

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



**Кафедра геоматики, землеустрою
та планування територій**

**МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ ДЛЯ
ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
з дисципліни
«ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»**

**Освітньо-професійна програма Геодезія та землеустрій
для здобувачів вищої освіти
Навчально-наукового інституту
агротехнологій, селекції та екології
193 Геодезія та землеустрій
СВО бакалавр**

Полтава 2025

Методичні розробки для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи геодезії» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітнього ступеня «Бакалавр».

Укладач:

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

Куришко Р.В. Основи геодезії. Методичні розробки для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи геодезії» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій спеціальності 193 Геодезія та землеустрій. Полтава, 2025. 46 с.

Методичні розробки для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи геодезії» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій схвалено на кафедрі геоматики, землеустрою та планування територій, протокол № 1 від 02 вересня 2025 р.

Методичні розробки для лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Основи геодезії» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітнього ступеня «Бакалавр» схвалено Радою з якості вищої освіти спеціальності «193 Геодезія та землеустрій», протокол № 1 від 02 вересня 2025 р.

© Куришко Р.В. 2025

© Полтавський державний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Перелік практичних робіт:	
Лабораторна робота № 1. Визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів. Обчислення прямокутних координат Гаусса-Крюгера вершин кутів трапеції. Побудова трапеції масштабу 1 : 10 000.....	8
Лабораторна робота № 2. Детальне тахеометричне знімання на станції. Обчислювальна обробка журналу тахеометричного знімання. Побудова та оформлення плану тахеометричного знімання.....	13
Лабораторна робота № 3. Обчислювальна обробка матеріалів тахеометричного знімання по ЦМР в умовній системі координат і висот	16
Лабораторна робота № 4. Врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою.....	20
Лабораторна робота № 5. Рішення прямої кутової засічки за формулами Юнга.....	25
Список рекомендованої літератури.....	30
Додатки.....	31

ВСТУП

Геодезія є однією з фундаментальних природничо-технічних дисциплін, що закладає теоретичний і практичний фундамент для підготовки фахівців у галузі топографо-геодезичної та картографічної діяльності, землеустрою й кадастру. Навчальна дисципліна «Основи геодезії» посідає ключове місце серед дисциплін освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій» спеціальності 193 і є обов'язковою складовою фахової підготовки здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр».

Дисципліна формує у студентів уявлення про системи координат і висот, застосовуваних у геодезії, принципи побудови картографічних проєкцій і номенклатури топографічних карт, методи виконання польових знімальних робіт та технологію їх камерального опрацювання. Особливого значення набуває опанування студентами практичних навичок роботи з геодезичними приладами, геодезичними журналами та методів математичного опрацювання результатів польових вимірювань.

Ці методичні рекомендації розроблено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, робочої програми навчальної дисципліни «Основи геодезії» та чинних нормативних документів у сфері вищої освіти України. Видання призначено для організації самостійної та аудиторної роботи студентів під час виконання лабораторних робіт і охоплює всі основні розділи курсу: картографічні основи, тахеометричне знімання, цифрове моделювання рельєфу, методи геодезичних обчислень – полігонометрія та засічки.

Метою навчальної дисципліни «Основи геодезії» є формування у здобувачів вищої освіти системи теоретичних знань та практичних умінь з основних методів геодезичних вимірювань, опрацювання їх результатів і картографічного відображення земної поверхні, необхідних для подальшої фахової діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

Досягнення зазначеної мети забезпечується через опанування студентами таких взаємопов'язаних напрямів підготовки:

– теоретичних основ побудови систем координат і висот, що використовуються у геодезії та картографії, зокрема системи прямокутних координат Гаусса–Крюгера;

- принципів розграфлення та номенклатури топографічних карт різних масштабів і правил визначення координат характерних точок картографічних трапецій;
- технології виконання тахеометричного знімання в польових умовах: організації знімання на станції, ведення журналу, детального вимірювання кутів і відстаней;
- методів камерального (обчислювального) опрацювання матеріалів тахеометричного знімання: обчислення координат і висот знятих точок, побудови і оформлення топографічного плану;
- сучасних підходів до опрацювання матеріалів знімання через побудову цифрової моделі рельєфу (ЦМР) в умовній системі координат і висот;
- основ урівноваження геодезичних мереж на прикладі мережі ходів полігонометрії з вузловими точками;
- аналітичних методів визначення координат точок за даними кутових вимірювань, зокрема методу прямої кутової засічки за формулами Юнга.

Компетентності:

інтегральна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою.

загальні:

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК08. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність здійснювати безпечну діяльність.

ЗК13. Здатність зберігати, примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії, закономірностей розвитку предметної області, її місця в загальній системі знань про природу й суспільство, а також в розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для відпочинку та ведення здорового способу життя.

фахові:

ФК04. Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

ФК05. Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

ФК06. Здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою.

ФК09. Здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

ФК11. Здатність здійснювати геодезичний моніторинг земної поверхні, природних об'єктів, інженерних споруд.

ФК12. Здатність проводити технічний контроль та оцінювати якість топографо-геодезичної та картографічної продукції.

Програмні результати навчання / результати навчання:

РН2. Організовувати і керувати професійним розвитком осіб і груп.

РН6. Знати історію та особливості розвитку геодезії та землеустрою, їх місце в загальній системі знань про природу і суспільство.

РН7. Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні професійних завдань з геодезії та землеустрою.

РН8. Брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організовувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів будівництва.

РН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою.

РН11. Організовувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

РН13. Планувати і виконувати геодезичні, топографічні та кадастрові знімання, опрацьовувати отримані результати у геоінформаційних системах..

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

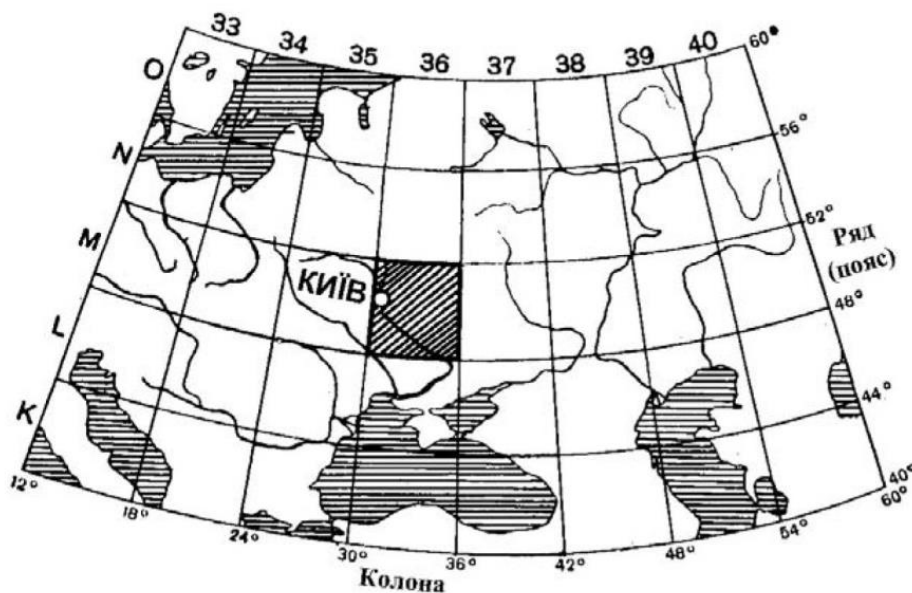
Тема. Визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів. Обчислення прямокутних координат Гаусса-Крюгера вершин кутів трапеції. Побудова трапеції масштабу 1 : 10 000

Мета: засвоїти визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів та обчислити прямокутні координати Гаусса-Крюгера вершин кутів трапеції. Побудувати трапецію масштабу 1 : 10 000.

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.

За основу розграфлення і номенклатури топографічних і оглядово-топографічних карт всіх масштабів взято розграфлення й номенклатуру аркушів міжнародної карти масштабу 1 : 1 000 000. Її рамки – трапеції, утворені меридіанами й паралелями, проведеними відповідно через 6° довготи і 4° широти.



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.

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

Позначення аркушів кожного масштабу зазначені в таблиці 1, а їх розміри по довготі та широті в таблиці 2.

Таблиця 1

Вихідний аркуш		Аркуші, утворені в результаті розграфлення		
Масштаб	Кількість аркушів в результаті розграфлення	Масштаб	Позначення	Приклад номенклатури
1:1 000 000	–	1:1 000 000	A,B,C... – широтний ряд; 1 – 60 – колона	F – 33
	4	1:500 000	A, Б, В, Г	F – 33 – А
	36	1:200 000	I, II, III, ...XXXVI	F – 33 – III
	144	1:100 000	1, 2, 3, ... 144	F – 33 – 16
1:100 000	4	1:50 000	A, Б, В, Г	F – 33 – 16 – Б
1:50 000	4	1:25 000	a, б, в, г	F – 33 – 16 – Б – а
1:25 000	4	1:10 000	1, 2, 3, 4	F – 33 – 16 – Б – а – 1
1:100 000	256	1:5 000	1, 2, 3, 256	F – 33 – 16 – (223)
1:5 000	9	1:2 000	a, б, в, г, д, е, ж, з, і	F – 33 – 16 – (22 – д)

Таблиця 2

Масштаб	Розмір аркуша		Кількість аркушів в аркуші карти масштабу 1:1 000 000	Приблизна площа аркуша на широті 54°, км ²
	по довготі	по широті		
1:1 000 000	6°	4°	1	175000
1:500 000	3°	2°	4	44000
1:200 000	1°	0°40'	36	5000
1:100 000	0°30'	0°20'	144	1200
1:50 000	0°15'	0°10'	576	300
1:25 000	0°07'30"	0°05'	2304	75
1:10 000	0°03'45"	0°02'30"	9216	19
1:5 000	0°01'52.5"	0°01'15"	36864	4*
1:2 000	0°00'37.5"	0°00'25"	331776	1*

* У прямокутному розграфленні.

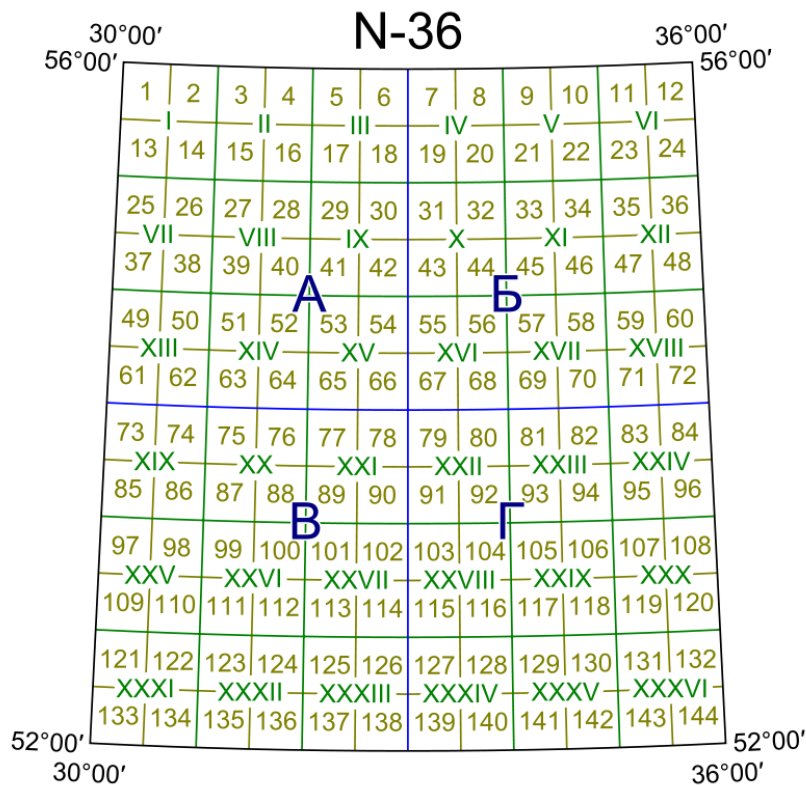
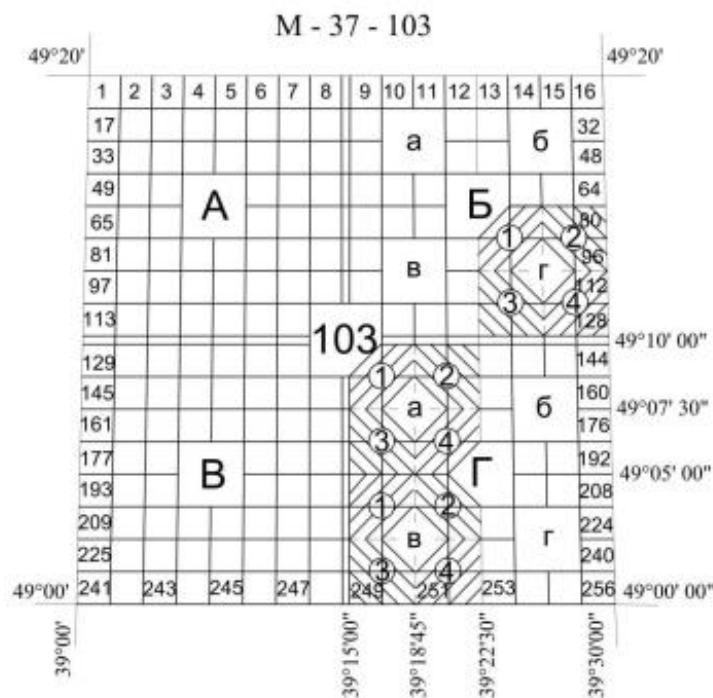


Схема розграфлення аркушів карт масштабів 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000 на аркуші карти масштабу 1 : 1 000 000

Схема визначення номенклатури топографічних планів масштабу 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500 та їх схематичне креслення.



