

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



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

**МЕТОДИЧНІ РОЗРОБКИ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
з дисципліни
«ГЕОДЕЗІЯ»**

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



Полтава 2026

Методичні розробки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр».

Укладач:

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

Куришко Р.В. Геодезія. Методичні розробки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій. Полтава, 2026. 38 с.

Методичні розробки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр» схвалено на кафедрі геоматики, землеустрою та планування територій, протокол № 5 від 12 січень 2026 р.

Методичні розробки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр» схвалено Радою з якості вищої освіти спеціальності «193 Геодезія та землеустрій», протокол № № 5 від 12 січень 2026 р.

© Куришко Р.В. 2026

© Полтавський державний
аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота № 1. Розв'язування прямої геодезичної засічки за формулами Юнга.....	6
Лабораторна робота № 2. Обернена кутова засічка (задача Потенота).....	11
Лабораторна робота № 3. Знесення координат з вершини пункту на землю.....	14
Лабораторна робота № 4. Вимірювання окремого кута та вертикального кута повним прийомом теодолітом типу Т-2.....	16
Лабораторна робота № 5. Вимірювання кутів способом кругових прийомів теодолітом типу Т-2.....	20
Лабораторна робота № 6. Зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою.....	23
Список рекомендованої літератури.....	26
Додатки.....	27

ВСТУП

Метою є формування системи знань і навичок з виконання топографо-геодезичних, кадастрових, картографічних та інженерно-геодезичних робіт. Дисципліна спрямована на засвоєння теоретичних основ геодезії, сучасних методів вимірювань, проектування та створення геодезичних мереж. Вона забезпечує оволодіння навичками роботи з приладами, обладнанням і програмним забезпеченням, необхідними для польових і камеральних досліджень. Особлива увага приділяється використанню цифрових карт, планів і геоінформаційних систем у професійній діяльності.

Компетентності:

інтегральна:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою.

загальні:

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК07. Здатність працювати автономно.

ЗК08. Здатність працювати в команді.

ЗК10. Здатність здійснювати безпечну діяльність.

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:

РН4. Знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей.

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.

РН14. Планувати складну професійну діяльність, розробляти і реалізовувати проекти у сфері геодезії та землеустрою за умов ресурсних та інших обмежень.

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. Розв'язування прямої геодезичної 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.

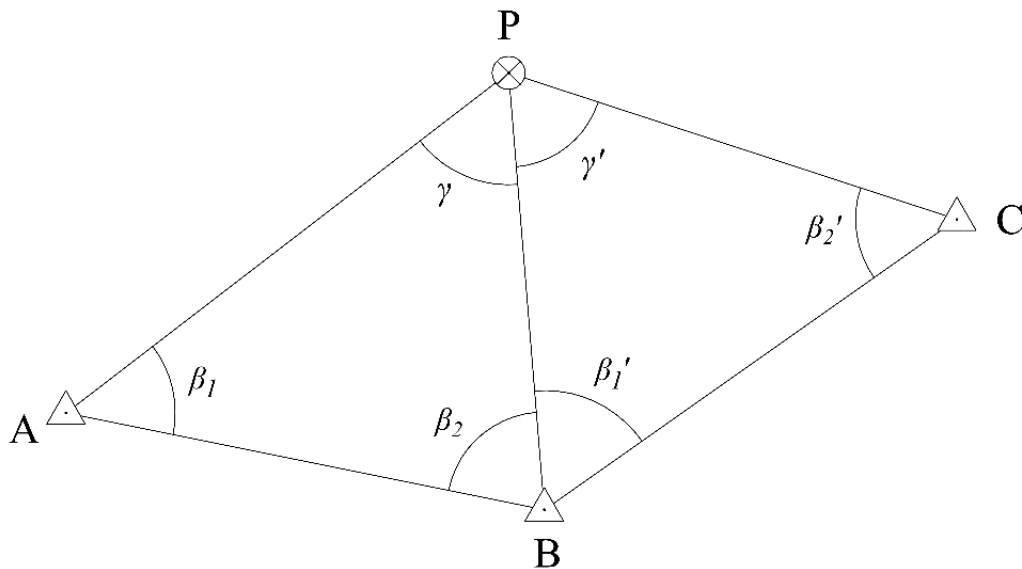
2. Вимірювання відстаней: Також вимірюють відстані між точками, які визначаються в прямокутній кутовій засічці. Відстані можуть бути виміряні за допомогою вимірювальних стрічок, електронних дальномерів або GPS-пристроїв.

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.



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

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

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

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

β_2 – виміряний 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:

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

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

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.

Завдання до теми

Вихідні дані

Назва пункту	Координати, м		Вимірні кути			
	X	Y				
A	758,63	662,51	β_1	53°51'09"	β_2	50°04'12"
B	778,82	859,19	β_1'	58°15'46"	β_2'	59°05'49"
C	945,07	895,96				

1 рішення

X_A	758,63	$X_A \operatorname{ctg} \beta_2$	634,988
Y_A	662,51	$X_B \operatorname{ctg} \beta_1$	568,915
X_B	778,82	$Y_A \operatorname{ctg} \beta_2$	554,534
Y_B	859,19	$Y_B \operatorname{ctg} \beta_1$	627,624
β_1	53°51'09"	$\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2$	1,567503
β_2	50°04'12"	K	1400,583
$\operatorname{ctg} \beta_1$	0,730483	X_P	893,512
$\operatorname{ctg} \beta_2$	0,837020	O	1161,968
		Y_P	741,286

2 рішення

X_B	778,82	$X_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	466,171
Y_B	859,19	$X_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	584,536
X_C	945,07	$Y_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	514,277
Y_C	895,96	$Y_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	554,161
β_1'	58°15'46"	$\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'$	1,217070
β_2'	59°05'49"	K'	1087,476
$\operatorname{ctg} \beta_1'$	0,618510	X_P'	893,519
$\operatorname{ctg} \beta_2'$	0,598560	O'	902,187
		Y_P'	741,278

Середнє значення координат пункту P з двох рішень:

$$X_P = 893,52 \text{ м}$$

$$Y_P = 741,28 \text{ м}$$

Оцінка точності положення визначеного пункту P прямою кутовою засічкою.

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

$$r \leq 3 * M_r$$

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

$r = \sqrt{(893,516 - 893,521)^2 + (741,279 - 741,285)^2} = \pm 0,011$ 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;

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

$$S_1 = \sqrt{(758,63 - 893,52)^2 + (662,51 - 741,28)^2} = 156,202 \text{ м}$$

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

$$S_2 = \sqrt{(778,82 - 893,52)^2 + (859,19 - 741,28)^2} = 164,492 \text{ м}$$

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

$$S_3 = \sqrt{(945,07 - 893,52)^2 + (895,96 - 741,28)^2} = 163,043 \text{ м}$$

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 :

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

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

$$M_1 = \pm \frac{5''}{206265 \sin 76^\circ 04' 39''} \sqrt{156,202^2 + 164,492^2} = \pm 0,006 \text{ м}$$

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

$$M_2 = \pm \frac{5''}{206265 \sin 62^\circ 38' 25''} \sqrt{164,492^2 + 163,043^2} = \pm 0,006 \text{ м}$$

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

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

$\rho = 206265''$;

$$M_r = \sqrt{0,006^2 + 0,006^2} = \pm 0,008 \text{ м}$$
$$0,011 \leq 3 * 0,008$$

Отже, визначення координат пункту P виконано правильно.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти розв'язування прямої геодезичної засічки за формулами Юнга.

