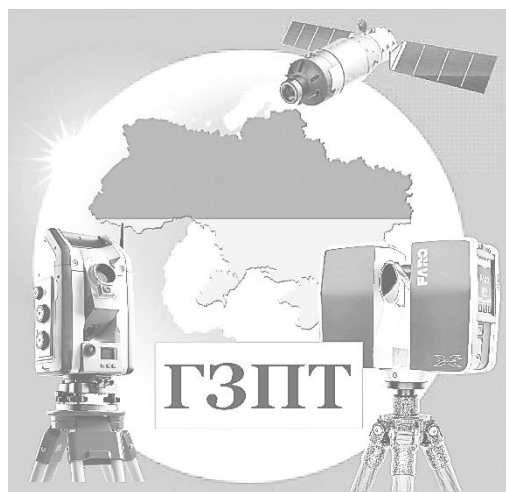


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ННІ агротехнологій, селекції та екології
Кафедра геоматики, землеустрою
та планування територій**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
з дисципліни
«ГЕОДЕЗІЯ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ»**

**Освітньо-професійна програма Садово – паркове господарство
для здобувачів вищої освіти
Навчально-наукового інституту
агротехнологій, селекції та екології
НЗ Садово – паркове господарство
СВО бакалавр**



Полтава 2026

Методичні рекомендації для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія та ГІС-технології» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності НЗ Садово – паркове господарство за освітньо-професійною програмою Садово – паркове господарство / уклад.: Р.В. Куришко. ПДАУ. Полтава, 2026. 59 с.

Укладач:

Куришко Р.В. старший викладач кафедри геоматики, землеустрою та планування територій

Методичні рекомендації для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія та ГІС-технології» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності НЗ Садово – паркове господарство за освітньо-професійною програмою Садово – паркове господарство обговорено і схвалено на кафедрі геоматики, землеустрою та планування територій, протокол № 6 від 03 лютого 2026 року.

Методичні рекомендації для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія та ГІС-технології» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності НЗ Садово – паркове господарство за освітньо-професійною програмою Садово – паркове господарство схвалено Радою з якості вищої освіти спеціальності «Садово – паркове господарство», протокол № 6 від 23 лютого 2026 року.

© Куришко Р.В. 2026

© Полтавський державний
аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

Вступ	4
Перелік лабораторних робіт:	
Лабораторна робота 1. Побудова графічних масштабів, відкладання і вимірювання ліній.....	6
Лабораторна робота 2. Розв'язування задач за топографічними картами. Побудова поздовжнього профілю.	9
Лабораторна робота 3. Розграфлення та номенклатура топографічних карт.....	14
Лабораторна робота 4. Теодоліт. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.....	18
Лабораторна робота 5. Обчислювальна обробка результатів теодолітного знімання. Побудова плану. Обчислення площ земельної ділянки.....	24
Лабораторна робота 6. Нівелір. Вимірювання перевищень та визначення висот точок.....	32
Лабораторна робота 7. Нівелювання поверхні по квадратах.....	38
Список рекомендованої літератури	43
Додатки.....	44

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни «Геодезія та ГІС-технології» є формування у здобувачів вищої освіти теоретичну та практичну підготовку з питань наукових основ геодезії, картографії та геоінформаційних систем (ГІС), що включає знання про системи координат, топографічні карти та плани; навчити студентів основним методам геодезичних вимірювань на місцевості (кутових, лінійних та перевищень), теодолітному зніманню та нівелюванню поверхні, а також роботі з відповідними приладами; розвивати уміння інтегрувати геодезичні дані у середовище ГІС та застосовувати здобуті знання для вирішення спеціалізованих задач у садово-парковому господарстві та управлінні земельними ресурсами.

Компетентності:

інтегральна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у галузі вирощування декоративних рослин, проектування, створення та експлуатації об'єктів садово-паркового господарства або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів рослинництва, ландшафтної архітектури, садово-паркового будівництва та екології і характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

загальні:

ЗК06. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК08. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК09. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

фахові:

ФК05. Здатність застосовувати інженерно-технічне обладнання на об'єктах садово-паркового господарства.

ФК12. Здатність розробляти концептуальні та інноваційні проектні рішення з планування комплексних зелених зон міста, об'єктів ландшафтної архітектури та дизайну зовнішнього середовища.

Програмні результати навчання:

РН02. Прагнути до самоорганізації та самоосвіти.

РН13. Результативно працювати у колективі.

Методи навчання:

Словесні методи: лекція, розповідь, пояснення, бесіда. Наочні методи: ілюстрування, плакати, демонстрування. Практичні методи навчання: вправи, лабораторні завдання, робота з навчально-методичною літературою, робота з геодезичними приладами. Комп'ютерні і мультимедійні методи: використання мультимедійних презентацій, використання комп'ютерних навчальних програм, елементів дистанційного навчання та відеоконтента. Методи усного контролю: опитування, бесіда, доповідь. Методи лабораторно-практичного контролю: контрольні-лабораторні роботи, навчально-контрольні комп'ютерні програми.

Лабораторна робота № 1.

Тема. Побудова графічних масштабів, відкладання і вимірювання ліній.

Мета: вивчити види масштабів планів та карт, правила їх застосування та нанесення на карту.

Масштаб топографічної карти або плану – це відношення довжини відрізка на карті (плані) до довжини відповідного горизонтального відрізка на місцевості.

Горизонтальне прокладення лінії – це проекція відповідної похилої лінії на місцевості на горизонтальну площину.

Масштаб може бути чисельний, іменований та графічний (лінійний і поперечний).

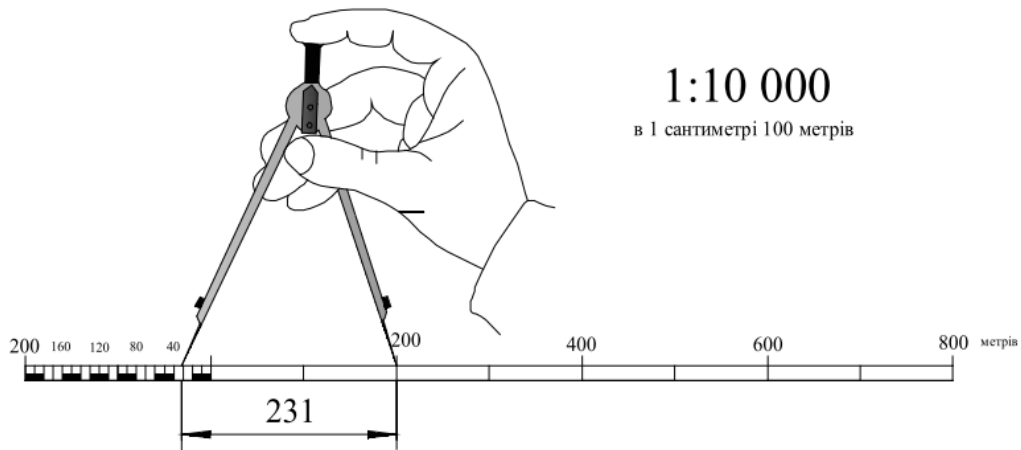
Чисельний масштаб має вигляд простого дроби або співвідношення $1 : M$. Число M називається знаменником масштабу і показує, у скільки разів горизонтальне прокладення лінії місцевості зменшено під час зображення горизонтального прокладення лінії на плані або карті. Для масштабу $1 : 1\,000$, $M = 1\,000$ одному сантиметру на карті відповідають $1\,000$ см на місцевості. Чим менше знаменник чисельного масштабу, тим крупнішим вважається масштаб і, навпаки.

Іменований масштаб – це відношення одиниці довжини відрізка на карті (плані) до відповідної довжини на місцевості, який пишуть словами, для карти масштабу $1 : 25\,000$ «в 1 сантиметрі 250 метрів».

Для зручності користування масштабами та уникнення розрахунків замість чисельного масштабу використовують *графічні масштаби*, які бувають *лінійні* та *поперечні*.

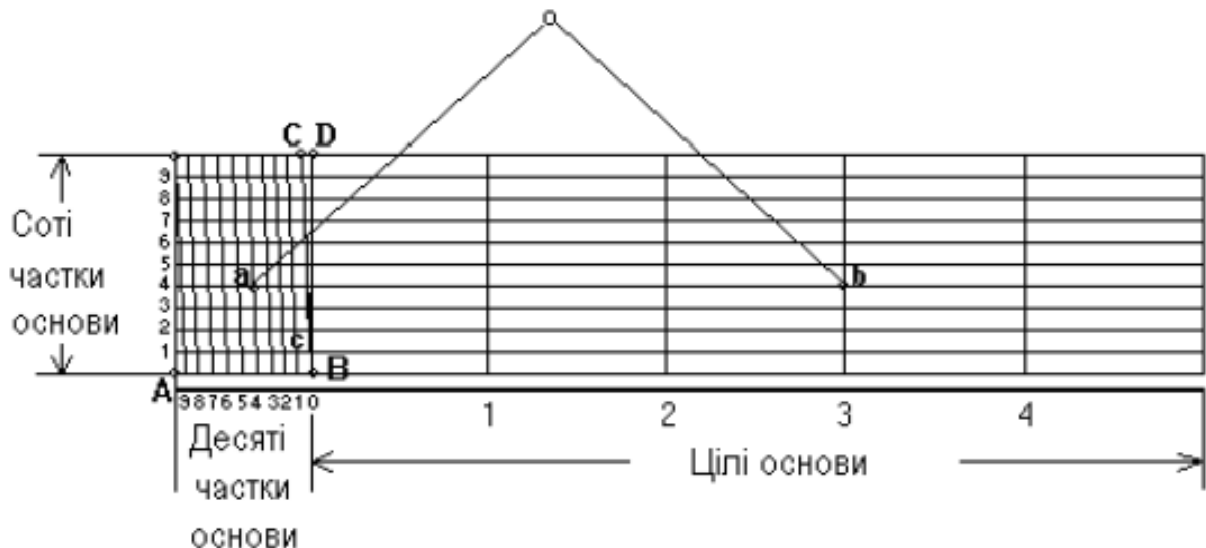
Лінійний масштаб зображується у вигляді відрізка подвійної лінії, розділеної на однакові інтервали, які називаються *основою масштабу*, зазвичай дорівнює одному або двом сантиметрам.

Кожну поділку лінійного масштабу цифрують. Крайню ліву основу масштабу ділять на 10 рівних частин для більш точних вимірювань. Найменша поділка основи лінійного масштабу дорівнює $1/10$ основи масштабу.



Поперечний масштаб – це графічне зображення для максимально точного вимірювання і відкладання відстаней на топографічному плані (карті).

Основа АВ нормального поперечного масштабу становить, як і в лінійному масштабі, 2 см. Велика поділка CD дорівнює $\frac{1}{10}$ основи АВ та складає, 0,2 см. Мала поділка поперечного масштабу cd дорівнює $\frac{1}{10}$ CD або $\frac{1}{100}$ АВ та складає, 0,02 см основи АВ. Таким чином, для чисельного масштабу 1:1000 в 1 сантиметрі 10 метрів, основа поперечного масштабу відповідатиме 20 м, велика поділка основи дорівнює 2 м, а мала поділка масштабу становить 0,2 м



За допомогою такого поперечного масштабу можна виконувати вимірювання та графічні побудови на плані (карті) у межах їх граничної графічної точності, за яку приймають відстань на місцевості, яка на плані або карті даного масштабу відповідає відрізкові в 0,1 мм (табл. 1)

**Значення поділок нормального поперечного масштабу
Залежно від величини масштабу**

№	Чисельний масштаб	Величина масшта- бу, см	Кіл. метрів в основі (2 см) масштабу	Кількість метрів в одній поділці зліва від нуля (1/10 частина)	Кількість метрів у найменшій поділці по трансверсалі (1/100 частина)	Гранична точність плану (карти), м
1	1: 500	5	10	1	0.1	0.05
2	1: 1 000	10	20	2	0.2	0.10
3	1: 2 000	20	40	4	0.4	0.20
4	1: 5 000	50	100	10	1.0	0.50
5	1: 10 000	100	200	20	2.0	1.00
6	1: 25 000	250	500	50	5.0	2.50
7	1: 50 000	500	1 000	100	10.0	5.00
8	1: 100 000	1 000	2 000	200	20.0	10.00
9	1: 200 000	2 000	4 000	400	40.0	20.00
10	1: 500 000	5 000	10 000	1 000	100.0	50.00
11	1: 1 000 000	10 000	20 000	2 000	200.0	100.00

Індивідуальне завдання (довжини ліній)

№ групи	1:1000	1:2000	1:5000		1:10000	
1 група	11,46	53,12	55,70 95,32	71,60	157,89 366,17	245,53
2 група	10,15	47,54	58,05 97,66	73,94	160,23 368,51	248,94

1:1000 – ЛМ (лінійний масштаб) = $2,22 \cdot N + 11,46$;

1:2000 – ПМ (поперечний масштаб) = $2,22 \cdot N + 53,12$;

1:5000 – $6,35 \cdot N + 55,70$; $6,35 \cdot N + 71,60$; $6,35 \cdot N + 95,32$

1:10000 – $6,35 \cdot N + 157,89$; $6,35 \cdot N + 245,53$; $6,35 \cdot N + 366,17$;

N – номер варіанта за списком.

Приклад оформлення в додатку № 1.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти види масштабів планів та карт.
2. Зробити розрахунок довжин ліній за індивідуальним завданням.
3. Побудувати довжини ліній за індивідуальним завданням згідно прикладу.

Лабораторна робота № 2.

Тема. Розв'язування задач за топографічними картами. Побудова поздовжнього профілю.

Мета: навчитися розв'язувати задачі за топографічними картами та будувати поздовжній профіль.

За топографічним планом можна розв'язати ряд задач та визначити: географічні та прямокутні координати точок; довжину лінії; дирекційний кут і румб лінії; відмітку точки; ухил, крутизну схилу та побудувати поздовжній профіль місцевості.

Геодезичну широту B і довготу L заданої точки на карті визначають за допомогою картографічної сітки.

Для наближеного визначення геодезичних координат необхідно через задану точку провести (можна просто прикласти лінійку) паралель і меридіан цієї точки і визначити їх значення на мінутній рамці на око.



Для більш точного визначення координат з урахуванням точності карти і деформації паперу через мінутні поділки рамки проводять найближчі до точки лінії меридіанів і паралелей і за допомогою поперечного масштабу вимірюють відрізки a , b , c , d . Координат обчислюють за формулами:

$$B = B_{\text{поч}} + \frac{a}{a+b} \times 60''$$

$$L = L_{\text{поч}} + \frac{c}{c+d} \times 60''$$

де a і b – відстані за меридіанами L від даної точки до найближчих паралелей B_1 і B_2 , а c і d – паралелі B до найближчих меридіанів L_1 і L_2 .

Для обчислення **плоских прямокутних координат** геодезичних пунктів на топографічних картах масштабів

1 : 500 000 і крупніше прийнята рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гаусса-Крюгера.

Для зручності користування на аркушах топографічних карт нанесена прямокутна сітка ліній – кілометрова сітка. Кілометрові лінії, які розміщені ближче до кутів рамки топокарти підписуються повним числом кілометрів, а інші лінії кілометрової сітки – скорочено, останніми двома цифрами.

Для визначення прямокутних координат будь-якої точки на карті вимірюють відрізки a , b , c , d і обчислюють координати точки за формулами:

$$X = X_n + a = X_{n+1} - b$$

$$Y = Y_n + c = Y_{n+1} - d,$$

де X_n , Y_n , X_{n+1} , Y_{n+1} – координати відповідно південно-західного і північно-східного кутів квадрата кілометрової сітки, в якому знаходиться задана точка; a , b , c , d – відстані по перпендикулярам, виміряні за допомогою поперечного масштабу, від заданої точки до відповідно південної та північної, до східної і західної сторін цього квадрата.

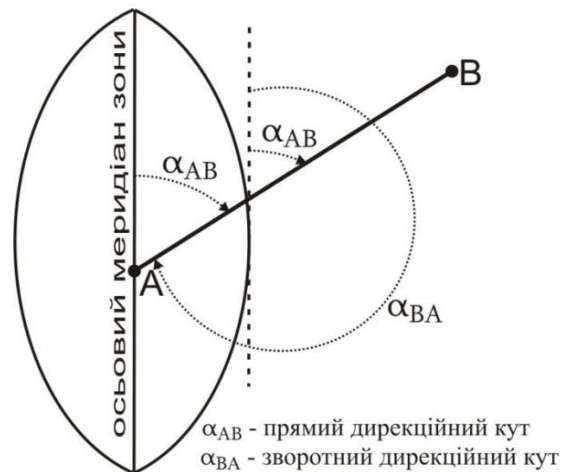
Вимірювання довжин відрізків за картою. Довжини відрізків прямих ліній між заданими на карті точками вимірюють циркулем-вимірником за лінійним чи поперечним масштабами або за формулою:

$$D = \sqrt{(X_n - X_k)^2 + (Y_n - Y_k)^2},$$

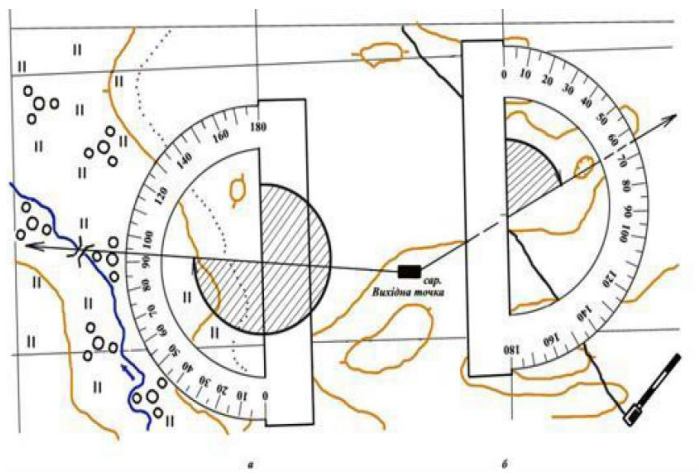
де D – відстань між точками, м.; X_n , Y_n , X_k , Y_k – координати початкової та кінцевої точок, м.

Визначення дирекційних кутів, істинних і магнітних азимутів та румбів.

Дирекційний кут – це горизонтальний кут, що його відраховують за рухом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана зони або лінії, що йому паралельна, до заданого напрямку.



