

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від «05» вересня 2025 р. № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Маркшейдерські та геодезичні прилади. Електронні прилади та системи»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

Рекомендовано на засіданні
кафедри маркшейдерії
протокол від «25» серпня 2025 р. № 7

Розробники: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії Котенко Володимир
асистент кафедри маркшейдерії Янович Олександр
старший викладач кафедри маркшейдерії Куницька Марина

Житомир
2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28 / 2</i>

Методичні рекомендації для виконання Практична робіт з навчальної дисципліни «Маркшейдерські та геодезичні прилади. Електронні прилади та системи» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» освітньо- професійна програма «Гірництво» / **В.В. Котенко, О.А. Янович, М.С. Куницька.** – Житомир: Житомирська політехніка, 2025. – 28 с.

Упорядники:

Котенко Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Янович Олександр Анатолійович, асистент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Куницька Марина Сергіївна, асистент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка

Відповідальний за випуск:

Котенко Володимир Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри маркшейдерії, Житомирська політехніка.

Рецензенти:

Зав. кафедри, кандидат технічних наук **С.І. Башинський** (кафедра розробки родовищ корисних копалин ім. проф. М.Т. Бакка, Житомирська політехніка);

Зав. кафедри, кандидат технічних наук **В.О. Шлапак** (кафедра маркшейдерії, Житомирська політехніка)

© Котенко В.В., 2025

© Куницька М.С., 2025

© Янович О.А., 2025

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.-X 2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/3

ВСТУП

Під час вивчення дисципліни «Маркшейдерські та геодезичні прилади. Електронні прилади та системи» здобувачі вищої освіти ознайомлюються з сучасними електронними геодезичними приладами, зокрема електронним тахеометром DTM-322, який широко застосовується в маркшейдерській практиці під час розробки родовищ корисних копалин.

У процесі виконання практичних робіт студенти набувають навичок:

- правильної установки та орієнтування тахеометра;
- налаштування проєктів (Job) та параметрів вимірювань;
- виконання координатних обчислень;
- визначення площ, периметрів;
- винесення точок і ліній у натуру;
- контролю точності вимірювань.

Електронний тахеометр є високоточним оптико-електронним приладом, тому дотримання правил експлуатації є обов'язковою умовою отримання достовірних результатів та збереження працездатності обладнання.

Перед початком роботи з тахеометром DTM-322 необхідно ознайомитися з основними правилами поводження з приладом під час виконання практичних робіт.

Основні правила роботи з електронним тахеометром:

1. Спочатку встановлюють штатив над точкою, лише після цього дістають прилад з футляра.
2. Тахеометр необхідно брати за підставку (трегер), не тримаючи за зорову трубу.
3. Після встановлення приладу на штатив його слід надійно закріпити становим гвинтом.
4. Під час роботи бажано захищати прилад від прямих сонячних променів та атмосферних опадів.
5. Обертати рухомі частини слід плавно, без надмірних зусиль. У разі утрудненого ходу необхідно звернутися до викладача.
6. Навідними гвинтами працюють у середній частині їх ходу; закінчувати наведення слід загвинчуванням.
7. Закріпні гвинти зорової труби та аліадади не слід перетягувати.
8. Під час роботи забороняється залишати прилад без нагляду.
9. Під час транспортування тахеометр необхідно оберігати від ударів і різких струсів.
10. При перенесенні приладу на штативі на невеликій відстані він повинен знаходитись у вертикальному положенні.
11. Перед укладанням приладу у футляр необхідно відкрити затискачі, встановити прилад у транспортне положення та надійно закріпити його в упаковці.
12. Забороняється дивитися через зорову трубу на Сонце або яскраві джерела світла.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.-X 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 4</i>

13. Забороняється самостійно розбирати прилад або виконувати його ремонт.

Дотримання зазначених вимог забезпечує безпечну експлуатацію тахеометра, високу точність вимірювань та довговічність приладу.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2. X 2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 5

Лабораторна робота № 1

Класифікація геодезичних приладів та їх призначення

Тема: Ознайомлення з електронним тахеометром та його установка

Мета роботи: засвоїти будову електронного тахеометра DTM-322 та порядок його встановлення на станції.

