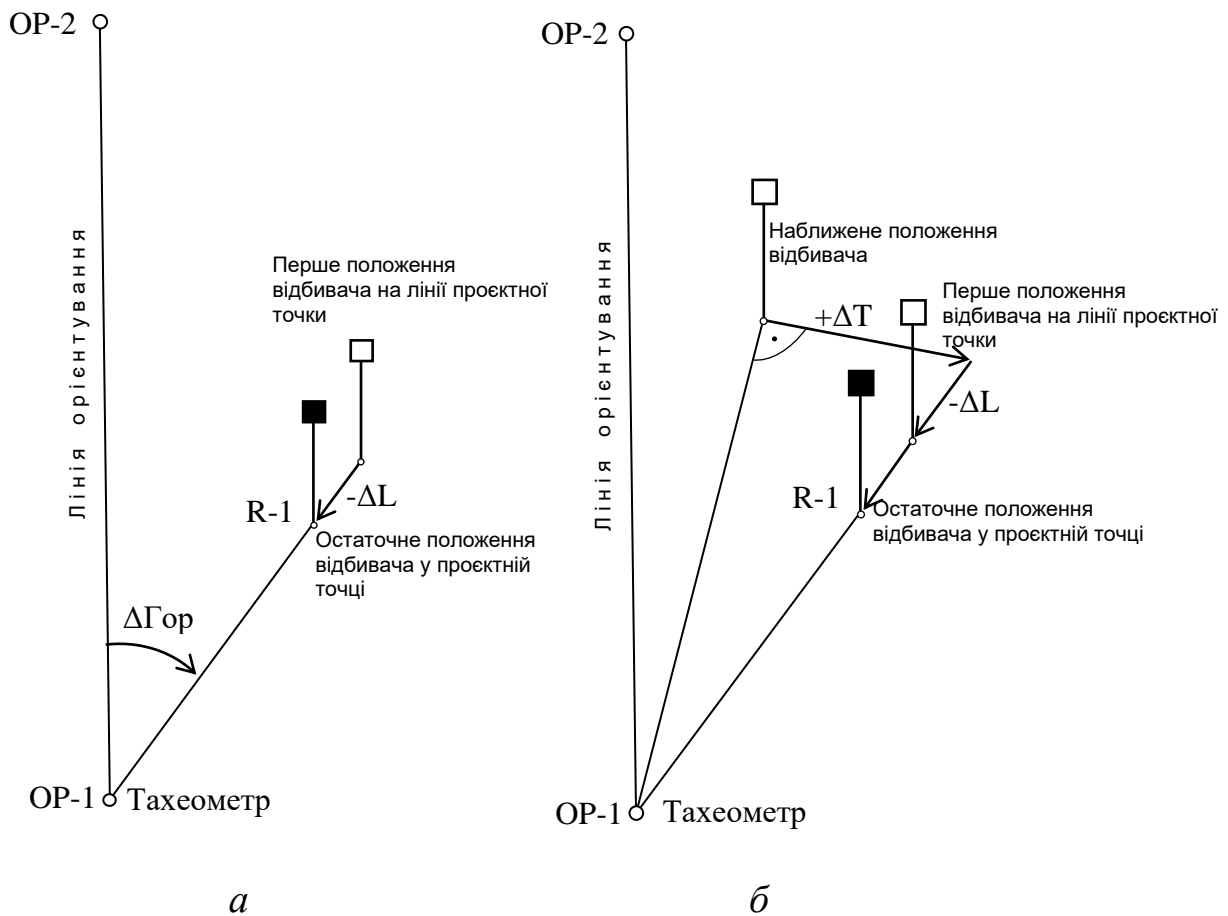


Рис. 1.2. Розмічування проєктної точки:
a – перший варіант; *б* – другий варіант





Кнопкою PAGE відкрити меню розбивки на другій сторінці, де показано елементи розмічування $\pm\Delta T$, $\pm\Delta L$, $\pm\Delta H$:

де ΔT – поперечний лінійний елемент, який відкладається перпендикулярно до лінії візування зі знаком плюс праворуч від спостерігача і зі знаком мінус ліворуч;

ΔL – поздовжній лінійний елемент, який відкладається вздовж лінії візування зі знаком плюс від спостерігача і зі знаком мінус на спостерігача;

ΔH – висотний елемент, який відкладається вгору від поточного положення до проектного положення зі знаком плюс і вниз зі знаком мінус.

МЕНЮ РАЗБИВКИ 2 из 3

Поиск	:	<input type="text" value="*"/>	▼		
PtID	:	R-1	◀▶		
Тип	:	Тв. т			
h отр	:	1,500 m		<input type="text" value="RL"/>	
Δ Length	:	↓	- 1,963 m		(1.06)
Δ Trav	:	←	0,000 m		
Δ Height	:	↓	- 0,486 m		

ВВОД	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
------	--------	--------	---

VIEW	EDM	ALL	↓
------	-----	-----	---

ХУН	В & D	ВРУЧНУЮ	←
-----	-------	---------	---

Як бачимо, за такого варіанта розбивки ці елементи збігаються з елементами розбивки полярним способом.

Відповідно до рис. 1.2, б, можна зробити вимірювання на довільно поставлений відбивач у районі розмічуваної точки і від цього положення приводити його в проектну точку, відкладаючи

довжину ΔT , перпендикулярно до вихідного напрямку, і довжину ΔL уздовж лінії проєктної точки.

Спосіб прямокутних координат

Після першого виміру на наближено поставлений відбивач (рис. 1.3) можна переключитися кнопкою PAGE на третю сторінку меню, де висвічуються елементи розбивки способом прямокутних координат. Система координат визначається координатами точок стояння та орієнтування тахеометра.