Значення дирекційних кутів змінюються від 0° до 360° . Оскільки напрям осьового меридіана для зони один, то дирекційний кут прямої лінії однаковий у різних її точках. Дирекційний кут α_{AB} лінії АВ називають прямим, а дирекційний кут α_{BA} для тієї ж лінії АВ – зворотним. Прямі і зворотні дирекційні кути відрізняються між собою на $\pm 180^\circ$.



Істинним (геодезичним) азимутом називають горизонтальний кут, який відраховують від північного напрямку істинного (географічного) меридіана за годинниковою стрілкою.

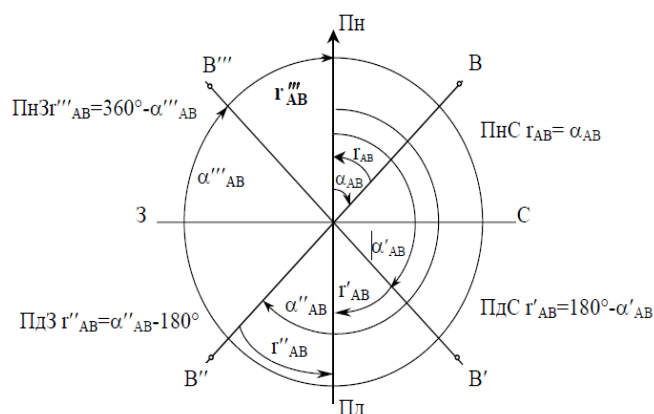
$$A_z = \alpha \pm \gamma_T,$$

де α – дирекційний кут заданої лінії; γ_T – гауссове зближення

меридіанів.

В низу карти розташовано напис: «Середнє зближення меридіанів західне $2^{\circ}22'$ ».

Залежно від розташування стосовно до осьового меридіана кут зближення меридіанів може бути східним або західним. Знак „+” використовують, якщо зближення меридіанів східне; знак „-” – якщо західне.

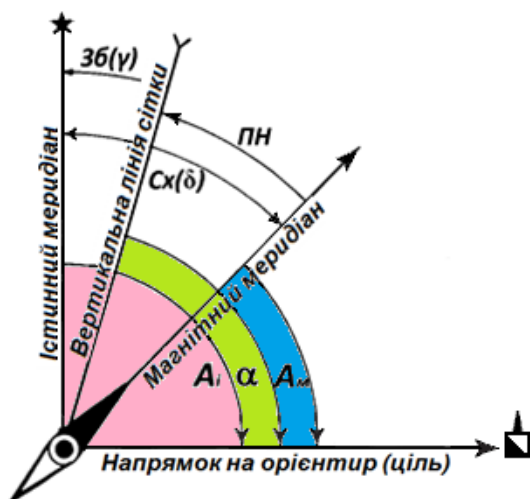


Магнітний азимут – це горизонтальний кут, відрахований за ходом стрілки годинника від північного напрямку магнітного меридіана, що проходить через дану точку, до напрямку з цієї точки на предмет.

$$A_m = A - \delta$$

де A_m – магнітний азимут; A – істинний азимут; δ – схилення магнітної стрілки.

В низу карти розташовано напис: «Схилення на 2015р. східне $5^{\circ}26'$. Річна зміна схилення східна $0^{\circ}02'$ », тому на 2024 схилення магнітної стрілки



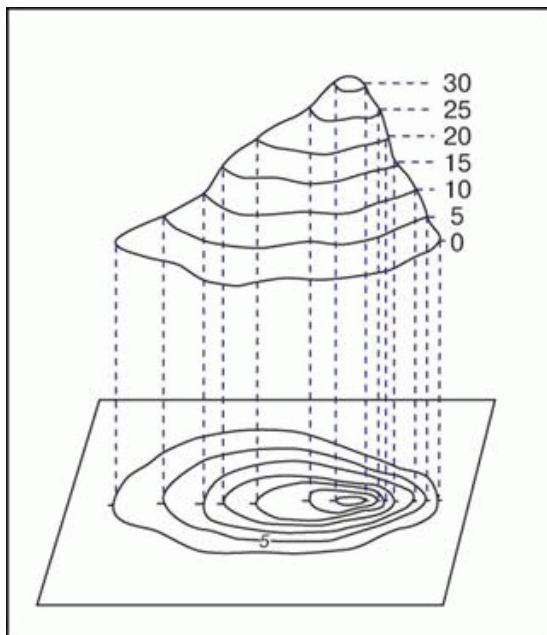
дорівнює $5^{\circ}44'$.

Знак „+” використовують, якщо зближення меридіанів східне; знак „-” – якщо західне.

Румбом називають гострий кут, який відраховують від ближнього північного або південного напрямку осьового меридіана або лінії, паралельної з ним, до заданого напрямку. Значення румбів змінюються від 0° до 90° . Румби позначаються напрямками (ПнСх, ПдСх, ПдЗх, ПнЗх),

що вказують на чверть, в якій знаходиться румб.

Висотою точки називається відрізок прямовисної лінії від цієї точки до певної рівневої поверхні, прийнятої за початок відліку висот.



На топографічному плані рельєф зображують написами відміток окремих характерних точок, умовними знаками (проміїна, обрив і т. п.) і горизонталями.

Горизонталі – це замкнуті криві лінії, які сполучають точки місцевості з однаковими відмітками. Горизонталі утворюють за допомогою перетину поверхні місцевості січними горизонтальними площинами, проведеними через задану відстань, яку називають висотою перетину рельєфу h .

Якщо точка розміщена між горизонталями, тоді для визначення її

висоти на карті через цю точку проводять нормаль до найближчих горизонталей (тобто напрям найбільшої крутості схилу) і вимірюють відстані d_1 і d_2 . Тоді висота цієї точки визначається за формулами:

$$H = H_1 + (H_2 - H_1) \times \frac{d_1}{d_1 + d_2} \quad H = H_2 + (H_1 - H_2) \times \frac{d_2}{d_1 + d_2}$$

де H – відмітка висоти точки, яка лежить між горизонталями з висотами H_1 і H_2 ; d_1 і d_2 – відстані від заданої точки за нормальми до відповідних горизонталей.

Ухил заданої лінії визначають за формулою:

$$i = h / d,$$

де h – перевищення між заданими точками, d – відстань між точками.

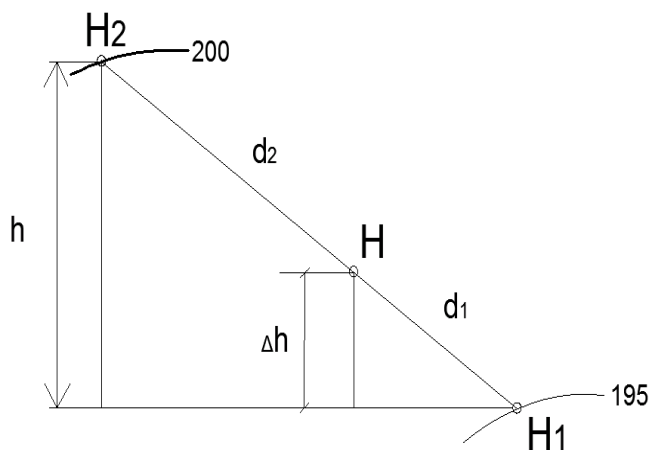
Крутість схилу, яка не перевищує $20^\circ - 25^\circ$, можна визначити за формулою:

$$v = \rho^\circ * i$$

де $\rho^\circ = 57^\circ,3$; i – ухил заданої лінії.

Поздовжній профіль місцевості

Профіль місцевості – це проекція сліду умовного перерізу місцевості вертикальною площиною, яка проходить через задані точки, на проекційну площину.



За топографічною картою (планом) профіль місцевості будують на міліметровому папері в такій послідовності. На карті олівцем викреслюють профільну лінію (це лінія, уздовж якої будують профіль місцевості), тобто з'єднують прямою лінією дві задані точки, а на міліметровому папері – лінію умовного горизонту.

Нижче від лінії умовного горизонту креслять профільну сітку. За підписами горизонталей визначають висоти цих точок, одержаних на лінії профілю, і виписують їх у графу "Висоти" проти відповідних точок перпендикулярно до лінії розграфлення профілю. У графі "Відстані" записують відстані між усіма точками, попередньо визначені за допомогою циркуля і поперечного масштабу.

За допомогою графіка закладань визначають уклони всіх відрізків між горизонталями. Установлюють (підбирають) висоту лінії умовного горизонту з таким розрахунком, щоб точка профілю з мінімальною висотою розміщувалася вище від лінії умовного горизонту на 3 – 4 см. Із точок, позначених на лінії умовного горизонту, будують перпендикуляри, на яких позначають висоти всіх точок у вертикальному масштабі профілю, який повинен бути більшим від горизонтального.

Кінці перпендикулярів послідовно з'єднують прямими лініями і одержують лінію поздовжнього профілю місцевості за заданим напрямом на карті. Уздовж траси профілю креслять план місцевості в умовних знаках топографічної карти. Нижче від профільної сітки підписують значення вертикального і горизонтального масштабів профілю, а вище від профілю – його назву „Поздовжній профіль земної поверхні за напрямом 1–2”.

Приклад оформлення в додатку № 2.

Лабораторні завдання:

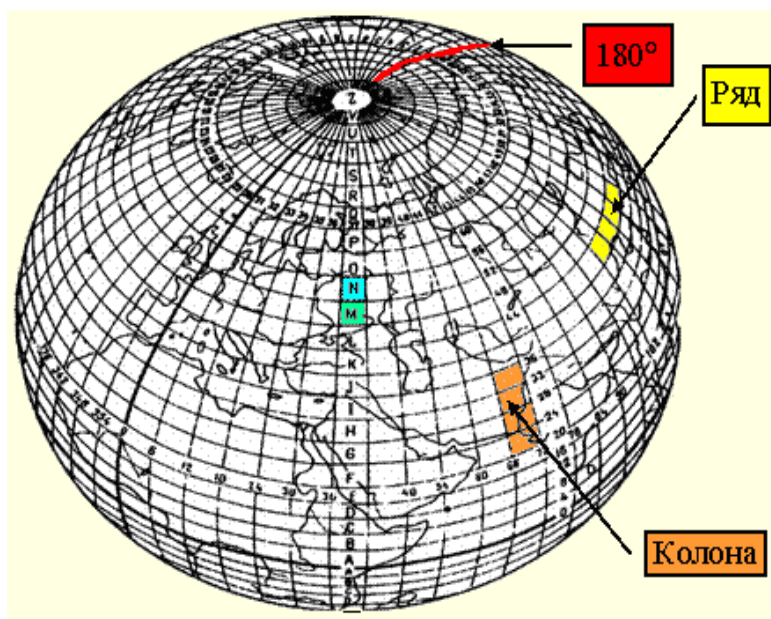
1. Ознайомитись та засвоїти принцип побудови карт.
2. Зробити розрахунок задач за топографічною картою по лінії 1-2 згідно прикладу.
3. Побудувати поздовжній профіль по лінії 1-2 згідно прикладу.

Лабораторна робота № 3.

Тема. Розграфлення та номенклатура топографічних карт.

Мета: засвоїти розграфлення та визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів.

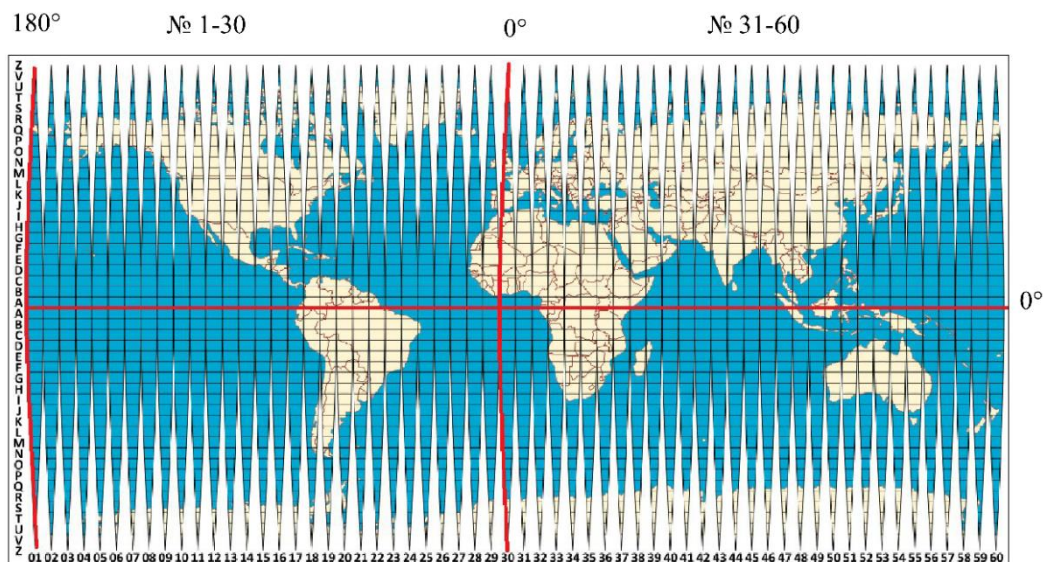
Топографічна карта – це карта багатоаркушева тобто така, що дає картографічне зображення геодезичної зони частинами на окремих аркушах, розміри яких зручні для роботи (формат надрукованих номенклатурних карт майже однаковий).



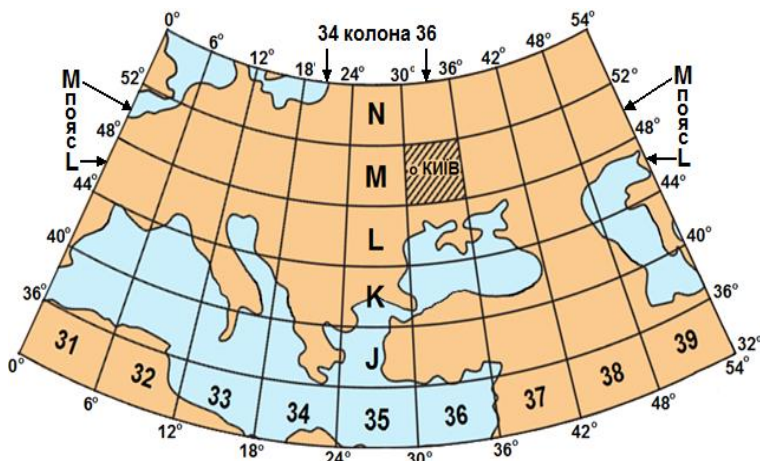
Процес поділу карти на окремі аркуші називають **розграфленням**, а позначення аркушів за прийнятою системою – **номенклатурою** топографічних карт. Під час розграфлення межі окремих аркушів проводять за напрямками меридіанів і паралелей.

Розрізняють трапецієподібне та прямокутне розграфлення.

При трапецієподібному за основу прийняте розграфлення аркушів міжнародної карти масштабу 1 : 1 000 000. Для того щоб одержати один аркуш топографічної карти масштабу 1 : 1 000 000, вся поверхня земної кулі



умовно розділяється меридіанами на колони та зони через 6° по довготі, та паралелями на пояси через 4° по широті на північ та південь від лінії екватора. Нумерація зон починається від Гринвіцького меридіана на схід, нумерація колон



починається від меридіана протилежного на 180° від Гринвіцького меридіана на схід. Всього навколо земної кулі 60 колон і зон, та по 22 пояси для північної та південної півкуль, які позначаються великими буквами латинського

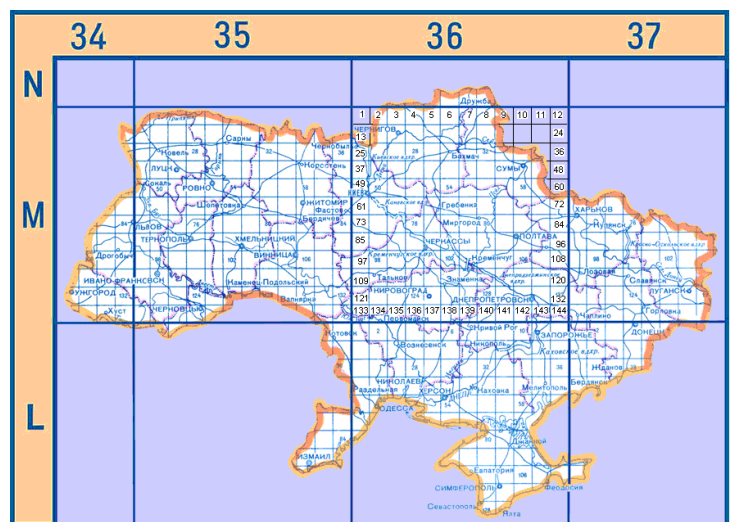
алфавіту. Унаслідок такого розподілу утворюються трапеції розміром 6° по довготі та 4° по широті.

Завдяки географічній сітці, покладеній в основу розподілу карти на аркуші, можна досить точно визначити місцезположення на земній кулі будь-якої ділянки місцевості, що відображена на певному аркуші карти.

Основними принципами розграфлення та складання номенклатури карт вважають:

1) зв'язок із географічним положенням зображеної на карті території; це забезпечує можливість швидко підібрати аркуші карти на будь-які ділянки земної поверхні;

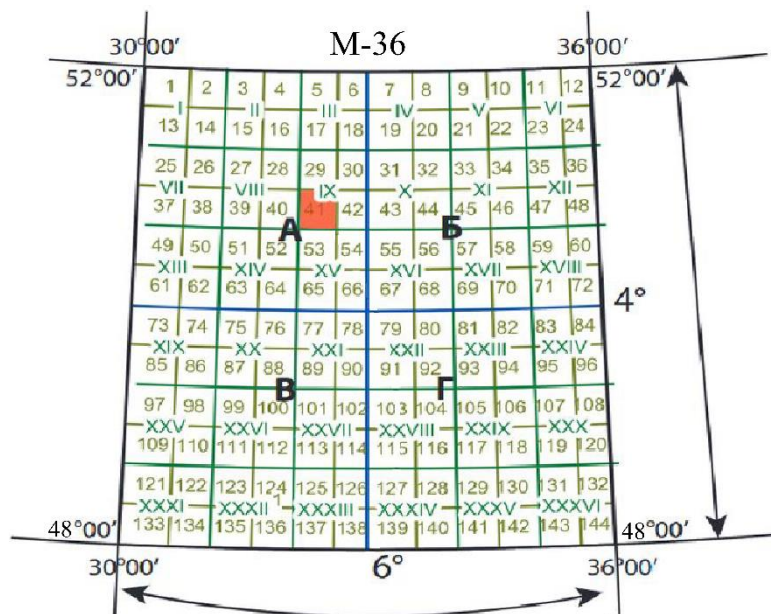
2) залежність від масштабу зображення, яка дозволяє переходити від карт одного масштабу до карт іншого.