Прилади: Електронний тахеометр DTM-322, штатив

Короткі теоретичні відомості

Електронний тахеометр DTM-322 призначений для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів, похилих та горизонтальних відстаней з автоматичним обчисленням координат точок. Точність отриманих результатів безпосередньо залежить від правильності установки приладу.

Перед початком вимірювань необхідно виконати: встановлення штатива, центрування приладу над точкою, горизонтирування, усунення паралаксу та ініціалізацію горизонтального круга.

1. Призначення електронного тахеометра

Електронний тахеометр — це комбінований прилад для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів та відстаней з автоматичним обчисленням координат точок.

2. Основні вузли DTM-322 (згідно розділу Parts of the Instrument, розділ 1 NIKON-DTM-322-manuale)

Основні елементи (Face-1):

- Зорова труба
- Окуляр
- Діоптрійне кільце
- Фокусувальне кільце
- Вертикальний затискач
- Вертикальний навідний гвинт
- Горизонтальний затискач
- Горизонтальний навідний гвинт
- РК-дисплей
- Клавіатура
- Циліндричний рівень
- Трегер

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2. X 2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 6

Основні елементи (Face-2):

- Об’єктив
- Оптичний центрир
- Круглий рівень
- Гвинти нівелювання
- Роз’єм передачі даних

3. Технічні характеристики (розділ Specifications NIKON-DTM-322-manuale)

Студент повинен знайти в мануалі та записати:

Параметр	Значення
Точність вимірювання кутів	___ "
Дальність вимірювання з призмою	___ м
Дальність без призми	___ м
Точність EDM	± ___ мм + ___ ppm
Клас лазера	Class 1
Робоча температура	___ °C
Маса приладу	___ кг

4. Заходи безпеки (розділ Safety NIKON-DTM-322-manuale)

Основні правила:

- Заборонено дивитися на Сонце через трубу.
- Заборонено використовувати прилад у вибухонебезпечному середовищі.
- Використовувати лише штатний зарядний пристрій.
- Не розбирати прилад самостійно.

Порядок виконання роботи

1. Оглянути прилад у вимкненому стані.
2. Визначити всі основні елементи згідно схеми в мануалі.
3. Встановити прилад на штатив (без точного центрування).
4. Увімкнути прилад.
5. Ознайомитись із стартовим екраном.
6. Визначити призначення клавіш: PWR, MSR, DSP, MODE, HOT, DAT.
7. Знайти в меню інформацію про версію ПЗ.
8. Заповнити таблицю технічних характеристик.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2. X 2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 7</i>

Етапи виконання

Етап 1 — Вивчення будови

- Ідентифікувати всі механічні елементи
- Пояснити їх функції

Етап 2 — Ознайомлення з електронною частиною

- Визначити функції дисплея
- Визначити структуру меню

Етап 3 — Аналіз технічних параметрів

- Виписати характеристики
- Порівняти з нормативними вимогами для тахеометрів 2-3 класу точності

Контрольні питання

1. Які вимірювання виконує тахеометр DTM-322?
2. Чим відрізняється Face-1 від Face-2?
3. Що таке EDM?
4. Який клас лазерної безпеки має прилад?
5. Для чого потрібен оптичний центрир?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 8

Практична робота № 2

Створення та налаштування проєкту (Job) в електронному тахеометрі DTM-322

Мета роботи: Навчитись створювати новий проєкт (Job) у пам'яті тахеометра. Освоїти налаштування параметрів вимірювання перед початком зйомки.

Прилади й устаткування: Тахеометр DTM-322, штатив, інструкція користувача DTM-322 NIKON-DTM-322-manuale

Виконання роботи

- Створити новий Job.
- Налаштувати одиниці вимірювання.
- Встановити параметри кутів і відстаней.
- Встановити температурно-тискову поправку.
- Задати порядок координат.
- Зробити тестовий запис точки.

Теоретична частина

1. Поняття про Job

У DTM-322 всі вимірювання зберігаються у файлах типу Job.

