



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра вишукувань та проектування шляхів
сполучення, геодезії та землеустрою**

**ПЛАНОВЕ ТА ВИСОТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять та самостійної роботи
з дисципліни**

«ТОПОГРАФІЯ»

Харків 2020

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні секції кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою 10 лютого 2020 року, протокол № 15.

У методичних вказівках з дисципліни «Топографія» вміщено загальні методичні рекомендації з обробки результатів знімальних робіт у вигляді журналів і відомостей та пояснення щодо оформлення практичних робіт. Мета вказівок – допомогти студентам у самостійній роботі з виконання відповідних розрахунково-графічних робіт та набуття знань і розуміння особливостей деяких інженерно-геодезичних знімальних робіт.

Автори щиро дякують доценту Глуценку В. М. за надану можливість у використанні матеріалів, які відносяться до результатів знімальних робіт, що представлені в окремих журналах.

Методичні вказівки рекомендуються для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр», освітніх програм «Геодезія, землеустрій та кадастр» та «Геоінформаційні системи у землеустрої», галузі знань 19 «Архітектура та будівництво», спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

Укладачі:

доц. О. М. Ужвієва,
асист. Н. І. Сорочук

Рецензент

доц. Є. Ф. Орел

ЗМІСТ

Загальні методичні рекомендації.....	4
1 Загальні відомості про тахеометричне знімання та його обґрунтування.....	5
2 Теодолітне знімання.....	6
3 Складання схеми теодолітного полігона.....	6
4 Лінійні вимірювання теодолітного полігона.....	7
5 Вимірювання кутів на точках полігона.....	7
6 Планове обґрунтування тахеометричного знімання.....	8
6.1 Журнал теодолітного знімання.....	8
6.2 Прив'язка полігона в плані до пунктів опорної мережі...	9
6.3 Відомість обчислення координат.....	10
6.4 Складання координатної сітки та нанесення точок полігона за їх координатами.....	15
7 Висотне обґрунтування тахеометричного знімання.....	17
7.1 Тригонометричне нівелювання точок полігона.....	17
7.2 Обчислення позначок точок полігона.....	21
7.3 Схема висотного обґрунтування.....	23
8 Тахеометричне знімання.....	24
8.1 Загальні положення.....	24
8.2 Журнал тахеометричного знімання.....	25
Список літератури.....	26
Додаток А.....	27
Додаток Б.....	28
Додаток В.....	32
Додаток Г.....	33
Додаток Д.....	34
Додаток Е.....	35
Додаток Ж.....	36

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Завдання на тему «Планове та висотне обґрунтування тахеометричного знімання» виконується згідно з індивідуальними завданнями і рекомендаціями, які надаються у цих вказівках. Кожен студент на початку робіт отримує окремі вихідні дані, які використовує при розрахунках.

При виконанні курсової роботи необхідно надати вичерпне розв'язання задач, передбачених завданням та скласти пояснювальну записку з описом змісту та результатів проведених робіт.

Вказівки включають такі питання:

загальні відомості про знімальні роботи;

будову, перевірки та юстирування теодолітів;

заповнення журналів вимірювання горизонтального та вертикального кутів теодолітом;

обчислення журналів планового та висотного обґрунтування тахеометричного знімання;

складання плану теодолітного полігона;

обробка журналу тахеометричного знімання.

Кожне питання завершується оформленням за відповідним зразком результатів розрахунків.

Роботу оформлюють у вигляді пояснювальної записки, яка складається з титульної сторінки, змісту, тексту записки з ілюстраціями до кожної задачі та списку літератури.

Текст, рекомендований студентам при складанні пояснювальної записки, подається в даних методичних вказівках *курсивом*.

Пояснювальну записку оформлюють на папері формату А4. Ілюстрації, відомості та журнали подають відповідно до зразків за їх виглядом та змістом.

Кожен аркуш записки повинен мати рамку, розташовану на 20 мм від лівого краю аркуша та на 5 мм – від інших. Нумерація аркушів – наскрізна, подається в правому нижньому куті рамки у прямокутнику 10×15 мм.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ ТА ЙОГО ОБҐРУНТУВАННЯ

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» (рисунок 1.1).