Правило подальшого розграфлення топографічних карт полягає в постійному поділі аркуша карти дрібнішого масштабу меридіанами і паралелями на ціле число трапецій аркушів карти більшого масштабу.

Аркуш топокарти масштабу $1 : 1\,000\,000$, наприклад М-36, розмірами по довготі 6° і широті 4° ділять на 144 аркуші топокарти масштабу $1 : 100\,000$, які позначаються арабськими цифрами від 1 до 144. Протяжність аркушу топокарти по довготі – $30'$ і по широті – $20'$. Номенклатура аркушу М-36-41.

Номенклатура листів карт більш крупних масштабів будується на основі листа карти масштабу 1 : 100 000, подібно тому, як будувалися номенклатури розглянутих вище карт на основі листа мільйонної карти.



Аркуш топокарти масштабу 1 : 100 000 наприклад, М-36-41 ділять на 4 аркуші топокарти масштабу 1 : 50 000, які позначаються великими літерами кирилиці А, Б, В, Г. Розміри аркуша топокарти по довготі – 15' і по широті – 10'. Номенклатура аркушу топокарти 1 : 50 000

визначається попередніми позначеннями М-36-41 і відповідною літерою аркуша масштабу 1 : 50 000, наприклад – М-36-41-В.

Аркуш топокарти масштабу 1 : 50 000 ділять на чотири аркуші топокарти масштабу 1 : 25 000, які позначають малими літерами – а, б, в, г. Номенклатура аркуша топокарти масштабу 1 : 25 000 містить номенклатуру аркуша топокарти масштабу 1 : 50 000 і одну із чотирьох малих літер, наприклад – М-36-41-В-в. Розміри аркуша по довготі – 7'30", по широті – 5'.

III. Аркуш карти 30' д. × 20' ш. Масштаб 1:100 000	IV. Аркуш карти 15' д. × 10' ш. Масштаб 1:50 000	V. Аркуш карти 7'30" д. × 5' ш. Масштаб 1:25 000	VI. Аркуш карти 3'45" д. × 2'30" ш. Масштаб 1:10 000
М-36-41 	М-36-41-В 	М-36-41-В-в 	М-36-41-В-в-1

Кожний аркуш топокарти масштабу 1 : 25 000 ділять на чотири аркуші топокарти масштабу 1 : 10 000 і позначають арабськими цифрами 1, 2, 3, 4. Номенклатура аркуша топокарти масштабу 1 : 10 000, наприклад – М-36-41-В-в-1. Протяжність аркушу по довготі – 3'45", по широті – 2'30".

Зведені дані щодо розграфлення, номенклатури і розмірів рамок топографічних карт зазначені в таблиці 2.

Таблиця 2

Масштаб карти	Число аркушів у карті	Позначення аркушів у карті	Номенклатура останнього аркуша карти для вихідного аркуша М-36	Розміри рамок карт	
				за широтою	за довготою
масштабу 1 : 1 000 000					
1 : 1 000 000	1		М-36	4°	6°
1 : 500 000	4	А,Б,В,Г	М-36-Г	2°	3°
1 : 300 000	9	І,ІІ,ІІІ...ІХ	ІХ-М-36	1°20’	2°
1 : 200 000	36	І,ІІ,ІІІ...XXXVI	М-36-XXXVI	40’	1°
1 : 100 000	144	1,2,3...144	М-36-144	20’	30’
масштабу 1 : 100 000					
1 : 50 000	4	А,Б,В,Г	М-36-144-Г	10’	15’
1 : 25 000	16	а,б,в,г	М-36-144-Г-г	5’	7’30
1 : 10 000	64	1,2,3,4	М-36-144-Г-г-4	2’30’’	3’45’’
1 : 5 000	256	1,2,3...256	М-36-144-(256)	1’15’’	1’52,5’’
1 : 2 000	2304	а,б,в,г,д,є,ж,з,і	М-36-144-(256-і)	0’25’’	0’37,5’’

Приклад оформлення в додатку № 3.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти розграфлення та номенклатури топографічних карт різних масштабів 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1 : 50 000, 1 : 25 000, 1 : 10 000.

2. Визначити за індивідуальними формулами географічні координати точки: $B = 44^\circ + N + 22'22'' \cdot n$; $L = 23^\circ + N + 33'33'' \cdot n$.

де N – номер групи; n – номер варіанта за списком.

3. Знайти за індивідуальними географічними координатами точки номенклатуру топографічної карти з масштабу 1 : 1 000 000 до масштабу 1 : 10 000.

Лабораторна робота № 4.

Тема. Теодоліт. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.

Мета: вивчити будову теодоліта і його складових частин та опанувати методику вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів теодолітом.

Будь-які знімання розуміють як сукупність геодезичних дій, що виконуються на місцевості з метою складання карт, планів і профілів, для цього доводиться вимірювати горизонтальні і вертикальні кути, відстані і перевищення між точками.

Теодоліт – геодезичний прилад, що застосовується для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів та визначення відстаней до реєчних точок.

Теодоліти класифікують за багатьма критеріями:

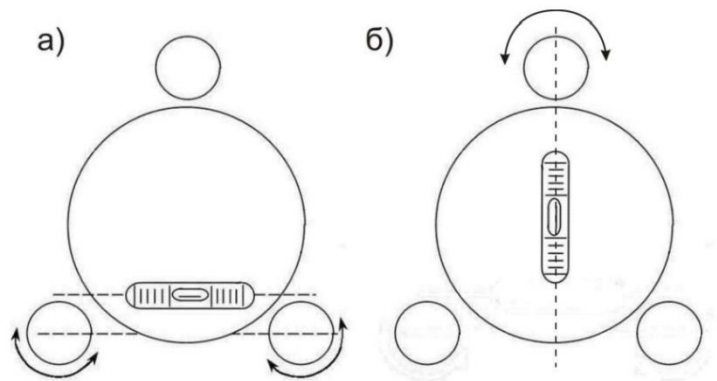
- 1) *за призначенням*: геодезичні, маркшейдерські, астрономічні, фототеодоліти;
- 2) *за точністю* (відповідно до середньо-квадратичної помилки вимірювання кута): високоточні (Т1, Т05), точні (Т2, Т5) і технічні (Т15, Т30, 2Т30);
- 3) *за типом відлікового пристрою*: верньєрні, із шкаловим мікроскопом, із штриховим мікроскопом, із оптичним мікрометром, із електронною цифровою індикацією;
- 4) *за конструкцією вертикальної осі*: повторювальні, неповторювальні або прості;
- 5) *за конструкцією оптичної відлікової системи*: з двохстороннім відліком за кругами і одностороннім;
- 6) *за фізичною природою носія інформації*: механічні, оптичні, кодові;
- 7) *за типом зорової труби*: з прямим і оберненим зображенням;
- 8) *за конструкцією стабілізації відлікового індекса*: з рівнем при вертикальному крузі, з рівнем при алідаді горизонтального круга, з компенсатором кутів нахилу.

Теодоліт 2Т30 відноситься до технічних, з повторювальною системою вертикальної осі. Система відліку одностороння, із шкаловим мікроскопом. Призначений для вимірювання кутів у теодолітних і тахеометричних ходах, знімальних геодезичних мережах, при перенесенні в натуру споруд і інженерно-технічних вишукуваннях трас. Загальний вигляд і будова теодоліта 2Т30 показан на рис.

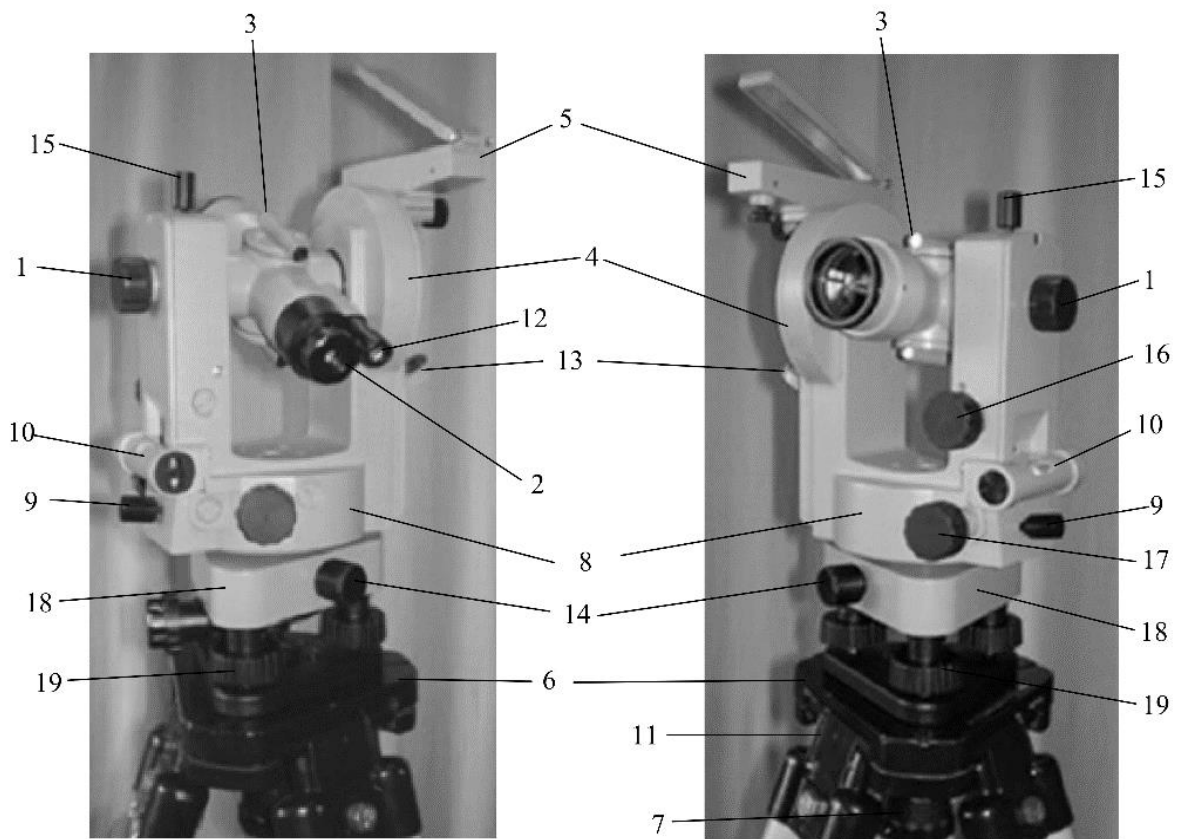
Приведення теодоліта в робоче положення включає центрування, горизонтування приладу й фокусування зорової труби.

Центрування – це встановлення центра лімба або осі алідади на одній прямовисній лінії з вершиною кута. Для центрування використовують ниткові виски і оптичні центрири.

Горизонтування – приведення площини лімба в горизонтальне положення або осі алідади в прямовисне положення піднімальними гвинтами: а) циліндричний рівень встановлений за напрямком двох піднімальних гвинтів; б) циліндричний рівень встановлений за напрямком третього піднімального гвинта.



Будова теодоліта Т-30, 2Т-30 показана на рисунку 2.

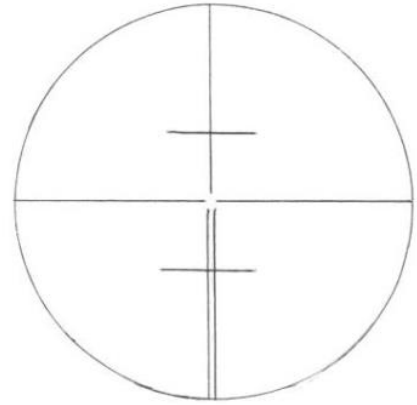


1 – Гвинт кремальєри; 2 – Окуляр зорової труби; 3 – Візир зорової труби; 4 – Вертикальний круг (ВК); 5 – Орієнтир-бусоль; 6 – Головка штатив; 7 – Становий гвинт; 8 – Горизонтальний круг (ГК); 9 – Закріпний гвинт алідади горизонтального круга; 10 – Циліндричний рівень; 11 – Штатив; 12 – Окуляр відлікового мікроскопа; 13 – Віконце с дзеркалом для освітлення; 14 – Закріпний гвинт лімба горизонтального круга; 15 – Закріпний гвинт зорової труби; 16 – Навідний гвинт зорової труби; 17 – Навідний гвинт алідади; 18 – Підставка теодоліта (трегер); 19 – Підйомні гвинти.

Фокусування зорової труби – це отримання в полі зору труби чіткого зображення сітки ниток і предмету, який спостерігається.

Два горизонтальні короткі штрихи вище і нижче від центру сітки ниток є *нитяним віддалеміром* за допомогою якого вимірюється відстань від прилада до рейки.

При вимірюванні кутів теодолітом треба вміти правильно прочитати відлік на лімбі. У теодоліта 2Т30 коло лімба поділене на 360 поділок, кожна з яких відповідає 1° . Градусна величина однієї поділки лімба називається ціною поділки лімба. Відліки в теодоліті 2Т30 знімають за допомогою відлікового шкалового мікроскопу, в поле зору якого передаються зображення відліків з лімбів горизонтального і вертикального кругів.

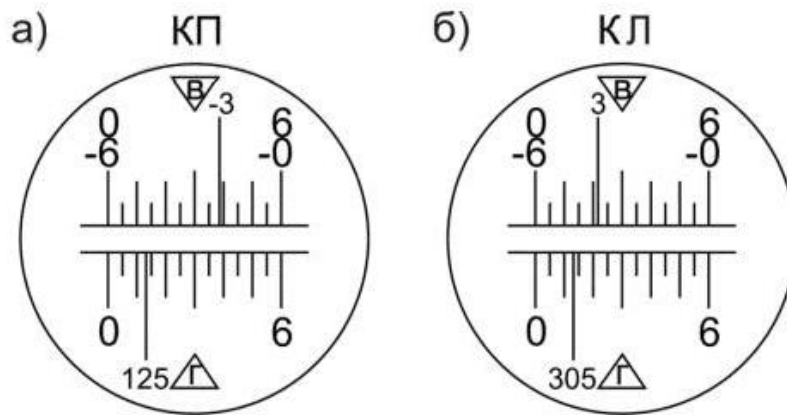


Окуляр відлікового мікроскопа знаходиться поряд з окуляром зорової труби. Верхня частина поля зору передає зображення вертикального круга (позначено літерою В), а нижня – горизонтального (позначено літерою Г).

Горизонтальний кут – це ортогональна проекція просторового кута на горизонтальну площину.

Кутові вимірювання виконують з метою визначення у просторі або на горизонтальній площині взаємного розташування точок місцевості. Для визначення положення точок на плані вимірюють горизонтальні кути. Для визначення їх положення за висотою вимірюють вертикальні кути (кути нахилу).

Відліки в теодоліті 2Т30 складаються з двох частин – градуси (знімаються за підписаним штрихом лімба) та мінути (знімаються за шкалою від „0” до підписаного штриха лімба). Ціна найменшої нанесеної поділки шкали – $5'$. Відліки мінут за шкалами знімають на око, з точністю до $1'$. На рис. відлік за ГК при КП = $125^\circ 13'$; відлік за ГК при КЛ = $305^\circ 13'$.



Поле зору відлікового мікроскопу теодоліта 2Т30:
а) при крузі праворуч; б) при крузі ліворуч

Відліки за вертикальним кругом знімаються за таким же принципом, але, залежно від знаку кута нахилу, необхідно використовувати різні шкали, які мають відповідне оцифрування. На рис. а – відлік на лімбі = -3° , тому використовуємо шкалу від „-0” до „-6”, відраховуючи кількість мінут справа наліво. Отже, остаточні відліки: за ВК при КП = $-3^\circ 22'$; за ВК при КЛ = $+3^\circ 22'$.

Вимірювання горизонтальних кутів способом прийомів полягає у двократному вимірюванні одного і того самого кута при двох положеннях вертикального круга («круг ліво» і «круг право») та обчисленні середнього значення кута, який вимірюють. Відліки записують у „Журнал теодолітом зйомки” у відповідну графу.

Якщо відлік на задню точку виявився меншим, ніж на передню, то до нього заздалегідь потрібно додати 360° .

Коли значення кута, визначені при положеннях КП і КЛ, відрізняються не більше ніж на подвійну точність відлікового пристрою, то з них виводять середнє і записують у відповідні графи журналу, вважаючи цей запис величиною кута, якщо різниця між величинами кута, отриманими при положеннях КП і КЛ, більша від подвійної точності теодоліта, вимірювання кута треба провести ще раз.

Кут нахилу ν називають кут між горизонтальною площиною і напрямком на необхідну точку. Прийнято називати кути нахилу вертикальними. Якщо точка, на яку необхідно визначити кут нахилу, розміщена вище від горизонтальної площини, то кут нахилу буде із знаком плюс, а якщо нижче – мінус.

У процесі вимірювання кутів нахилу спочатку визначають місце нуля вертикального круга (МО ВК).

МО ВК – відлік з вертикального круга, при якому візирна вісь зорової труби горизонтальна і бульбашка рівня при алідаді ВК знаходиться в нуль-пункті.

Для визначення місця нуля встановлюють за рівнем вісь обертання теодоліта в прямовисне положення. При крузі “ліво” візують трубу на віддалену точку, яку чітко видно, і беруть відлік по вертикальному кругу. Переводять трубу через зеніт, візують трубу на ту саму точку й беруть відлік за вертикальним кругом.

Місце нуля МО вертикального круга визначають за відповідними формулами, залежно від конструкції теодоліта:

$$MO_{2T30} = \frac{KL + KP}{2}; \quad MO_{T30} = \frac{KL + KP \pm 180}{2}$$

Після визначення місця нуля MO BK вираховують кут нахилу v за формулою:

$$v = KL - MO = MO - KP$$

Якщо значення кута нахилу, визначені при положеннях КП і КЛ, відрізняються не більш як на подвійну точність приладу, то з них виводять середнє і записують у відповідні граfi журналу, вважаючи цей запис величиною вертикального кута нахилу лінії.