2. Зробити розрахунки згідно варіанта за номером здобувача в додатках.

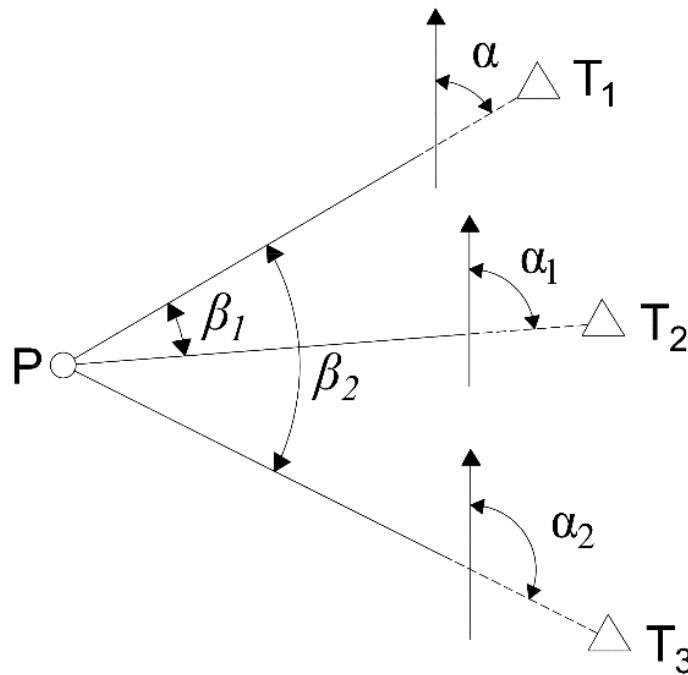
Лабораторна робота № 2.

Тема. Обернена кутова засічка (задача Потенота).

Мета: засвоїти методику розв'язання оберненої кутової засічки (задачі Потенота).

Сутність зворотної одноразової кутової засічки полягає у визначенні координат шуканого пункту $P (X, Y)$ за вимірними горизонтальними кутами (β_1 і β_2) на цьому пункті та напрямками з нього на три пункти з відомими координатами $T_1 (X_1, Y_1)$, $T_2 (X_2, Y_2)$ і $T_3 (X_3, Y_3)$.

Зворотна одноразова засічка (задача Потенота) широко використовується у геодезичній практиці, оскільки для визначення координат шуканого пункту передбачає вимірювання лише двох горизонтальних кутів на цьому пункті.



Задачу Потенота розв'язують у такому порядку.

Завдання до теми

Вихідні дані

Назва пункту	Координати, м		Виміряні кути	
	X	Y		
T ₁	55575,7	32473,11	β_1	13°51'04''
T ₂	55489,3	32672,49	β_2	39°57'21''
T ₃	55217,6	32542,48		

1. Знаходять дирекційний кут α напрямку $P-T_1$ за формулою Делаμβра:

$$\alpha = \arctg \frac{(Y_2 - Y_1) * ctg\beta_1 - (Y_3 - Y_1) * ctg\beta_2 + (X_3 - X_2)}{(X_2 - X_1) * ctg\beta_1 - (X_3 - X_1) * ctg\beta_2 - (Y_3 - Y_2)}$$

$$= \arctg \frac{A}{B}$$

2. Обчислюють дирекційні кути напрямків $P-T_2$ і $P-T_3$ (α_1 і α_2) за формулами:

$$\alpha_1 = \alpha + \beta_1$$

$$\alpha_2 = \alpha + \beta_2$$

3. Визначають координати пункту P .

Абсцису обчислюють за формулою:

$$X_P = X_2 + \frac{(X_2 - X_1) * tg\alpha - (Y_2 - Y_1)}{tg\alpha_1 - tg\alpha}$$

Ординату обчислюють за формулою:

$$Y_P = Y_2 + (X - X_2) * tg\alpha_1$$

Результати обчислень, виконаних за вихідними даними:

Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення
$Y_2 - Y_1$	199,377	$ctg \beta_1$	4,055649319	α_2	105°25'15"
$Y_3 - Y_1$	69,367	$ctg \beta_2$	1,193620988	$tg \alpha$	2,190762191
$Y_3 - Y_2$	-130,010	A	454,035287	$tg \alpha_1$	5,300569154
$X_2 - X_1$	-86,355	B	207,249919	$tg \alpha_2$	-3,625303738
$X_3 - X_1$	-358,125	α	65°27'54"	X_P	55364,39
$X_3 - X_2$	-271,770	α_1	79°18'58"	Y_P	32010,20

4. Контроль обчислень полягає у знаходженні допоміжних координат пункту P дирекційних кутів α_1 і α_2 шляхом розв'язання зворотних геодезичних задач за лініями $P-T_2$ і $P-T_3$:

$$X_P = X_3 + \frac{(X_3 - X_1) * tg\alpha - (Y_3 - Y_1)}{tg\alpha_2 - tg\alpha}$$

$$Y_P = Y_3 + (X - X_3) * tg\alpha_2$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{Y_2 - Y}{X_2 - X} \quad \alpha_2 = \arctg \frac{Y_3 - Y}{X_3 - X}$$

Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення
X_P	55364,39	α_1	79°18'58"
Y_P	32010,20	α_2	105°25'15"

Лабораторні завдання:

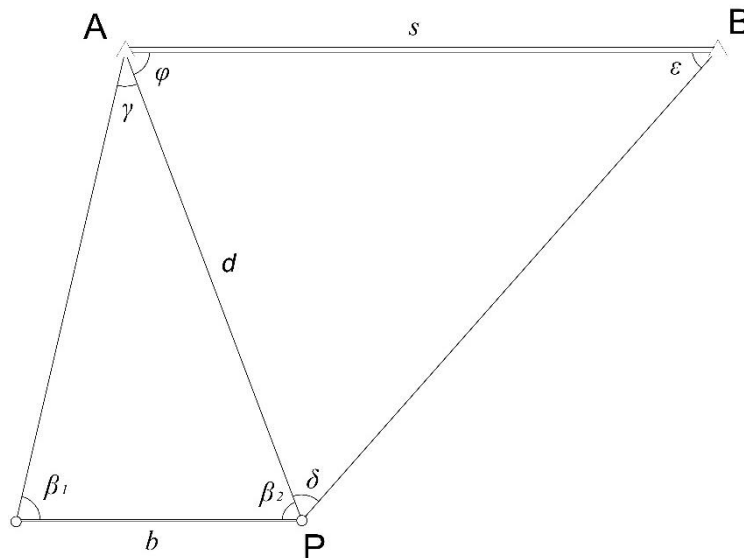
1. Ознайомитись та засвоїти розв'язування оберненої кутової засічки (задача Потенота).
2. Зробити розрахунки згідно варіанта за номером здобувача в додатках.

Лабораторна робота № 3.