б)

М - 37 - 103 - (256)

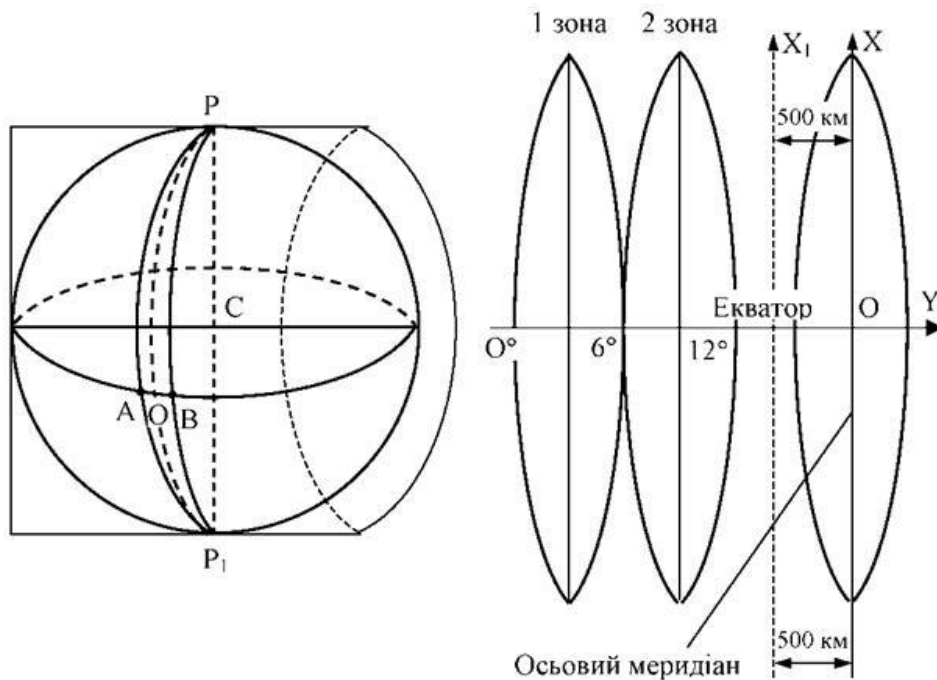
а	б	в
г	д	е
ж	з	и

М - 37 - 103 - Г	1:50000
М - 37 - 103 - Г - а	1:25000
М - 37 - 103 - Г - а - 2	1:10000
М - 37 - 103 - (256)	1:5000
М - 37 - 103 - (256-а)	1:2000

Система географічних координат може бути розповсюджена як єдина координатна система на поверхню земного еліпсоїда. Для зображення на плоскому аркуші паперу земної поверхні

використовують метод прямокутних (ортогональних) проєкцій. В ортогональних проєкціях зображають просторовий об'єкт на площині за допомогою проєкційних променів, що перпендикулярні до площини проєктування.

В Україні прийнята рівнокутна поперечно-циліндрична проєкція сферичної поверхні на площині і відповідна до неї система координат Гаусса-Крюгера



Для нанесення на оригінал карти картографічної сітки необхідно спочатку визначити прямокутні координати її вузлових точок. Під час виконання роботи передбачено визначення прямокутних координат вузлових точок, які є кутами вершин трапецій топографічних карт масштабу 1 : 10 000.

Координатні зони – обмежені двома меридіанами частини земної поверхні, кожен з яких однаково зображують на площині в проєкції Гаусса-Крюгера. Гринвіцький меридіан є крайнім західним меридіаном першої зони, і нумерація зон зростає із заходу на схід. Довготу осьового меридіана шестиградусної зони з номером N визначають за формулою:

$$L_0 = 6^\circ N - 3^\circ,$$

де L_0 – довгота осьового меридіана зони; N – номер зони.

$$\ell = L - L_0,$$

де ℓ – відстань від осьового меридіана зони;

L – довгота географічного меридіана.

Кожна шестиградусна зона утворює самостійну систему плоских прямокутних координат. У межах однієї координатної зони ординати можуть бути додатними (на схід від осьового меридіана) і від'ємними (на захід від осьового меридіана).

З таблиць координат Гаусса-Крюгера вибирають прямокутні координати вершин кутів трапецій масштабу 1 : 25 000 і зближення меридіанів. Для цього в таблицях знаходять пояс (буква номенклатури) і на перетині рядків із широтами знаходять чотири абсциси X і чотири ординати Y і записують їх у відомість. Потім у таблиці "Зближення меридіанів" аналогічно знаходять величини зближення γ для чотирьох кутів аркуша карти масштабу 1 : 25 000 і зі знаком ℓ і записують у відомість. Щоб уникнути від'ємних значень ординати, до неї додають 500 000 м і приписують ліворуч номер координатної зони. Крім того, з "Таблиці поправок δx " вибирають поправку через інтерполяцію X за довготою.

Побудова трапеції масштабу 1 : 10 000 виконується в паперовому або електронному варіанті у програмі AutoCad.

Приклад оформлення в додатку № 1.

Лабораторні завдання:

1. Визначити 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 та схематично накреслити трапеції за індивідуальними формулами географічної координати точки:

$$B = 48^\circ + N + 11'11'' \cdot n; \quad L = 23^\circ + N + 22'22'' \cdot n,$$

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

2. Обчислити прямокутні координати Гаусса-Крюгера вершин кутів трапеції масштабу 1 : 10 000 за визначеними географічними координатами трапеції.

3. Побудувати трапецію масштабу 1 : 10 000.

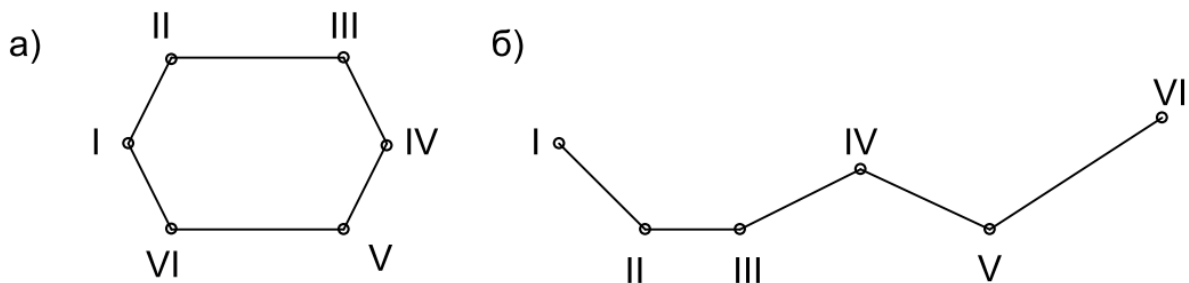
Лабораторна робота № 2

Тема. Детальне тахеометричне знімання на станції.
Обчислювальна обробка журналу тахеометричного знімання.
Побудова та оформлення плану тахеометричного знімання.

Мета: засвоїти суть та принципи тахеометричного знімання на станції, зробити обробку журналу тахеометричного знімання та побудувати і оформити план.

Тахеометричне знімання – швидкий спосіб одночасного визначення планового та висотного положення точок місцевості. В результаті тахеометричного знімання складають топографічний план місцевості із зображенням на ньому ситуації та рельєфу. Таке знімання використовується для створення планів невеликих ділянок та трас лінійних споруд, при зніманні забудованої території.

Знімання місцевості виконують тахеометрами і теодолітами, які встановлюють на закріплених кілочках точках цієї місцевості. Разом ці точки (вершини) створюють так званий теодолітний полігон, який буває «замкнений» або «незамкнений».



а) замкнений;

б) незамкнений.

Для усіх вершин полігону (I, II, III і т.д.) визначають прямокутні координати X і Y та їх висотне положення – позначки H .

Сукупність координат X та Y вершин полігону має назву «планова основа» тахеометричного знімання.

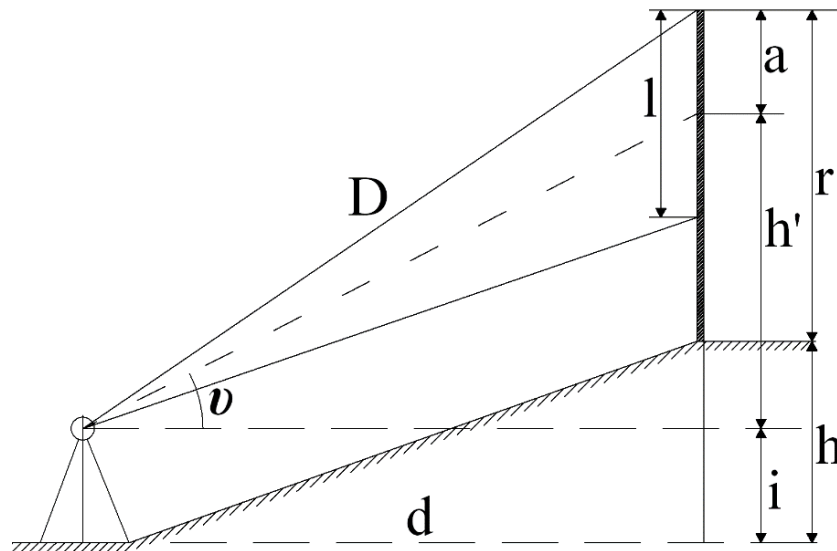
Сукупність висот (позначок) H вершин полігону має назву «висотна основа» тахеометричного знімання.

Для побудови планової та висотної основи тахеометричного знімання, тобто визначення координат X і Y та позначок H вершин полігону, виконують низку польових та камеральних робіт.

Перед початком робіт теодоліт перевіряють та, при потребі, від'юстировують.

На станції теодоліт встановлюють, центрують над точкою, горизонтують, вимірюють висоту і та при «крузі ліво» орієнтують на передню, зазвичай, точку полігону.

Нівелірні рейки із сантиметровими поділками послідовно встановлюють на характерні точки ситуації і рельєфу навколо станції в межах площі знімання. В журналі тахеометричного знімання креслять окремий абрис із ситуацією і рейковими точками на ній.



При погляді на рейку наступні виміри виконують і записують в журнал:

1. Відлік по горизонтальному колу (горизонтальний кут β);
2. Відлік по вертикальному колу КЛ (вертикальний кут ν);
3. Відстань D від теодоліту до рейки за нитяним віддалеміром.

Кількість рейкових точок визначається площею і масштабом знімання, складністю ситуації та рельєфу.

Всі вимірювання записують в журнал тахеометричного знімання у розділ «Запис вимірювання пікетів», при цьому обов'язково вказується спосіб наведення на рейку.

Журнал тахеометричного знімання

Дата _____

Ст. № _____

$i = 1,49$

Спостерігав _____

КЛ = $5^{\circ}35'$

$H_{ст} = 113,40$

Запис. обчислював _____

КП = $-5^{\circ}35'$

МО = $0^{\circ}00'$

№№ позначен- ня точок	Відліки по			Кут верти- кальний, ν	h'	$i-r+a$	h	d	Відміт- ки, H_i	При- мітки
	рейці D	кругах								
		вертик.	гориз.							
1	60	-8°05'	0°00'	-8°05'	-8,35	-1,21	-9,56	58,81	103,84	
2	86	-2°36'	354°36'	-2°36'	-3,90	-1,08	-4,98	85,82	108,42	

$$MO = \frac{KL + KP}{2}; \quad v = KL - MO; \quad h' = d \cdot \operatorname{tg} v; \quad d = D \cdot \cos^2 v;$$

$$h_i = h' + i - r + a \quad a = \frac{l}{2}$$

де d - горизонтальне прокладення, v - кут вертикальний, i - висота приладу, r - висота рейки.

$$H_i = H_{\text{ст}} + h_i$$

де H_i - позначки рейкової точки; $H_{\text{ст}}$ - позначка станції; h_i - перевищення рейкової точки відносно станції.

Побудова плану тахеометричного знімання масштабу 1 : 1 000, суцільні горизонталі проведені через 1 м виконується в паперовому або електронному варіанті у програмі AutoCad.

Вихідні дані для детального тахеометричного знімання на станції та приклад оформлення в додатку № 2.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти мету і сутність тахеометричного знімання та його планового та висотного обґрунтувань.

2. Ознайомитись і вивчити заповнення та обрахування журналу тахеометричного знімання за індивідуальним завданням здобувача.

3. Побудувати та оформити план тахеометричного знімання масштабу 1 : 1 000, суцільні горизонталі проведені через 1 м.

Лабораторна робота № 3

Тема. Обчислювальна обробка матеріалів тахеометричного знімання по ЦМР в умовній системі координат і висот.

Мета: засвоїти та зробити обчислювальну обробку матеріалів тахеометричного знімання по ЦМР в умовній системі координат і висот.

Тахеометричне знімання (швидке знімання) виконується теодолітом (тахеометром) та за назвою пов'язано з тим, що відстані до точок вимірюють не стрічкою, а оптичним (нитковим) віддалеміром, що значно прискорює роботу.

Це знімання є водночас і планове, і висотне, на його основі будують топографічний план місцевості.

При побудові планової основи ці роботи мають назву «теодолітне знімання».

Під час теодолітного знімання виконують такі види польових та камеральних робіт:

- Рекогносцирування місцевості, закріплення точок теодолітного полігона.

- Вимірювання довжин сторін полігону (лінійні вимірювання).

- Вимірювання кутів на точках полігона.

- Прив'язка полігона до пунктів державної або місцевої геодезичної мережі.

- Знімання ситуації місцевості.

- Камеральні роботи – перевірку польових журналів і складання детальної схеми знімальної основи, обчислення координат і висот точок тахеометричних ходів, обчислення висот усіх пікетів на станціях, накладання точок знімальної основи, тахеометричних (теодолітних) ходів, пікетних точок, проведення горизонталей і накладання ситуації.

В журналі розміщують результати лінійних і кутових вимірювань при прокладанні теодолітного ходу та їх опрацювання.