Значення для журналу теодолітної зйомки

№ пікетів	Відмітки по ГК		Відмітки по ВК		Відстані
	КЛ	КП	КЛ	КП	
1	08°15'	188°15'	7°18'	-7°17'	4,3
2	11°34'	191°34'	4°36'	-4°36'	2,1
3	15°55'	195°56'	6°54'	-6°53'	5,4
4	21°54'	201°54'	2°24'	-2°24'	6,3
5	28°15'	208°15'	5°43'	-5°42'	2,8
6	34°15'	214°15'	9°35'	-9°35'	4,5
7	55°39'	235°40'	7°49'	-7°49'	7,9
8	61°42'	241°42'	1°58'	-1°59'	2,6
9	79°08'	259°08'	6°03'	-6°03'	3,5
10	83°53'	263°52'	9°18'	-9°17'	5,9
11	90°25'	270°24'	2°02'	2°02'	6,1
12	118°57'	298°57'	5°33'	-5°32'	7,2
13	162°12'	342°13'	0°28'	-0°27'	4,9
14	202°41'	382°41'	12°00'	-12°00'	8,7
15	275°14'	95°15'	1°47'	-1°46'	9,4

Для виконання роботи за індивідуальним завдання значення горизонтальних і вертикальних кутів беруть з таблиці «Значення для журналу теодолітної зйомки», та з таблиці «Індивідуальне завдання згідно варіанту» за номером за списком беруться номери пікетів.

Індивідуальне завдання згідно варіанту.

№ вар	№ пикетів		№ вар	№ пикетів	
1	8	12	16	8	15
2	3	15	17	1	14
3	10	6	18	3	13
4	1	9	19	5	12
5	5	7	20	10	11
6	2	13	21	2	10
7	11	8	22	6	9
8	13	2	23	11	8
9	4	10	24	14	7
10	7	14	25	13	6
11	14	3	26	12	5
12	15	4	27	4	4
13	6	11	28	7	3
14	9	5	29	9	2
15	12	1	30	15	1

Приклад оформлення в додатку № 4.

Лабораторні завдання:

1. Вивчити будову теодоліта. Привести його в робоче положення.
2. Зняти відліки з горизонтального і вертикального кругів та визначити відстань до рейки.
3. В бланк записати будову теодоліта та позначити його елементи.
4. За індивідуальним завданням зробити розрахунки та оформити журнал теодолітної зйомки.

Лабораторна робота № 5.

Тема. Обчислювальна обробка результатів теодолітного знімання. Побудова плану. Обчислення площ земельної ділянки.

Мета: засвоїти обробку результатів теодолітного знімання, навчитись будувати план та робити обчислення площ земельної ділянки.

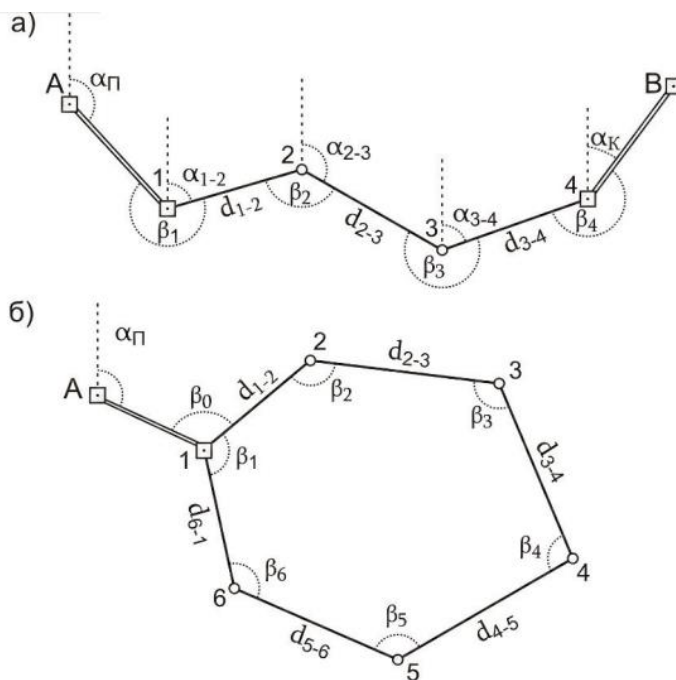
Теодолітним ходом називається хід, у якому кути вимірюють з точністю 0,5-1', а довжини сторін сталеною стрічкою з відносною похибкою 1 : 2 000. Теодолітний, хід який опирається на одну тверду лінію, називається замкненим, а хід, який опирається на дві тверді лінії, називається розімкненим.

Тверда лінія – це лінія, в якій відомі координати початкової і кінцевої точок або координати однієї з точок та дирекційний кут лінії. Тверді лінії на схемі позначаються подвійними лініями.

Для визначення координат точок ходу необхідно виміряти кути $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ та довжини ліній $d_1, d_2, \dots, d_{n-1}$. Якщо при русі за напрямком зростання нумерації точок ходу виміряні кути лежать з правого боку, то їх називають правими і позначають $\beta_{\text{П}}$, якщо з лівого боку – лівими $\beta_{\text{Л}}$.

Якщо значення кута, визначені при положеннях КП і КЛ, відрізняються не більше ніж подвійну точність відлікового пристрою, то обчислюють середнє значення кута та записують у відповідну графу журналу. Якщо різниця між величинами кута, отриманими при положеннях КП і КЛ, більша від подвійної точності теодоліта (1'), вимірювання кута виконують повторно.

Вимірювання ліній проводять мірною стрічкою двічі – в прямому та зворотному напрямках. Відносна похибка вимірювань не повинна перевищувати 1:2000 за сприятливих умов (відкрита місцевість) для проведення вимірів і 1/1000, коли умови для вимірювання є несприятливі (забудовані або вкриті густою рослинністю території), тобто допустимі абсолютні похибки на 100 м довжини лінії – 3-5 см за сприятливих умов, 10 см за несприятливих.



Схему теодолітної зйомки наведено на рисунку 3.



Рис. 3. Схему теодолітної зйомки земельної ділянки

Після обробки журналу приступають до обчислення координат точок теодолітних ходів, розрахунки яких ведуться у спеціальній відомості.

Обробка координатної відомості починається з визначення та усунення кутової нев'язки, яка виникає в результаті помилок, допущених під час вимірювання кутів. З цією метою знаходять суму виміряних внутрішніх кутів полігона $\sum \beta_{\text{пр}}$ і теоретичну суму кутів $\sum \beta_{\text{теор.}}$.

Останню обчислюють за формулою:

$$\sum \beta_{\text{теор.}} = 180^\circ \cdot (n-2),$$

де n – кількість кутів полігона.

Кутову нев'язку ходу f_β знаходять за різницею практичної та теоретичної сум його кутів:

$$f_\beta = \sum \beta_{\text{пр}} - \sum \beta_{\text{теор.}}$$

Допустиму нев'язку вираховують за формулою: $f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1' \sqrt{n}$, де n – кількість внутрішніх кутів замкненого полігона.

Якщо отримана нев'язка не перевищує допустиме значення, її необхідно розподілити порівну на всі кути, вводячи поправки, обчислені із заокругленням до $0',1$ та записані червоним кольором з протилежним знаком поруч з відповідним виміряним кутом.

кути		Сторони	Дирекційні кути	
Виправлені			°	′
°	′			
73	17	1–2	5	40
102	12	2–3	83	28
91	38			
69	5	3–4	171	50
		4–5	282	45
203	48	5–1	258	57
		1–2	5	40

На наступному етапі необхідно вирахувати дирекційні кути всіх ліній теодолітного ходу.

Для їх визначення необхідно знати дирекційний кут вихідної лінії.

Дирекційний кут вихідної лінії 1-2 і координати точки 1 були визначені шляхом прив'язки теодолітного ходу до пунктів державної геодезичної мережі.

Дирекційні кути всіх інших ліній:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{\text{пр}}; \quad \alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \beta_{\text{лів}};$$

де α_n і α_{n-1} – дирекційні кути відповідно

наступної та попередньої лінії;

$\beta_{\text{пр}}$ і $\beta_{\text{лів}}$, – праві та ліві за напрямком ходу внутрішні кути між цими лініями.

№ та вершин	Внутрішні кути				
	виміряні		поправки	Виправлені	
	°	'	'	°	'
1	73	16,5	0,5	73	17
2	102	12		102	12
3	91	37,5	0,5	91	38
4	69	4,5	0,5	69	5
5	203	47,5	0,5	203	48
1					
$\sum \beta_{\text{т}} =$	540	00			
$\sum \beta_{\text{пр}} =$	539	58			
$f_\beta =$		+2			
$\beta_{\text{доп}} = \pm 2\sqrt{n} =$	2,2				

Дирекційний кут лінії 2-3 є вихідним для обчислення дирекційного кута лінії 3-4 і т.д. Якщо обчислювані дирекційні кути будуть мати значення більше 360° , їх необхідно зменшити на цю величину. Контролем по даній графі є обчислення дирекційного кута 1-2, який розраховується з вихідного напрямку попередньої точки.

Прирости координат:

$$\Delta X = d \cdot \cos \alpha; \quad \Delta Y = d \cdot \sin \alpha;$$

де d – горизонтальне прокладення лінії,
 α – дирекційні кути відповідної лінії.

Вирахувані прирости необхідно підсумувати окремо зі знаками «+» і «-» та записати нижче результатів розрахунків. Алгебраїчна сума приростів координат теоретично повинна дорівнювати нулю, тому різниця між отриманими сумами з різними знаками є нев'язка.

Якість отриманих результатів перевіряють за вирахованою відносною нев'язкою, яка не повинна перевищувати $1/2000$ при сприятливих умовах для вимірювання. Відносну нев'язку

вираховують за формулою: $f_{\text{відн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P}$

Абсолютна лінійна нев'язка:

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2}$$

Якщо відносна похибка не перевищує допустиму, необхідно урівняти прирости координат. Отримані нев'язки $f_{\Delta x}$ і $f_{\Delta y}$ необхідно розподілити пропорційно горизонтальним прокладенням ліній між приростами координат.

Суми поправок по Δx і Δy за абсолютною величиною повинні дорівнювати нев'язкам $f_{\Delta x}$ і $f_{\Delta y}$, а сума виправлених приростів координат – нулю.

Після ув'язки приростів обчислюють координати вершин полігона: до отриманих у результаті прив'язки координат однієї з його точок додають відповідні ув'язані прирости з їхнім знаком:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X; \quad Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y;$$

Довжина горизонтальної проекції. Сторони (м)	Вирахувані прирости			
	ΔX	поправки	ΔY	поправки
98,49	98,01		9,73	
160,99	18,32	0,01	159,94	0,01
121,21	-119,98	0,01	17,22	0,01
97,62	21,54		-95,21	
93,43	-17,91		-91,70	
571,74	$\Delta X = -137,89$		$\Delta Y = -186,91$	
	$\Delta X = 137,87$		$\Delta Y = +186,89$	
	$f_{\Delta X} = -0,02$		$f_{\Delta Y} = -0,02$	
$f_{\text{абс}} = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2} = 0,03$				
$f_{\text{відн}} = \frac{0,03}{571,74} = \frac{1}{19058} \leq \frac{1}{2000}$				

Виправлені прирости		Координата				№.№ вершин
ΔX	ΔY	$\pm$	X	$\pm$	Y	
98,01	9,73		1000,00		1100,00	1
			1098,01		1109,73	2
18,33	159,95		1116,34		1269,68	3
-119,97	17,23		996,37		1286,91	4
21,54	-95,21		1017,91		1191,70	5
-17,91	-91,70		1000,00		1100,00	1

де X_{i+1} , Y_{i+1} – координати наступної точки.

Контролем обчислень слугує отримання координат вихідної точки в результаті додавання до координат останньої точки відповідних приростів координат.

Побудова плану теодолітного знімання.

Під час складання плану використовують матеріали, одержані під час проведення польових робіт – абриси та схеми горизонтального знімання, а також матеріали визначення координат точок теодолітних ходів.

Побудова плану передбачає:

- визначення розміру аркуша паперу;
- побудову координатної сітки;
- нанесення знімальних точок за координатами;
- нанесення внутрішньої ситуації;
- оформлення плану в умовних знаках відповідно до масштабу.

Перед складанням необхідно розрахувати розміри плану з півночі на південь та з заходу на схід у заданому масштабі:

$$X_{\text{плану}} = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{m};$$
$$Y_{\text{плану}} = \frac{Y_{\text{max}} - Y_{\text{min}}}{m}.$$

де m – число метрів на місцевості, що відповідає 1 см на плані.

Для того щоб, побудувати план теодолітного знімання, необхідно накреслити координатну сітку зі стороною квадрата 10. Спочатку через весь формат аркуша провести дві діагоналі (AB і CD), наколотися точку їх перетину (E) від неї відкласти на діагоналях циркулем-вимірником рівні відрізки ($AE = BE = CE = DE$) по 14 – 16 см, послідовно з'єднати точки A, C, B, D – у результаті вийде прямокутник. Паралельні сторони прямокутника не повинні відрізнятися один від одного більш ніж на 0,2 мм. Прямокутник (ACBD) розбити на квадрати зі стороною 10 см (500 м у масштабі 1: 5000), для чого на сторонах прямокутника AC і BD, а також CB і AD попарно відкласти по 10 см, ідентичні точки з'єднати – вийде сітка квадратів. Квадрати проконтролювати – діагоналі їх повинні бути рівні, а також відрізки $a = a_1$ та $b = b_1$.

Враховуючи обчислені координати вершин полігона, вибрати початок координат і оцифрувати координатну сітку з таким розрахунком, щоб усі поворотні точки вмістилися на плані.

Нанести точки полігона за координатами користуючись поперечним масштабом. Для цього спочатку потрібно за координатами визначити квадрат, на який припадає дана точка. Відкласти на його відповідних

сторонах попарно координати X і Y (враховуючи знаки), ідентичні точки з'єднати, в перетині наколоти і обвести точку кружком діаметром 2 мм.

Приклад побудови плану показано на рисунку 4.

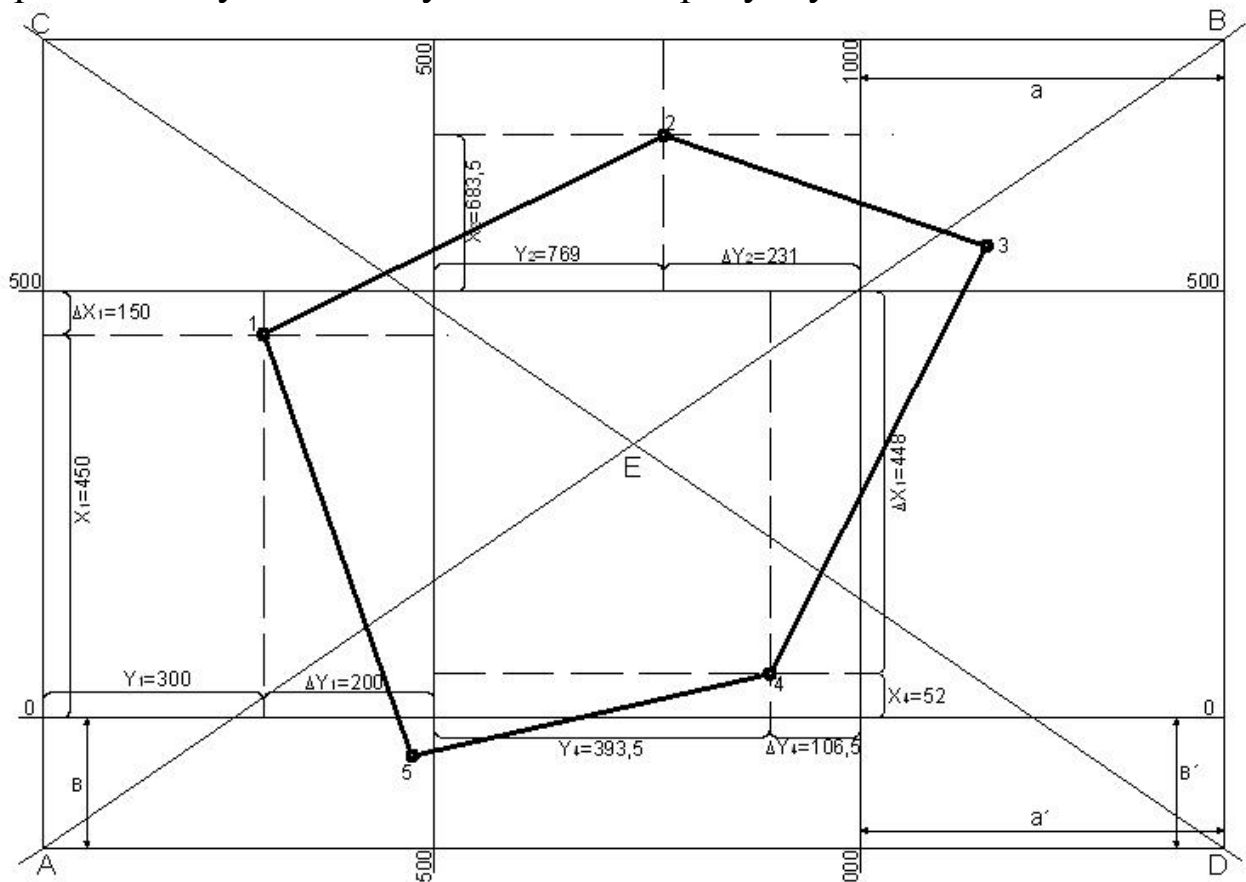


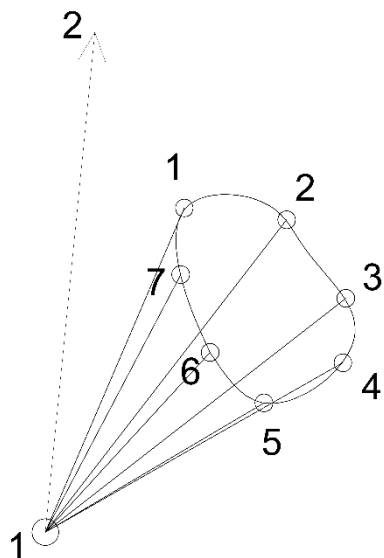
Рис. 4. Побудова плану теодолітного знімання.