Тема. Знесення координат з вершини пункту на землю.

Мета: Навчитися прив'язувати (з контролем) та обчислювати координати точок знімальних ходів та мереж до недоступних пунктів вищих класів.

При прив'язці полігонометричного (теодолітного) ходу до пункту тріангуляції, на якому не можна встановити прилад, вибирають на землі поблизу цього пункту A (на відстані 50-100 м від нього) точку P в такому місці, щоб, крім пункту A було видно віддалений пункт



вихідної мережі B і зручно було виміряти базисну лінію для визначення неприступної відстані AP .

Знесення координат з вершини пункту на землю розв'язують у такому порядку.

Завдання до теми

Вихідні дані

Назва пункту	Координати, м		Виміряні кути	
	X	Y		
A	30674,90	16077,19	β_1	$125^\circ 29' 48''$
B	30887,83	16533,89	β_2	$50^\circ 42' 48''$
b	31,95		δ	$93^\circ 34' 30''$

Визначити координати пункту P (X_P , Y_P), якщо відомі координати пунктів A , B виміряні кути β_1 , β_2 , δ та базис b_1 .

Пункти A , B недоступні для безпосередніх вимірювань.

Визначити координати пункту P , отриманого методом знесення координат з вершини знаку на землю, у такому порядку.

$$\tan \alpha_{AB} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{16533,89 - 16077,19}{30887,83 - 30674,90} = \frac{456,700}{212,93} = 2,14483633$$

$$\alpha_{AB} = \arctan 2,14483633 = 65^\circ 00' 12''$$

$$S_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha_{AB}} = \frac{30887,83 - 30674,90}{\cos 65^\circ 00' 12''} = 503,90$$

$$S_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{16533,89 - 16077,19}{\sin 65^\circ 00' 12''} = 503,90$$

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) = 3^\circ 47' 24''$$

$$d = \frac{b \sin \beta_1}{\sin \gamma} = \frac{31,95 \times \sin 125^\circ 29' 48''}{\sin 3^\circ 47' 24''} = 393,53$$

$$\varepsilon = \arcsin \frac{d \sin \delta}{S} = \arcsin \frac{393,53 \times \sin 93^\circ 34' 30''}{503,90} = 51^\circ 12' 35''$$

$$\varphi = 180^\circ - (\delta + \varepsilon) = 180^\circ - (93^\circ 34' 30'' + 51^\circ 12' 35'') = 35^\circ 12' 55''$$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} + \varphi = 65^\circ 00' 12'' + 35^\circ 12' 55'' = 100^\circ 13' 07''$$

$$X_P = X_A + d \cos \alpha_{AP} = 30674,90 + 393,53 \times \cos 100^\circ 13' 07'' = 30605,09$$

$$Y_P = Y_A + d \sin \alpha_{AP} = 16077,19 + 393,53 \times \sin 100^\circ 13' 07'' = 16464,48$$

Контроль обчислень:

$$d_{PB} = \sqrt{(X_B - X_P)^2 + (Y_B - Y_P)^2} = 291,14$$

$$S_{AB} = \frac{d_{PB} \sin \delta}{\sin \varphi} = \frac{291,14 \times \sin 93^\circ 34' 30''}{\sin 35^\circ 12' 55''} = 503,90$$

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти розв'язування знесення координат з вершини пункту на землю.

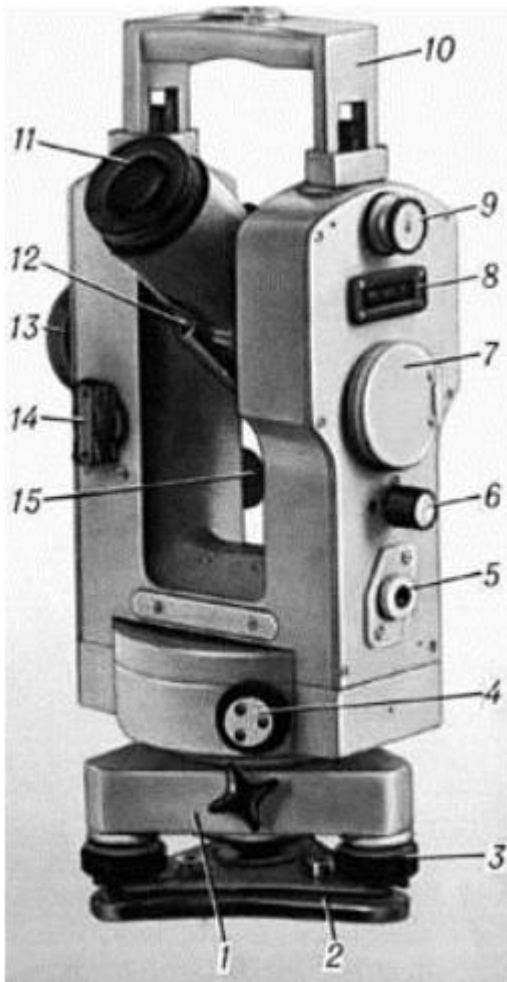
2. Зробити розрахунки згідно варіанта в додатках за номером здобувача.

Лабораторна робота № 4.

Тема. Вимірювання окремого кута та вертикального кута повним прийомом теодолітом типу Т-2.

Мета: Набути практичних навичок роботи з високоточним теодолітом Т-2, засвоїти методику вимірювання горизонтального (окремого) та вертикального кутів способом повного прийому, виконати контроль вимірювань та оцінити їх точність.

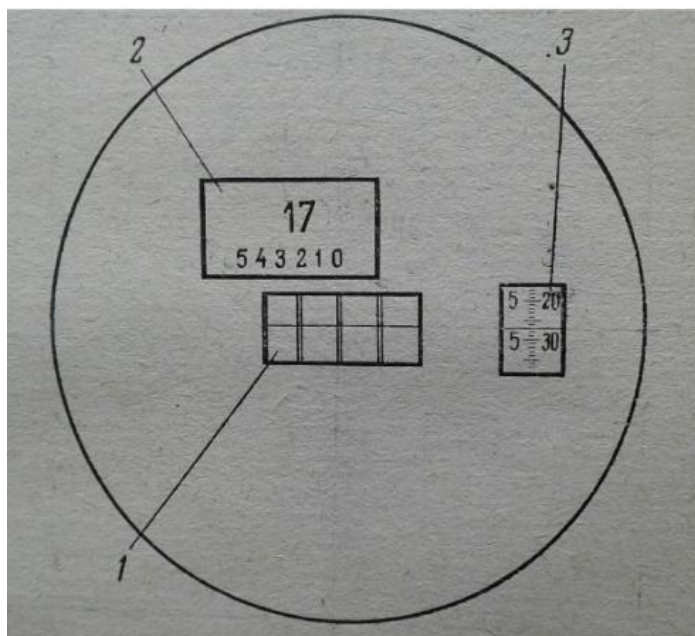
Теодоліт Т-2 – це прецизійний оптичний прилад. Особливістю Т-2 є наявність оптичного мікрометра, що дозволяє брати відліки з точністю до 1". На відміну від технічних теодолітів, де відлік беруть за шкалою, у Т-2 відлік відбувається шляхом суміщення зображень штрихів лімба.