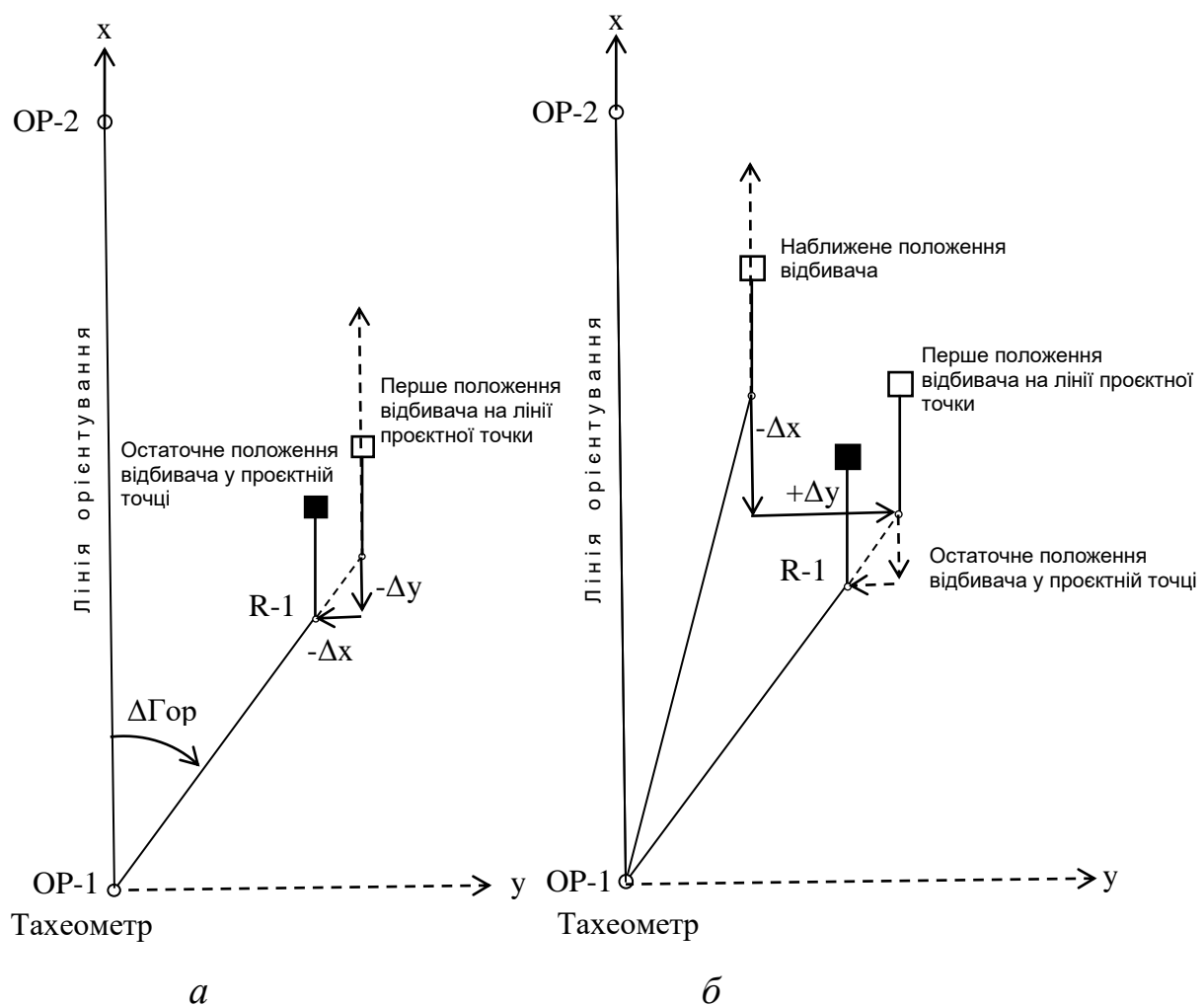







Рис. 1.3. Розмічування проєктної точки:
a – перший варіант; *б* – другий варіант

МЕНЮ РАЗБИВКИ 3 из 3

Поиск : ▼
 PtID : R-1 ◀▶ 
 Тип : Тв. т 
 h отр : 1,500 m 
 ΔY : 2,018 m 
 ΔX : -7,298 m
 Δ Height : 10,511 m 

(1.07)

ВВОД	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
VIEW	EDM	ALL	↓
ХУН	B & D	ВРУЧНУЮ	←

Практична робота 2. FREE STATION (ПРИВ'ЯЗКА СТАНЦІЇ)

Власне це зворотна засічка, коли з точки, що визначається (станції), вимірюються кути (горизонтальні і вертикальні) та відстані на пункти з відомими координатами (опорні пункти) (рис. 2.1).

FREE STATION

[•] F1 Выбор проекта
F2 Задать точность

F4 Запуск

F1	F2		F4
----	----	--	----

(2.01)

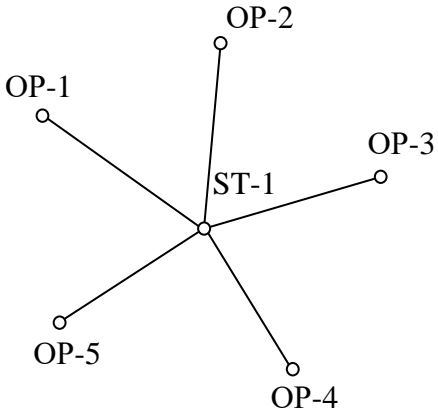


Рис. 2.1. Зворотна засічка

Програма тахеометра дає змогу визначити координати точки установки тахеометра за результатами вимірів на дві точки мінімум і п'ять точок максимум. При цьому оцінюється точність положення визначуваної точки, точність орієнтування приладу (за середніми квадратичними похибками) і точність вимірювань (за залишковими похибками). Після того, як на першому етапі (F1) зареєстровано обраний проєкт, можна встановити в яких межах точності ви хочете отримати координати точки установки приладу. Для цього виберіть F2 і у вікні (2.02) встановіть статус у режимі Вкл. та введіть попередні величини середнього квадратичного відхилення координат, що визначаються. Наприклад:

**ТОЧНОСТЬ
ПРОСМОТР КООРДИНАТ**

Статус : ◀▶ (2.02)

СКО по Y0 : 0,004 m

СКО по X0 : 0,004 m

СКО по H0 : 0,005 m

СКО угл. изм. : 0°00'05"

ВВОД			ОК
------	--	--	----

Надалі, якщо обчислені за результатами вимірів відхилення перевищують ці попередньо задані величини, то з'являється попереджувальне діалогове вікно, і ви вирішуєте яким чином продовжувати роботу.