Кожен Job містить:

- точки (координати)
- вимірювання (кути, відстані)
- коди
- службову інформацію

Створення та керування Job виконується через MENU → Job Manager

2. Структура налаштувань

Основні групи налаштувань (MENU → Settings):

- Angle (налаштування кутів)
- Distance (налаштування EDM)
- Coordinate (порядок координат)
- Unit (одиниці вимірювання)
- Recording (режим запису)
- Power saving

3. Основні параметри перед початком роботи

Рекомендовані налаштування для навчальної зйомки:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	

Параметр	Значення
VA zero	Zenith
HA orientation	Azimuth
Resolution	1"
Prism constant	0 мм
Temp	фактична, °C
Pressure	фактичний, hPa
Coord order	ENZ
Units distance	m
Units angle	DMS

Порядок виконання роботи

1. Увімкнути прилад ([PWR]).
2. Ініціалізувати горизонтальний кут (поворот аліади + нахил труби).
3. Перейти: MENU → Job Manager.
4. Обрати Create New Job.
5. Ввести назву проекту (наприклад: PR2_GROUP1).
6. Підтвердити створення.
7. Встановити створений Job як активний (Set Control Job).

Налаштування параметрів

8. MENU → Settings → Angle

– VA zero = Zenith

– Resolution = 1"

9. MENU → Settings → Distance

– Prism mode = Prism

– Prism constant = 0 мм

– Temp = фактична температура

– Pressure = фактичний тиск

10. MENU → Settings → Coordinate

– Order = ENZ

11. MENU → Settings → Unit

– Distance = m

– Angle = DMS

12. MENU → Settings → Recording

– Auto record = OFF (для навчання)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 10</i>

Тестовий запис

13. Перейти у Basic Measurement Screen.
14. Ввести ім'я точки: T1.
15. Виконати пробне вимірювання на призму.
16. Натиснути [DAT] для запису.
17. Перевірити запис: MENU → Data → View records.

Етапи виконання

Етап 1 — Створення Job

Студент демонструє створений файл та правильну назву.

Етап 2 — Налаштування системи

Студент показує викладачу всі встановлені параметри.

Етап 3 — Перевірка запису

Студент відкриває список даних і підтверджує наявність записаної точки.

Результат роботи

У пам'яті приладу створено новий проєкт з правильно заданими параметрами вимірювань та виконано тестовий запис точки.

Контрольні питання

1. Що таке Job у тахеометрі?
2. Чому перед початком роботи необхідно встановлювати температурно-тискові поправки?
3. Для чого задається порядок координат ENZ або NEZ?
4. Що відбудеться, якщо не активувати потрібний Job?
5. Яка різниця між Auto record ON та OFF?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 11

Практична робота №3

Обернена координатна задача: визначення відстані та дирекційного кута між двома точками

Тема: Обернена координатна задача: визначення відстані та дирекційного кута між двома точками

Мета: Навчитись розв'язувати обернену координатну задачу засобами тахеометра DTM-322. Засвоїти математичну основу визначення дирекційного кута та відстані. Отримати практичні навички використання функції COGO..

Прилади: Тахеометр DTM-322, штатив, інструкція користувача DTM-322

Виконання роботи

1. Сутність оберненої координатної задачі

За відомими координатами двох точок:

A (XA, YA)

B (XB, YB)

необхідно визначити:

- горизонтальну відстань S
- дирекційний кут α_{AB}

2. Розрахункові формули

Прирости координат:

$$\Delta X = X_B - X_A$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A$$

Горизонтальна відстань:

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

Дирекційний кут:

$$\alpha = \arctg(\Delta Y / \Delta X)$$

З урахуванням чверті:

ΔX	ΔY	Чверть	Формула
+	+	I	$\alpha = \arctg(\Delta Y / \Delta X)$
-	+	II	$\alpha = 180^\circ - \arctg(\Delta Y / \Delta X)$
-	-	III	$\alpha = 180^\circ + \arctg(\Delta Y / \Delta X)$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 12

ΔX	ΔY	Чверть	Формула
+	-	IV	$\alpha = 360^\circ - \arctg(\Delta Y/\Delta X)$

3. Реалізація в DTM-322

Функція оберненої задачі виконується через:

MENU → COGO → Angle & Distance between two coordinates

Прилад автоматично обчислює:

- горизонтальну відстань
- дирекційний кут
- прирости координат

Порядок виконання роботи

1. Увімкнути прилад та відкрити активний Job.
2. MENU → Data → Enter coordinates.
3. Ввести точку A:

№1

$$X = 1000.000$$

$$Y = 1000.000$$

$$Z = 100.000$$

4. Ввести точку B:

№2

$$X = 1040.000$$

$$Y = 1030.000$$

$$Z = 100.000$$

5. MENU → COGO.
6. Обрати: Angle & Distance between two coordinates.
7. Вказати точку From: 1
8. Вказати точку To: 2
9. Натиснути [ENT] для розрахунку.