Будова теодоліта Т2

1 – триніжка, 2 – трегер, 3 – піднімальний гвинт, 4 – рукоятка перевстановлення вертикального круга, 5 – оптичний центри, 6 – рукоятка встановлення рівня при алідаді вертикального круга, 7 – освітлювальне дзеркало, 8 – вікно освітлення рівня, 9 – система спостереження за рівнем, 10 – ручка, 11 – зорова труба, 12 – візир, 13 – рукоятка оптичного мікрометра, 14 – перемикач відліків по кругах, 15 – закріпно-навідний пристрій зорової труби.

У теодоліта Т-2 відлік також знімають після суміщення штрихів прямого та протилежного кінців лімба (вікно 1). Число градусів і кількість хвилин зчитують у вікні 2. Цифра розташована під числом градусів показує число десятків градусів. Одиниці хвилин, десятки, одиниці і частки секунд нараховують у вікні 3. Одна поділка шкали відповідає одній секунд.



Поле зору мікроскопа теодоліта Т-2. Відлік $170^{\circ}25'27,0''$.

Вимірювання повним прийомом:

При вимірюваннях способом окремого кута алідаду обертають тільки за ходом годинникової стрілки або тільки проти ходу годинникової стрілки. Прийом складається із двох напівприймів. Перший напівприйом виконують при положенні вертикального круга ліворуч зорової труби (КЛ). Наводять зорову трубу на першу візирну мітку. Після того як спостережуваний знак потрапив у поле зору труби, затискають закріпний гвинт алідади і зорової труби й, діючи навідними гвинтами алідади й труби, наводять центр сітки ниток на зображення знака й беруть першу пару відліків по горизонтальному кругу. Потім, відкріпивши трубу й алідаду, наводять трубу на другу візирну мітку й беруть другу пару відліків. Різниця першого й другого відліків дає величину вимірюваного кута. Якщо перший відлік виявився менше другого, то до нього додають 360° .

Другий напівприйом виконують при положенні вертикального кола праворуч (КП), для чого переводять трубу через зеніт. Потім вимірювання виконують у тій же послідовності, як у першому напівприйомі.

Значення подвійної колімації $2c$ обчислюється із середніх відліків по мікрометру, взятих при КЛ і КП за формулою $2c = КЛ - КП$. Коливання подвійної колімації не повинне перебільшувати $8''$.

Середнє значення обчислюється по середніх відліках по мікрометру, взятих при КЛ і КП за формулою $(КЛ + КП) / 2$. Якщо результати вимірювання кута в напівприйомах різняться не більше $8''$, обчислюють середнє, котре й приймають за остаточний результат.

Прийом складається з двох напівприймів: виконаного при Крузі Ліворуч (КЛ) та Крузі Праворуч (КП). Різниця між значеннями кута при КЛ та КП не повинна перевищувати подвійної точності приладу (для Т-2 допуск $\approx 2''-3''$).

Прийом 1 (Установка 0°).

Перед початком: Обертаючи ручку перестановки лімба (горизонтального круга), встановіть відлік на $0^\circ 00' 00''$ (або близько до цього, зручно $0^\circ 00' 05''$ для кращого суміщення).

КЛ: Відкріпіть алідаду. Наведіть трубу на точку 11 (при КЛ). Візування виконуйте навідними гвинтами. За допомогою мікрометра теодоліта Т-2 сумістіть штрихи та візьміть відлік. Запишіть у колонку "КЛ".

Поверніть трубу (алідаду) за годинниковою стрілкою та наведіть на точку 13. Візьміть відлік (КЛ). Запишіть.

Обчисліть кут першого напівприйому:

$$\beta_{\text{КЛ}} = (\text{Відлік 13}) - (\text{Відлік 11}) = 189^\circ 50,9' - 0^\circ 00,2' = 189^\circ 50,7'$$

КП: Переведіть трубу через зеніт. Змініть круг (тепер Круг Праворуч). Наведіть на точку 13 (за годинниковою стрілкою). Візьміть відлік (КП).

Наведіть на точку 11. Візьміть відлік (КП).

Обчисліть кут другого напівприйому:

$$\beta_{\text{КП}} = (\text{Відлік 13}) - (\text{Відлік 11}) = 9^\circ 51,0' + 360^\circ - 180^\circ 00,3' = 189^\circ 50,7'$$

Якщо різниця $\beta_{\text{КЛ}} - \beta_{\text{КП}}$ не перевищує $3''$, виведіть середнє арифметичне.

Прийом 2 (Установка 60°).

Поверніть лімб (не чіпаючи алідаду) на $60^\circ 00'$.

Повністю повторіть кроки КЛ та КП, як в першому прийомі, заповнюючи другий рядок таблиці.

Прийом 3 (Установка 120°).

Поверніть лімб на $120^\circ 00'$.

Повторіть вимірювання.

У процесі вимірювання кутів нахилу спочатку визначають місце зеніту вертикального круга (МЗ ВК).

Місце зеніту – це той відлік по вертикальному колу теодоліта, при якому візирна вісь труби перебуває в прямовисному (зенітному) положенні й пухирець рівня при алідаді вертикального кола в нуль-пункті. Місце зеніту, яким звичайно користуються при вимірі вертикальних кутів у тріангуляційних і астрономічних спостереженнях, визначають за формулою

$$MZ = 1/2 (KP + KL \pm 360^\circ)$$

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

$$v = KL - MZ = MZ - KP$$

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 графи журналу, вважаючи цей запис величиною вертикального кута нахилу лінії.

Журнал вимірювання окремого кута повним прийомом

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу v	Відстані D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л 12 П	11	0°00,2'	189°50,7'	189°50,7'	-2°51'	0°01'	-2°52'	86,67
	13	189°50,9'			-1°18,7'	0°01'	-1°19,7'	113,67
	11	180°00,3'	189°50,7'		2°53'			
	13	9°51,0'			1°20,7'			

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та набути практичних навичок роботи з високоточним теодолітом Т-2.
2. Засвоїти методику вимірювання горизонтального (окремого) та вертикального кутів способом повного прийому.
3. Виконати контроль вимірювань та оцінити їх точність.

Лабораторна робота № 5.

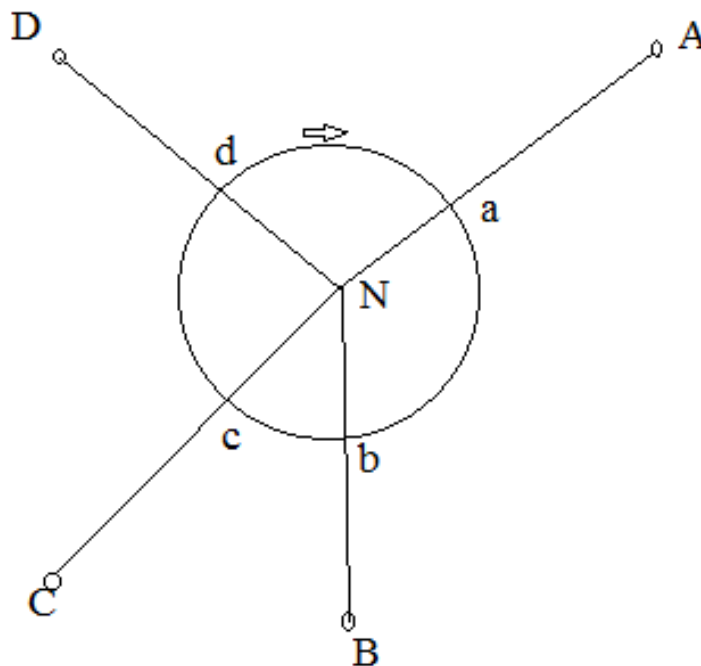
Тема. Вимірювання кутів способом кругових прийомів теодолітом типу Т-2.