Після F4 Запуск з'являється вікно (2.03) ДАННЫЕ О СТАНЦИИ, в якому вводиться назва точки, що визначається, і висота приладу на ній.

FREE STATION – ДАННЫЕ О СТАНЦИИ

Станция : (2.03)

h инст : 1,500 m

ВВОД			ОК
------	--	--	----

Далі після підтвердження даних про станцію з'являється вікно (2.04) ДАННЫЕ О ТОЧКАХ. Це точки, за якими ведуться

спостереження. Вони або заздалегідь занесені в пам'ять тахеометра як опорні точки, або вводяться безпосередньо на станції. Для безпосереднього введення вибирається ХУН, вводиться ідентифікатор точки і її координати.

FREE STATION – ДАННЫЕ О ТОЧКАХ

PtID :

(2.04)

h отр :

0,000 m

ВВОД	ПОИСК	ОК	↓
СПИСОК	ХУН	ПРОПУСК	↓
ПРЕД.			←

Припустимо, що координати опорних точок заздалегідь занесені в пам'ять приладу (МЕНЮ – ФАЙЛ – Проект – Твердые точки). Тоді із СПИСКУ виберемо першу опорну точку, наприклад, ОР-1, перевіримо її координати (VIEW) і підтвердимо вибір (ОК). З'явиться вікно (2.05), в якому пропонується навести і зробити вимірювання на першу опорну точку. Результати, які при цьому будуть отримані, показуються в середній частині вікна. Це горизонтальний напрямок, вертикальний кут і горизонтальне прокладання.

Наведіть на точку 1 /

PtID :

ОР-1

(2.05)

h отр :

1,200 m

Гор. :

15°24'04"

Верт. :

- 1°11'48"



:

----- m

	Сл. т-ка	ALL	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	EDM	↓
VIEW			←

Отже, наведіть тахеометр на точку ОР-1 і для подальшого обчислення відмітки станції введіть у рядок $h_{отр}$ висоту відбивача.

У нижніх лінійках вікна показано функції, які можуть бути виконані.

Якщо натиснути кнопку ALL, то буде виміряний горизонтальний і вертикальний кут на опорну точку. Надалі, якщо на всі опорні точки робити такі вимірювання, то в обробку будуть включені тільки кути (кутова засічка).

Якщо натиснути кнопку РАССТ., то буде виміряна відстань (горизонтальне прокладання) до опорної точки.

Якщо натиснути спочатку РАССТ., а потім ALL, то будуть виміряні та включені в обробку відстані, горизонтальні і вертикальні кути (лінійно-кутова засічка).

Обробка також може бути виконана по вимірних горизонтальних і вертикальних кутах (ALL) на частину опорних точок і по далекомірних вимірах (РАССТ.) на інші точки.

Після вимірювання з'являється вікно (2.05), в якому пропонується навести на ту ж саму першу опорну точку за другого положення вертикального круга (Наведіть на точку 1 / 1).

Взагалі вимірювання можуть проводитися при одному (будь-якому) крузі або при двох кругах. Якщо одна й та ж сама точка кілька разів спостерігалася за одного положення ВК, то в обробку буде взято результат самого останнього спостереження. Спостереження при двох кругах роблять для контролю (для уникнення грубих промахів під час наведення). При цьому немає обов'язкової послідовності дій під час вимірювань.

Примітки:


1. Висота установки відбивача на точці не повинна змінюватися під час вимірювань при двох кругах.

2. Опорні точки з відміткою 0,000 м в обробку не беруть, якщо такі точки є, то для них можна задати відмітку, наприклад, 0,001 м.

Після того, як усі необхідні вимірювання на першу опорну точку зроблено, вибирається наступна опорна точка. Для цього в нижній лінійці вікна (2.05) натисніть **Сл. т-ка** і виконайте всі необхідні дії за

аналогією до першої опорної точки. Наприклад, після вимірювання на другу точку за другого положення ВК:

Наведите на точку 2 / I II

PtID : OP-2
 h отр : (2.06)
 Гор. : 45°18'39"
 Верт. : - 12°51'03"
 : 11,264 m

ВЫЧ.	Сл. т-ка	ALL	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	EDM	↓
VIEW			←

Обчислення координат точки установки приладу може бути проведено після вимірів на другу опорну точку. Для цього натисніть кнопку ВЫЧ. Однак, якщо є додаткові опорні точки, то вимірювання можна продовжити. Всі додаткові виміри включаються в обробку за методом найменших квадратів. Кількість опорних точок, що включаються в обробку, не більша за п'ять.

Отже, обрано функцію обчислення і на дисплеї з'являються найімовірніші значення прямокутних координат та відмітки станції, наприклад:

КООРДИНАТЫ СТАНЦИИ

Станция : ST-1 (2.07)
 h инст : 1,500 m
 Y0 : 316,094 m
 X0 : 128,547 m
 H0 : 57,815 m

ПРЕД.	RESID	СКО	ОК
-------	-------	-----	----

Нижня лінійка показує: можна повернутися до попередніх вимірів (ПРЕД), подивитися СКП координат (СКО), подивитися залишкові похибки по всіх опорних точках (RESID).

Точність положення точки, що визначається, характеризується середніми квадратичними похибками. Програма обчислює СКП отриманих координат і СКП орієнтування горизонтального круга. Виберемо СКО і побачимо значення середніх квадратичних похибок, наприклад:

СКО КООРДИНАТ СТАНЦІИ



СКО по Y0	:	0,004 m	
СКО по X0	:	0,004 m	(2.08)
СКО по H0	:	0,005 m	
СКО угл.изм	:	0°00'09"	

ПРЕД.			RESID
-------	--	--	-------

Програма також обчислює залишкові похибки горизонтальних кутів, горизонтальних прокладань і перевищень. Залишкова похибка обчислюється як різниця між обчисленим і вимірним значенням.