Журнал вимірів тахеометричного ходу

Дата: _____ Погода: _____
 Спостерігав: _____ Обчислював: _____ Видимість: _____

№ станц.	№ точок візування	Горизонтальний круг			№ т. візуван. Вис. рейки <i>м</i>	Вертикальний круг			Відстань, <i>D</i> Гор. проклад. <i>d, м</i>	Перевищення <i>h, м</i>
		Л	Відліки	Кут Л Сер. знач. Кут П		Л	Відліки	МО Кут нахилу, <i>ν</i>		
2	1	Л	54°45,'6	0°35,'3						
	3		53°10,'3							
1,43	1	П	235°10,'2	0°35,'5	3	Л	0°23,'5	0°00,'0	174,9	+0,50
	3		234°34,'5	0°35,'7	3.00	П	359°36,'5	0°23,'5	174,9	
3	2	Л	183°21,'6	90°09,'5	2	Л	0°08,'9	0°00,'0	175,5	-0,52
	4		93°12,'1		3.00	П	359°51,'0	0°08,'9	175,5	
1,15	2	П	8°27,'2	90°09,'5						
	4		278°17,'7	90°09,'5						

Обчислення плоских прямокутних координат точок тахеометричних ходів виконують аналогічно теодолітним ходам з точністю до 0,01 м, враховуючи формули допустимих нев'язок, установлених технічними вимогами.

Результати обрахунку координат точок записують у координатну відомість.

Обчислення висот точок тахеометричних ходів виконують аналогічно нівелірним ходам також з точністю до 0,01 м, враховуючи формули допустимих нев'язок, установлених технічними вимогами.

У відомість виписують номери точок і відстані, знаходять загальну довжину ходу (ΣS). Виписують прямі та зворотні перевищення (h_{np} , h_{zv}) і обчислюють середні. Прямі та зворотні перевищення відрізняються знаками, тому знак середнього перевищення ставиться завжди прямого напрямку.

Далі підсумовують середні перевищення і знаходять їх практичну суму ($\Sigma h_{п}$), а різниця висот кінцевої і початкової твердих точок дає теоретичну суму ($\Sigma h_{т}$). Розбіжність між сумою середніх перевищень ($\Sigma h_{п}$) практичною і теоретичною сумою ($\Sigma h_{т}$) називається нев'язкою, яка обчислюється за формулою:

$$f_h = \Sigma h_n - \Sigma h_m$$

Нев'язка не повинна перевищувати допустиму, що встановлена технічними вимогами. Коли нев'язка не перевершує допуск, її розподіляють зі зворотним знаком пропорційно довжинам сторін ходу.

Враховуючи поправки, обчислюють ув'язані перевищення ($h_{ув}$).
Висоти точок ходу обчислюють за формулою:

$$H_{i+1} = H_i + h_{ув}$$

Контролем правильності обчислень є одержання висоти заданої кінцевої твердої точки.

Відомість урівнювання перевищень і обчислення висот точок тахеометричного ходу

Номери точок	Відстані, м	Перевищення, м			Поправки	Перевищення ув'язані	Висоти Н, м
		прямі	зворотні	середні			
2							110,53
	175,2	+0,50	-0,52	+0,51	+0.01	+0,52	
3							111,05

$$\Sigma h_n = 0,06 \text{ м}$$

$$f_h = 0,06 \text{ м}$$

$$\Sigma h_m = 0,00 \text{ м}$$

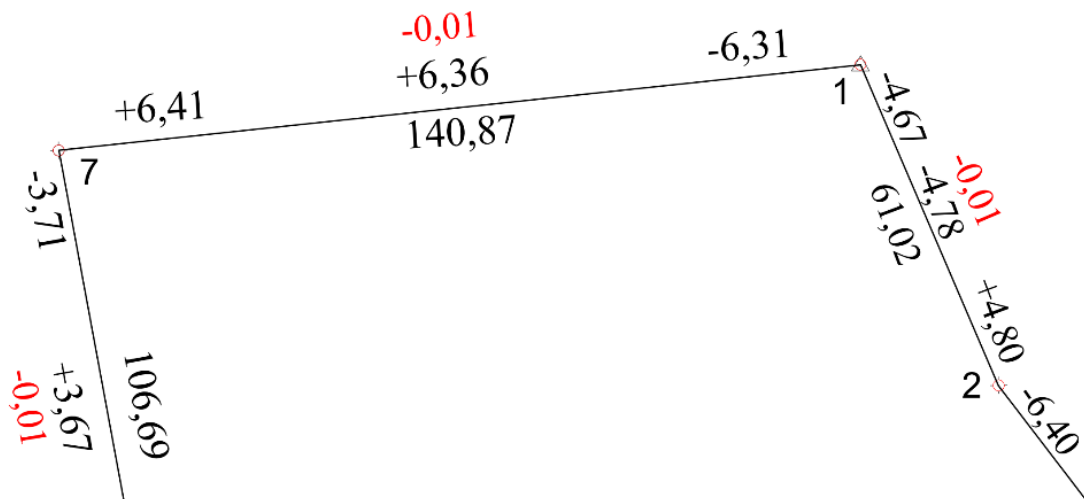
$$f_{h_{доп}} = \frac{0.04 * P}{\sqrt{n}} = \frac{0.04 * 6,50}{\sqrt{7}} = 0,10 \text{ м}$$

Допустимі лінійні неув'язки в тахеометричних ходах під час вимірювання ліній оптичними тахеометрами і теодолітами визначають за формулою:

$$f_{h_{доп}} = \frac{0.04 * P}{\sqrt{n}}$$

де: P – довжина ходу (в м); n – кількість ліній у ході.

Схема урівнювання перевищень і обчислення висот точок тахеометричного ходу.



Побудова плану тахеометричного знімання масштабу 1 : 1 000, суцільні горизонталі проведені через 1 м виконується в паперовому або електронному варіанті у програмі AutoCad.

Вихідні дані для обчислювальної обробки матеріалів тахеометричного знімання по ЦМР в умовній системі координат і висот та приклад оформлення в додатку № 3.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти види польових та камеральних робіт при теодолітному зніманні.

2. Ознайомитись і вивчити заповнення та обрахування журналу вимірів тахеометричного знімання, координатну відомість та відомість урівнювання перевищень і обчислення висот точок тахеометричного ходу за індивідуальним завданням здобувача.

3. Побудувати та оформити план тахеометричного знімання по ЦМР масштабу 1 : 1 000, суцільні горизонталі проведені через 1 м.

Лабораторна робота № 4

Тема. Врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою.

Мета: засвоїти та зробити врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою.

У геодезії і геодинаміці для визначення координат вузлових точок (точок спостережень) використовують системи ходів. Система ходів - це з'єднання різних геодезичних пунктів у мережу, де кожна точка має відомі координати, а інші точки визначаються відносно них. У багатьох випадках, особливо в геодезії великих площин, для визначення координат вузлових точок використовують одну вузлову точку як вихідний пункт, інші точки обчислюють відносно неї.

Систему ходів для визначення координат вузлових точок можна урівняти, використовуючи різні методи, такі як тригонометричні, трилатерація, астрономічні та інші. Однак основна ідея залишається тією ж: визначення відстаней і кутів між вузовими точками для подальшого розрахунку координат.

Зазвичай для урівнювання системи ходів використовуються такі етапи:

1. Вибір вузлової точки: Визначають одну точку в системі ходів, яка використовується як вихідна точка і поєднує всі теодолітні або тахеометричні ходи.

2. Вимірювання відстаней: Вимірюють відстані від вузлової точки до всіх інших точок в системі ходів. Для цього можна використовувати вимірювальні інструменти, такі як тахеометри, лазерні рулетки тощо.

3. Вимірювання кутів: Вимірюють кути між вузловою точкою та іншими точками в системі ходів за допомогою теодолітів або інших геодезичних інструментів.

4. Розрахунок координат: За допомогою вимірюваних відстаней і кутів розраховують координати інших точок в системі ходів відносно вузлової точки. Цей процес може виконуватися з використанням тригонометричних формул, математичних методів або за допомогою програмних засобів.

5. Перевірка і корекція: Після розрахунків проводиться перевірка і корекція отриманих координат, щоб упевнитися в їхній точності.

Врівноваження системи полігонометричних ходів виконують в такій послідовності.

Координати вихідних пунктів беруться з таблиці і перераховуються в залежності від варіанту за формулами.

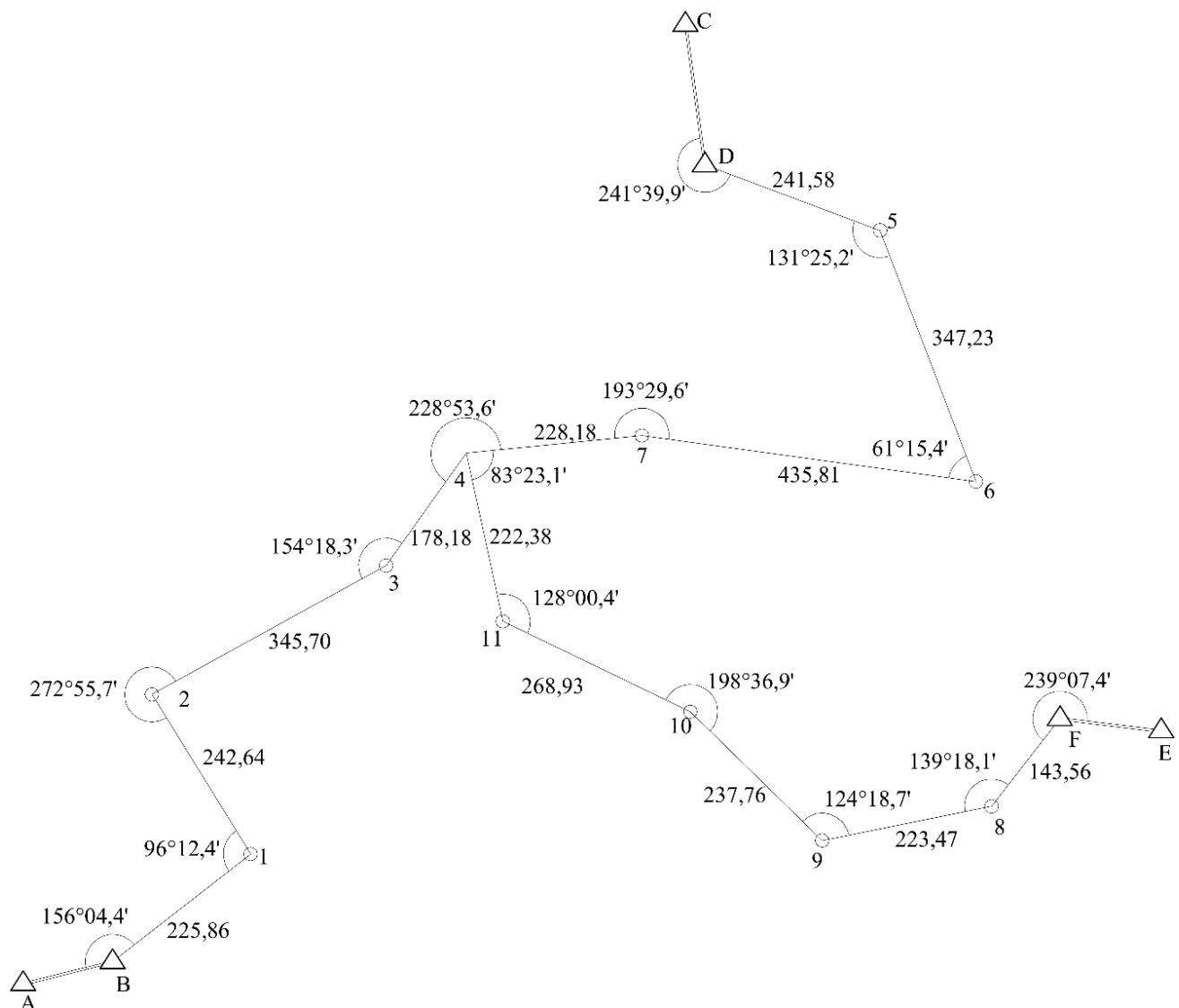
Вихідні дані довжин і кутів показані на схемі.

Обравши вузлову лінію, наприклад, лінію 4–7, підраховують суми виміряних кутів по кожному ходу: $\sum\beta_1, \sum\beta_2, \sum\beta_3$.

Визначають за координатами початковий дирекційний кут АВ, CD, EF за формулою:

$$\tan \alpha_{1-2} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{6528,52 - 6270,72}{5008,06 - 4943,78} = \frac{257,8}{64,28} = 4,010578718$$

$$\alpha_{1-2} = \arctan(4,010578718) = 76^\circ 00'$$



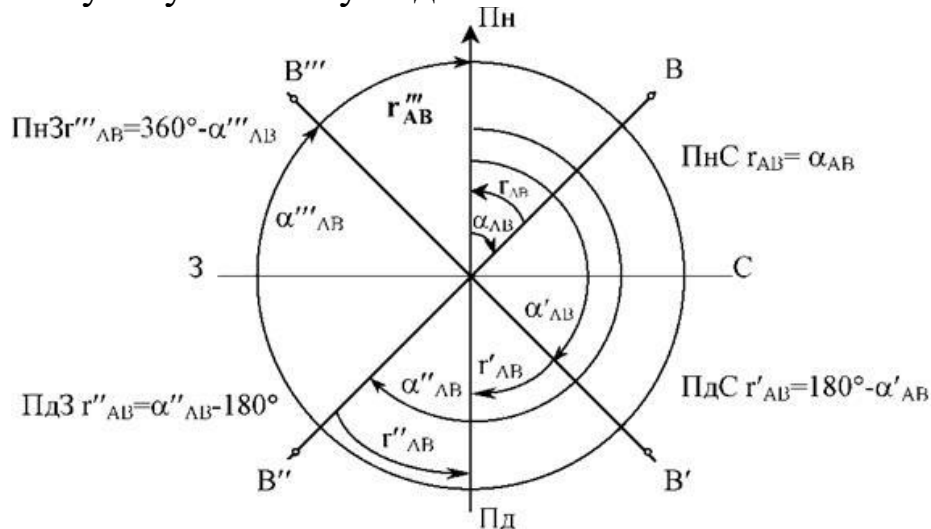
Значення дирекційний кута залежить від напрямку приростів ΔX , ΔY , та визначається по румбам.