Мета: Набути практичних навичок роботи з високоточним теодолітом Т-2, засвоїти методику вимірювання кутів способом кругових прийомів, виконати контроль вимірювань та оцінити їх точність.

Спосіб кругових прийомів застосовується коли на пункті більше двох напрямів.

Виконують для декількох напрямків, що мають спільну вершину. Один з напрямків приймають за початковий. По черзі, по ходу годинникової стрілки, при КЛ наводять трубу на всі візирні цілі й беруть відліки. Останнє наведення знову роблять на початковий напрямок. Потім, перевівши трубу через зеніт при КП, знову спостерігають всі напрямки, але у зворотному порядку – проти годинникової стрілки. З відліків при КЛ і КП знаходять середні й віднімають із них середнє значення початкового напрямку.

Кількість прийомів залежить від розряду полігонометрії і точності приладу, що застосовується. З метою уникнення деяких систематичних помилок лімб між прийомами зміщують на величину $180^\circ/n$, де n – кількість прийомів.



При спостереженні на пункті слід дотримуватись наступних рекомендацій:

- не змінювати фокусування зорової труби і відлікового мікроскопу під час роботи;

- при обертанні теодоліта навколо вертикальної осі рівень при алідаді горизонтального круга не повинен відхилятися більш як на дві поділки;

- наведення на візирні цілі в першому півприйомі (КЛ) треба закінчувати обертанням навідного гвинта за ходом годинникової стрілки; відліки шкали оптичного мікрометра слід проводити двічі після суміщення штрихів обертанням головки мікрометра за ходом годинникової стрілки;

- в другому півприйомі (КП) наведення на візирні цілі та суміщення штрихів проводять відповідними гвинтами обертанням проти годинникової стрілки;

- в процесі вимірювань необхідно контролювати і, при необхідності, коректувати центрування приладів;

- ніколи сильно не загвинчувати закріпні гвинти;

- наводити трубу на візирну марку необхідно одним місцем вертикальної нитки або бісектора, поблизу горизонтальної нитки сітки ниток.

Після закінчення прийому проводять контрольні обчислення і приведення значень напрямків до нуля.

Визначають незамкнення горизонту по КЛ (Δ_l) і КП (Δ_p), які не повинні перебільшувати 8". З них обчислюють середнє значення ($\Delta_{сер}$).

Напрямки приводяться до нуля послідовним відніманням значення початкового напрямку із всіх інших напрямків. Розходження між значеннями напрямків, визначеними із різних прийомів не повинне перебільшувати 8".

Журнал вимірювання напрямлень способом кругових прийомів

Пункт №:

Станція:

Дата

Погода:

Час початку:

Зображення:

Назва напрямлень	круг	Відліки по		$\frac{(Л + П)}{2}$	Направлення приведені до початкового	2с= Л–П
		лімбу	шкалі			
1	Л	0	00,2	00,1'	0°00,0'	0,1'
	П	180	00,1			
2	Л	43	18,4	18,5'	43°18,4'	-0,2'
	П	223	18,6			
3	Л	160	20,3	20,3'	160°20,2'	0,0'
	П	340	20,3			
1	Л	0	00,1	00,1'	0°00,0'	0,0'
	П	0	00,1			
1	Л	60	20,1	20,1'	0°00,0'	-0,1'
	П	240	20,2			
2	Л	103	38,2	38,3'	43°18,2'	-0,2'
	П	283	38,4			
3	Л	220	40,2	40,3'	160°20,2'	-0,1'
	П	40	40,3			
1	Л	60	20,2	20,2'	0°00,1'	+0,1'
	П	60	20,1			
1	Л	120	40,2	40,1	0°00,0'	0,1'
	П	300	40,1			
2	Л	163	58,6	58,5	43°18,4'	0,2'
	П	343	58,4			
3	Л	281	00,4	00,3	160°20,2'	0,2'
	П	101	00,2			
1	Л	120	40,1	40,1	0°00,0'	0,0'
	П	300	40,1			

Лабораторні завдання:

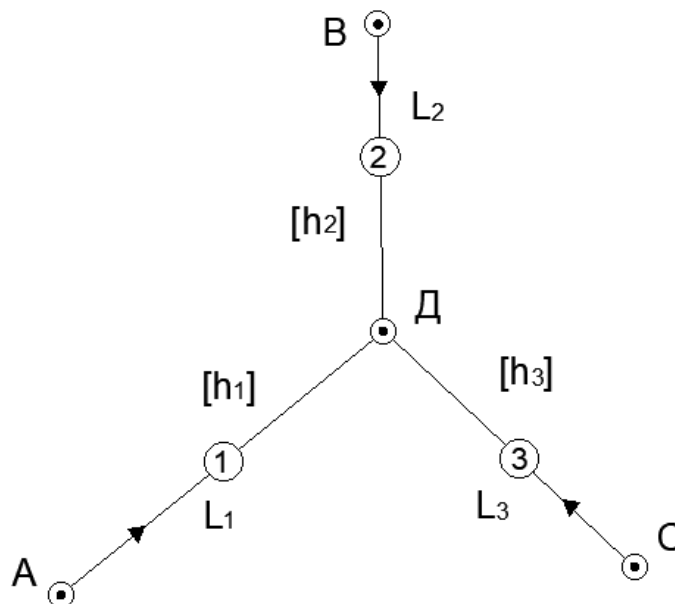
1. Ознайомитись та засвоїти методику вимірювання кутів способом кругових прийомів.
2. Виконати контроль вимірювань та оцінити їх точність.

Лабораторна робота № 6.

Тема. Зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою.

Мета: засвоїти методику зрівнювання розімкненої системи нівелірних ходів з однією вузловою точкою; обчислити найімовірніше значення відмітки вузлової точки з урахуванням ваг ходів (обернено пропорційних їх довжинам); виконати оцінку точності зрівняних відміток (обчислити середню квадратичну похибку одиниці ваги та похибку вузлової точки)

Зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою виконують в такій послідовності:



1. Складають схему нівелірних ходів, нумерують ходи і стрілками показують напрями нівелювання.

2. На схему виписують суми перевищень по кожному ходу $[h_1]$, $[h_2]$, $[h_3]$, довжини окремих нівелірних ходів в кілометрах L_1 , L_2 , L_3 і відмітки вихідних точок H_A , H_B , H_C .

3. Визначають величини нев'язок в перевищеннях по найбільш коротких ходах, включаючи всі перевищення. Наприклад: від точки А до точки В і від точки В до точки С.

Якщо нев'язки не перевищують допуски існуючих інструкцій, то зрівнюють ходи.