Виберемо RESID і побачимо значення залишкових похибок по кожній опорній точці, наприклад:

ОСТ. ПОГР 1 / 5

PtID	:	<input type="text" value="OP-1"/>	◀▶	
ΔГор	:	0°00'05"		(2.09)
Δ 	:	- 0,003 m		
Δ 	:	0,002 m		

ПРЕД.	Пвт. изм	СКО	Откл.
-------	----------	-----	-------

За допомогою клавіш ◀▶ можна переглянути залишкові похибки для кожного пункту прив'язки.

Можна повторити вимірювання на яку-небудь опорну точку. Наприклад, у вікні (2.09) обрана точка ОР-1. Натисніть клавішу Пвт. изм. З'явиться повідомлення:

Повторить измерения на точку ОР-1? (2.10)

ДА			НЕТ
----	--	--	-----

Виберіть, чи потрібні вам повторні вимірювання (ТАК чи НІ).

Можна усунути якусь опорну точку з обробки. Для цього натисніть кнопку Откл. З'явиться повідомлення:

Подтвердите удаление точки ОР-1
из вычислений (2.11)

ДА			НЕТ
----	--	--	-----

Виберіть, чи потрібне вам усунення точки (ТАК чи НІ). Якщо натиснути ДА, то Програма виконає перерахунок без цієї точки. У вікні (2.09) з'являться нові дані і нижня лінійка частково зміниться. З'явиться кнопка Разр.:

ПРЕД.	Пвт. изм	СКО	Разр.
-------	----------	-----	-------

 (2.12)

Якщо вибрати цю функцію, то з'явиться повідомлення:

Включить точку ОР-1 в обработку? (2.13)

ДА			НЕТ
----	--	--	-----

Практична робота 3. БАЗОВА ЛІНІЯ

Базова лінія – це опорна лінія, що задана на місцевості двома твердими точками з відомими координатами. Програма тахеометра прив'язує всі вимірювання і розмічування до цієї лінії.

Базову лінію (БЛ) за необхідності можна зсунути поздовжньо і паралельно або розвернути відносно вихідного положення. Отримана в результаті зміщення нова базова лінія називається референсною лінією (RL), щодо якої можна робити розбивку (рис. 3.1). Це полегшує винос в натуру прямолінійних сегментів осей споруд (будівель, доріг, комунікацій і т. д.). Референсних ліній можна задавати стільки, скільки необхідно.

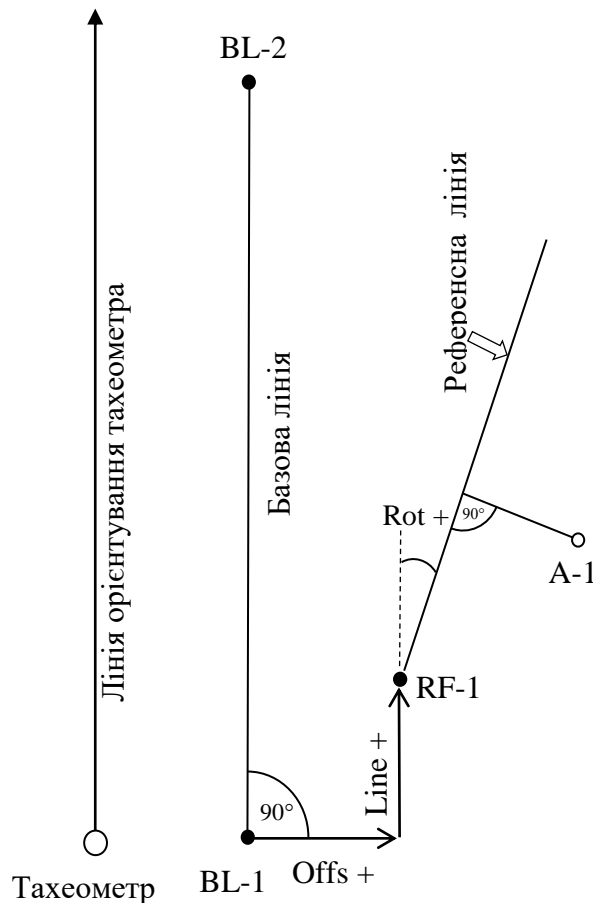


Рис. 3.1. Побудова базової лінії

Базову лінію можна задати одним із способів:

- 1) визначити координати точок БЛ шляхом вимірювання на них (ALL або PACCT.);
- 2) ввести координати точок вручну з клавіатури (ХҮН);
- 3) вибрати точки з пам'яті тахеометра (СПИСОК).

Припустимо, що точки базової лінії були підготовлені заздалегідь, як інші проєктні точки і вся робота в цілому, тому за можливістю всі необхідні вихідні дані братимемо з пам'яті тахеометра.

В МЕНЮ ПРОГРАММ 1 из 3 на першій сторінці вибираємо Базовая линия.

З'явиться вікно:

БАЗОВАЯ ЛИНИЯ

- [•] F1 Выбор проекта
 - [•] F2 Выбор станции
 - [•] F3 Ориент. инструмента
 - F4 Запуск
- (3.01)

F1	F2	F3	F4
----	----	----	----


Створюємо або вибираємо зі списку проект, станцію й орієнтуємо тахеометр. Після команди ЗАПУСК з'явиться МЕНЮ БАЗОВОЙ ЛИНИИ, що складається з трьох сторінок. Верхня і нижня частини сторінок однакові, змінюється тільки середня частина, що показує результати вимірів. Тобто на першій сторінці можна побачити горизонтальне прокладання і перевищення, на другий – похилу відстань і перевищення, на третій – горизонтальний кут і горизонтальне прокладання до вимірюваної точки:


МЕНЮ БАЗОВОЙ ЛИНИИ 1 / 3

Измерение первой точки ▼

Точка 1 : BL-1 (3.02)

h отр : 1,500 m

 ----- . ----- m

 ----- . ----- m

ВВОД	ПОИСК	ALL	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	СПИСОК	↓
ХУН	EDM		←

В меню вказано на вимір першої точки. Однак, як було сказано вище, координати точок базової лінії можна або виміряти, налаштувавши програму тахеометра на вимірювання [2], або вибрати зі списку.