Етапи виконання

Етап 1 — Ручний розрахунок

$$\Delta X = 40$$

$$\Delta Y = 30$$

$$S = \sqrt{(40^2 + 30^2)}$$

$$S = \sqrt{(1600 + 900)}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 13</i>

$$S = \sqrt{2500}$$

$$S = 50.000 \text{ м}$$

$$\alpha = \arctg(30/40)$$

$$\alpha = 36^{\circ}52'12''$$

Етап 2 — Розрахунок у тахеометрії

Студент демонструє отримані значення на екрані приладу.

Етап 3 — Порівняння результатів

Допустиме відхилення:

– відстань: $\leq 0.001 \text{ м}$

– кут: $\leq 1''$

Результат роботи

Отримано значення:

– $S \approx 50.000 \text{ м}$

– $\alpha \approx 36^{\circ}52'12''$

Контрольні питання

1. Що таке обернена координатна задача?
2. Як визначається чверть дирекційного кута?
3. У чому різниця між дирекційним кутом і азимутом?
4. Які функції COGO реалізовані в DTM-322?
5. Для чого необхідна перевірка ручним розрахунком?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 14

Практична робота №4

Пряма координатна задача: обчислення координат точки за відстанню та дирекційним кутом

Тема: Пряма координатна задача: обчислення координат точки за відстанню та дирекційним кутом

Мета: Навчитись визначати координати точки за відомими координатами вихідної точки, відстанню та дирекційним кутом. Освоїти використання функції COGO для прямої координатної задачі в DTM-322. Закріпити математичну основу обчислення приростів координат.

Прилади: Тахеометр DTM-322, штатив, інструкція користувача DTM-322

Виконання роботи

1. Сутність прямої координатної задачі

Відомо:

$$A (X_A, Y_A)$$

S — горизонтальна відстань

α — дирекційний кут

Необхідно визначити координати точки B (X_B, Y_B).

2. Формули розрахунку

Прирости координат:

$$\Delta X = S \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta Y = S \cdot \sin \alpha$$

Координати точки B:

$$X_B = X_A + \Delta X$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y$$

Якщо α у градусах — використовувати тригонометричні функції в градусному режимі.

3. Реалізація в DTM-322

Функція виконується через:

MENU → COGO → Calculate and manually input coordinates

Прилад автоматично обчислює координати нової точки та дозволяє записати її в Job.

Порядок виконання роботи

1. Увімкнути прилад та відкрити активний Job.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 15

2. MENU → Data → Enter coordinates

3. Ввести вихідну точку А:

№10

$$X = 2000.000$$

$$Y = 3000.000$$

$$Z = 150.000$$

4. Задати параметри задачі:

$$S = 100.000 \text{ м}$$

$$\alpha = 45^{\circ}00'00''$$

5. MENU → COGO

6. Обрати: Calculate and manually input coordinates.

7. Ввести:

From point = 10

Distance = 100.000

Azimuth = 45°00'00"

8. Натиснути [ENT] для розрахунку.

9. Присвоїти новій точці номер 11 та зберегти.

Етапи виконання

Етап 1 — Ручний розрахунок

$$\Delta X = 100 \cdot \cos 45^{\circ}$$

$$\Delta X = 100 \cdot 0.707106$$

$$\Delta X = 70.7106 \text{ м}$$

$$\Delta Y = 100 \cdot \sin 45^{\circ}$$

$$\Delta Y = 100 \cdot 0.707106$$

$$\Delta Y = 70.7106 \text{ м}$$

$$XB = 2000 + 70.7106 = 2070.7106 \text{ м}$$

$$YB = 3000 + 70.7106 = 3070.7106 \text{ м}$$

Етап 2 — Розрахунок у тахеометрі

Студент демонструє отримані координати на екрані.