4. Обчислюють висоти вузлової точки по кожному ходу.

H_A	H_B	H_C	h_1	h_2	h_3	L_1	L_2	L_3
176,316	248,900	298,895	86,168	13,566	-36,466	15,4	7,4	8,8

$$H'_D = H_A + [h_1] = 176.316 + 86.168 = 262.484$$

$$H''_D = H_B + [h_2] = 248.900 + 13.566 = 262.466$$

$$H'''_D = H_C + [h_3] = 298.895 - 36.466 = 262.429$$

Зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою

№ ходу	H' , м	Довжина ходу L , км	$P = \frac{C}{n}$	Залишок ε , мм	εP , мм	$\varepsilon^2 P$	V	PV , мм	PV^2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	262,484	15,4	0,65	+55	+35,75	1966,25	-27,7	-18,00	498,60
2	466	7,4	1,35	+37	+49,95	1848,15	-9,7	-13,10	127,07
3	429	8,8	1,14	0	0	0	+27,3	+31,12	849,58
H_0	262,429								
$\frac{[P\varepsilon]}{[P]}$	27,3							-31,10 +31,12	
H_D	262,4563	Σ	3,14		+85,70	3814,40		+0,02	1475,25

$$\text{Контроль: } [PV^2] = [\varepsilon^2 P] - \frac{[\varepsilon P]^2}{[P]} = 3814,40 - \frac{85,70^2}{3,14} = 1475,25$$

$$\mu = \sqrt{\frac{[PV^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{1475,25}{2}} = \pm 27,1 \text{ мм} \quad M = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}} = \frac{27,1}{\sqrt{3,14}} = \pm 15,3$$

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{27,1}{3,16} = \pm 8,6 \text{ мм} \quad H_D = 262,4563 \pm 15,3 \text{ мм}$$

5. Ваги ліній обчислюють за формулою $P = \frac{C}{n}$

C – постійний коефіцієнт, його беруть кратним 10 і з таким розрахунком, щоб вага лінії, як правило, знаходилася в межах від 1 до 10;

n – число штативів в даній лінії.

Якщо число штативів на 1 км ходу приблизно однакове для всіх ліній системи, то ваги ліній обчислюють за формулою $P = \frac{C}{L}$

L – довжина лінії в км.

Ваги (графа 4) обчислено за даними:

$$P_1 = \frac{10}{L_1}; \quad P_2 = \frac{10}{L_2}; \quad P_3 = \frac{10}{L_3}$$

6. Обчислюють найімовірніше значення відмітки вузлової точки Д

$$H_D = \frac{H'_D P_1 + H''_D P_2 + H'''_D P_3}{P_1 + P_2 + P_3} = H_0 + \frac{[\varepsilon P]}{[P]} = 262.4563$$

7. Обчислюють поправки в перевищення по кожному ходу (графа 8).

$$V_1 = H_D - H'_D; \quad V_2 = H_D - H''_D; \quad V_3 = H_D - H'''_D$$

8. Виконують оцінку точності. Обчислюють середні квадратичні помилки:

а) одиниці ваги μ :

$$\mu = \sqrt{\frac{[PV^2]}{n-1}}, \quad \text{де } n - \text{число ходів в системі}$$

б) середню квадратичну помилку найімовірнішого значення відмітки H_D :

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}}$$

в) середню квадратичну помилку нівелювання на 1 км ходу:

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}$$

9. Обчислюють відмітки всіх точок нівелірних ходів.

Для цього кожний хід зрівнюють, як окремий хід між двома твердими реперами. Величини поправок по кожному ходу розподіляють з протилежним знаком пропорційно довжинам секцій в ходу.

Лабораторні завдання:

1. Ознайомитись та засвоїти зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою.

2. Зробити розрахунки згідно варіанта в додатках за номером здобувача.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геодезія : навч. посібник / С. М. Білокриницький. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2021. 576 с.
2. Гриб О.М., Гращенкова Т.В. Геодезія (частина 2) : конспект лекцій. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2023. 206 с.
3. Афанасьєв О. В. Картографія. Картографія і топографія : конспект лекцій для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальностями 193 – Геодезія та землеустрій) і 101 – Екологія / О. В. Афанасьєв, С. Г. Нестеренко. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 106 с.
4. Методичні розробки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 206 Садово – паркове господарство освітньо-професійної програми «Садово – паркове господарство» освітнього ступеня «Бакалавр» / уклад.: Р. В. Куришко. Полтава: ПДАУ, 2024. 47 с.
5. Остапчук С.М. Топографія з основами геодезії. Конспект лекцій. Рівне : НУВГтП., 2020. 77 с.
6. Геодезія : курс лекцій. / укладачі: І.В. Калинич, М.М. Карабінюк, М.Р. Ничвид, Л.І. Пічкарь. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2022. 296 с.

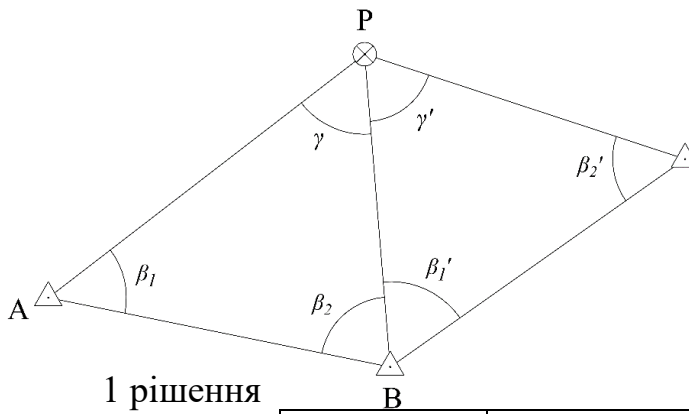
ДОДАТКИ

1. ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 1.
2. ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 2.
3. ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 3.
4. Журнал вимірювання окремого кута повним прийомом.
5. Журнал вимірювання напрямлень способом кругових прийомів.
6. ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 6.

ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 1

№	Координати						Виміряні кути			
	А		В		С		β_1	β_2	β_1'	β_2'
	Х	У	Х	У	Х	У	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
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 47	65 48 22	59 30 39
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	1133,073	766,15	1017,44	962,37	52 26 12	71 07 51	52 07 52	55 32 51

Розв'язування прямої геодезичної засічки за формулами Юнга



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

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

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

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

1 рішення

X_A		$X_A \operatorname{ctg} \beta_2$	
Y_A		$X_B \operatorname{ctg} \beta_1$	
X_B		$Y_A \operatorname{ctg} \beta_2$	
Y_B		$Y_B \operatorname{ctg} \beta_1$	
β_1		$\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2$	
β_2		K	
$\operatorname{ctg} \beta_1$		X_P	
$\operatorname{ctg} \beta_2$		O	
		Y_P	

2 рішення

X_B		$X_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	
Y_B		$X_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	
X_C		$Y_B \operatorname{ctg} \beta_2'$	
Y_C		$Y_C \operatorname{ctg} \beta_1'$	
β_1'		$\operatorname{ctg} \beta_1' + \operatorname{ctg} \beta_2'$	
β_2'		K'	
$\operatorname{ctg} \beta_1'$		X'_P	
$\operatorname{ctg} \beta_2'$		O'	
		Y'_P	