Вибираємо зі списку точку під назвою BL-1. Це перша точка базової лінії. Натискаємо ОК. Після короткого повідомлення «Точка выбрана!» з'являється вікно:

МЕНЮ БАЗОВОЙ ЛИНИИ 1 / 3

Измерение второй точки

Точка 1 : BL-1

Точка 2 :

h отр : 1,500 m (3.03)

 m

 | m

ВВОД	ПОИСК	ALL	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	СПИСОК	↓
ХУН	EDM		←

Аналогічно вибираємо зі списку другу точку. Потім з'являється вікно:

БАЗОВАЯ ЛИНИЯ

Δ  : 4, 123

Сдвиг :

Line : : 0,000 m (3.04)

Height : 0,000 m

Rotate : 0° 00' 00"

ИЗМЕР.	РАЗБИВКА	New BL	СДВИГ=0
--------	----------	--------	---------

Базову лінію та елементи її зсуву показано на рис. 3.1. Взагалі-то вона не зміщується, якщо розмічування ведеться від самої базової лінії. У такому випадку потрібно обнулити зрушення (СДВИГ = 0).


Якщо в процесі роботи потрібно виконати розмічування щодо іншої прямої лінії (осі), то тоді потрібно ввести параметри, котрі пов'язують нову лінію зі старою.

Можна задати всі елементи зсуву БЛ, можна задати деякі з них, як зі знаком плюс, так і зі знаком мінус. До них відносяться:

- зсув паралельний, Offset (Сдвиг) (знак "+" означає зсув вправо);
- зсув поздовжній, Line (знак "+" означає зсув у бік точки BL-2);
- поворот, Rotate (знак "+" означає поворот лінії за годинниковою стрілкою);
- зсув по висоті, H-Offset (знак "+" означає, що референсна лінія проходить вище точки BL-1).

Введемо параметри зсуву базової лінії і, таким чином, задамо референсну лінію RF. Наприклад,

БАЗОВАЯ ЛИНИЯ

Δ 	:	4, 123 m	
Сдвиг	:	+0,950 m	
Line	:	+1,900 m	(3.05)
Height	:	+0,200 m	
Rotate	:	+14° 00' 00"	

ИЗМЕР.	РАЗБИВКА	New BL	СДВИГ=0
--------	----------	--------	---------

Виберемо розмічування (РАЗБИВКА). Введемо проєктні (заздалегідь обчислені) прямокутні розмічувальні елементи точки А-1, що виноситься в натуру відносно референсної лінії RF:

РАЗБ. МЕТОДОМ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ

Введите прямоугольные разбивочн. элементы

PtID : (3.06)

h отр : 1,200 m

Offset : + 1,500 m

Line : + 0,980 m

Height : +0,150 m

ВВОД	ПРЕД.	RESET	ОК
------	-------	-------	----

Після підтвердження введення (ОК) відкривається меню методу перпендикулярів, у якому показано горизонтальний кут між базовою лінією BL і напрямком на точку A-1, та горизонтальне прокладення між точками BL-1 і A-1.


МЕНЮ МЕТОДА ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ 1 / 2


Введите прямоугольные разбивочн. элементы

PtID : (3.07)

h отр : 1,200 m

Δ Гор. : \rightarrow + 50° 42' 04"

Δ  : \uparrow 5,667 m

Δ  : \downarrow -0,328 m

ВВОД	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
------	--------	--------	---

ALL	EDM	ПРЕД.	↓
-----	-----	-------	---

Сл. т-ка			←
----------	--	--	---

Для розмічування точки А-1 на місцевості повертаємо тахеометр за стрілкою до 0°00' 00". По заданому напрямку встановлюємо відбивач і натискаємо РАССТ. або ALL. Послідовно переміщуючи відбивач уздовж лінії візування та по висоті, і роблячи вимірювання, знаходимо проєктну точку (відповідні прирости на дисплеї при цьому повинні дорівнювати нулю):

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОД. И ПОПЕР. СДВИГА

PtID	:	А-1	
h отр	:	1,200 m	
Δ Line	:	-0,073 m	(3.08)
Δ Offset	:	5,667 m	
Δ	:	-0,328 m	

ВВОД	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
ПРЕД.	ALL	СПИСОК	↓
ХУН	EDM.	ПОИСК	↓
VIEW			←

Практична робота 4. ПОСЕРЕДНІ ВИМІРЮВАННЯ

У цьому розділі Програми можна визначити деякі необхідні параметри між точками, такі як відстань (похилу і горизонтальне прокладання), перевищення, дирекційний кут, ухил.

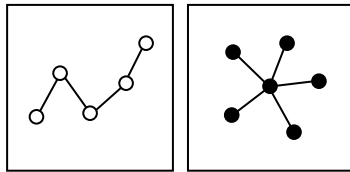
Програма тахеометра дає змогу визначати вказані параметри шляхом вимірювань на задані точки, а також може обчислити їх без вимірювань, якщо ввести координати точок.

Якщо точок декілька, то можливий послідовний метод визначення параметрів – від точки до точки (ПОЛІГОН), і радіальний

метод визначення параметрів– від однієї точки до всіх інших точок (РАДІАЛ).

КОСВ. ИЗМ

Выберите метод!



(4.01)

	ПОЛИГОН	РАДИАЛ	
--	---------	--------	--

Виберемо ПОЛИГОН. З'явиться вікно з вмістом вимірюваних величин на трьох сторінках. На першій сторінці (меню POLY 1/3) показуються результати вимірювань горизонтального прокладання і перевищення, на другій – похилої відстані і перевищення, на третій – горизонтального напрямку, вертикального кута (кута нахилу) і горизонтального прокладання.