Етап 3 — Порівняння

Допустиме відхилення:

– координати $\leq 0.001 \text{ м}$

Результат роботи

Отримано координати точки 11:

$$X \approx 2070.711 \text{ м}$$

$$Y \approx 3070.711 \text{ м}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 16</i>

Контрольні питання

1. У чому різниця між прямою та оберненою координатними задачами?
2. Які формули використовуються для обчислення приростів координат?
3. Що зміниться, якщо кут задано в IV чверті?
4. Чому важливо правильно встановити режим кутів у приладі?
5. Де в меню DTM-322 знаходяться функції COGO?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 17

Практична робота №5

Обчислення площі та периметру за координатами точок у DTM-322

Тема: Обчислення площі та периметру за координатами точок у DTM-322

Мета: Навчитись обчислювати площу та периметр замкненого полігону засобами тахеометра. Засвоїти математичну основу координатного способу визначення площі. Освоїти функцію COGO для розрахунку площі.

Прилади: Тахеометр DTM-322, штатив, інструкція користувача DTM-322

Виконання роботи

1. Координатний спосіб визначення площі

Для замкненого полігону з n вершинами:

Площа: $S = 0.5 \cdot |\Sigma (X_i \cdot Y_{i+1} - X_{i+1} \cdot Y_i)|$

де остання точка замикається на першу.

Периметр: $P = \Sigma \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$

2. Реалізація в DTM-322

Функція виконується через:

MENU → COGO → Calculate area and perimeter

Прилад автоматично:

- обчислює площу
- обчислює периметр
- враховує порядок введення точок

Важливо:

- Обхід проти годинникової стрілки → площа додатна
- За годинниковою → відображається зі знаком «-»

Порядок виконання роботи

1. Відкрити активний Job.
2. MENU → Data → Enter coordinates
3. Ввести точки полігону:

№	X	Y
1	1000.000	1000.000
2	1100.000	1000.000
3	1100.000	1050.000

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	

№	X	Y
4	1000.000	1050.000

4. MENU → COGO
5. Обрати: Calculate area and perimeter.
6. Ввести точки у порядку 1-2-3-4.
7. Натиснути [ENT] для обчислення.

Етапи виконання

Етап 1 — Ручний розрахунок

Полігон — прямокутник 100×50 м

Площа:

$$S = 100 \cdot 50 = 5000 \text{ м}^2$$

Периметр:

$$P = 100 + 50 + 100 + 50 = 300 \text{ м}$$

Етап 2 — Розрахунок у тахеометрі

Студент демонструє:

- Area $\approx 5000.000 \text{ м}^2$
- Perimeter $\approx 300.000 \text{ м}$

Етап 3 — Аналіз

Повторити розрахунок у зворотному порядку (4-3-2-1).

Пояснити зміну знака площі.

Результат роботи

Отримано значення площі та периметру полігону з використанням функції COGO.

Різниця між ручним та приладовим розрахунком $\leq 0.001 \text{ м}^2$.

Контрольні питання

1. Яка формула використовується для координатного визначення площі?
2. Чому важливий порядок обходу точок?
3. Як зміниться результат при незамкненому контурі?
4. Де в меню знаходиться функція розрахунку площі?
5. Які ще функції доступні в розділі COGO?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 19

Практична робота №6 Обчислення координат точки

Тема: Обчислення координат точки за результатами вимірювань (Station Setup + зйомка)

Мета: Навчитись визначати координати точки місцевості за вимірними кутами та відстанню. Освоїти процедуру орієнтування приладу (Station Setup). Отримати навички автоматичного запису координат у Job.

Прилади: Тахеометр DTM-322, штатив, призма, віхи, інструкція користувача DTM-322

Виконання роботи

1. Сутність задачі

Координати точки визначаються за формулами:

$$\Delta X = S \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta Y = S \cdot \sin \alpha$$

$$X_B = X_{st} + \Delta X$$

$$Y_B = Y_{st} + \Delta Y$$

де: X_{st} , Y_{st} — координати станції

S — горизонтальна відстань

α — дирекційний кут на точку

Прилад автоматично обчислює координати після орієнтування.

2. Орієнтування приладу

Виконується через:

MENU → Station Setup

Можливі способи:

- За відомими координатами станції та задньої точки
- Резекція
- Без координат

Для цієї роботи використовується орієнтування по відомій задній точці.

Порядок виконання роботи

Вхідні дані:

Станція S1

$X = 5000.000$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 20

$$Y = 4000.000$$

$$Z = 120.000$$

Задня точка BS

$$X = 5100.000$$

$$Y = 4000.000$$

$$Z = 120.000$$

Точка зйомки P1 — довільна.