У всіх трьох ходах обчислюють значення дирекційного кута вузлової лінії, в залежності як розташовані кути зліва або права, за формулами:

$$\alpha_K = \alpha_{\Pi} + 180^\circ n - \beta_{np};$$

$$\alpha_K = \alpha_{\Pi} - 180^\circ n + \beta_{лів};$$

де n – число кутів у кожному ході.



Із обчислених трьох значень дирекційних кутів вузлової лінії обчислюють його найімовірніше значення, приклад якого показаний в таблиці.

Вирахування дійсного значення дирекційного кута вузлової точки

№ ходів	α вираху.	Число кутів	Вага $P=k/n$	Залишок ϵ	$P\epsilon$	δ	$P\delta$	$P\delta\delta$
1	283°34,4'	6	0,17	144''	24,48	-0,9	-0,15	0,13
2	283°32,5'	4	0,25	30''	7,50	1	0,25	0,25
3	283°34,6'	5	0,20	156''	31,20	-1,1	-0,22	0,24
$\Sigma=$	283°32,0'		0,62		63,18		-0,12	0,62

$$\alpha_{прибл} = 283^\circ 32,0' \quad \alpha = \alpha_{прибл} + \frac{[P\epsilon]}{[P]} = 283^\circ 32,0' + \frac{63,18}{0,62} = 283^\circ 33,5'$$

Обчислюють середню квадратичну похибку одиниці ваги дирекційного кута вузлової лінії μ і середню квадратичну похибку найімовірнішого значення дирекційного кута вузлової лінії M_α

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,62}{2}} = \pm 0,56 \quad M_\alpha = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}} = \frac{0,56}{\sqrt{0,62}} = \pm 0,71$$

де n – число ходів в системі.

Теоретичну суму кутів вираховують за формулами:

а) для лівих виміряних кутів:

$$\Sigma\beta_{теор} = \alpha_K - \alpha_n + 180^\circ n$$

б) для правих кутів:

$$\Sigma \beta_{теор} = \alpha_n - \alpha_k + 180^\circ n$$

де α_n – дирекційний кут початкової твердої лінії;

α_k – дирекційний кут кінцевої твердої лінії;

n - кількість сторін ходу.

З теоретичної суми кутів розімкненого ходу інколи необхідно виключити повний круг – $360^\circ 00'$

За виправленими кутами і дирекційними кутами вихідних ліній обчислюють дирекційні кути всіх ліній в ходах, потім знаходять прирости координат.

За координатами вихідних пунктів і сум приростів координат у ходах обчислюють найімовірніше значення координат X , Y вузлової точки для кожного ходу, приклад якого показані в таблицях.

Вирахування дійсного значення абсциси вузлової точки (X)

№ ходів	X вирах.	Довжина ходу L в віднош. м	P=k/L	Залишок, ε	Pε	δ	Pδ	Pδδ
1	30773,45	0,28	3,57	0,05	0,18	-0,01	-0,04	0,00
2	30773,40	0,45	2,22	0	0,00	-0,06	-0,13	0,01
3	30773,52	0,45	2,22	0,12	0,27	0,06	0,13	0,01
Σ=	30773,40		8,01		0,45			0,02

$$X_{прибл} = 30773,40 \quad X_0 = X_{прибл} + \frac{[P\varepsilon]}{[P]} = 30773,40 + \frac{0,45}{8,01} = 30773,46$$

$$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,02}{2}} = \pm 0,10 \quad M_{\delta} = \frac{\mu_{\delta}}{\sqrt{[P]}} = \frac{0,10}{\sqrt{8,01}} = \pm 0,03.$$

Вирахування дійсного значення ординати вузлової точки (Y)

№ ходів	Y вирах.	Довжина ходу L в віднош. м	P=k/L	Залишок, ε	Pε	δ	Pδ	Pδδ
1	16488,33	0,28	3,57	0,33	1,18	0,04	0,14	0,00
2	16488,08	0,45	2,22	0,08	0,18	-0,21	-0,47	0,10
3	16488,28	0,45	2,22	0,28	0,62	-0,01	-0,02	0,00
Σ=	16488,00		8,01		1,98			0,10

$$Y_{прибл} = 16488,00 \quad Y_0 = Y_{прибл} + \frac{[P\varepsilon]}{[P]} = 16488,00 + \frac{1,98}{8,01} = 16488,29$$

$$\mu_y = \pm \sqrt{\frac{[P\delta\delta]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,10}{2}} = \pm 0,22 \quad M_y = \frac{\mu_y}{\sqrt{[P]}} = \frac{0,22}{\sqrt{8,01}} = \pm 0,08$$

Після визначення X та Y вузлової точки мережа розділяється на три незалежних ходи, які врівноважуються окремо строгим або спрощеним методом.

Прирости координат ΔX і ΔY обчислюють згідно з формулами, а нев'язки в приростах координат за формулами:

$$f_x = \sum \Delta X_{np.} - (X_k - X_n)$$

$$f_y = \sum \Delta Y_{np.} - (Y_k - Y_n)$$

де X_n , Y_n та X_k , Y_k – відомі координати початкової та кінцевої твердої точок.

Обчисливши абсолютну і відносну нев'язку, яка не повинна перевищувати 1/1000, урівнюють прирости координат і визначають координати точок діагонального ходу.

Цей процес може бути виконаний в ручному режимі або за допомогою спеціалізованого геодезичного програмного забезпечення, яке автоматизує багато обчислень. У будь-якому випадку точність вимірювань та обчислень дуже важлива для досягнення точних результатів при визначенні координат вузових точок.

Вихідні дані для врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою та приклад оформлення в додатку № 4.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти та урівнювання системи ходів з одною вузловою точкою.
2. Вирахувати дійсне значення дирекційного кута вузлової точки.
3. Вирахувати дійсне значення абсциси (X) та ординати (Y) вузлової точки.
4. Розрахувати координатну відомість за індивідуальним завданням здобувача та знайти координати інших точок в системі ходів відносно вузлової точки.

Лабораторна робота № 5

Тема. Рішення прямої кутової засічки за формулами Юнга.

Мета: засвоїти та зробити пряму кутову засічку за формулами Юнга та оцінку точності положення визначеного пункту.

Для остаточного згущення існуючої геодезичної мережі до необхідної щільності іноді визначають додаткові пункти за допомогою кутових і лінійних засічок.

Застосування геодезичних засічок виникає також при:

- прив'язці ходів і систем полігонометричних ходів до пунктів опорної мережі;
- позацентровому встановленні супутникових приймачів.
- передачі (знесенні) координат з вершини недоступного знака на землю.

Координати геодезичного пункту можна визначити прямою та комбінованою засічкою з двох вихідних пунктів або оберненою засічкою за трьома вихідними пунктами. Такі засічки називають одноразовими і задача розв'язується за необхідною кількістю пунктів та вимірів але безконтрольно.

Рішення прямокутної кутової засічки включає в себе визначення координат точок і розмірів кутів. Основні кроки для розв'язання прямокутної кутової засічки включають наступне:

1. Вимірювання кутів: Спочатку вимірюють кути між лініями, які утворюють засічку. Ці кути зазвичай вимірюються за допомогою геодезичних інструментів, таких як теодоліти або тахеометри.

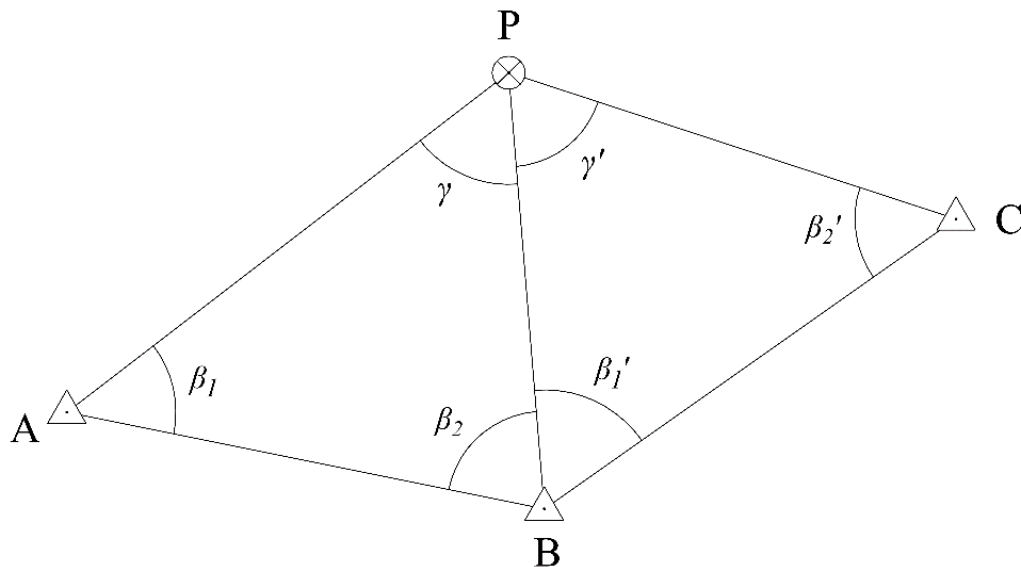
2. Вимірювання відстаней: Також вимірюють відстані між точками, які визначаються в прямокутній кутовій засічці. Відстані можуть бути виміряні за допомогою вимірювальних стрічок, електронних дальномерів або GPS-пристроїв.

3. Розрахунок координат: На основі вимірювань кутів і відстаней розраховують координати точок, які входять у засічку. Цей розрахунок може виконуватися за допомогою геодезичних обчислень і тригонометричних формул.

4. Проведення виправлень: У геодезії необхідно враховувати різні джерела похибок, такі як атмосферні умови, некоректне встановлення інструментів тощо. Тому проводять виправлення для зменшення похибок і досягнення більшої точності.

5. Перевірка результатів: Після розрахунку координат і виправлень необхідно перевірити результати, щоб впевнитися в їхній правильності і надійності.

Важливо враховувати, що точність результатів залежить від якості вимірювань, обладнання та методології розрахунків. У деяких випадках може бути необхідно використовувати спеціальні коригувальні методи і технології для досягнення високої точності в геодезичних роботах.



$$X_P = \frac{X_A \operatorname{ctg} \beta_2 + X_B \operatorname{ctg} \beta_1 + Y_B - Y_A}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2} = \frac{K}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}$$

$$Y_P = \frac{Y_A \operatorname{ctg} \beta_2 + Y_B \operatorname{ctg} \beta_1 - X_B + X_A}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2} = \frac{O}{\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2}$$

де X_A, Y_A, X_B, Y_B – координати пунктів A і B ;

β_1 – вимірний кут між вихідним напрямком AB та напрямком AP , який визначаємо;

β_2 – вимірний кут між вихідним напрямком BA та напрямком BP , який визначаємо.

Для контролю правильності визначення координат пункту P вводять третій пункт C та вимірюють кути β_1', β_2' .

У другому рішенні використовують формули:

$$X'_P = \frac{X_B \operatorname{ctg} \beta_2' + X_C \operatorname{ctg} \beta_1' + Y_C - Y_B}{\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'} = \frac{K'}{\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'}$$

$$Y'_P = \frac{Y_B \operatorname{ctg} \beta_2' + Y_C \operatorname{ctg} \beta_1' - X_C + X_B}{\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'} = \frac{O'}{\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'}$$

де X_B, Y_B, X_C, Y_C – координати пунктів B і C ;

β_1' – вимірний кут між вихідним напрямком BC та напрямком BP , який визначаємо;

β_2' – вимірний кут між вихідним напрямком CB та напрямком CP , який визначаємо.

1 рішення

X_A	758,627	$X_A \operatorname{ctg} \beta_2$	634,986
Y_A	662,506	$X_B \operatorname{ctg} \beta_1$	568,919
X_B	778,825	$Y_A \operatorname{ctg} \beta_2$	554,531
Y_B	859,190	$Y_B \operatorname{ctg} \beta_1$	627,624
β_1	53°51'09"	$\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2$	1,567503
β_2	50°04'12"	K	1400,588
$\operatorname{ctg} \beta_1$	0,730483	X_P	893,516
$\operatorname{ctg} \beta_2$	0,837020	O	1161,957
		Y_P	741,279

2 рішення

X_B	778,825	$X_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	466,174
Y_B	859,19	$X_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	584,534
X_C	945,067	$Y_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	514,277
Y_C	895,961	$Y_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	554,161
β_1'	58°15'46"	$\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'$	1,217070
β_2'	59°05'49"	K'	1087,478
$\operatorname{ctg} \beta_1'$	0,618510	X_P'	893,521
$\operatorname{ctg} \beta_2'$	0,598560	O'	902,196
		Y_P'	741,285

Середнє значення координат пункту P з двох рішень:

$$X_P = 893,518 \text{ м}$$

$$Y_P = 741,282 \text{ м}$$

Оцінка точності положення визначеного пункту P прямою кутовою засічкою.

Розбіжність, отримана між першим та другим рішенням, має задовольняти нерівність:

$$r \leq 3 * M_r$$

$$r = \sqrt{(X_p - X_p')^2 + (Y_p - Y_p')^2}$$

$$r = \sqrt{(893,516 - 893,521)^2 + (741,279 - 741,285)^2} = \pm 0,008 \text{ м}$$

де X_P , Y_P , X_P' , Y_P' - координати пункту P отримані з першого та другого рішення.