Середнє значення координат пункту P з двох рішень:

$$X_P = \quad \quad \quad M; \quad \quad \quad Y_P = \quad \quad \quad M$$

Оцінка точності положення визначеного пункту P

$$r = \sqrt{(X_P - X'_P)^2 + (Y_P - Y'_P)^2} =$$

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

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

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

Визначення середньої квадратичної похибки положення пункту P :

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

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

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

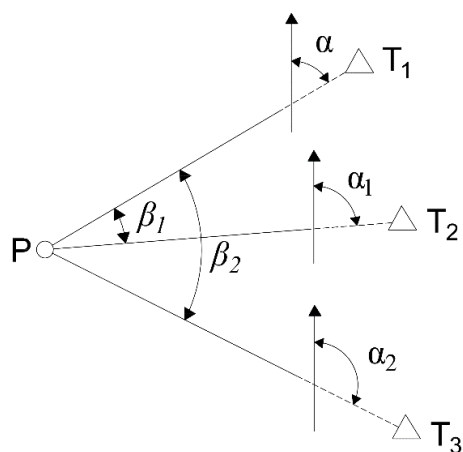
$$r \leq 3 * M_r$$

Виконав(ла):

ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 2

№	Координати						Виміряні кути	
	T ₁		T ₂		T ₃		β_1	β_2
	X	Y	X	Y	X	Y	° , ' , ''	° , ' , ''
1	1130,84	1253,51	932,32	973,05	998,49	646,54	67 08 00	124 18 06
2	673,93	881,17	623,99	481,65	926,12	323,96	79 06 10	144 57 55
3	470,42	976,75	413,06	820,32	524,13	683,85	72 22 40	147 12 59
4	1121,37	888,03	1020,00	770,39	1062,74	625,78	68 49 42	137 09 56
5	884,42	830,58	859,55	593,26	1053,32	514,53	91 51 40	171 58 37
6	970,06	1134,08	831,41	1170,86	768,34	1035,07	65 20 20	133 11 42
7	1194,43	849,95	1386,48	738,94	1541,71	821,32	65 18 46	117 42 59
8	1036,51	1130,79	982,94	948,55	1126,32	853,57	69 57 03	132 37 31
9	962,32	1421,09	785,09	1281,71	845,37	1101,95	70 03 55	126 53 22
10	823,54	1119,78	618,14	1032,41	622,69	775,91	54 40 45	127 13 14
11	526,70	810,59	453,65	692,51	505,54	555,82	57 32 56	116 33 51
12	1055,82	909,85	943,15	794,28	1011,06	628,45	57 49 48	121 29 40
13	536,12	369,92	384,41	281,39	309,69	114,94	47 29 33	100 33 59
14	662,18	666,43	417,21	570,57	451,29	230,79	67 53 42	160 26 12
15	584,65	896,17	523,04	683,39	651,43	554,05	76 50 20	137 31 41
16	687,47	677,25	665,76	400,58	864,61	315,64	83 27 16	139 41 11
17	616,10	757,86	577,58	539,93	815,50	428,69	74 23 45	154 09 24
18	742,37	731,05	829,84	555,11	984,32	523,20	75 35 24	124 19 36
19	544,86	798,51	453,91	631,52	562,75	476,47	80 27 43	154 27 25
20	1017,44	962,37	1133,073	766,15	1340,03	756,22	72 19 17	128 45 14

Обернена кутова засічка (задача Потенота)



Вихідні дані

Назва пункту	Координати, м		Виміряні кути	
	X	Y		
T ₁			β_1	
T ₂			β_2	
T ₃				

$$\alpha = \arctg \frac{(Y_2 - Y_1) * ctg \beta_1 - (Y_3 - Y_1) * ctg \beta_2 + (X_3 - X_2)}{(X_2 - X_1) * ctg \beta_1 - (X_3 - X_1) * ctg \beta_2 - (Y_3 - Y_2)} = \arctg \frac{A}{B}$$

$$\alpha_1 = \alpha + \beta_1 \quad \alpha_2 = \alpha + \beta_2$$

$$X_P = X_2 + \frac{(X_2 - X_1) * tg \alpha - (Y_2 - Y_1)}{tg \alpha_1 - tg \alpha}$$

$$Y_P = Y_2 + (X - X_2) * tg \alpha_1$$

Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення
$Y_2 - Y_1$		$ctg \beta_1$		α_2	
$Y_3 - Y_1$		$ctg \beta_2$		$tg \alpha$	
$Y_3 - Y_2$		A		$tg \alpha_1$	
$X_2 - X_1$		B		$tg \alpha_2$	
$X_3 - X_1$		α		X_P	
$X_3 - X_2$		α_1		Y_P	

Контроль:

$$X_P = X_3 + \frac{(X_3 - X_1) * tg \alpha - (Y_3 - Y_1)}{tg \alpha_2 - tg \alpha}$$

$$Y_P = Y_3 + (X - X_3) * tg \alpha_2$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{Y_2 - Y}{X_2 - X} \quad \alpha_2 = \arctg \frac{Y_3 - Y}{X_3 - X}$$

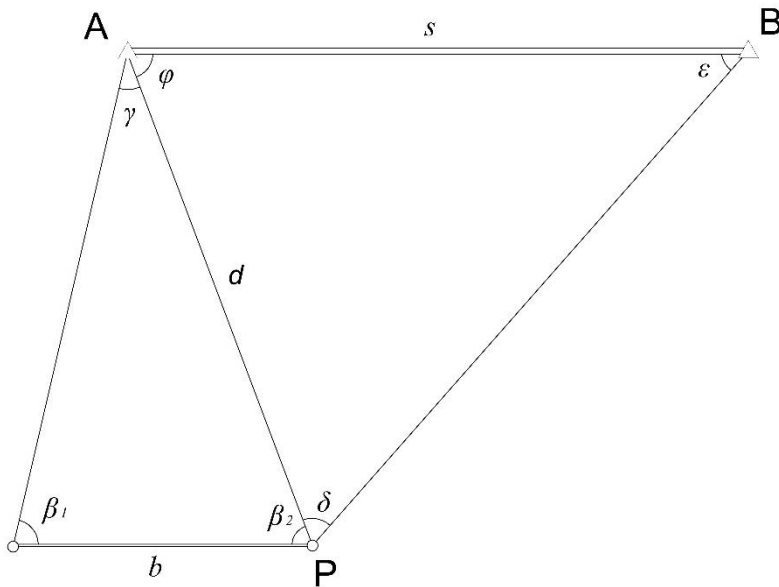
Формула	Результати обчислення	Формула	Результати обчислення
X_P		α_1	
Y_P		α_2	

Виконав(ла):

ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 3

№ вар.	Координати				Відстань, b	Виміряні кути								
	А		В			β_1			β_2			δ		
	X	Y	X	Y		°	′	″	°	′	″	°	′	″
1	932,32	973,05	998,49	646,54	321,18	53	24	29	67	08	00	57	10	06
2	623,99	481,65	926,12	323,96	323,33	48	50	35	79	06	10	65	51	45
3	413,06	820,32	524,13	683,85	151,93	47	16	24	72	22	40	74	50	19
4	1020,00	770,39	1062,74	625,78	147,09	49	07	52	68	49	42	68	20	14
5	859,55	593,26	1053,32	514,53	183,17	38	01	56	91	51	40	80	06	57
6	831,41	1170,86	768,34	1035,07	120,78	64	44	08	65	20	20	67	51	22
7	1386,48	738,94	1541,71	821,32	209,99	55	21	22	65	18	46	52	24	13
8	982,94	948,55	1126,32	853,57	159,56	57	56	51	69	57	03	62	40	28
9	785,09	1281,71	845,37	1101,95	187,02	58	41	39	70	03	55	56	49	27
10	618,14	1032,41	622,69	775,91	249,55	59	30	46	54	40	45	72	32	29
11	453,65	692,51	505,54	555,82	146,37	59	37	37	57	32	56	59	00	55
12	943,15	794,28	1011,06	628,45	159,97	65	08	21	57	49	48	63	39	52
13	384,41	281,39	309,69	114,94	232,10	55	33	59	47	29	33	53	04	26
14	417,21	570,57	451,29	230,79	244,61	52	37	02	67	53	42	92	32	30
15	523,04	683,39	651,43	554,05	185,26	48	38	08	76	50	20	60	41	21
16	665,76	400,58	864,61	315,64	193,07	52	49	32	83	27	16	56	13	55
17	577,58	539,93	815,50	428,69	176,12	55	34	01	74	23	45	79	45	39
18	829,84	555,11	984,32	523,20	153,81	55	6	07	75	35	24	48	44	12
19	453,91	631,52	562,75	476,47	156,65	45	12	31	80	27	43	73	59	42
20	1133,07	766,15	1340,03	756,22	188,70	55	32	51	72	19	17	56	25	57

Знесення координат з вершини пункту на землю



Вихідні дані:

$$\beta_1 =$$

$$\beta_2 =$$

$$\delta =$$

$$b =$$

$$X_A =$$

$$Y_A =$$

$$X_B =$$

$$Y_B =$$

Розрахунки:

$$\tan \alpha_{AB} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} =$$

$$\alpha_{AB} = \arctan$$

$$S_{AB} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha_{AB}} =$$

$$S_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha_{AB}} =$$

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

$$d = \frac{b \sin \beta_1}{\sin \gamma} =$$

$$\varepsilon = \arcsin \frac{d \sin \delta}{S} =$$

$$\varphi = 180^\circ - (\delta + \varepsilon) =$$

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} + \varphi =$$

$$X_P = X_A + d \cos \alpha_{AP} =$$

$$Y_P = Y_A + d \sin \alpha_{AP} =$$

Контроль:

$$d_{PB} = \sqrt{(X_B - X_P)^2 + (Y_B - Y_P)^2} =$$

$$S_{AB} = \frac{d_{PB} \sin \delta}{\sin \varphi} =$$

Виконав:

Перевірив:



Журнал вимірювання окремого кута повним прийомом

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
Л								
П								

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
Л								
П								

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
Л								
П								

Журнал вимірювання окремого кута трьома прийомами

Приєм №1

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л								
П								

Приєм №2

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л								
П								

Приєм №3

№ ст. стояння	№ ст. навед.	Відліки по ГК	Внутрішні кути β	Середнє значення кутів	Відліки по ВК	Місце нуля МО	Кути нахилу ν	Відстані D
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л								
П								

Виконав(ла):

Журнал вимірювання напрямлень способом кругових прийомів

Пункт №:

Станція:

Дата

Погода:

Час початку:

Зображення:

Назва направлень	круг	Відліки по		$\frac{(L + P)}{2}$	Направлення приведені до початкового	2с= Л–П
		лімбу	шкалі			
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					
	Л					
	П					

Виконав(ла):

ВИХІДНІ ДАНІ: До виконання лабораторної роботи № 6.

Зрівнювання системи нівелірних ходів з одною вузловою точкою

№ вар.	A	B	C	h ₁	h ₂	h ₃	L ₁	L ₂	L ₃
1	171,116	243,700	293,695	82,868	10,266	-39,766	15,4	7,4	8,8
2	170,916	243,500	293,495	82,568	9,966	-40,066	15,4	7,4	8,8
3	170,716	243,300	293,295	82,268	9,666	-40,366	15,4	7,4	8,8
4	170,516	243,100	293,095	81,968	9,366	-40,666	15,4	7,4	8,8
5	170,316	242,900	292,895	81,668	9,066	-40,966	15,4	7,4	8,8
6	170,116	242,700	292,695	81,368	8,766	-41,266	15,4	7,4	8,8
7	169,916	242,500	292,495	81,068	8,466	-41,566	15,4	7,4	8,8
8	169,716	242,300	292,295	80,768	8,166	-41,866	15,4	7,4	8,8
9	169,516	242,100	292,095	80,468	7,866	-42,166	15,4	7,4	8,8
10	169,316	241,900	291,895	80,168	7,566	-42,466	15,4	7,4	8,8
11	169,116	241,700	291,695	79,868	7,266	-42,766	15,4	7,4	8,8
12	168,916	241,500	291,495	79,568	6,966	-43,066	15,4	7,4	8,8
13	168,716	241,300	291,295	79,268	6,666	-43,366	15,4	7,4	8,8
14	168,516	241,100	291,095	78,968	6,366	-43,666	15,4	7,4	8,8
15	168,316	240,900	290,895	78,668	6,066	-43,966	15,4	7,4	8,8
16	168,116	240,700	290,695	78,368	5,766	-44,266	15,4	7,4	8,8
17	167,916	240,500	290,495	78,068	5,466	-44,566	15,4	7,4	8,8
18	167,716	240,300	290,295	77,768	5,166	-44,866	15,4	7,4	8,8
19	167,516	240,100	290,095	77,468	4,866	-45,166	15,4	7,4	8,8
20	167,316	239,900	289,895	77,168	4,566	-45,466	15,4	7,4	8,8
21	167,116	239,700	289,695	76,868	4,266	-45,766	15,4	7,4	8,8
22	166,916	239,500	289,495	76,568	3,966	-46,066	15,4	7,4	8,8
23	166,716	239,300	289,295	76,268	3,666	-46,366	15,4	7,4	8,8
24	166,516	239,100	289,095	75,968	3,366	-46,666	15,4	7,4	8,8
25	166,316	238,900	288,895	75,668	3,066	-46,966	15,4	7,4	8,8
26	166,116	238,700	288,695	75,368	2,766	-47,266	15,4	7,4	8,8
27	165,916	238,500	288,495	75,068	2,466	-47,566	15,4	7,4	8,8
28	165,716	238,300	288,295	74,768	2,166	-47,866	15,4	7,4	8,8
29	165,516	238,100	288,095	74,468	1,866	-48,166	15,4	7,4	8,8
30	165,316	237,900	287,895	74,168	1,566	-48,466	15,4	7,4	8,8

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



**Кафедра геоматики, землеустрою
та планування територій**

**ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ
з дисципліни
«ГЕОДЕЗІЯ»**

Виконав : ст.

Перевірив:

Полтава 20 р.