Кроки:

1. Відкрити активний Job.
2. MENU → Data → Enter coordinates
3. Ввести координати S1 та BS.
4. MENU → Station Setup
5. Обрати: Known station coordinates.
6. Ввести:

$$\text{Station} = S1$$

$$\text{Backsight} = BS$$

7. Навести прилад на призму в точці BS.
8. Підтвердити орієнтування.

Зйомка точки:

9. Навести прилад на нову точку P1.
10. Натиснути [MSR].
11. Натиснути [DAT] для запису.
12. Переглянути координати: MENU → Data → View records

Етапи виконання

Етап 1 — Орієнтування

Студент демонструє правильне встановлення станції.

Етап 2 — Вимірювання

Отримані дані (приклад):

$$S = 80.000 \text{ м}$$

$$\alpha = 30^{\circ}00'00''$$

Етап 3 — Ручна перевірка

$$\Delta X = 80 \cdot \cos 30^{\circ} = 69.282 \text{ м}$$

$$\Delta Y = 80 \cdot \sin 30^{\circ} = 40.000 \text{ м}$$

$$XP1 = 5000 + 69.282 = 5069.282 \text{ м}$$

$$YP1 = 4000 + 40.000 = 4040.000 \text{ м}$$

Допустиме відхилення $\leq 0.002 \text{ м}$.

Результат роботи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 21</i>

Отримано координати нової точки методом тахеометричної зйомки після орієнтування приладу.

Контрольні питання

1. Для чого виконується Station Setup?
2. Що таке задня точка?
3. Чому необхідно точно вимірювати висоту приладу та призми?
4. Які методи орієнтування доступні в DTM-322?
5. Що станеться, якщо не виконати орієнтування?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 22

Практична робота №7 Розбивка точки та лінії в натуру

Тема: Розбивка точки та лінії в натуру (Stakeout) в DTM-322

Мета: Навчитись виконувати розбивку проектних точок у натуру. Освоїти функцію Stakeout (S-O) в DTM-322. Навчитись розбивати точку за координатами та виносити лінію з контролем відхилень.

Прилади: Тахеометр DTM-322, штатив, призма, віхи, інструкція користувача DTM-322

Виконання роботи

1. Сутність розбивки

Розбивка — це перенесення проектних координат у натуру з визначенням відхилень:

- ΔN (поздовжнє відхилення)
- ΔE (поперечне відхилення)
- ΔZ (висотне відхилення)
- ΔHD (різниця по відстані)

2. Реалізація в DTM-322

Основні функції розбивки знаходяться:

MENU → Stakeout

Доступні режими:

- Stakeout by coordinates
- Stakeout by angle and distance
- DivLine S-O
- RefLine S-O

Порядок виконання роботи

Вихідні дані:

Станція S1

$X = 6000.000$

$Y = 3000.000$

$Z = 100.000$

Задня точка BS

$X = 6100.000$

$Y = 3000.000$

Проектна точка P1

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 23

X = 6050.000

Y = 3070.000

Z = 100.000

Частина 1 — Розбивка точки

1. Виконати Station Setup (Known coordinates)
2. MENU → Stakeout
3. Обрати Stakeout by coordinates.
4. Ввести номер точки P1.
5. Навести трубу у напрямку точки.
6. Оператор з призмою рухається за підказками приладу:
 - якщо $\Delta E > 0$ → рух вправо
 - якщо $\Delta E < 0$ → рух вліво
 - якщо $\Delta N > 0$ → вперед
 - якщо $\Delta N < 0$ → назад
7. Досягти відхилення ≤ 0.005 м.
8. Зафіксувати положення точки.

Частина 2 — Розбивка лінії

Вихідні точки лінії: А (6000,3000)

В (6100,3050)

1. MENU → Stakeout
2. Обрати RefLine S-O
3. Ввести точки А та В.
4. Прилад показує:
 - відхилення від осі (Offset)
 - відстань вздовж лінії
5. Переміщати призму до досягнення Offset ≈ 0.000 м.
6. Зафіксувати точку на осі.
- 7.

Етапи виконання

Етап 1 — Орієнтування

Студент демонструє правильну установку станції.

Етап 2 — Винесення точки

Допустимі відхилення:

≤ 5 мм для навчальної роботи.