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$$

$$\gamma = 180^\circ - (53^\circ 51' 09'' + 50^\circ 04' 12'') = 76^\circ 04' 39''$$

$$\gamma' = 180^\circ - (\beta_1' + \beta_2')$$

$$\gamma' = 180^\circ - (58^\circ 15' 46'' + 59^\circ 05' 49'') = 62^\circ 38' 25''$$

де γ, γ' - значення кутів при вершині кута P відповідно в першому та другому рішеннях;

$$S_1 = \sqrt{\Delta X_{AP}^2 + \Delta Y_{AP}^2}$$

$$S_1 = \sqrt{(758,627 - 893,518)^2 + (662,506 - 741,282)^2} = 156,209 \text{ м}$$

$$S_2 = \sqrt{\Delta X_{BP}^2 + \Delta Y_{BP}^2}$$

$$S_2 = \sqrt{(778,825 - 893,518)^2 + (859,190 - 741,282)^2} = 164,490 \text{ м}$$

$$S_3 = \sqrt{\Delta X_{CP}^2 + \Delta Y_{CP}^2}$$

$$S_3 = \sqrt{(945,067 - 893,518)^2 + (895,961 - 741,282)^2} = 163,043 \text{ м}$$

де S_1, S_2, S_3 – відстані від вихідних пунктів A, B, C до середнього значення координат пункту P , м.

Визначення середньої квадратичної похибки положення пункту P :

$$M_r = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

$$M_1 = \pm \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}$$

$$M_1 = \pm \frac{5''}{206265 \sin 76^\circ 04' 39''} \sqrt{156,209^2 + 164,490^2} = \pm 0,006 \text{ м}$$

$$M_2 = \pm \frac{m_\beta}{\rho \sin \gamma'} \sqrt{S_2^2 + S_3^2}$$

$$M_2 = \pm \frac{5''}{206265 \sin 62^\circ 38' 25''} \sqrt{164,490^2 + 163,043^2} = \pm 0,006 \text{ м}$$

де M_1, M_2 – середні квадратичні похибки положення пункту P з двох рішень.

m_β – середня квадратична похибка виміру кута, її величина приймається в залежності від приладу, що використовується для вимірювання кутів, сек. $m_\beta = 5''$;

$$\rho = 206265'';$$

$$M_r = \sqrt{0,006^2 + 0,006^2} = \pm 0,008 \text{ м}$$

$$0,008 \leq 3 * 0,008$$

Отже, визначення координат пункту P виконано правильно.

Вихідні дані для рішення прямої кутової засічки за формулами Юнга в додатку № 5.

Практичні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти пряму кутову засічку за формулами Юнга.
2. Виконати розрахунки та знаходження координат точки P за формулами Юнга за індивідуальним завданням.
3. Зробити оцінку точності положення визначеного пункту P .

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гриб О. М., Гращенко Т. В. Геодезія (частина 2) : конспект лекцій. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2023. 206 с.
2. Методичні розробки для практичних занять з дисципліни «геодезія» для здобувачів вищої освіти денної форм навчання зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / уклад. Р. В. Куришко. Полтава: ПДАУ, 2024. 32 с.
3. Геодезія : навч. посібник / С. М. Білокриницький. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2021. 576 с.
4. 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.
5. Шемякін М. В., Кирилюк В. П., Прокопенко Н. А. Умовні знаки топографічних карт і планів. Частина 1. Топографічні карти масштабів 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000 : метод. вказівки для практичних занять студентам спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій, 201 – Агрономія, 203 – Садівництво та виноградарство, 205 – Лісове господарство, 206 – Садово- паркове господарство. Умань : Уманський НУС, 2020. 49 с.
6. Остапчук С.М. Топографія з основами геодезії. Конспект лекцій. Рівне : НУВГіП., 2020. 77 с.
7. Канівець О. М. Геодезія : конспект лекцій. Для студентів 1 курсу спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій», денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр». Суми, 2021. 93 с.
8. Картографія з основами топографії та геодезії : метод. вказівки до викон. лабор. робіт та контролю самостійної роботи студентів. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2021. 44 с.

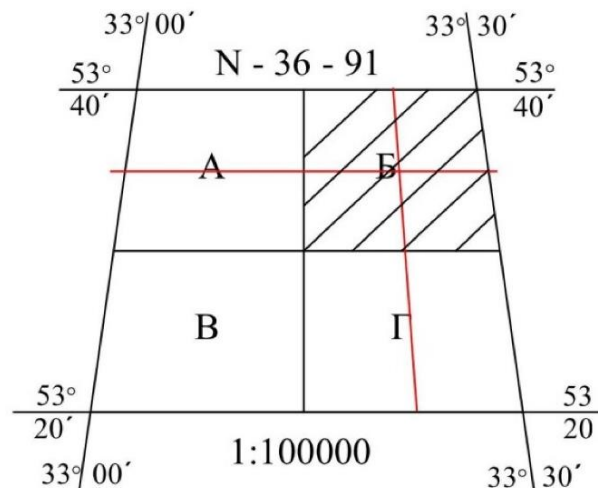
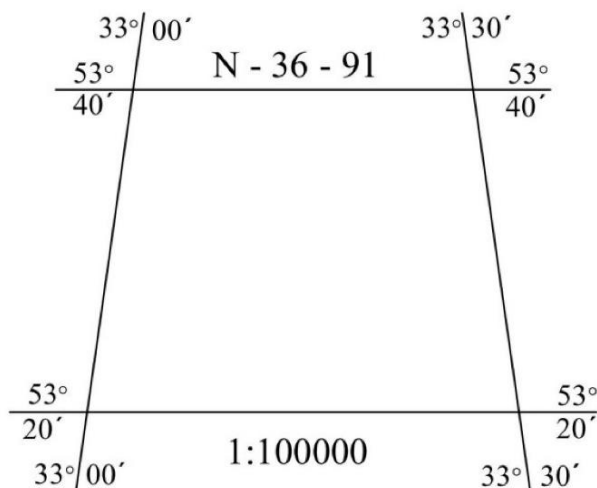
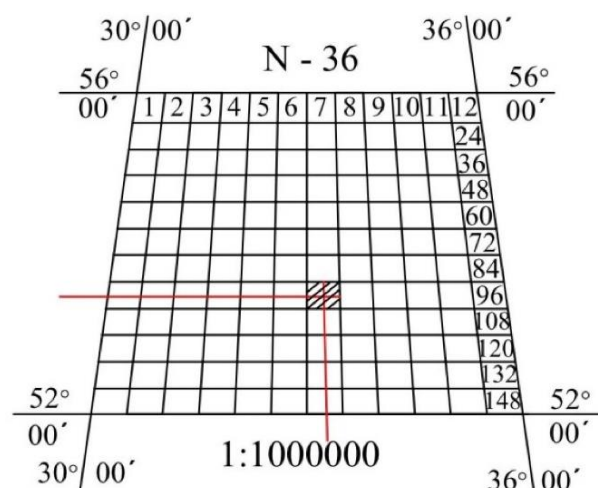
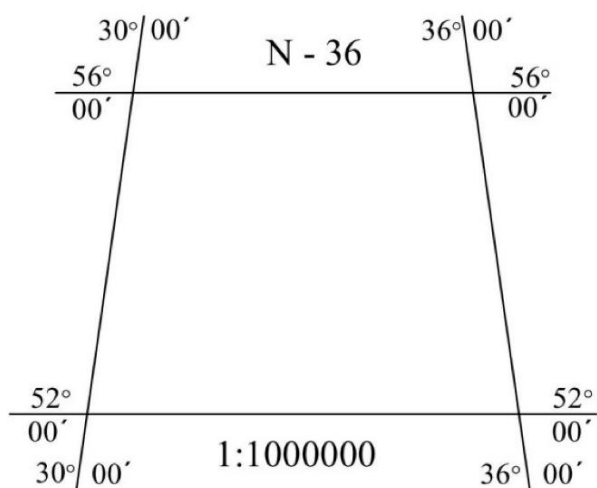
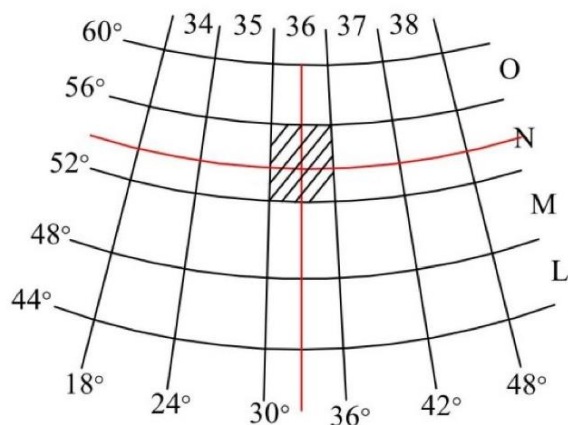
ДОДАТКИ

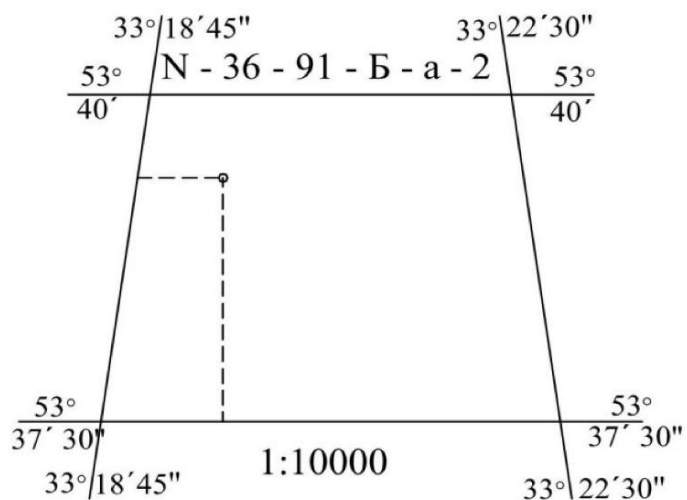
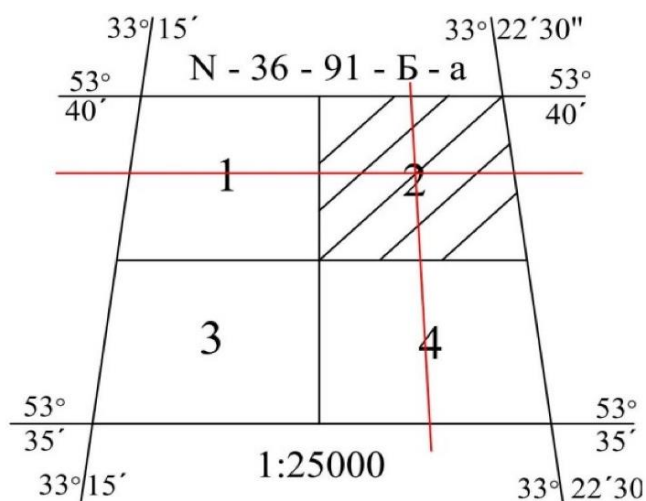
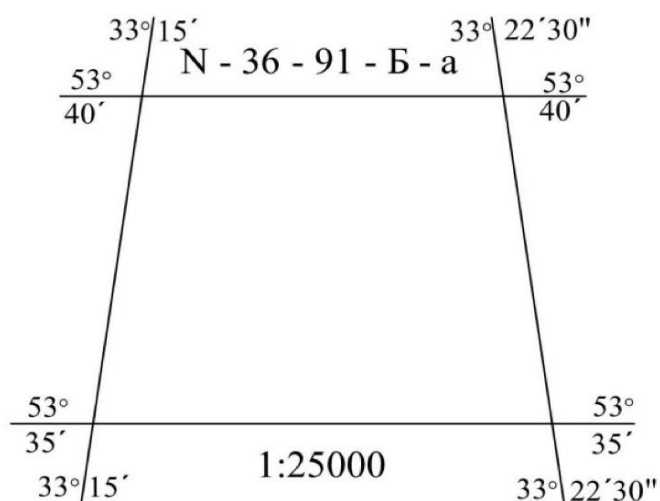
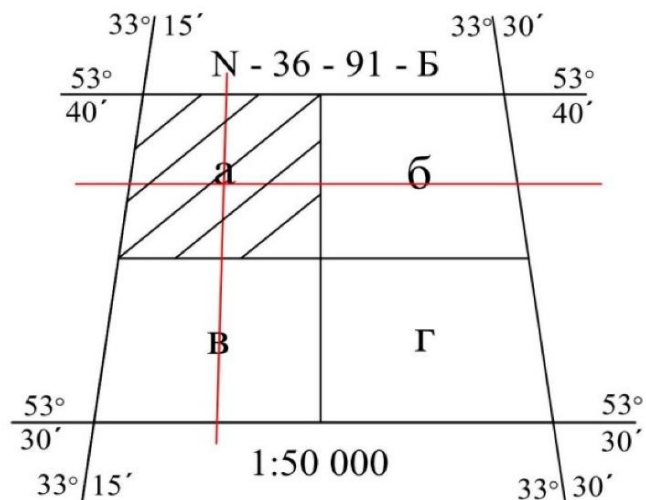
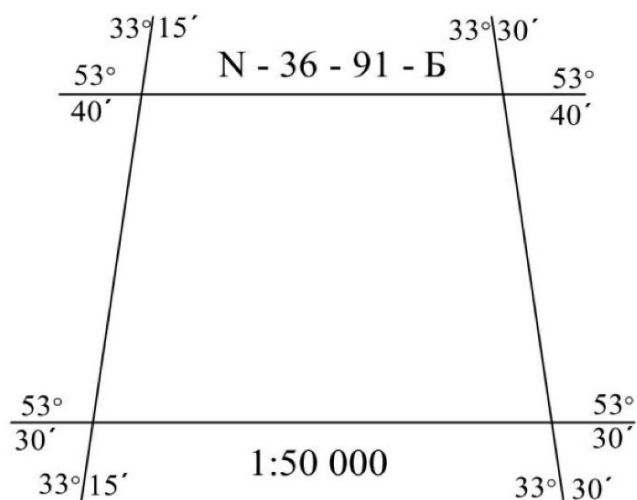
1. Визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів. Обчислення прямокутних координат Гауса – Крюгера вершин кутів трапеції масштабу 1:10000.
2. Детальне тахеометричне знімання на станції. Обчислювальна обробка журналу тахеометричного знімання. Побудова та оформлення плану тахеометричного знімання.
3. Обчислювальна обробка матеріалів тахеометричного знімання по ЦМР в умовній системі координат і висот.
4. Врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою.
5. Рішення прямої кутової засічки за формулами Юнга.