КОСВ. ИЗМ меню POLY 1 / 3

Точка 1 :

h отр : 1,200 m

 : ----- . ----- m

 | : ----- . ----- m


(4.02)

ВВОД	ПОИСК	ALL	↓
------	-------	-----	---

РАССТ.	ЗАПИСЬ	СПИСОК	↓
--------	--------	--------	---

ХУН	EDM		←
-----	-----	--	---


Фрагмент з меню POLY 2/3

 : ----- . ----- m

 | : ----- . ----- m



(4.03)

Фрагмент з меню POLY 3/3

Гор. : 0°00'00"
 Верт : 3°40'51" (4.04)
 : _____ . _____ m

Введемо назву точки 1 і висоту відбивача на ній (як показано у вікні (4.02)) і зробимо вимір на цю точку. З'явиться вікно, де пропонується ввести назву точки 2 і висоту відбивача на ній.

КОСВ. ИЗМ меню POLY 1 / 3




Точка 1 : C1
 Точка 2 : (4.05)
 h отр : 1,200 m
 : _____ . _____ m
 | : _____ . _____ m

ВВОД	ПОИСК	ALL	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	СПИСОК	↓
ХУН	EDM		←

Примітка. У полі введення назви точки 2 тахеометр автоматично пропонує назву за аналогією з назвою точки 1. За бажанням або необхідності цю назву можна змінити на іншу або залишити.

Після вимірювання на точку 2 з'явиться короткочасне повідомлення «*Результаты обработаны и зарегистрированы*» і потім вікно (4.06) з параметрами між точками C1 і C2.

РЕЗУЛЬТАТЫ КОСВ. ИЗМЕРЕНИЙ



Точка 1 : C1
 Точка 2 : C2
 Уклон : + 4,9 %
 : 4,128 m (4.06)
 : 4,123 m
 : 0,200 m
 Дир. угол : 139°25'08"

Нов. т. 1	Нов. т. 2		RADIAL
-----------	-----------	--	--------

Опція Нов.т. 1 поверне нас у вікно (4.02), де можна змінити попередню точку.

Опція Нов.т. 2 відкриє вікно, в якому вводиться і вимірюється наступна полігональна точка.

КОСВ. ИЗМ меню POLY 1 / 3

Точка 1 : C2
 Точка 2 : C3 (4.07)
 h отр : 1,200 m
 : ----- . ---- m
 : ----- . ---- m

ВВОД	ПОИСК	ALL	↓
------	-------	-----	---

РАССТ.	ЗАПИСЬ	СПИСОК	↓
--------	--------	--------	---

ХУН	EDM		←
-----	-----	--	---

У вікні (4.06) результати будуть представлені між суміжними полігональними точками C2 – C3. І так далі для всіх точок C_i – C_{i+1}.

Виберемо РАДИАЛ. Вікна, що відкриваються, та дії аналогічні вищевикладеному способу. Різниця лише в тому, що у вікнах «РЕЗУЛЬТАТЫ КОСВ. ИЗМЕРЕНИЙ» будуть представлені результати між вихідною центральною точкою B_0 і кожною точкою B_i навколо неї.

Практична робота 5. ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩІ ТА ОБ'ЄМУ

Ця програма дає змогу обчислювати площі полігонів та їх периметри, а також об'єми деяких тіл. Полігон — це окремий замкнутий контур земельної ділянки або будівельного об'єкта. Границя полігону не може бути вимірjana як безперервна крива лінія, тому вона вимірюється як ламана лінія з необхідною кількістю вершин і відрізків. Таким чином, полігон може бути представлений тільки дискретної лінією і вимірювання виконуються в вершинах полігону (рис. 5.1).

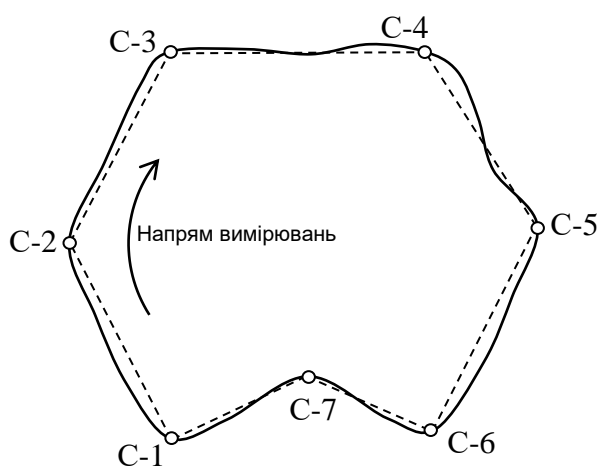


Рис. 5.1 Контур земельної ділянки

Площа може бути обчислена без вимірювань на точки, якщо вибирати точки зі списку, або вводити їх координати вручну.

Покажемо на прикладі режим вимірювань, так як процес обчислень, це похідна від нього. Всі точки полігону мають бути

пронумеровані за годинниковою стрілкою і вибрана перша, початкова точка (рис. 5.1).

В меню програм за допомогою кнопки PAGE на другій сторінці меню знайдіть ПЛОЩАДЬ и ОБЪЕМ. Виберіть проєкт, станцію і зорієнтуйте тахеометр.

Площадь и объем

- [•] F1 Выбор проекта
- [•] F2 Выбор станции
- [•] F3 Ориент. инструмента
- F4 Запуск

F1	F2	F3	F4
----	----	----	----


Після орієнтування приладу увійдіть у вікно (5.02) за допомогою кнопки F4 Запуск.

ПЛОЩАДИ

Нтчк :

C-1

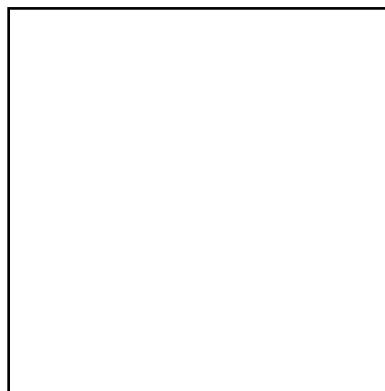
h отр : 1,200 m

 : 0,000 m

Тчк : 0

П.2Д : -----

П.3Д : -----



(5.02)

ALL	Назад	РЕЗ-ТЫ	↓
ОБЪЕМ	Def.3D	EDM.	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	ПОИСК	↓
СПИСОК	ХУН		←

Наведіть тахеометр на першу точку полігону С-1, введіть її назву і висоту відбивача на ній.

Кнопкою ALL запусить вимір. З'явиться вікно, в якому пропонується ввести і виміряти другу по ходу точку.