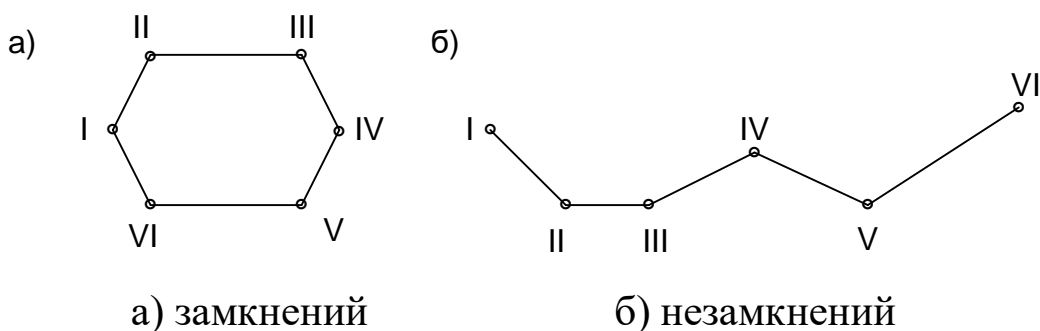


Рисунок 1.1 – Теодолітні полігони

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

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

Сукупність висот (позначок) H вершин полігона має назву «висотна основа» тахеометричного знімання [1].

Для побудови планової та висотної основи тахеометричного знімання, тобто визначення координат X і Y та позначок H вершин полігона, виконують низку польових та камеральних робіт. При побудові планової основи ці роботи мають назву «теодолітне знімання». При побудові висотної

основи ці роботи мають назву «нівелювання» – тригонометричне або геометричне.

Завдання: ознайомитись та засвоїти мету і суть тахеометричного знімання та його планового та висотного обґрунтувань.

2 ТЕОДОЛІТНЕ ЗНІМАННЯ

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

рекогносцирування місцевості, закріплення точок теодолітного полігона;

вимірювання довжин сторін полігона (лінійні вимірювання);

вимірювання кутів на точках полігона;

прив'язка полігона до пунктів державної або місцевої геодезичної мережі;

знімання ситуації місцевості;

камеральні роботи – обробка лінійних і кутових вимірів, обчислення координат точок, побудова плану [1].

Завдання: ознайомитись та засвоїти мету і суть теодолітного знімання та основних видів робіт.

3 СКЛАДАННЯ СХЕМИ ТЕОДОЛІТНОГО ПОЛІГОНА

Схема теодолітного полігона визначається кількістю та взаємним розташуванням його вершин.

Для незабудованої території кількість таких точок залежить від масштабу знімання. Наприклад, при масштабі знімання 1:2000 кількість точок на 1 км² – не менше 12.

Крім того, необхідно враховувати особливості ситуації, рельєфу ділянки та вимоги до видимості сусідніх точок і відстані між ними (80–120 м). Всі ці питання вирішуються в ході рекогносцирування – безпосереднього ознайомлення з місцевістю та закріплення точок полігона [1].

В результаті для подальшої роботи була отримана схема теодолітного полігона з точками (додаток А).

Завдання: вивчити зміст «рекогносцирування» як частини теодолітного знімання; засвоїти правила вибору місць розташування вершин теодолітного полігона та способу закріплення точок.

4 ЛІНІЙНІ ВИМІРЮВАННЯ ТЕОДОЛІТНОГО ПОЛІГОНА

Метою цих робіт є визначення довжин сторін полігона на місцевості. Зазвичай у будівництві лінійні вимірювання виконують двадцятиметровою сталевною землемірною стрічкою з метровими, напівметровими та дециметровими позначками.

Кожну сторону полігона D_i вимірюють двічі: у прямому та зворотньому напрямках і при виконанні умови

$$\Delta D = |D_{\text{пр}} - D_{\text{зв}}| \leq \frac{D_{\text{сер}}}{1000} \quad (4.1)$$

приймають за кінцевий результат середнє арифметичне

$$D_{\text{сер}} = \frac{D_{\text{пр}} + D_{\text{зв}}}{2}. \quad (4.2)$$

Результат вимірів записують в графу 9 журналу теодолітного знімання (додаток Б).

Завдання: ознайомитись та засвоїти зміст та правила лінійних вимірювань.

5 ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ НА ТОЧКАХ ПОЛІГОНА

*Вимірювання кутів полігона необхідне для подальшого створення основи тахеометричного знімання. Горизонтальні кути β_i використовують при створенні планової основи, вертикальні ν_i – висотної основи знімання. Для вимірювання цих кутів на місцевості використовують спеціальний кутомірний інструмент – **теодоліт**.*

6 ПЛАНОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

6.1 Журнал теодолітного знімання

В журналі теодолітного знімання (додаток Б) розміщують результати лінійних і кутових вимірювань при прокладанні теодолітного ходу та їх опрацювання.