Правильність нанесення перевіряють відкладанням на відповідних сторонах квадрата додатків координат до 500 м, тобто $\Delta X = 500 - X$; $\Delta Y = 500 - Y$, або за відстанню між сусідніми точками, взятими з відомості обчислень координат з графі горизонтальне прокладення лінії. Допустима розбіжність – у межах графічної точності.

Після перевірки усі точки з'єднати прямими лініями.

Нанесення ситуації.

Побудувати контур *Озеро*, знятий полярним способом. Вихідні дані – абрис та журнал знімання. Нанесення точок тахеометричного знімання виконують за допомогою лінійки і геодезичного транспортира.



3 вершини точки 1 полігона прикладають центр транспортира

сполучають зі станцією знімання лінії 1–2 та будують при точці 1 кути 2–1–1, 2–1–2 2–1–7, за цими напрямками відкладають відрізки у прийнятому масштабі. Точки з'єднують плавною лінією.

Нанесення інших контурів робиться порівняно зі схемою: по лінії 2–3 відкладають від точки 2 відстань 70,08, отриману точку з'єднують з точкою 5. По цій лінії відкладають польову дорогу шириною 6 м та лісосмугу шириною 12 м, викреслюємо згідно умовним позначенням. По новоствореної лінії від точки 5 відкладають 45,81, а від точки 1 по лінії 1–2 відкладають 55,08, ці точки з'єднують лінією, вона і буде роздільною між контурами Сад та Сіножаті.

Оформлення плану. Після закінчення нанесення на план точок обґрунтування і ситуації переходять до його кінцевого оформлення. Всі підписи і цифри на плані розташовують за напрямом на північ. Перетин ліній координатної сітки (хрести – 6 мм) і елементи гідрографії викреслити зеленою або синьою тушшю, ґрунти – коричневою, усе інше – чорною. Діагоналі та інші допоміжні олівцеві лінії, пов'язані з побудовами, не викреслювати. Ситуацію викреслити згідно з умовними знаками. Номери контурів на плані не підписують.

Визначення площ.

Площі визначають такими способами: 1) аналітичним – за лінійними і кутовими величинами, виміряними в натурі (на місцевості) або за їх функціями (координатами); 2) графічним – за лінійними величинами або

Журнал знімання Озера
полярним способом
Ст 1 на 2 00°00'

№	Кут	Відстань
1	17°32'	39,46
2	32°00'	44,15
3	46°27'	42,60
4	54°41'	38,30
5	53°45'	28,42
6	36°51'	27,27
7	22°10'	32,55

координатами, вимірюваними вимірником і масштабною лінійкою на плані;
3) механічним – за допомогою механічних приладів (планіметрів).

Аналітичний спосіб обчислення площ за координатами застосовується у випадку, якщо ділянка має форму багатокутника, сторони якого прямолінійні та є відомі прямокутні координати вершин ділянки з необхідною точністю.

Формула для визначення площі аналітичним способом має вигляд:

$$2P = \sum_{i=1}^n x_i(y_{i+1} - y_{i-1})$$
$$2P = \sum_{i=1}^n y_i(x_{i-1} - x_{i+1})$$

де i – номер точки полігона, n – кількість точок полігона.

При обчисленнях обов'язково враховуються знаки різниць координат. Результати обчислення площі за двома формулами мають бути однаковими.

Різниця між двічі отриманими значеннями площ не повинна перевищувати величину, що визначається за формулою:

$$\Delta p = \pm 0,5\sqrt{2n},$$

де n – число добутків.

За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення та записують площу ділянки в гектарах з точністю до 0,01.

Приклад оформлення в додатку № 5.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти обробку результатів теодолітного знімання та вирахувати координатну відомість згідно варіанту.

$$\alpha_{1-2} = 80^\circ + N^\circ + 20' + n';$$

$$X_{\text{варіант}} = 1000 + 100 \cdot n + 22,22 \cdot n;$$

$$Y_{\text{варіант}} = 2000 + 200 \cdot n + 44,44 \cdot n.$$

де N – номер групи, n – номер значення задане викладачем.

2. Навчитись та побудувати ПЛАН теодолітної зйомки земельної ділянки.

3. Зробити обчислення площ земельної ділянки.

Лабораторна робота № 6

Тема. Нівелір. Вимірювання перевищень та визначення висот точок.

Мета: вивчити будову нівеліра і його складових частин, розібратися в геометричному нівелюванні та опанувати методику вимірювання перевищень та визначення висот точок.

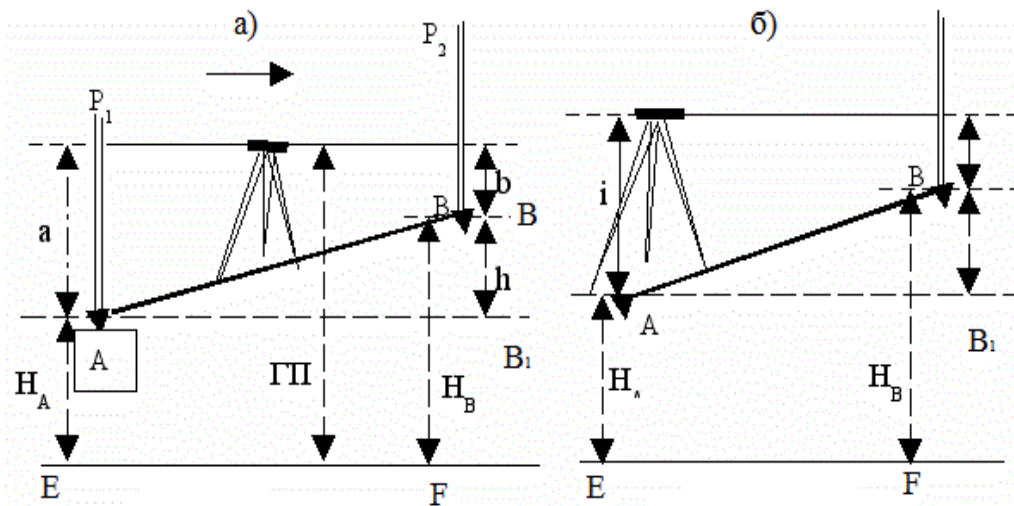
Нівелюванням називається сукупність вимірів на місцевості, в результаті якої визначають перевищення між точками місцевості з подальшим обчисленням їх висот щодо прийнятої вихідної поверхні.

Існують такі *способи нівелювання*:

- 1) **геометричне** – використовується принцип горизонтальності візирного променя зорової труби;
- 2) **тригонометричне (геодезичне)** – використовується принцип нахиленого візирного променя зорової труби;
- 3) **барометричне** – виконується за допомогою барометрів, тобто враховується залежність між атмосферним тиском і висотою над рівнем моря;
- 4) **гідростатичне** – виконується відносно рівня рідини сполучених посудин, у яких, як відомо, рідина завжди знаходиться на одному рівні;
- 5) **стереофотограмметричне** – ґрунтується на вимірюванні перевищень по моделі об'єкта отриманого при розгляданні стереопари фотознімків місцевості;
- 6) **аерорадіонівелювання** – виконується за допомогою радіовисотомірів, що встановлюються на літаках та інших літальних апаратах;
- 7) **механічне (автоматичне)** – що виконується за допомогою приладів (висотомірів-автоматів), встановлених на транспортних засобах, які автоматично викреслюють поздовжній профіль шляху подоланого транспортним засобом.

Геометричним називається нівелювання, при якому перевищення точок місцевості вимірюють за допомогою горизонтального візирного променя геодезичного приладу (нівеліра, теодоліта та ін.) і прямовисно встановлених у цих точках нівелірних рейок.

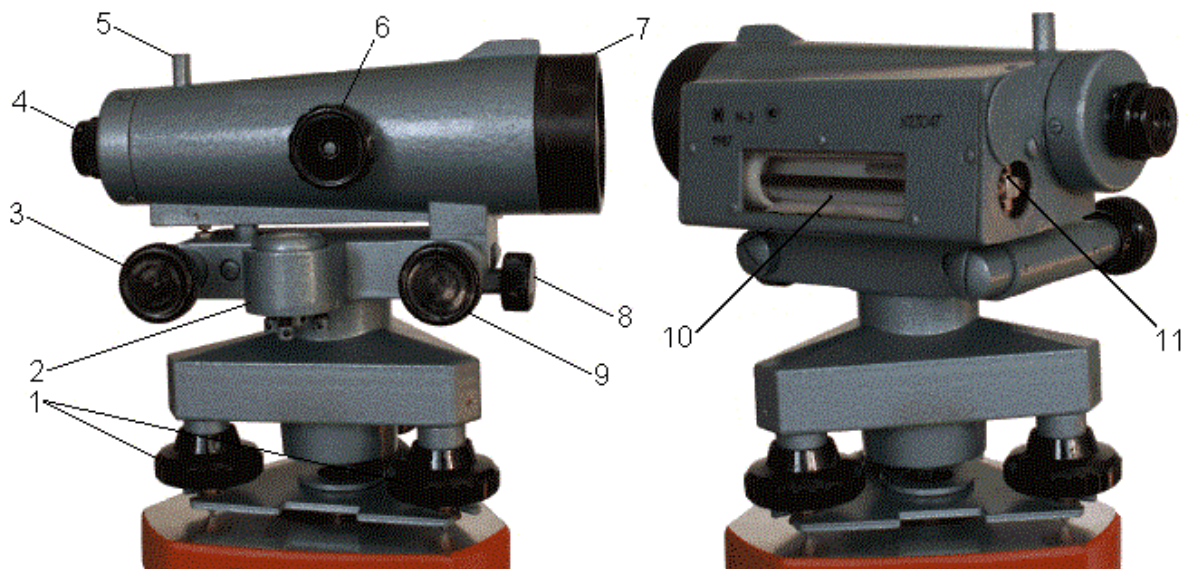
Розрізняють способи геометричного нівелювання: *із середини* (а) та *вперед* (б).



При нівелюванні із середини у точках А та В установлюють рейки P_1 та P_2 у прямовисне положення, а між ними на однаковій відстані від рейок – нівелір i .

Наводячи послідовно нівеліром на рейки беруть відліки a і b . Точка B , перевищення якої визначається, називається передньою точкою, а точка A , відносно якої визначається перевищення, називається задньою. Так само називаються рейки. Отже, перевищення “ h ” дорівнює різниці відліків по задній і передній рейках, тобто $h = a - b$, а висота точки B дорівнює висоті точки A “ H_A ” плюс перевищення “ h ”: $H_B = H_A + h$.

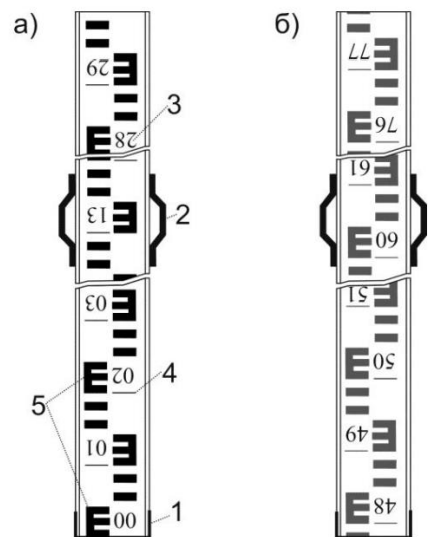
Нівелір – це оптико-механічний прилад, призначений для побудови в просторі горизонтального променя. За допомогою нівелірів виконують геометричне нівелювання для визначення перевищення між двома точками.



1 – підйомні гвинти; 2 – круглий рівень; 3 – елеваційний гвинт; 4 – окуляр з діоптрійним кільцем; 5 – приціл; 6 – кремальєра фокусування зображення; 7 – об’єктив; 8 – закріплювальний гвинт; 9 – навідний мікрометричний гвинт труби; 10 – корпус контактного циліндричного рівня; 11 – юстировочні гвинти циліндричного рівня

Для точного нівелювання, а також при виконанні всіх видів геодезичних і розміточних робіт застосовують рейку. Рейки мають шашечці сантиметрові поділки з підписаними значеннями дециметрів.

З боків рейки закріплено дві ручки (2). Кінці рейки для міцності оковують металевими пластинами (1). На одному боці нанесено чорні і білі поділки (чорний бік (а)), на іншому – червоні і білі (червоний бік (б)). Поділ виконано у вигляді дециметрів, розділених на 10 частин. Кожний дециметр підписано двозначним числом (3). Початок кожного дециметра фіксують тонким горизонтальним штрихом (4), для простоти відлічування, поділки об'єднано по п'ять сантиметрів буквою Е (5).

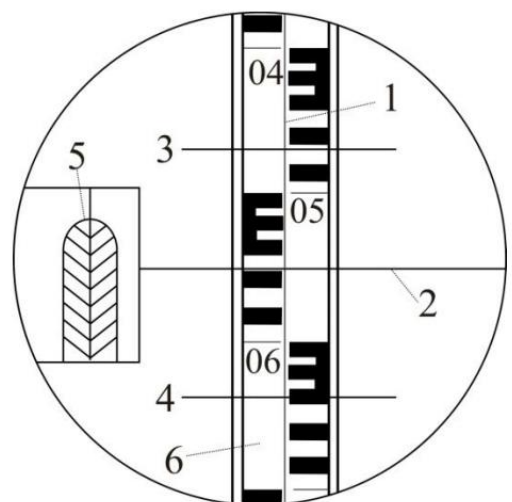


Перед зніманням відліку з рейки необхідно:

1. Установити нівелір на штатив і за допомогою піднімальних гвинтів вивести бульбашку круглого рівня на середину (в нуль-пункт);
2. Приблизно навести зорову трубу на рейку за допомогою візиру та зафіксувати напрям наведення закріпним гвинтом;
3. Досягнути чіткого зображення рейки в полі зору труби за допомогою фокусуючого гвинта;
4. Досягнути чіткого зображення сітки ниток у полі зору труби за допомогою діоптрійного кільця окуляра;
5. Точно навести зорову трубу на рейку (сумістити вертикальний штрих сітки ниток з центром рейки) за допомогою навідного гвинта;
6. Привести бульбашку циліндричного рівня на середину за допомогою елеваційного гвинта.

У полі зору труби видно: вертикальний штрих (1) сітки ниток; середній (2), верхній (3) і нижній (4) – горизонтальні штрихи сітки ниток; а також кінці бульбашки циліндричного рівня (5) і рейку з поділками (6).

Шкалу рейки після того, як кінці бульбашки циліндричного рівня зведено в контакт, відлічують горизонтальною ниткою сітки ниток. Відлік рейки – чотиризначне число. Перші дві цифри – це



значення, вказане на рейці молодшого дециметрового штриха, між якими міститься горизонтальна нитка сітки ниток (05). Третя цифра у відліку – кількість сантиметрових поділок від молодшого дециметрового штриха до горизонтальної нитки сітки ниток (5). Четверта цифра у відліку – десята частка найменшої поділки шкали рейки (0,1 см) (знімаються на око). У нашому випадку відлік дорівнюється 0559 мм.

Порядок роботи на станції геометричного нівелювання. Вимірювання перевищень при технічному нівелюванні виконують у такій послідовності.

Установлюють нівелір по середині між рейками і приводять його в робоче (горизонтальне) положення. Віддаль від нівеліра до рейок міряють тонким сталевим тросом або шнуром.

1. В журналі технічного нівелювання в колонці 1 фіксують номер станції в нашому випадку № ст. 5 та в колонці 2 – номери пікетів візування, це № п. 3 та № п. 4.

2. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону задньої рейки, установлені вертикально за рівнем на нівелірний башмак або костиль, виводять точно рівень на середину елеваційним гвинтом і беруть відліки по середньому штриху сітки ниток (1). Результат заносять до колонки 3.

3. Наводять трубу нівеліра на чорну сторону передньої рейки, приводять точно рівень елеваційним гвинтом на середину і беруть відліки по середньому штриху сітки ниток (2). Результат заносять до колонки 4.

4. Повертають передню рейку червоною стороною до нівеліра, слідкують за рівнем, щоб він весь час був на середині і беруть відлік по середній нитці (3). Результат заносять до колонки 4.

5. Наводять трубу на червону сторону задньої рейки, елеваційним гвинтом приводять рівень на середину і беруть відлік по середній нитці (4). Результат заносять до колонки 3.

Виконують контроль відліків та знаходження перевищення. З цією метою, не знімаючи прилад, обчислюють перевищення між точками, відповідно, по чорному і червоному боках рейки, мм:

$$h_{\text{чор}} = a_{\text{чор}} - b_{\text{чор}}; \quad (5) = (1) - (2).$$

$$h_{\text{чер}} = a_{\text{чер}} - b_{\text{чер}}; \quad (6) = (4) - (3).$$

Результат заносять до колонки 5 або 6 в залежності від знака.

При цьому повинна виконуватися умова $(h_{\text{чор}} - h_{\text{чер}}) \leq \pm 3$ мм. Якщо умову виконано, обчислюють середнє перевищення між точками, мм:

$$h_{\text{сер}} = 0,5(h_{\text{чор}} + h_{\text{чер}}); \quad (7) = 0,5*((5) + (6)).$$

Якщо відома висота точки H_A , обчислюють висоту точки H_B , м, $H_A = H_B + h_{\text{сер}}$

Журнал технічного нівелювання

№ станції	№ пікетів	Відліки по рейці		Перевищення, h		Середні перевищення, h	
		задні (a)	передні (b)	+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8
	3	1559 (1)					
5		5524 (4)		98 (5)		97 (7)	
	4		1461 (2)	96 (6)			
			5428 (3)				

Для виконання роботи за індивідуальним завдання значення відліків по рейці задні та передні беруть з таблиці «Значення для журналу технічного нівелювання» згідно варіанту за номером по списку.