Після вимірювання на другу точку у квадраті вікна зобразиться перша лінія полігону.

ПЛОЩАДИ

Нтчк :

С-3

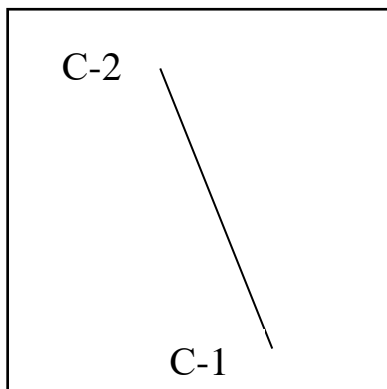
h отр : 1,200 m

▲ : 0,000 m

Тчк : 2

П.2Д : -----

П.3Д : -----



(5.03)

Після вимірювання на третю точку в рядку П.2Д буде показано значення площі тієї фігури, яка зображена в квадраті вікна, в цьому випадку трикутника. І так далі по всіх точках.

ПЛОЩАДИ

Нтчк :

С-8

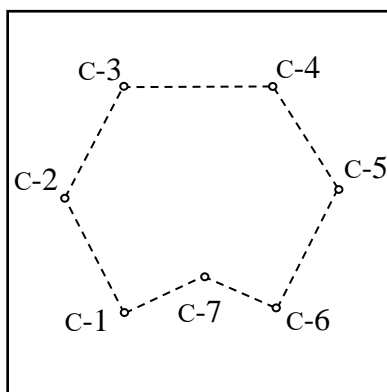
h отр : 1,200 m

▲ : 0,000 m

Тчк : 7

П.2Д : 40,267 m²

П.3Д : -----



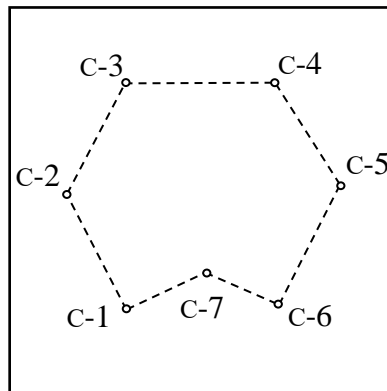
(5.04)

ALL	Назад	РЕЗ-ТЫ	↓
ОБЪЕМ	Def.3D	EDM.	↓
РАССТ.	ЗАПИСЬ	ПОИСК	↓
СПИСОК	ХУН		←

Зробивши виміри на всі точки полігону, увійдіть на сторінки результатів (кнопка РЕЗ-ТИ). На дисплеї з'явиться перша сторінка результатів вимірювань, на якій площа представлена в форматі 2D, тобто площа горизонтальної проєкції фігури. Обчислено також периметр полігону.

РЕЗ. ПЛОЩАДЬ (2D) и ОБЪЕМ 1 / 2 ▼

Тчк : 7
Плщд : 0,121 ha
Плщд : 1207,268 m²
Прмр : 159,341 m
Объем : _ _ _ _ _



(5.05)

Нов. уч-к			Дп. т-ки
-----------	--	--	----------

Можна обчислити об'єм тіла між двома паралельними проєкціями, розташованими на висоті ΔН одна від одної.

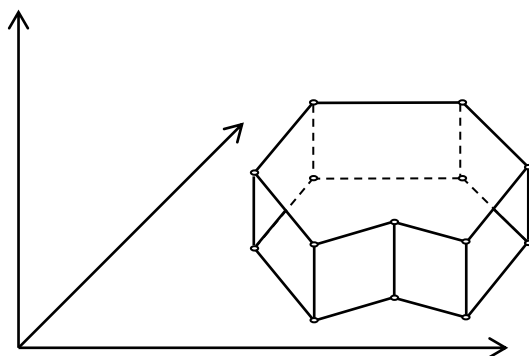


Рис. 5.2. Тіло, об'єм якого визначається

У вікні (5.04) натисніть ОБ'ЄМ.

Виміряйте або введіть різницю між відмітками найвищої і найнижчої точками.

ОБ'ЄМ

Введите / измерьте разность высот!

Разница Н :

_____, ____ m

ИЗМЕР.			ОК
--------	--	--	----

(5.06)

Оберемо вимірювання (ИЗМЕР.).

ОБ'ЄМ

Измерение на верхнюю точку!

Нтчк :

C1

h отр :

1,200 m

(5.07)

ALL	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
-----	--------	--------	---

СПИСОК	ХУН	EDM.	↓
--------	-----	------	---

ПОИСК			←
-------	--	--	---

Натискаємо ALL.

ОБ'ЄМ

Измерение на нижнюю точку!

Нтчк :

C6

h отр :

1,200 m

(5.08)

ALL	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
-----	--------	--------	---

СПИСОК	ХУН	EDM.	↓
--------	-----	------	---


ПОИСК			←
-------	--	--	---


Натискаємо ALL. Після вимірювання з'явиться вікно (5.06), в якому підтверджуємо виміряну різниця висот (ОК). Відкриється вікно (5.04). Оберемо результати (РЕЗ-ТЫ). Після короткочасного повідомлення: «*Результаты обработаны и записаны*» з'являються результати вікна (5.05) зі значенням об'єму.


На другій сторінці, там де площа обчислюється в 3D, результатів немає. Щоб отримати їх, потрібно вибрати Def. 3D.

ОПРЕД. БАЗОВОЙ ПЛОСКОСТИ

Выберите 3 точки для определения
базовой плоскости

Тчк : 1 / 3 

Нтчк : 

h отр : 1,200 m 

I (5.09)

ALL	РАССТ.	ЗАПИСЬ	↓
СПИСОК	ХУН	EDM.	↓
ПОИСК			←

Площа в 3D, це площа проєкції фігури на базову площину. Базова площина задається трьома точками, які можуть бути виміряні, обрані з СПИСКУ або введені вручну за координатами.