Визначення номенклатури топографічних карт різних масштабів

Широта В - $48^{\circ} + N^{\circ} + 11'11'' * n = 53^{\circ} 39'35''$

Довгота L - $23^{\circ} + N^{\circ} + 22'22'' * n = 33^{\circ} 19'10''$



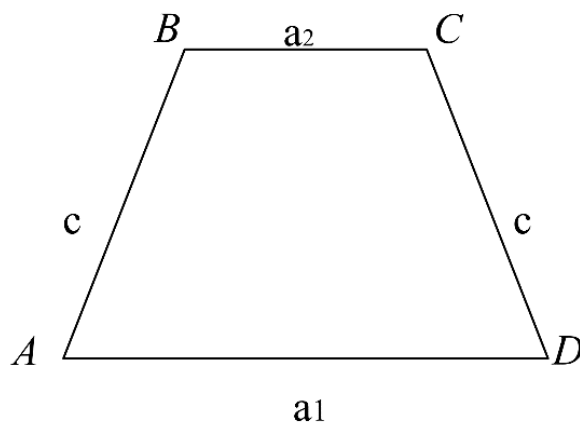


Обчислення прямокутних координат Гауса - Крюгера
вершин кутів трапеції масштабу 1:10000

В \	L	30°00'	30°03'45"	30°07'30"
	L ₀	33°00'	33°00'	33°00'
	1	-3°00'	-2°56'15"	-2°52'30"
Вирахувані координати абсциси X				
50°05'		5663359,4	5663244,1	5663128,8
50°02'30"		5658724,5	5658609,2	5658493,9
50°00'		5654089,6	5653974,3	5653859,0
ординати Y				
50°05'		140140,1	135761,0	131382,0
50°02'30"		140265,9	135882,9	131500,0
50°00'		140391,8	136004,9	131618,0
Остаточні координати абсциси X				
50°05'			5663244,1	5663128,8
50°02'30"			5658609,2	5658493,9
ординати Y				
50°05'			6364239,0	6368618,0
50°02'30"			6364117,1	6368500,0

Довжини сторін, діагоналі та площа трапеції М-36-61-В-в-2

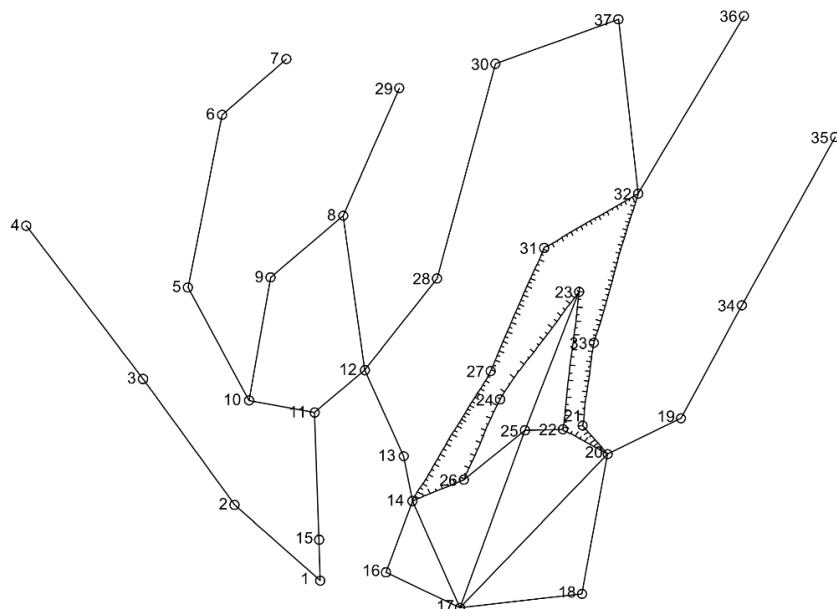
Широти	Розміри сторін та діагоналей, см			Площа Р, км ²
	a	c	d	
50°05'	43,80	46,35	63,79	20,31
50°02'30"	43,84			



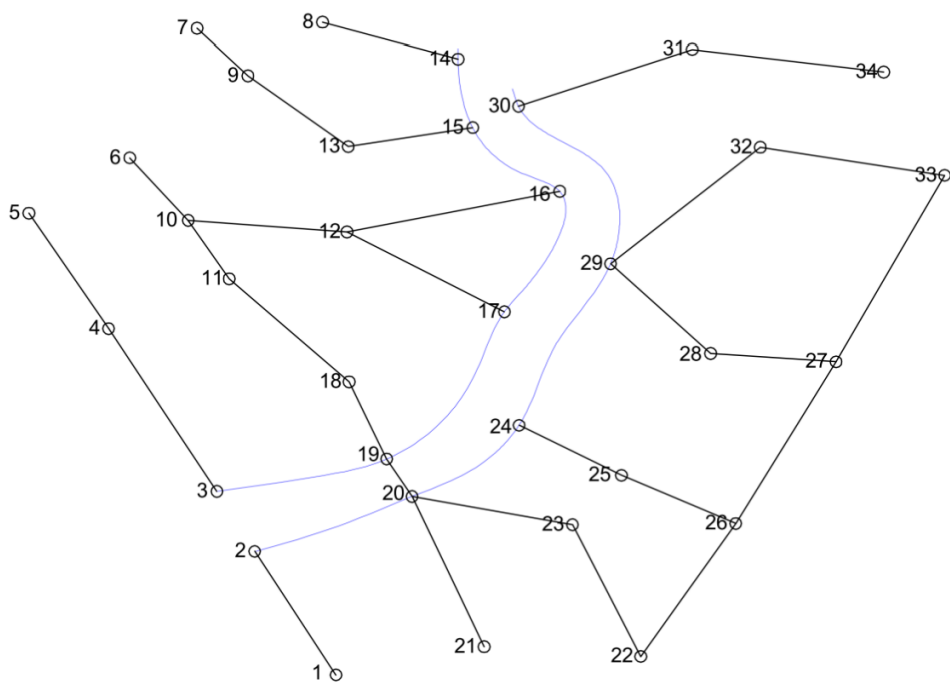
Детальне тахеометричне знімання на станції.
Обчислювальна обробка журналу тахеометричного знімання.
Вихідні данні для рішення лабораторної роботи.

Ст. № 1
КЛ 7°49' КП -7°49' i = 1,49

№№ позначення точок	Відліки по			№№ позначення точок	Відліки по		
	рейці	кругах			рейці	кругах	
		вертик.	гориз.			вертик.	гориз.
1	60	-8°05'	0°00'	20	86	-1°56'	52°17'
2	86	-2°36'	354°36'	21	90	-2°20'	47°34'
3	120	-0°39'	354°27'	22	88	-4°10'	45°04'
4	160	1°11'	353°59'	23	118	-1°42'	42°55'
5	140	1°01'	3°04'	24	92	-3°57'	35°44'
6	166	1°40'	11°31'	25	86	-7°10'	39°46'
7	170	3°25'	17°17'	26	74	-6°09'	30°59'
8	134	3°20'	19°15'	27	98	-1°41'	34°10'
9	125	-0°33'	10°56'	28	118	2°58'	27°47'
10	102	-0°45'	3°34'	29	160	3°58'	25°25'
11	94	-3°16'	10°36'	30	156	3°51'	32°50'
12	100	1°10'	18°17'	31	126	1°37'	38°34'
13	80	-2°09'	21°29'	32	142	2°49'	46°03'
14	70	-4°38'	21°51'	33	108	0°43'	45°55'
15	68	-4°53'	3°34'	34	128	1°30'	58°54'
16	56	-8°51'	13°45'	35	170	3°31'	58°55'
17	46	-12°39'	30°32'	36	186	3°29'	49°34'
18	56	-6°43'	58°50'	37	178	3°59'	41°20'
19	100	-1°22'	59°04'				



№№ позначення точок	Відліки по			№№ позначення точок	Відліки по		
	рейці	кругах			рейці	кругах	
		вертик.	гориз.			вертик.	гориз.
1	50,0	-8°30'	00°00'	18	95,0	-2°37'	17°37'
2	76,0	-8°57'	359°35'	19	82,2	-8°29'	19°40'
3	88,0	-7°32'	359°39'	20	75,2	-9°11'	21°55'
4	120,0	-0°27'	359°20'	21	48,0	-10°54'	31°22'
5	144,0	1°27'	359°02'	22	52,8	-8°04'	62°38'
6	144,0	1°56'	6°54'	23	70,2	-8°21'	44°22'
7	160,0	0°52'	14°01'	24	86,0	-7°47'	35°47'
8	156,0	1°12'	21°40'	25	80,3	-6°59'	49°01'
9	150,0	0°49'	16°14'	26	80,0	-3°48'	64°25'
10	130,0	0°47'	8°52'	27	112,5	-1°40'	64°17'
11	118,0	-0°24'	10°05'	28	104,4	-3°58'	53°44'
12	120,0	-2°51'	20°32'	29	115,5	-6°40'	42°49'
13	134,0	-1°12'	21°52'	30	140,4	-5°25'	34°19'
14	148,0	-4°21'	30°09'	31	153,0	-1°26'	45°25'
15	136,3	-4°49'	31°03'	32	140,1	-1°30'	51°39'
16	126,3	-5°50'	37°49'	33	149,3	0°29'	63°49'
17	104,9	-6°15'	33°44'	34	160,0	0°23'	57°16'



Журнал тахеометричного знімання

Дата _____

Ст. № 3

$i = 1,49$

Спостерігав _____

КЛ $7^{\circ}49'$

$H = 113,40$

Запис. обчислював _____

КП $-7^{\circ}49'$

$MO = 0^{\circ}00'$

№№ Позначен- ня точок	Відліки по			Кут верти каль ний	h'	i-r+a	h	d	Відміт- ки Ні	При міт ки
	рейці	кругах								
		вертик.	гориз.							
1	60	-8°05'	0°00'	-8°05'	-8,35	-1,21	-9,56	58,81	103,84	
2	86	-2°36'	354°36'	-2°36'	-3,90	-1,08	-4,98	85,82	108,42	
3	120	-0°39'	354°27'	-0°39'	-1,36	-0,91	-2,27	119,98	111,13	
4	160	1°11'	353°59'	1°11'	3,30	-0,71	2,59	159,93	115,99	
5	140	1°01'	3°04'	1°01'	2,48	-0,81	1,67	139,95	115,07	
6	166	1°40'	11°31'	1°40'	4,83	-0,68	4,15	165,86	117,55	
7	170	3°25'	17°17'	3°25'	10,11	-0,66	9,45	169,40	122,85	
8	134	3°20'	19°15'	3°20'	7,78	-0,84	6,94	133,55	120,34	
9	125	-0°33'	10°56'	-0°33'	-1,20	-0,88	-2,08	124,99	111,32	
10	102	-0°45'	3°34'	-0°45'	-1,33	-1,00	-2,33	101,98	111,07	

$$MO = \frac{KL + KP}{2}; \quad v = KL - MO; \quad h' = d \cdot \operatorname{tg} v; \quad d = D \cdot \cos^2 v;$$

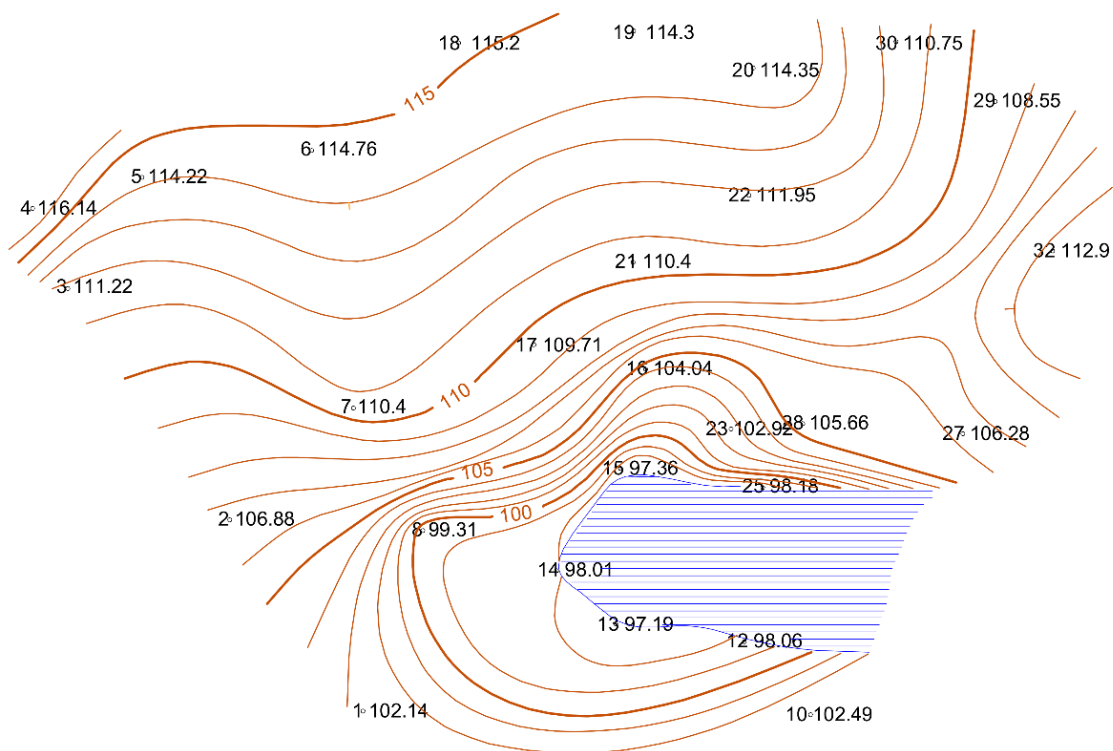
$$h_i = h' + i - r + a \quad a = \frac{l}{2}$$

де – d - горизонтальне прокладення, v - кут вертикальний, i - висота приладу, r - висота рейки.

$$H_i = H_{\text{ст}} + h_i$$

Приклад оформлення плану тахеометричного знімання.