Значення для журналу технічного нівелювання

№ варіанту	Сторона рейки	Відліки по рейці		№ варіанту	Сторона рейки	Відліки по рейці	
		задні	передні			задні	передні
1	чорні	1136	1647	16	чорні	1550	307
	червоні	5820	6330		червоні	5632	4387
2	чорні	1220	2016	17	чорні	1132	2511
	червоні	5900	6693		червоні	5816	7196
3	чорні	1544	1488	18	чорні	2430	1199
	червоні	6226	6172		червоні	7112	5882
4	чорні	950	2136	19	чорні	2372	1735
	червоні	5632	6818		червоні	7054	6415
5	чорні	1222	2859	20	чорні	1747	917
	червоні	5940	7575		червоні	6431	5600
6	чорні	1697	330	21	чорні	2602	998
	червоні	6379	5015		червоні	7284	5677
7	чорні	1132	250	22	чорні	1760	2475
	червоні	5816	4931		червоні	6442	7159
8	чорні	2544	755	23	чорні	714	27
	червоні	7224	5433		червоні	5396	4711
9	чорні	1981	738	24	чорні	1227	1171
	червоні	6662	5417		червоні	5909	5855

10	чорні	2227	4106	25	чорні	1220	505
	червоні	6909	8789		червоні	5900	5183
11	чорні	2430	899	26	чорні	950	860
	червоні	7112	5582		червоні	5632	5541
12	чорні	2372	735	27	чорні	735	-95
	червоні	7054	5415		червоні	5415	4584
13	чорні	2747	1917	28	чорні	1330	636
	червоні	7431	6600		червоні	4931	4436
14	чорні	2602	998	29	чорні	998	502
	червоні	7284	5677		червоні	5677	4980
15	чорні	1760	2675	30	чорні	1738	1040
	червоні	6442	7359		червоні	5417	4718

Приклад оформлення в додатку № 6.

Лабораторні завдання:

1. Вивчити будову і призначення основних частин нівеліра.
2. Привести нівелір у робоче положення, навчитися та зняти відліки з рейок, визначити перевищення між ними.
3. Замалювати в журналі технічного нівелювання поле зору зорової труби, зняті відліки занести до журналу, обчислити перевищення між рейками.

Лабораторна робота № 7.

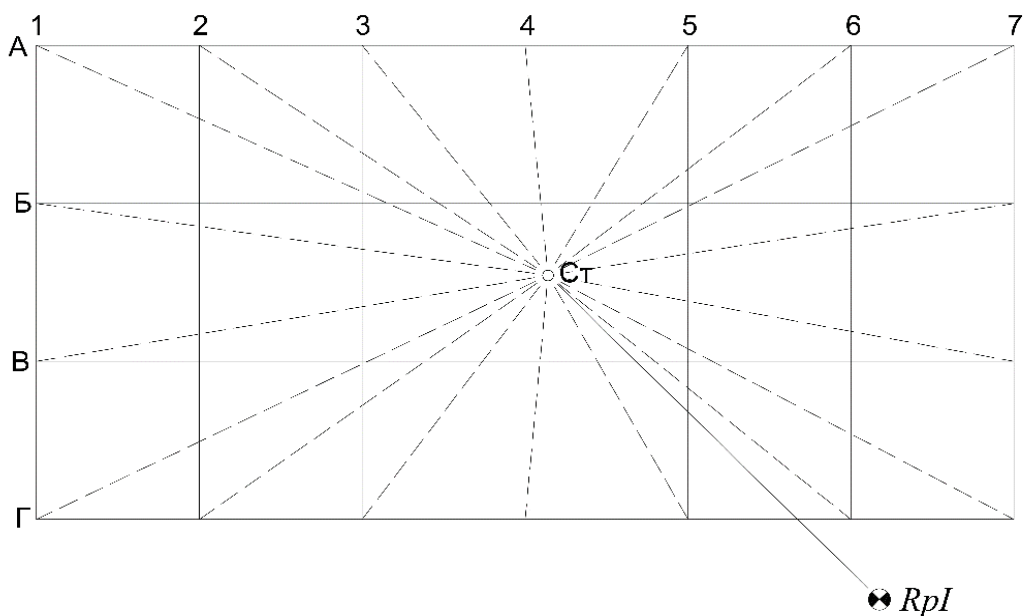
Тема. Нівелювання поверхні по квадратах.

Мета: Вивчити створення топографічних планів місцевості методом нівелювання по квадратах, навчитись обраховувати журнал нівелювання та будувати план.

Проектування інженерних споруд виконується на топографічних планах і картах. Знімання топографічного плану відкритої місцевості з слабо вираженим рельєфом і невеликою кількістю контурів і предметів з високою точністю доцільно виконувати *методом нівелювання поверхні по квадратах*.

Нівелювання поверхні по квадратах виконують при відсутності топографічного плану майданчика крупного масштабу (1:2000 – 1:500) з перерізом рельєфу через 1,0-0,25 м.

На місцевості в межах майданчика розбивають сітку квадратів зі сторонами 20х20 м. для цього на межі майданчика вибирають кутову точку 1, яку фіксують кілком. В залежності від форми майданчика вибирають два взаємно перпендикулярних напрямка, уздовж яких розбивають сторони квадратів.



Для цього на місцевості вибирають початковий напрямок 1-7 і під кутом 90° теодолітом будують перпендикулярний напрямок АГ. Рулеткою або мірною стрічкою впродовж отриманих напрямків відкладають відрізки через відстань 20 м. Отримані точки 1, 2, ..., 7; А, Б, В, Г закріплюють тимчасовими дерев'яними кілками, або металевими відрізками.

Далі послідовно встановлюють в точках 2, 3, ..., 7; Б, В, ..., Г теодоліт, відкладають від вихідних напрямків 1-7 та АГ кути в 90° або 270° і впродовж отриманих ліній розмічують проміжні точки B_2, B_3, Γ_2 , і т.д. Отримують сітку квадратів.

Після розбивки сітки квадратів приступають до нівелювання майданчика. Місце встановлення нівеліра вибирають так, щоб з нього можна було віднівелювати найбільшу кількість вершин квадратів. Максимальна відстань від нівеліра до точки (плече нівелювання) не повинно перевищувати 130 м. Нівелір приводять в робочий стан (горизонтують), трубу наводять на репер і беруть відлік b_{RP} з чорного боку рейки.

Обчислюють горизонт приладу за формулою:

$$\Gamma\Pi = H_{RP} + b_{RP}$$

де H_{RP} – відмітка репера;

b_{RP} – відлік з чорного боку рейки, встановлений на репері.

В нашому випадку горизонт приладу дорівнює: $\Gamma\Pi = 99,50 + 1,200 = 100,70$.

Нівелюють всі точки сітки квадратів, для чого рейку послідовно встановлюють на землю поруч з кожною точкою. Нівелювання виконують тільки з чорного боку рейки. Всі польові записи (відліки) і обчислення роблять в журналі нівелювання по квадратах.

Після цього рейку по черзі встановлюють на землю в кожній вершині квадратів і знімають відліки по чорній стороні. Висоти вершин квадратів обчислюються за формулою:

$$H_i = \Gamma\Pi - b_i,$$

де b_i – відлік з чорного боку рейки в точці номером i .

Журнал нівелювання по квадратах

Номера точок	Відлік рейки, мм	Горизонт приладу $\Gamma\Pi$, м	Відмітки землі H_i , до 0,01 м	Примітка
1	2	3	4	6
Rp	b_{RP}	$\Gamma\Pi$	H_{RP}	
$A1$	b_{A1}		H_{A1}	
$A2$	b_{A2}		H_{A2}	
$A3$	b_{A3}		H_{A3}	
...	...	...	...	
$\Gamma7$	$b_{\Gamma7}$		$H_{\Gamma7}$	

В нашому випадку вершина квадрата AI дорівнює: $AI = 100,70 - 0,490 = 100,21$.

Горизонт приладу III залишається постійним, коли місце встановлення нівеліра не міняють протягом всього часу нівелювання майданчика.

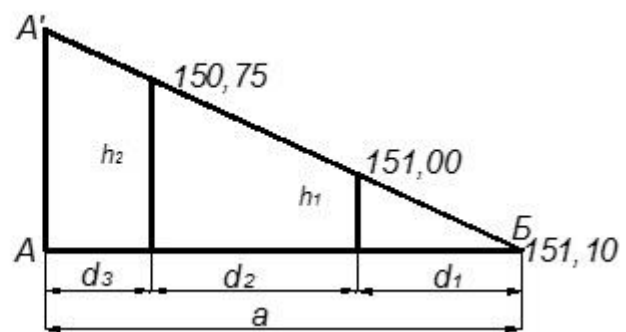
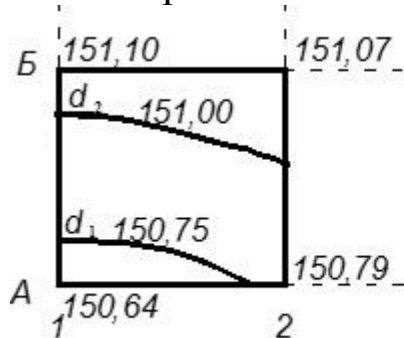
Рельєф місцевості зображують горизонталями. Отримані позначки вершин квадратів виписують на плані нівелювання і проводять горизонталі через взяті висоти перетину горизонталей. Виконують графічною інтерполяцією між точками, які знаходяться на одній відстані, тобто, визначають на плані точки, висоти яких кратні прийнятій висоті перерізу. В нашому прикладі - 0,50 м.

Побудова топографічного плану за результатами нівелювання поверхні.

На аркуші креслярського паперу будують сітку квадратів зі стороною 20 x 20 м. в заданому масштабі та підписують її згідно схеми планової основи.

Підписують висоти всіх вершин квадратів згідно журналу нівелювання по квадратах та додаткових точок в характерних місцях і наносять ситуацію. За відомим перерізом рельєфу виконують інтерполювання та проводять горизонталі.

Інтерполювання проводять таким способом, що за відомими відмітками вершин квадратів на плані, між цими точками визначають розташування точок з відмітками, які кратні висоті перерізу, за допомогою розв'язання подібних трикутників.



Наприклад, сторону між вершинами AI ($H = 150,64$) і BI ($H = 151,10$) мають перетнути горизонталі 150,75 та 151,00 (якщо переріз рельєфу через 0,25 м). Для її визначення обчислюємо відстань d_1 від точки AI ($H = 150,64$) до горизонталі 150,75 за формулою:

$$d = \frac{H_{\Gamma} - H_{\Gamma}}{\Delta h} * a,$$

де $\Delta h = H_{BI} - H_{AI}$ – перевищення між точками сторони квадрата;

H_{Γ} – висота шуканої горизонталі (150,75 або 151,00);

H_T – висота точки (A_I);

a – довжина сторони квадрата (20).

Тоді
$$d_1 = \frac{150,75 - 150,64}{0,46} * 20 = 4,8 \text{ м.}$$

Для відстані d_2 від точки A_I ($H = 150,64$) до горизонталі 151,00 буде дорівнюватись:

$$d_2 = \frac{151,00 - 150,64}{0,46} * 20 = 15,6 \text{ м.}$$

Відклавши в масштабі плану 1:500 довжини 4,8 та 15,6 м від вершини A_I отримаємо положення горизонталей з висотами 150,75 та 151,00. Аналогічно визначаємо положення горизонталей по інших сторонах квадратів. З'єднавши точки з однаковими позначками плавними кривими лініями, отримаємо горизонталі. В розриві між горизонталями фіксують висоту горизонталі у напрямку вершини.

План викреслюється: сітка квадратів синім або зеленим кольором, висоти всіх вершин – чорним (округлені до 0,01 м), горизонталі та висота горизонталей – коричневим, кожна п'ята горизонталь проводиться потовщеною (0,2 мм). В нижній частині плану підписують масштаб, а нижче масштабу пишуть «Суцільні горизонталі проведені через 0,5 м».

Для виконання роботи за індивідуальним завдання значення відліків по рейці беруть з таблиці «Журнал нівелювання по квадратах».

Журнал нівелювання по квадратах

Номера точок	Відлік рейки, мм	Номера точок	Відлік рейки, мм	Номера точок	Відлік рейки, мм
A_1	490	B_4	1860	B_6	2660
A_2	960	B_5	2700	B_7	2430
A_3	1630	B_6	3620	Γ_1	2150
A_4	2290	B_7	3000	Γ_2	1730
A_5	3430	B_1	1570	Γ_3	1340
A_6	3880	B_2	910	Γ_4	1360
A_7	3620	B_3	320	Γ_5	2010
B_1	900	B_4	1540	Γ_6	1800
B_2	450	B_5	2090	Γ_7	1880
B_3	1100				

Приклад оформлення в додатку № 7.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти нівелювання по квадратах та вирахувати журнал нівелювання по квадратах згідно варіанту.

$$H_{RPI} = 100 + 5 * N + 0,51 * n;$$

$$b_{RPI} = 1200 + 150 * N + 25 * n.$$

де N – номер групи, n – номер значення задане викладачем.

2. Навчитись робити графічну інтерполяцією між точками та накреслити горизонталі.

3. Побудувати ПЛАН нівелювання поверхні по квадратах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білокриницький С. М. Геодезія : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2021. 576 с.
2. Афанасьєв О. В., Нестеренко С. Г. Картографія. Картографія і топографія : конспект лекцій для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спец. 193 – Геодезія та землеустрій і 101 – Екологія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 106 с.
3. Поморцева О. Є. Основи геоінформаційних систем і бази даних : підруч. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 346 с.
4. Геодезія. Частина перша. Топографія: навч. посібник / А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф. Гарасимчук. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 440 с.
5. Геодезія: курс лекцій. Для студентів природничо-гуманітарного фахового коледжу спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / укладачі: І.В. Калинич, М.М. Карабінюк, М.Р. Ничвид, Л.І. Пічкарь. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2022. – 296 с.
6. Остапчук С. М. Топографія з основами геодезії : конспект лекцій. Рівне : НУВГП, 2020. 77 с.
7. Картографія з основами топографії та геодезії : метод. вказівки до викон. лабор. робіт та контролю самост. роботи студентів. Суми : Вид-во СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2021. 44 с.

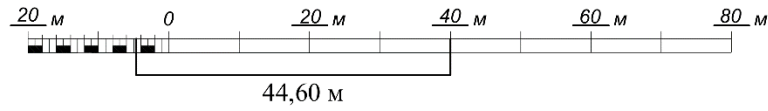
ДОДАТКИ

1. Побудова графічних масштабів, відкладання і вимірювання ліній.
2. Розв'язування задач за топографічними картами. Побудова поздовжнього профілю.
3. Розграфлення та номенклатура топографічних карт.
4. Теодоліт. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів.
5. Обчислювальна обробка результатів теодолітного знімання. Побудова плану. Обчислення площ земельної ділянки.
6. Нівелір. Вимірювання перевищень та визначення висот точок.
7. Нівелювання поверхні по квадратах.

Побудова графічних масштабів, відкладання і вимірювання ліній.

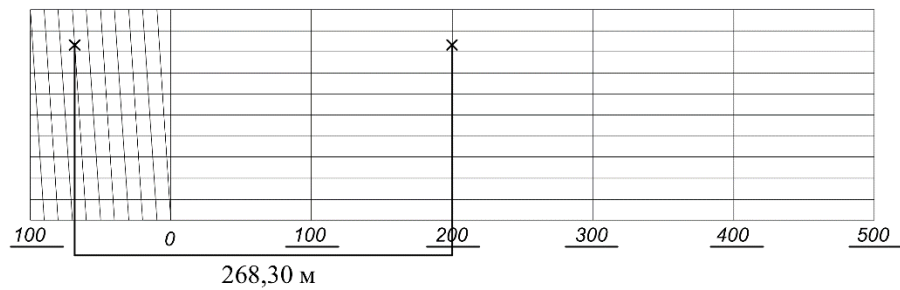
ЛІНІЙНИЙ МАСШТАБ

1: 1000, в 1 см 10 м



ПОПЕРЕЧНИЙ МАСШТАБ

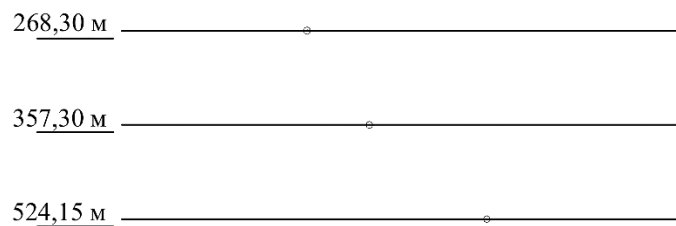
1: 5000, в 1 см 50 м



1: 2000, в 1 см 20 м

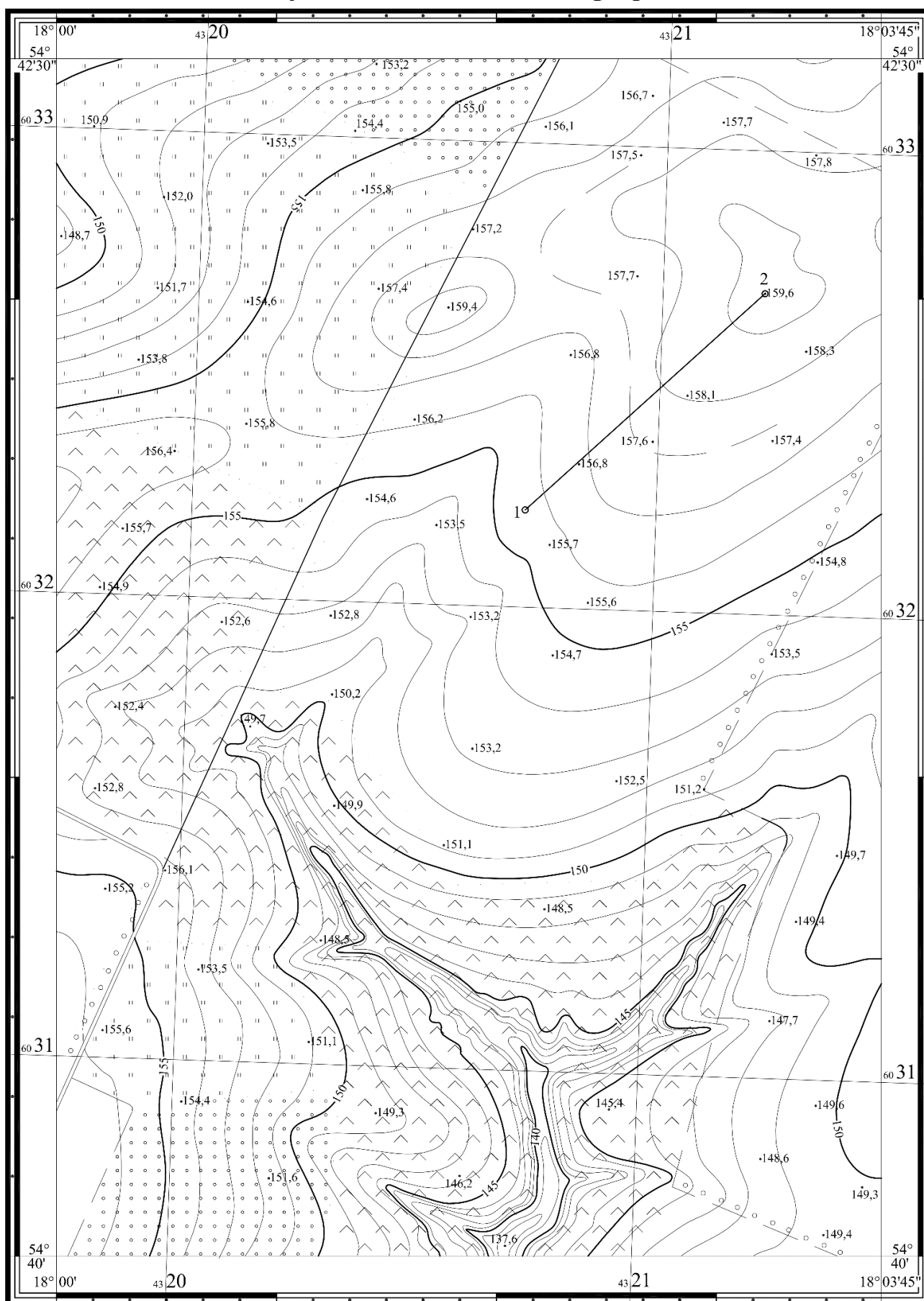


1: 10000, в 1 см 100 м



Вик. ст.