Етап 3 — Розбивка лінії

Контроль:

– Відхилення від осі ≤ 0.005 м

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 24</i>

– Контрольне вимірювання зворотним наведенням.

Результат роботи

Виконано винесення проектної точки та розбивку осі лінії з контролем відхилень.

Отримані координати фактичної точки збережені в Job.

Контрольні питання

1. Що таке Stakeout?
2. Яка різниця між Stakeout by coordinates та RefLine S-O?
3. Які відхилення відображає прилад під час розбивки?
4. Від чого залежить точність винесення?
5. Чому обов'язкове правильне орієнтування перед розбивкою?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	Екземпляр № 1	Арк 28/ 25

ОЦІНЮВАННЯ ЗВІТУ

Під час оцінювання звіту з практичних робіт враховується:

- своєчасність виконання завдань практичної роботи;
- повнота та правильність виконання практичної частини (установка приладу, налаштування, вимірювання, розрахунки);
- оформлення звіту відповідно до мети та завдань роботи;
- наявність розрахунків, формул та вихідних даних;
- аргументовані висновки за результатами роботи;
- уміння студента чітко та обгрунтовано представити результати під час захисту.

№	Тема	Бал
1	Ознайомлення та установка приладу	8
2	Створення та налаштування Job	6
3	Обернена координатна задача	8
4	Пряма координатна задача	8
5	Обчислення площі та периметру	8
6	Обчислення координат точки (з орієнтуванням)	10
7	Розбивка точки та лінії в натуру	12
	Усього	60

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 26</i>

Рекомендована література:

Основна:

1. Nikon Corporation. DTM-322 Series Total Station Instruction Manual. – Tokyo : Nikon Corporation, 2018. – 186 p.
2. Котенко В.В. Маркшейдерська справа : підручник для студентів гірничих спеціальностей / В.В. Котенко. – Київ : Вища школа, 2019. – 432 с.
3. Мороз О.Л. Інженерна геодезія : підручник для студентів технічних спеціальностей / О.Л. Мороз. – Київ : Либідь, 2018. – 376 с.
4. Бойко М.І. Геодезичні прилади та методи вимірювань : навчальний посібник / М.І. Бойко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2020. – 248 с.
5. ДБН В.1.3-2:2010. Геодезичні роботи у будівництві. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с.с.

Допоміжна:

1. Тревого І.С. Геодезичні прилади: практикум / І.С. Тревого, Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – 196 с.
2. Боровий В.О. Геодезичні прилади : конспект лекцій для студентів спеціальностей 6.070904 – Землепорядкування та кадастр, 7.070908 – Геоінформаційні системи і технології / В.О. Боровий. – Чернігів : ЧДІЕіУ, 2003. – 94 с.
3. Боровий В.О. Геоінформаційні системи і технології / В.О. Боровий, Р.М. Літнарівич. – Чернігів : ЧДІЕіУ, 2003. – 94 с.
4. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади : підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів / Я.М. Костецька. – Львів : ІЗМН, 2000. – 324 с.
5. ISO 17123-3:2012. Field procedures for testing geodetic and surveying instruments – Part 3: Theodolites. – Geneva : ISO, 2012. – 34 p.
6. ISO 17123-4:2012. Field procedures for testing geodetic and surveying instruments – Part 4: Electro-optical distance meters (EDM). – Geneva : ISO, 2012. – 40 p.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 27</i>

ЗМІСТ

	Вступ	3
1.	Практична робота № 1	5
2.	Практична робота № 2	8
3.	Практична робота № 3	11
4.	Практична робота № 4	14
5.	Практична робота № 5	17
6.	Практична робота № 6	19
7.	Практична робота № 7	22
8.	Оцінювання звіту	25
9.	Список рекомендованої літератури	26

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/3/184.00.1/ Б/ВК2.Х-2025
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 28/ 28</i>

КОТЕНКО Володимир Володимирович
КУНИЦЬКА Марина Сергіївна
ЯНОВИЧ Олександр Анатолійович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання практичних робіт з
навчальної дисципліни
«Маркшейдерські та геодезичні прилади. Електронні прилади та
системи»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»

Електронне видання. Формат 30×42 / 4. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. акр. 1,56. Обл. вид. арк. 1,72.