За схемою вікна (5.09) вибираються (вимірюються) три точки, після чого з'являється вікно (5.04) із значенням площі в 3D. Виберемо РЕЗ-ТЫ, які можна переглянути у форматі 2D (1-а сторінка) і 3D (2-а сторінка) вікна (5.05). У форматі 3D представлений об'єм тіла між проєкцією фігури на горизонтальну площину і базову площину.

Практична робота 6. ВІДМІТКА НЕДОСТУПНОЇ ТОЧКИ

Ця програма дає змогу визначити висоту недоступної точки. Для цього під недоступною точкою намічається так звана базова або опорна точка, на яку встановлюється відбивач (рис. 6.1).

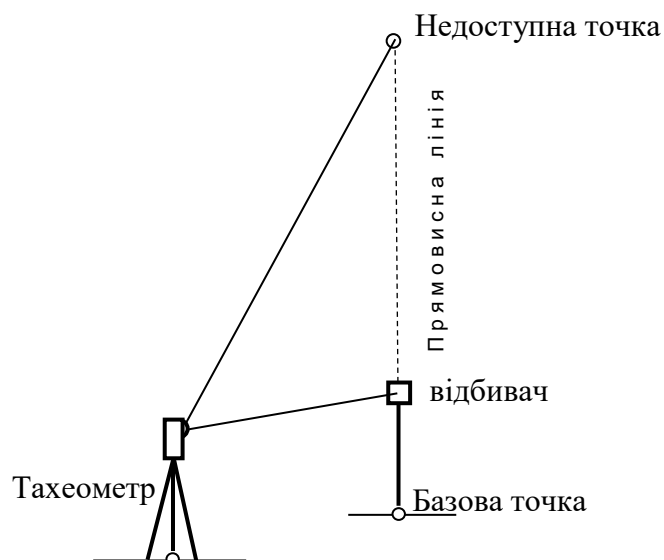


Рис. 6.1. Визначення висоти недоступної точки

Перед вимірюванням виберіть зі списку або створіть новий проєкт і точку установки тахеометра (станцію) та зорієнтуйте прилад.

ОТМ. НЕДОСТ. ТОЧКИ

- [•] F1 Выбор проекта
 - [•] F2 Выбор станции
 - [•] F3 Ориент. инструмента
 - F4 Запуск
- (6.01)

F1	F2	F3	F4
----	----	----	----

Після цього запусить програму.

ОПОРНАЯ ТОЧКА

Измерения на базовую точку!

Точка 1 :


h отр : 1,000 m

 : _____ m

(6.02)

ВВОД	РАССТ.	ALL	↓
------	--------	-----	---

h отр = ?	EDM	ЗАПИСЬ	←
-----------	-----	--------	---

Введіть назву базової точки і висоту відбивача на ній. Можна окремо виміряти відстань  до базової точки (РАССТ.), але для визначення висоти зробіть вимір на відбивач ALL.

Після вимірювання з'явиться вікно:

НЕДОСТУПНАЯ ТОЧКА

Наведитесь на недоступн. ТЧК

Точка 1 : B-1

Точка 2 :

 : 6,236 m

 : 1,500 m

Отметка : 2,665 m

(6.03)



BASE			OK
------	--	--	----

У цьому вікні дані такі результати:

- горизонтальна відстань від тахеометру до базової точки B-1;
- перевищення між базовою точкою B-1 і центром відбивача, тобто фактично висота відбивача;
- відмітка центру відбивача.

Тут центр відбивача – одна з поточних точок між точками В-1 і N-1.

Під час повороту труби тахеометра у вертикальній площині змінюються значення перевищення та відмітки. Під час наведення труби на точку N-1 встановлюється значення перевищення точки, що визначається, над базовою (висота точки) та відмітка точки N-1 в системі висот станції. Тоді у вікні (6.03) результати, наприклад, будуть такими:

 : 6,236 m
 : 3,500 m
 Отметка : 4,665 m

Опція **BASE** повертає нас у вікно (6.02) для визначення наступної недосяжної точки.


Висоту відбивача можна не вводити. В такому випадку програма обчислить відмітку базової точки і задасть перевищення рівним нулю. Зміни значень під час повороту труби відбуватимуться від базової точки.

Виберіть $h_{отр} = ?$, наведіть на відбивач і натисніть **ALL**.

ОПОРНАЯ ТОЧКА

Измерения на базовую точку!

Точка 1 : (6.04)

 : _____ m

ВВОД	РАССТ.	ALL	↓
------	--------	-----	---

$h_{отр} = ?$	EDM	ЗАПИСЬ	←
---------------	-----	--------	---

Опустіть трубу на самий низ стійки відбивача (фактично на базову точку) і натисніть Уст. ВК.

ОПОРНАЯ ТОЧКА

Наводитеь на наконечник

Точка 1 :

h отр : 1,500 m

 : 6,236 m

Верт : - 9°25'03"

(6.05)

ПРЕД.			Уст. ВК
-------	--	--	---------

НЕДОСТУПНАЯ ТОЧКА

Наводитеь на недоступн. ТЧК

Точка 1 : B-1

Точка 2 :

 : 6,236 m

 : 0,000 m

Отметка : 1,165 m

(6.03)

BASE			OK
------	--	--	----

Список літератури

1. Leica TPS400/TPS410C Series. Руководство пользователя TC(R) 403/405/407/410C. Версия 2.0 (Русская). www.leica-geosystems.com.

2. Інженерна геодезія II. Робота з електронним тахеометром Leica Geosystems TCR 405 [Електронний ресурс]: методичні вказівки. Ч.1 / О.П. Ісаєв, О.В. Адаменко, Ю.Ф. Гуляєв, П.О. Чуланов – Київ : КНУБА, 2024. – 35 с.

Навчально-методичне видання

ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ II
РОБОТА З ЕЛЕКТРОНИМ ТАХЕОМЕТРОМ
LEICA GEOSYSTEMS TCR 405

У двох частинах

Частина 2

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти спеціальності
193 «Геодезія та землеустрій»

Укладачі: ІСАЄВ Олександр Павлович,
АДАМЕНКО Олександр Вікторович,
ГУЛЯЄВ Юрій Федорович,
Бондар Світлана Андріївна

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5
Електронний документ. Вид № 65/V-24.

Виконавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р