ПЛАН тахеометричного знімання



СТ II $\diamond$ 148,0

1:1000

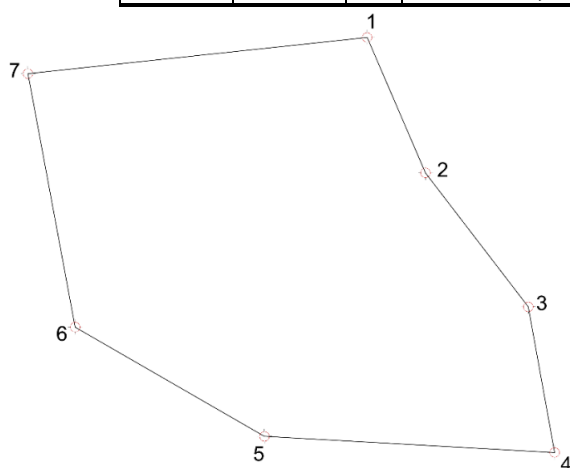
суцільні горизонталі проведені через 1 метр

Оцінка:
Перевірив:

Виконав:

Обчислювальна обробка матеріалів тахеометричного знімання
по ЦМР в умовній системі координат і висот
Вихідні данні Журналу вимірів тахеометричного ходу по ЦМР

№ станц.	№ точок візування	Горизонтальний круг		№ т. візуван. Вис. рейки <i>м</i>	Вертикальний круг		Відстань <i>D, м</i>
		Л П	Відліки		Л П	Відліки	
1	2	Л	21°14,1'	2	Л	356°44'	61,27
	7		128°24,2'	3,00	П	3°16'	
1,42	2	П	201°14,0'	7	Л	357°47,5'	141,18
	7		308°24,3'	3,00	П	2°12,5'	
2	1	Л	43°15,9'	1	Л	5°43,2'	61,58
	3		237°25,6'	3,00	П	354°17,2'	
1,39	1	П	223°15,7'	3	Л	355°47,5'	70,17
	3		57°25,0'	3,00	П	4°12,9'	
3	2	Л	12°49,0'	2	Л	6°08,5'	70,68
	4		165°37,1'	3,00	П	353°51,3'	
1,45	2	П	192°48,9'	4	Л	356°02,6'	61,58
	4		345°36,8'	3,00	П	3°57,2'	
4	3	Л	65°14,9'	3	Л	6°16,1'	61,95
	5		141°50,6'	3,00	П	353°43,9'	
1,51	3	П	245°15,1'	5	Л	1°23,7'	120,01
	5		321°51,2'	3,00	П	358°36,3'	
5	4	Л	31°08,8'	4	Л	359°26,3'	120,09
	6		184°17,2'	3,0	П	0°33,9'	
1,57	4	П	211°09,0'	6	Л	3°35,4'	90,75
	6		4°17,2'	3,00	П	356°24,8'	
6	5	Л	14°43,2'	5	Л	357°44,6'	90,41
	7		145°17,2'	3,00	П	2°15'	
1,47	5	П	194°43,3'	7	Л	2°28,7'	106,94
	7		325°17,5'	3,00	П	357°30,1'	
7	6	Л	35°38,7'	6	Л	358°31,6'	106,71
	1		121°14,6'	3,00	П	1°28,4'	
1,50	6	П	215°38,9'	1	Л	2°55,8'	141,14
	1		301°14,4'	3,00	П	357°04,2'	



Вихідні дані:

$$\alpha_{1-2} = (100 + 10 \cdot N)^{\circ} + (10 \cdot n)'$$

$$X = 1000 \cdot N + 110 \cdot n$$

$$Y = 2000 \cdot N + 220 \cdot n$$

$$H = 110 \cdot N + 0.10 \cdot n$$

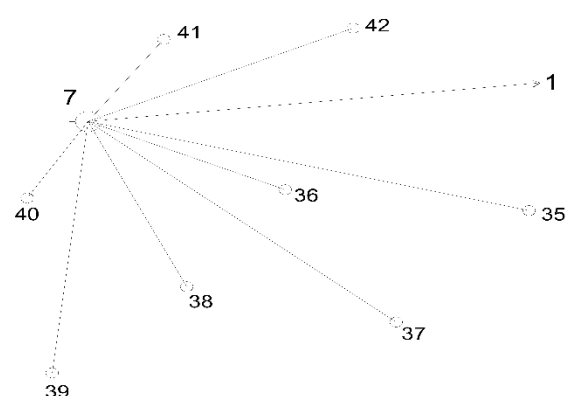
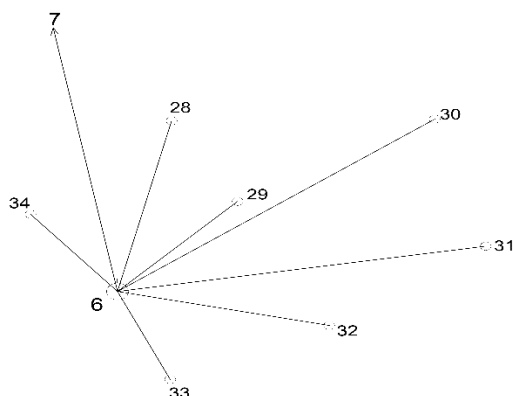
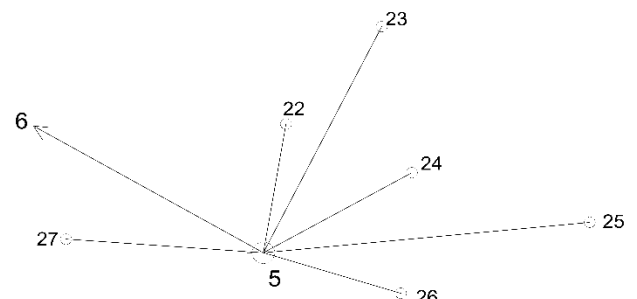
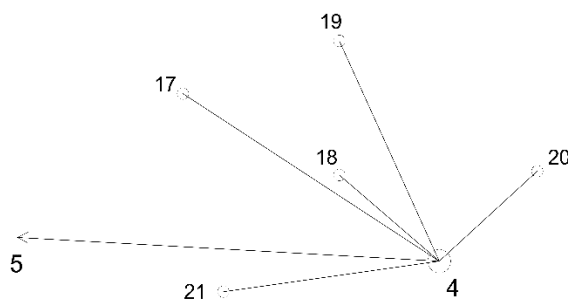
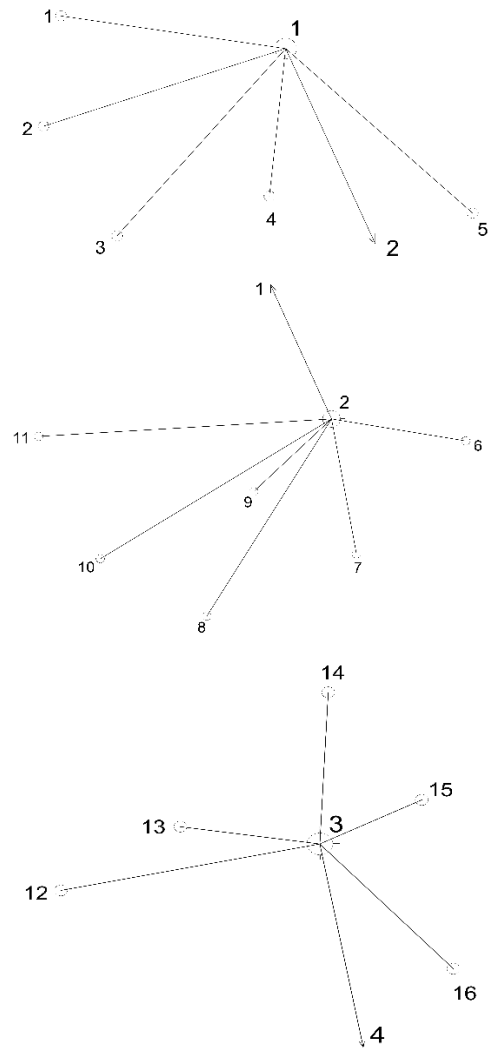
де N – номер групи;

n – номер варіанта за списком.

Вихідні данні Журнал тахеометричного знімання на станціях по ЦМР

№№ точ.	Відліки по			№№ точ.	Відліки по		
	рейці	кругах			рейці	кругах	
		вертик.	гориз.			вертик.	гориз.
Ст. № 1 на Ст. № 2 0°00'				Ст. № 5 на Ст. № 6 0°00'			
1	41,13	-0°17'	122°06'	22	24,58	6°05'	69°26'
2	46,32	-1°20'	94°23'	23	47,27	4°17'	86°27'
3	47,40	-2°34'	63°26'	24	30,33	2°55'	120°26'
4	28,68	-1°53'	29°10'	25	58,13	0°36'	144°22'
5	46,47	-2°07'	336°29'	26	25,49	1°46'	167°08'
Ст. № 2 на Ст. № 1 0°00'				27	35,27	4°08'	334°06'
6	30,71	0°07'	123°04'	Ст. № 6 на Ст. № 7 0°00'			
7	32,81	-3°45'	193°24'	28	42,05	4°01'	24°07'
8	55,08	-4°30'	234°11'	29	30,77	3°59'	55°59'
9	24,66	-0°13'	248°43'	30	70,98	2°28'	65°03'
10	61,95	-2°04'	260°44'	31	67,78	0°41'	91°21'
11	66,20	0°40'	289°42'	32	39,31	-0°01'	112°25'
Ст. № 3 на Ст. № 4 0°00'				33	23,05	-0°20'	166°00'
12	40,72	0°01'	88°14'	34	24,43	4°49'	329°53'
13	21,79	4°04'	108°33'	Ст. № 7 на Ст. № 1 0°00'			
14	28,25	8°43'	192°53'	35	71,61	2°31'	20°17'
15	17,88	7°12'	253°10'	36	33,87	3°29'	29°30'
16	30,66	-1°24'	328°07'	37	62,44	1°06'	45°16'
Ст. № 4 на Ст. № 5 0°00'				38	35,98	0°48'	70°35'
17	53,10	3°58'	29°31'	39	49,73	-0°45'	102°39'
18	23,05	6°53'	37°06'	40	17,84	1°38'	128°34'
19	41,88	6°24'	62°02'	41	20,31	6°41'	312°29'
20	23,19	6°34'	134°45'	42	45,77	4°25'	342°22'
21	37,86	2°16'	348°54'				

Абрисы



Координатна відомість (Приклад оформлення)

№№ вершин	Внутрішні кути					Сторони	Дирекційні кути		Румби	Довжина горизонтальної проекції. Сторони (м)	Вирахувані прирости				Виправлені прирости		Координата				№№ вершин	
	виміряні		поправки	Виправлені			ΔX	поправки			ΔY	поправки	ΔX	ΔY	±	X	±	Y				
	о	,		о	,																	
1	190	35		190	35	1–2	62	06	Пн.Сх:62°06’	316,72	148,20	- 0,05	279,91	0,02	148,15	279,93		1000,00		2000,00	1	
2	90	45,5	–0,5	90	45	2–3	151	21	Пд.Сх:28°39’	339,25	–297,71	-0,06	162,65	0,02	–297,77	162,68		1148,15		2279,93	2	
3	132	44		132	44	3–4	198	37	Пд.Зх:18°37’	341,85	–323,96	-0,06	–109,13	0,01	–324,02	–109,12		850,38		2442,61	3	
4	146	05,5	–0,5	146	05	4–5	232	32	Пд.Зх:52°32’	328,13	–199,60	-0,05	–260,44	0,02	–199,65	–260,42		526,36		2333,49	4	
5	159	50,5	–0,5	159	50	5–6	252	42	Пд.Зх:72°42’	363,71	–108,16	-0,06	–347,26	0,02	–108,22	–347,24		326,71		2073,07	5	
6	95	25	–0,5	95	25	6–7	337	17	Пн.Зх:22°43’	337,28	311,12	-0,05	–130,25	0,01	311,06	–130,24		218,49		1725,83	6	
7	154	33,5	–0,5	154	33	7–8	2	44	Пн.Сх: 2°44’	350,11	349,71	-0,06	16,70	0,02	349,65	16,72		529,55		1595,59	7	
8	110	03,5		110	03	8–1	72	41	Пн.Сх:72°41’	406,08	120,87	-0,07	387,67	0,02	120,80	387,69		879,20		1612,31	8	
1						1–2	62	06	P=	2783,13	ΔX= +727,53		ΔY= +847,88					1000,00		2000,00	1	
Σβг=	1080	2,5									ΔX= –727,67		ΔY= –847,43									
Σβпр=	1080	00									fΔX= +0,47		fΔY= –0,15									
fβ=		+2,5									f _{абс} =√0,47 ² + 0,15 ² =0,49											
fβ _{доп} =	±1√n	= 2,8									f _{від} = $\frac{0,47}{2783,13} = \frac{1}{5679} \leq \frac{1}{2000}$											

$\Sigma\beta_{теор.} = 180^\circ \cdot (n-2)$ де n – кількість кутів полігона.