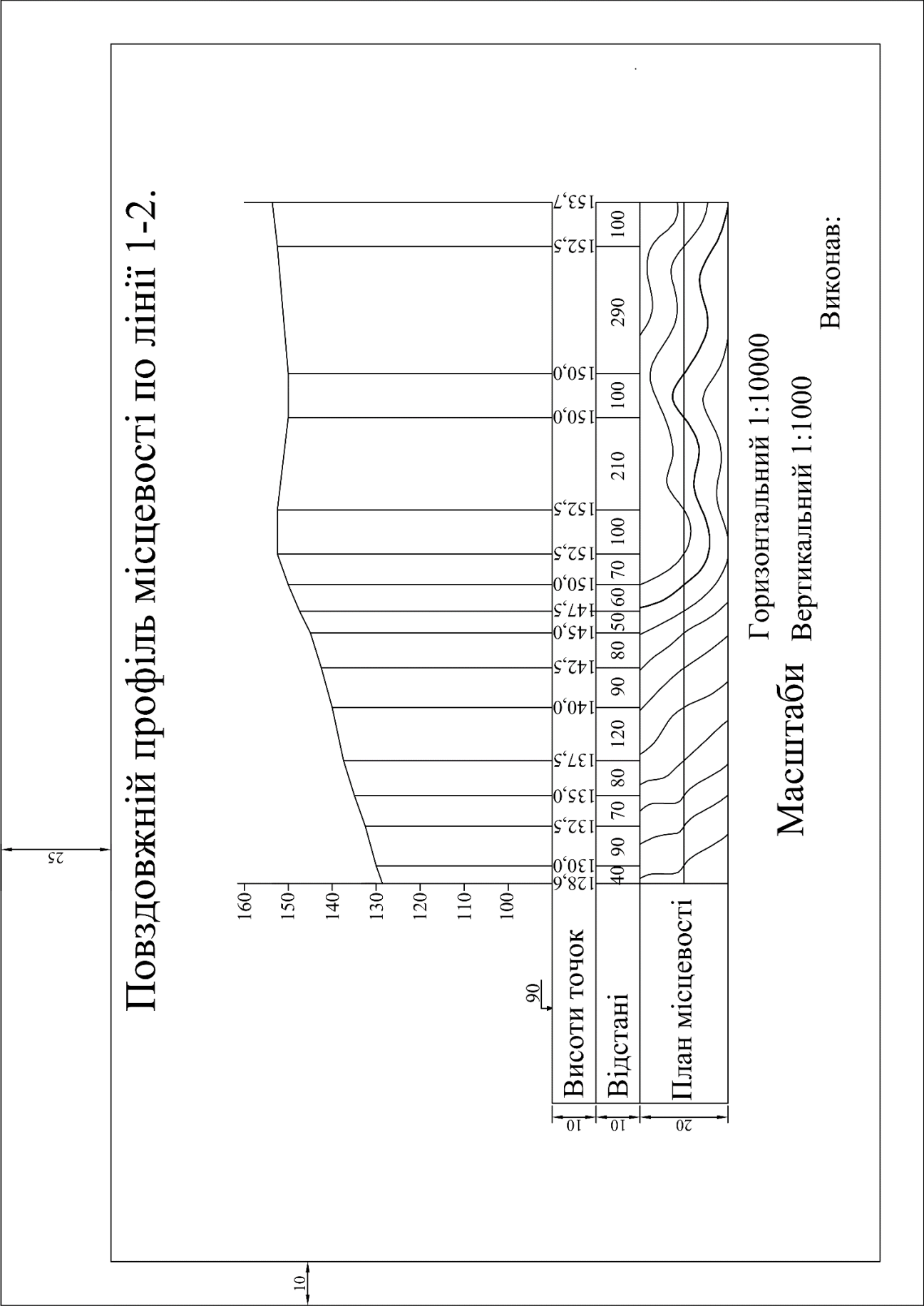
**Розв'язування задач за топографічними картами.
Побудова поздовжнього профілю.**



Рішення задач за топографічною картою

№ пп	Вимірювані величини	Позначення	Номери точок	
			1	2
1	Географічні координати - широта - довгота	φ λ	54°41'33" 18°02'08"	54°42'02" 18°03'13"
2	Прямокутні координати - абсциса - ордината	X Y	6032210 4320719	6032693 4321220
3	Відстань між точками	d	696	
4	Дирекційний кут: прямий зворотній	α_{1-2} α_{2-1}	48°01' 228°01'	
5	Зближення дійсне	γ	-2°22'	
6	Азимут геодезичний: прямий зворотній	$A_{\Gamma} = \alpha + \gamma$ $A_{\Gamma 1-2}$ $A_{\Gamma 2-1}$	45°39' 225°39'	
7	Схилення магнітної стрілки	δ	6°48'	
8	Азимут магнітний: прямий зворотній	$A_M = A_{\Gamma} - \delta$ $A_{M 1-2}$ $A_{M 2-1}$	38°51' 218°51'	
9	Румб: осьовий геодезичний магнітний	r r_{Γ} r_M	ПнСх: 48°01' ПнСх: 45°39' ПнСх: 38°51'	
10	Висота точок	H	155,7	159,6
11	Перевищення між точками	$h = H_2 - H_1$	4,2	
12	Ухил місцевості	$i = h / d$	0,0060	
13	Крутість схилу	$v = \rho^{\circ} * i$	0°20,5'	

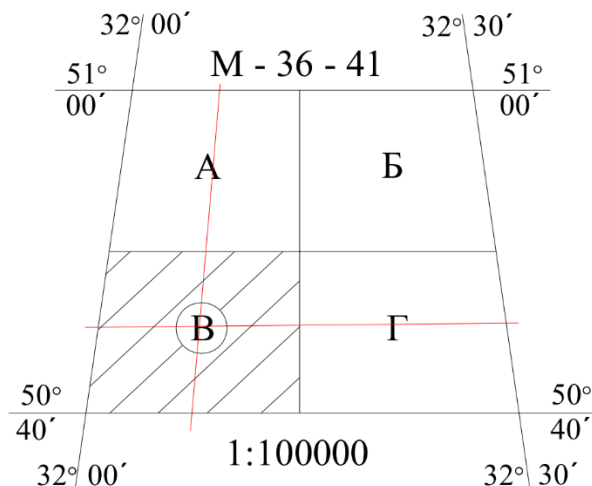
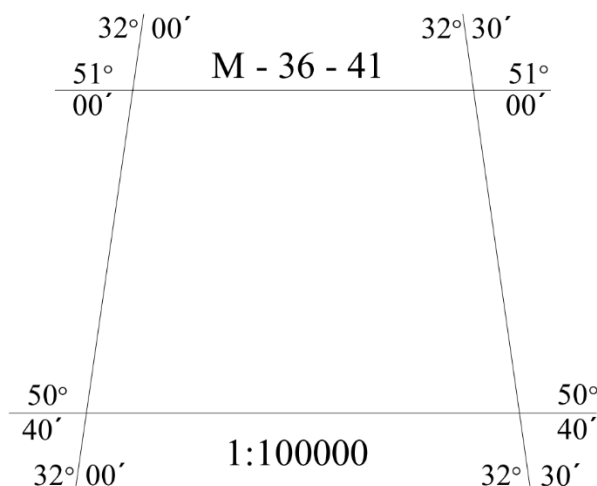
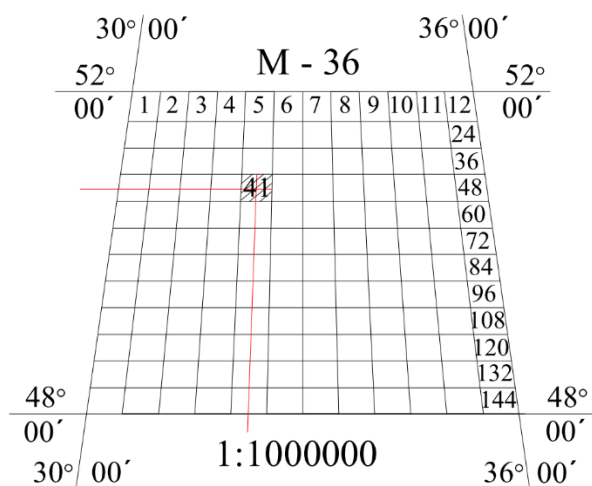
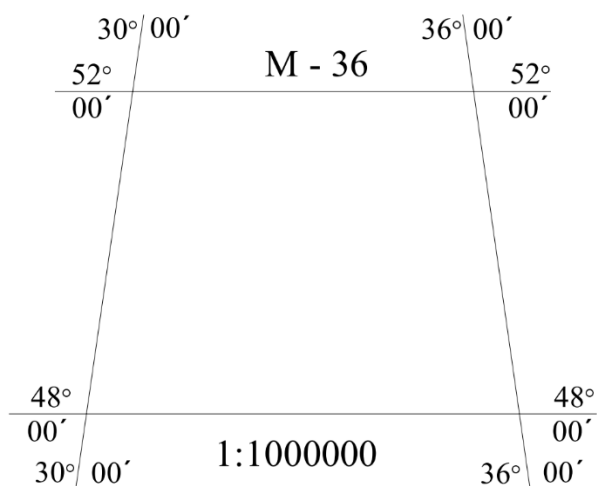
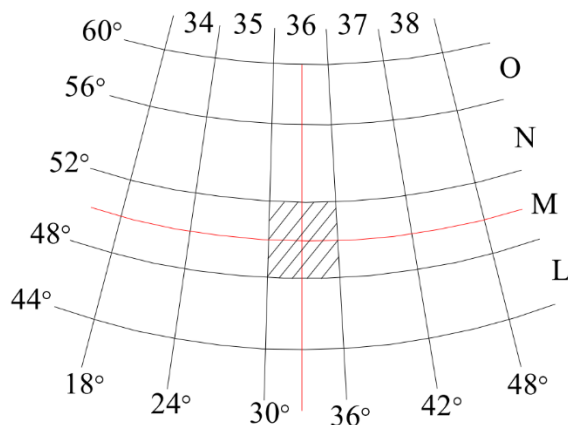
Виконав(ла):

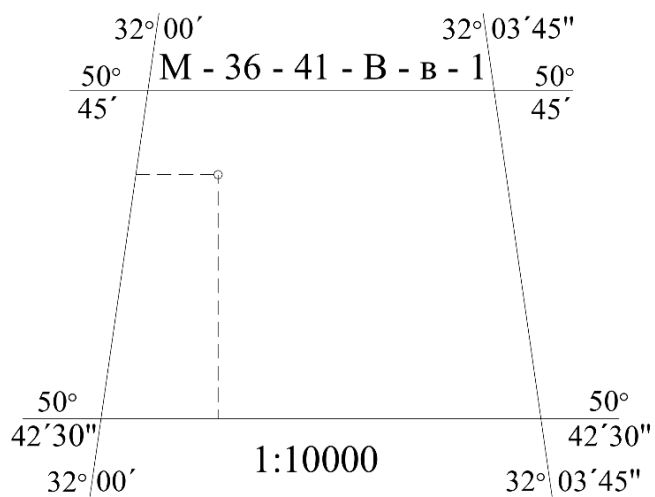
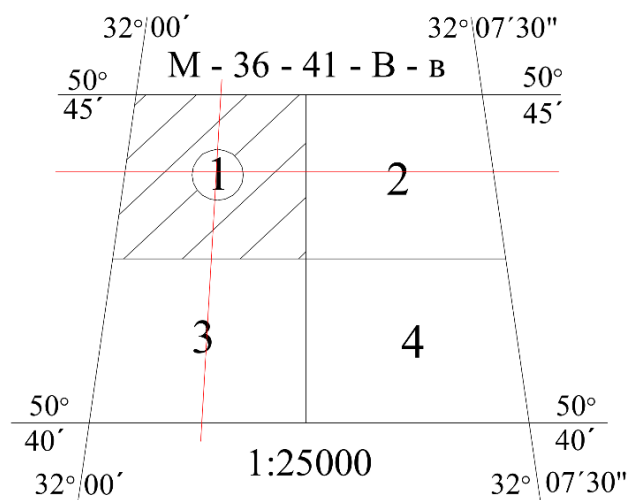
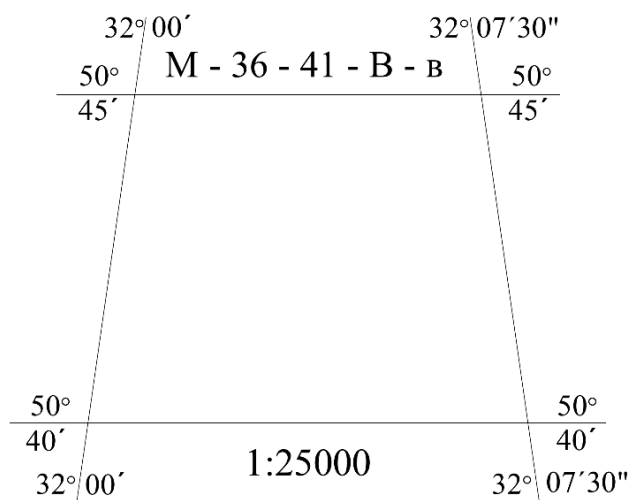
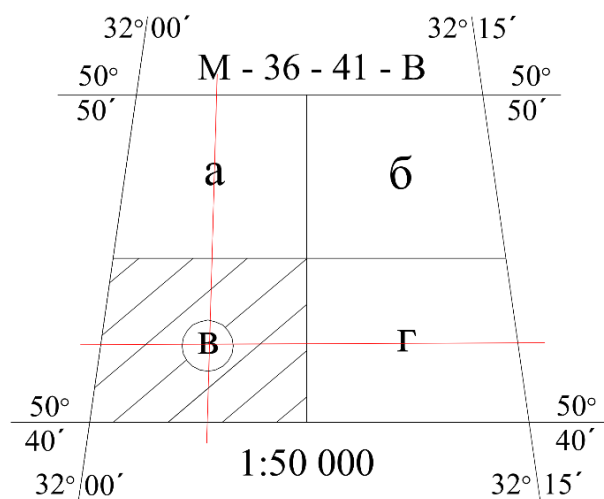
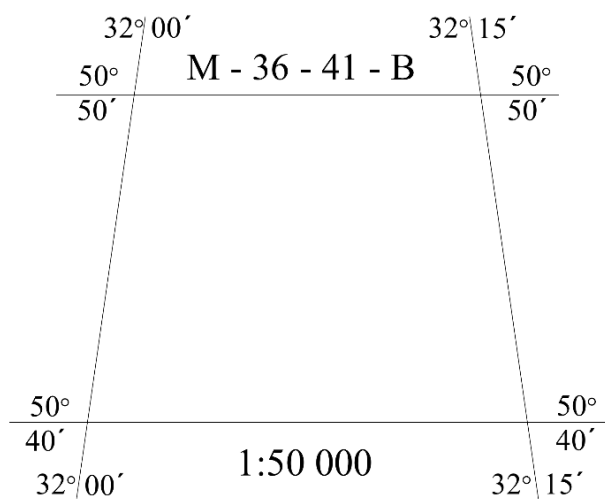


Розграфлення та номенклатура топографічних карт.