$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_{пр}$; $\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^\circ + \beta_{лів}$; $\beta_{пр}$ і $\beta_{лів}$, – праві та ліві за напрямком ходу внутрішні кути.

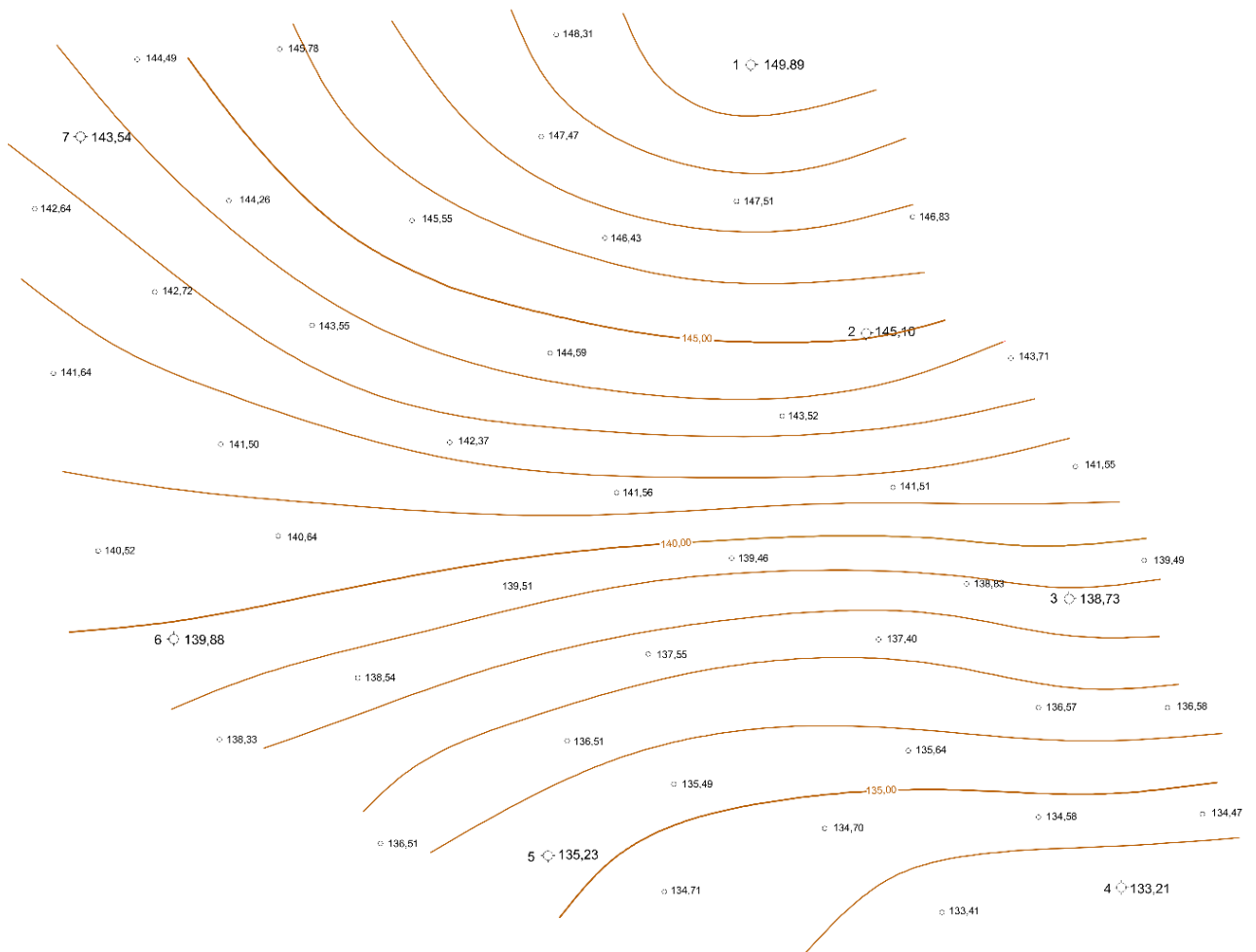
$\Delta X = d \cdot \cos\alpha$; $\Delta Y = d \cdot \sin\alpha$; де d – горизонтальне прокладення лінії, α – дирекційні кути відповідної лінії.

$X_{i+1} = X_i + \Delta X$; $Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y$; X_{i+1} , Y_{i+1} – координати наступної точки.

Приклад оформлення плану тахеометричного знімання по ЦМР.

ПЛАН

тахеометричного знімання по ЦМР



1:1000

Суцільні горизонталі проведені через 1 метр

Оцінка:
Перевірів:

Виконав (ла): ст.

Врівноваження мережі ходів полігонометрії з одною вузловою точкою.

Координати пунктів опорної геодезичної мережі на вузлову точку.

№	X	Y
A	4943,78	6270,72
B	5008,06	6528,52
C	6438,68	7237,68
D	6036,60	7293,31
E	5282,18	8073,10
F	5321,79	7751,95

$X_{\text{нова}} = X_{\text{вихідна}} + 100 \cdot n + 22,22 \cdot n$

$Y_{\text{нова}} = Y_{\text{вихідна}} + 200 \cdot n + 44,44 \cdot n$

де n – номер значення задане викладачем.

Приклад розрахунку координатної відомості разомкнутого ходу

назв. точек	Углы			Дирекц. углы	Гор. пролож.	приращения координат						Координаты		H
	Измеренные	Увязанные	вычисленные				увязанные		X	Y				
			Dx			6'	Dy	7'			Dx	Dy	8	
1	2	2'	3	4	5	6	6'	7	7'	8	9	10	11	12
A				РАЗОМКНУТЫЙ ХОД										A
B	156°04,4'	-0,6'	156° 3,8'	76°00'								8674,66	13861,72	B
1	96°12,4'	-0,8'	96° 11,6'	52° 3,8'	225,86	138,856	-0,074	178,134	-0,037	138,782	178,097	8813,442	14039,817	1
2	272°55,7'	-0,8'	272° 54,9'	328° 15,4'	242,64	206,344	-0,08	-127,657	-0,039	206,264	-127,696	9019,706	13912,121	2
3	154°18,3'	-0,8'	154° 17,5'	61° 10,3'	345,70	166,692	-0,114	302,857	-0,056	166,578	302,801	9186,284	14214,922	3
4	228°53,6'	-0,8'	228° 52,8'	35° 27,8'	178,18	145,125	-0,059	103,377	-0,029	145,066	103,348	9331,35	14318,27	4
7				84° 20,6'										
					992,38									
	908° 24,4'		908° 20,6'	f(s) = sqrt(0,327^2 + 0,161^2) = 0,364		657,017		456,711		656,69	456,55			
	908° 20,6'			0,364/992,38 = 1/2726,319 < 1/1500		656,69		456,55		656,69	456,55			
	f(b) = 0° 3,8'					-----		-----		-----	-----			
	f(доп) = 0° 4,5'					0,327		0,161		0	0			
Невязка допустима														

назв. точек	Углы			Дирекц. углы	Гор. пролож.	приращения координат						Координаты		H
	Измеренные	Увязанные	вычисленные				увязанные		X	Y				
			Dx			Dy	Dx	Dy						
1	2	2'	3	4	5	6	6'	7	7'	8	9	10	11	12
C				РАЗОМКНУТЫЙ ХОД										C
D	241°39,9'	-0,5	241° 39,4'	172°7,4'								9703,20	14626,51	D
5	131°25,2'	-0,7	131° 24,5'	110° 28'	241,58	-84,471	0,04	226,33	0,029	-84,431	226,359	9618,769	14852,869	5
6	61°15,4'	-0,7	61° 14,7'	159° 3,5'	347,23	-324,294	0,057	124,106	0,042	-324,237	124,148	9294,532	14977,017	6
7	193°29,6'	-0,7	193° 28,9'	277° 48,8'	435,81	59,247	0,071	-431,764	0,053	59,318	-431,711	9353,85	14545,306	7
4	360°00'	-0,7	359° 59,3'	264° 19,9'	228,18	-22,537	0,037	-227,064	0,028	-22,5	-227,036	9331,35	14318,27	4
7				84° 20,6'	228,18									
				1252,8										
	987° 50,1' 987° 46,8' f(b) = 0° 3,3' f(доп) = 0° 4,5'	987° 46,8'		f(s) = $\sqrt{(-0,205^2 + -0,152^2)}$ = 0,255 0,255/1252,8 = 1/4912,941 < 1/1500	-372,055 -371,85 ----- -0,205	-308,392 -308,24 ----- -0,152	-371,85 -371,85 ----- 0	-308,24 -308,24 ----- 0						
	Невязка допустима													

назв. точек	Углы			Дирекц. углы	Гор. пролож.	приращения координат						Координаты		H	
	Измеренные	Увязанные	вычисленные				увязанные		X	Y					
			Dx			Dy	Dx	Dy							
1	2	2'	3	4	5	6	6'	7	7'	8	9	10	11	12	
E				РАЗОМКНУТЫЙ ХОД											E
F	239°07,4'	-0,3'	239° 7,1'	277°01,9'								8988,39	15085,15	F	
8	139°18,1'	-0,6'	139° 17,5'	217° 54,8'	143,56	-113,26	0,027	-88,213	0,015	-113,233	-88,198	8875,157	14996,952	8	
9	124°18,7'	-0,6'	124° 18,1'	258° 37,3'	223,47	-44,088	0,044	-219,078	0,024	-44,044	-219,054	8831,113	14777,898	9	
10	198°36,9'	-0,6'	198° 36,3'	314° 19,2'	237,76	166,115	0,047	-170,105	0,025	166,162	-170,08	8997,275	14607,818	10	
11	128°00,4'	-0,6'	127° 59,8'	295° 42,9'	268,93	116,687	0,053	-242,296	0,028	116,74	-242,268	9114,015	14365,55	11	
4	83°23,1'	-0,6'	83° 22,5'	347° 43,1'	222,38	217,291	0,044	-47,304	0,024	217,335	-47,28	9331,35	14318,27	4	
7				84° 20,6'											
					1096,1										
	912° 44,6'		912° 41,3'	f(s) = sqrt(0,215^2 + 0,116^2) = 0,244	342,745			-766,996		342,96	-766,88				
	912° 41,3'			0,244/1096,1 = 1/4492,213 < 1/1500	342,96			-766,88		342,96	-766,88				
	f(b) = 0° 3,3'				-0,215			-0,116		0	0				
	f(доп) = 0° 4,9'														
Невязка допустима															

Вихідні дані: Рішення прямої кутової засічки за формулами Юнга

№	Координати						Виміряні кути											
	А		В		С		β_1			β_2			β_1'			β_2'		
	X	Y	X	Y	X	Y	°	'	”	°	'	”	°	'	”	°	'	”
1	998,49	646,54	932,32	973,05	1130,84	1253,51	49	02	28	73	47	26	59	27	31	53	24	29
2	926,12	323,96	623,99	481,65	673,93	881,17	55	45	05	58	23	10	52	03	15	48	50	35
3	524,13	683,85	413,06	820,32	470,42	976,75	44	47	16	60	22	25	60	20	56	47	16	24
4	1062,74	625,78	1020,00	770,39	1121,37	888,03	50	54	53	60	44	53	62	02	26	49	07	52
5	1053,32	514,53	859,55	593,26	884,42	830,58	43	51	27	56	01	36	50	06	24	38	01	56
6	768,34	1035,07	831,41	1170,86	970,06	1134,08	62	00	39	50	07	59	49	55	32	64	44	08
7	1541,71	821,32	1386,48	738,94	1194,43	849,95	64	54	39	62	41	08	59	19	52	55	21	22
8	1126,32	853,57	982,94	948,55	1036,51	1130,79	62	17	10	55	02	22	52	06	06	57	56	51
9	845,37	1101,95	785,09	1281,71	962,32	1421,09	64	46	16	58	24	17	51	14	26	58	41	39
10	622,69	775,91	618,14	1032,41	823,54	1119,78	61	14	39	46	12	52	65	48	29	59	30	46
11	505,54	555,82	453,65	692,51	526,70	810,59	56	20	19	64	38	46	62	49	27	59	37	37
12	1011,06	628,45	943,15	794,28	1055,82	909,85	59	54	32	56	25	36	57	01	51	65	08	21
13	309,69	114,94	384,41	281,39	536,12	369,92	59	25	32	67	30	02	76	56	28	55	33	59
14	451,29	230,79	417,21	570,57	662,18	666,43	41	18	02	46	09	28	59	29	16	52	37	02
15	651,43	554,05	523,04	683,39	584,65	896,17	54	46	22	64	32	17	54	31	32	48	38	08
16	864,61	315,64	665,76	400,58	687,47	677,25	58	50	46	64	55	19	43	43	12	52	49	32
17	815,50	428,69	577,58	539,93	616,10	757,86	45	14	32	54	59	49	50	02	14	55	34	01
18	984,32	523,20	829,84	555,11	742,37	731,05	52	27	37	78	48	11	49	18	29	55	06	07
19	562,75	476,47	453,91	631,52	544,86	798,51	43	58	46	62	01	32	54	19	46	45	12	31
20	1340,03	756,22	1133,07	766,15	1017,44	962,37	52	26	12	71	07	51	52	07	52	55	32	51

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



**Кафедра геоматики, землеустрою
та планування територій**

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

з дисципліни

«ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»

Виконав : ст.

Перевірив:

Полтава 20 р.