Широта В - $44^{\circ} + N^{\circ} + 0^{\circ}22'22'' * n = 50^{\circ} 44'22''$

Довгота L - $23^{\circ} + N^{\circ} + 0^{\circ}33'33'' * n = 32^{\circ} 00'50''$





Теодоліт. Вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів

Журнал теодолітної зйомки

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу υ	Відстані D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КЛ	6	232°49'	52°42'	52°42,5'	7°34'	-0°32'	8°06'	4,8
	12	285°31'			3°32'	-0°31,5'	4°03,5'	7,2
КП	6	52°49'	52°43'		171°22'			
	12	105°32'			175°25'			

$$MO_{2T30} = \frac{KL + KP}{2}; MO_{T30} = \frac{KL + KP \pm 180}{2}$$

$$MO = \frac{KL + KP - 180^\circ}{2} = \frac{7^\circ 34' + 171^\circ 22' - 180^\circ}{2} = -0^\circ 32'$$

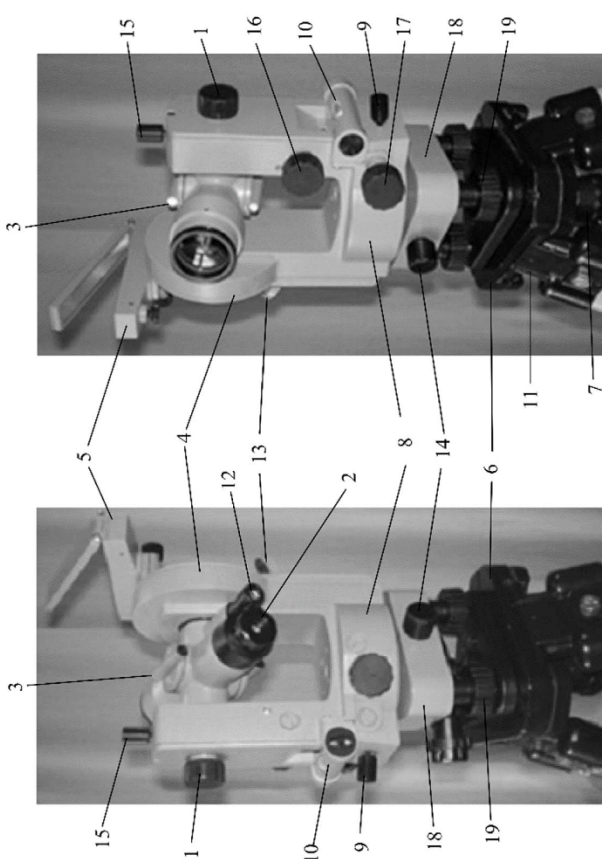
$$MO = \frac{KL + KP - 180^\circ}{2} = \frac{3^\circ 32' + 175^\circ 25' - 180^\circ}{2} = -0^\circ 31,5'$$

$$\nu = KL - MO;$$

$$\nu = 7^\circ 34' - (-0^\circ 32') = 8^\circ 06'$$

$$\nu = 3^\circ 32' - (-0^\circ 31,5') = 4^\circ 03,5'$$

Виконав(ла):



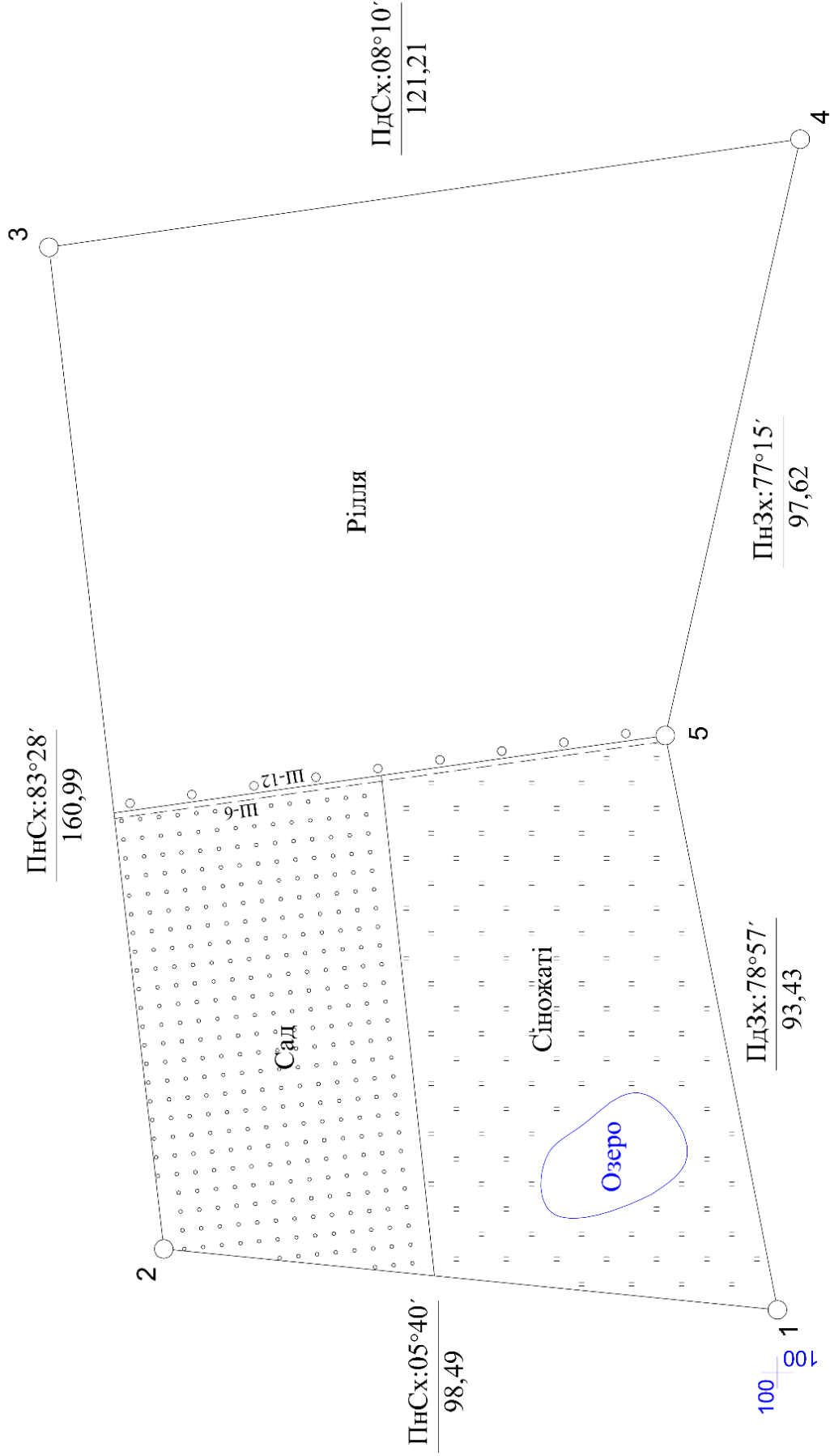
- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. Гвинт кремальєри | 11. Штатив |
| 2. Окуляр зорової труби | 12. Окуляр мікроскопа |
| 3. Коліматорний візор | 13. Віконце з дзеркалом для освітлювання |
| 4. Вертикальний круг (ВК) | 14. Закріпний гвинт горизонтального круга |
| 5. Бусоль | 15. Закріпний гвинт зорової труби |
| 6. Головка штатива | 16. Навідний гвинт зорової труби |
| 7. Становий гвинт | 17. Навідний гвинт аліади |
| 8. Горизонтальний круг (ГК) | 18. Підставка |
| 9. Закріпний гвинт аліади | 19. Підйомні гвинти |
| 10. Циліндричний рівень | |

**Обчислювальна обробка результатів теодолітного знімання.
Побудова плану. Обчислення площ земельної ділянки.**

Координатна відомість (Приклад оформлення)

№№ вершин	Внутрішні кути				Сторони	Дирекційні кути		Румби	Довжина горизонтальної проекції. Сторони (м)	Виразувані прирости			Виправлені прирости		Координата				№№ вершин
	виміряні	поправки	Виправлені			о	’			ΔX	ΔY	поправки	ΔX	ΔY	±	X	±	Y	
1	73	16,5	0,5	73	17	1-2	5 40	Пн.Сх:5°40’	98,49	98,01	9,73		98,01	9,73		1000,00		1100,00	1
2	102	12		102	12	2-3	83 28	Пн.Сх:83°28’	160,99	18,32	159,94	10,0	18,33	159,95		1098,01		1109,73	2
3	91	37,5	0,5	91	38	3-4	171 50	Пд.Сх:8°10’	121,21	-119,98	17,22	10,0	-119,97	17,23		1116,34		1269,68	3
4	69	4,5	0,5	69	5	4-5	282 45	Пн.Зх:77°15’	97,62	21,54	-95,21		21,54	-95,21		996,37		1286,91	4
5	203	47,5	0,5	203	48	5-1	258 57	Пд.Зх:78°57’	93,43	-17,91	-91,70		-17,91	-91,70		1017,91		1191,70	5
1						1-2	5 40	P=	571,74	$\Delta X = -137,89$	$\Delta Y = -186,91$					1000,00		1100,00	1
$\Sigma \beta_T = 540$	00									$\Delta X = 137,87$	$\Delta Y = +186,89$								
$\Sigma \beta_{\text{вир}} = 539$	58									$f\Delta X = -0,02$	$f\Delta Y = -0,02$								
$\eta_B =$	+2									$f_{\text{абс}} = \sqrt{0,02^2 + 0,02^2} = 0,03$									
$\rho_{\text{доп}} = \pm 2\sqrt{n} = 2,2$										$f_{\text{від}} = \frac{0,03}{571,74} = \frac{1}{19058} \leq \frac{1}{2000}$									

ПЛАН
ТЕОДОЛІТНОЇ ЗЙОМКИ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ



Вик. ст.

1:5000

ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ АНАЛІТИЧНИМ СПОСОБОМ

Координати			Різниці		Добутки	
	X	Y	$X_{n-1}-X_{n+1}$	$Y_{n+1}-Y_{n-1}$	$Y*(X_{n-1}-X_{n+1})$	$X*(Y_{n+1}-Y_{n-1})$
1	1000	1100	-80,1	-81,96	-88110	-81960
2	1098,01	1109,73	-116,35	169,67	-129117	186299
3	1116,35	1269,67	101,64	177,18	129049	197795
4	996,37	1286,91	98,44	-77,98	126683	-77697
5	1017,91	1191,69	-3,63	-186,91	-4326	-190258
			+200,00	+347,00	+255732	+384094
			-200,00	-347,00	-221553	-349915
			0,00	0,00		
				2P =	34179	34179
				P =	17089,5 м ² = 1,71 га	

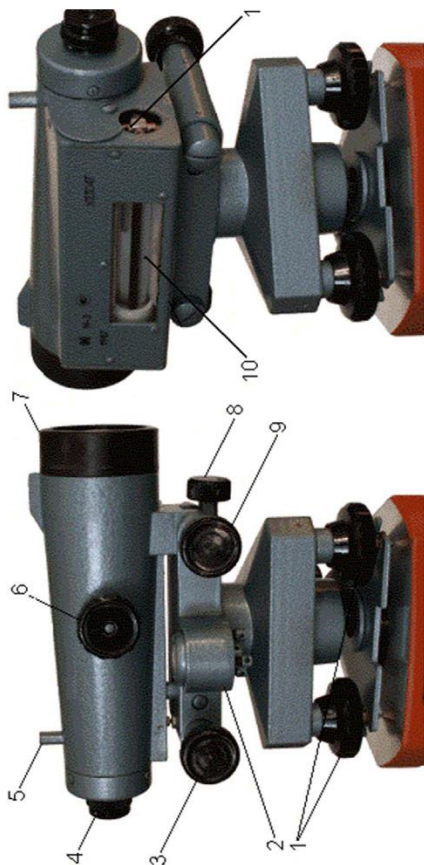
Виконав(ла):

Нівелір.

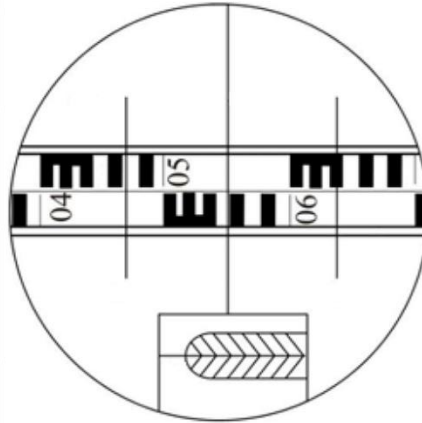
Вимірювання перевищень та визначення висот точок.

Журнал технічного нівелювання

№ станції	№ пікету в	Відліки по рейці		Перевищення		Середні перевищення, h	
		задні	передні	+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8
	3	1559					
5		5524		98		97	
	4		1461	96			
			5428				



- 1 – підйомні гвинти;
- 2 – круглий рівень;
- 3 – елевацийний гвинт;
- 4 – окуляр з діоптрійним кільцем;
- 5 – приціл;
- 6 – кремальєра фокусування зображення;
- 7 – об'єктив;
- 8 – закріплювальний гвинт;
- 9 – навідний мікрометричний гвинт труби;
- 10 – корпус контактного циліндричного рівня;
- 11 – юстировочні гвинти циліндричного рівня.



Відлік по рейці 1559

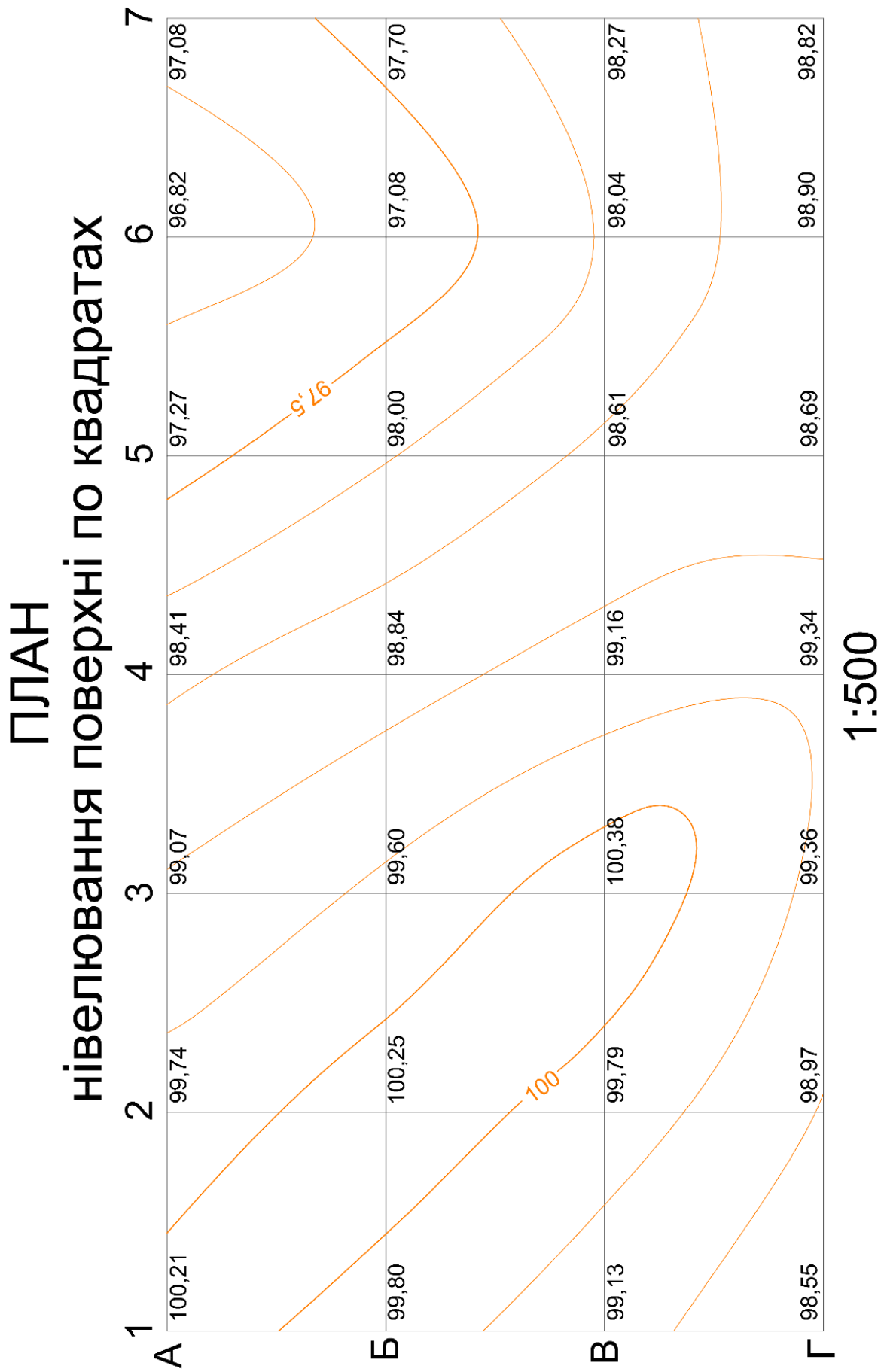
Виконав(ла):

Нівелювання поверхні по квадратах.

Журнал нівелювання по квадратах

Номера точок	Відлік рейки, мм	Горизонт приладу ГП, м	Відмітки землі Н _s , до 0,01 м	Примітка
1	2	3	4	5
<i>Rp I</i>	1375	100,875	99,50	
<i>A₁</i>	490		100,39	
<i>A₂</i>	960		99,92	
<i>A₃</i>	1630		99,25	
<i>A₄</i>	2290		98,59	
<i>A₅</i>	3430		97,45	
<i>A₆</i>	3880		97,00	
<i>A₇</i>	3620		97,26	
<i>B₁</i>	900		99,98	
<i>B₂</i>	450		100,43	
<i>B₃</i>	1100		99,78	
<i>B₄</i>	1860		99,02	
<i>B₅</i>	2700		98,18	
<i>B₆</i>	3620		97,26	
<i>B₇</i>	3000		97,88	
<i>B₁</i>	1570		99,31	
<i>B₂</i>	910		99,97	
<i>B₃</i>	320		100,56	
<i>B₄</i>	1540		99,34	
<i>B₅</i>	2090		98,79	
<i>B₆</i>	2660		98,22	
<i>B₇</i>	2430		98,45	
<i>Г₁</i>	2150		98,73	
<i>Г₂</i>	1730		99,15	
<i>Г₃</i>	1340		99,54	
<i>Г₄</i>	1360		99,52	
<i>Г₅</i>	2010		98,87	
<i>Г₆</i>	1800		99,08	
<i>Г₇</i>	1880		99,00	

Приклад оформлення плану нівелювання поверхні по квадратах



Вик. ст.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНІ агротехнологій, селекції та екології
Кафедра геоматики, землеустрою
та планування територій**



Лабораторна робота №1

**«Побудова графічних масштабів,
відкладання і вимірювання ліній»**

Виконав(ла) : ст.

Перевірив:

Полтава 20 р.

КУРИШКО Роман Валентинович

ГЕОДЕЗИЯ

Методичні рекомендації для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія та ГІС-технології» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності НЗ Садово – паркове господарство за освітньо-професійною програмою Садово – паркове господарство.

Комп'ютерний набір і верстка Куришко Р.В.
Дизайн обкладинки – Куришко Р.В.

Формат 60×84/16.	Гарнітура Таймс.
Друк офсетний.	Обсяг: 2,6 ум.-друк. арк.

Полтавський державний аграрний університет
ННІ агротехнологій, селекції та екології
Кафедра геоматики, землеустрою та планування територій
E-mail: <https://www.pdau.edu.ua/> Hzpt@pdau.edu.ua