Перша сторінка журналу – титульна сторінка з ознайомчою інформацією;

друга сторінка – результати лінійних і кутових вимірювань полігона;

третья сторінка – абрис, тобто схематичне зображення ситуації в населеному пункті з її лінійним обміром;

четверта сторінка – схема вимірювань при визначенні неприступної відстані.

Друга сторінка має вигляд таблиці і вміщує таку інформацію:

графа 1: вказані точки полігона (станції), де був встановлений теодоліт при вимірюваннях кутів;

графа 2: вказані точки полігона, на які здійснювалось візування теодоліта при вимірюванні горизонтального кута β ;

графа 3: вказані положення вертикального круга теодоліта (КЛ, КП);

графа 4: наведені відліки на горизонтальному крузі теодоліта при наведенні зорової труби на відповідні точки;

графа 5: підраховуються значення горизонтальних кутів при положенні теодоліта «круг ліво» і «круг право»;

графа 6: надається середнє значення виміряного кута β ;

графа 7: вказані точки полігона, між якими вимірюється довжина лінії;

графа 8: вказаний магнітний румб лінії між цими точками;

графа 9: наведені результати лінійних вимірювань між точками полігона в прямому та зворотньому напрямках та їх середнє значення;

графа 10: надані вертикальні кути нахилу ν відповідних сторін полігона;

графа 11: підраховуються значення горизонтальних проєкцій середніх відстаней між точками у випадку, якщо кут нахилу $v \geq 2^\circ$

$$d = D_{\text{сер}} \cdot \cos v \quad (6.1)$$

Після заповнення граф 1÷11 підраховують суму всіх середніх кутів $\sum \beta_{\text{сер}}$ та горизонтальних прокладень $P = \sum d_i$. При цьому неприступну відстань між точками ВК-1 і Ств. визначають за схемою на сторінці 4 журналу теодолітного знімання [2].

Завдання:

- 1) ознайомитись із змістом журналу теодолітного знімання;
- 2) за наведеним прикладом (для станції 125) виконати розрахунки для всіх інших станцій;
- 3) неприступну відстань підрахувати за схемою на сторінці 4 журналу;
- 4) оформити журнал відповідно до вимог.

6.2 Прив'язка полігона в плані до пунктів опорної мережі

Прив'язка полігона – це сукупність лінійних та кутових вимірювань, метою яких є визначення координат окремих точок полігона та напрямку його сторін.

Полігон прив'язують до пунктів опорної геодезичної мережі. За отриманими координатами та напрямками контролюють результати лінійних і кутових вимірів самого полігона [3].

Полігон, що розглядається нами, прив'язаний до ліній геодезичної мережі точок 124÷125 і 130÷Вис.

Завдання:

- 1) засвоїти мету та зміст прив'язки полігона в плані;
- 2) відповідно до номера студента за списком групи знайти в таблиці варіантів (додаток Ж, таблиця Ж.1):
 - прямокутні координати X та Y пунктів 125 і 130;
 - дирекційні кути $\alpha_{124-125}$ і $\alpha_{130-вис.}$ геодезичного обґрунтування.

6.3 Відомість обчислення координат

Підрахунок координат точок теодолітного полігона виконують в обумовленій послідовності і оформлюють у вигляді спеціальної відомості обчислення координат (додаток В).

Послідовність підрахунків та заповнення відомості така:

– з журналу теодолітного знімання (графи 1 і 6) у відомість координат переносять назви точок і середні виміряні кути β та їх суму (колонки 1, 13 і 2 відповідно). Там же (графа 11) беруть горизонтальні прокладання ліній d і заповнюють колонку 6 в відомості;

– відповідно до номера студента за списком знаходять індивідуальні значення прямокутних координат точок 125 та 130 (додаток Ж, таблиця Ж.1) та записують їх в колонку 11 і 12. В прикладі: $X_{125}=+659,98$; $Y_{125}=+1067,82$; $X_{130}=+560,23$; $Y_{130}=+1910,88$;

– так само шукають дирекційні кути опорних ліній (в прикладі: $\alpha_{124-125}=246^{\circ}18'00''$ і $\alpha_{130-вис}=96^{\circ}01'00''$) та записують їх в колонку 4;

– обчислюють кутову нев'язку полігона

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{вим}} - (\alpha_{130-\text{вис}} - \alpha_{124-125} + n \cdot 180^{\circ}), \quad (6.2)$$

де $\sum \beta_{\text{вим}}$ – сума виміряних кутів полігона;

n – кількість виміряних кутів.

В прикладі відомості $f_{\beta} = -0^{\circ}03'36''$.

Підраховують допустиму кутову нев'язку

$$f_{\beta} = \pm 1,5 \sqrt{n} = \pm 1,5 \sqrt{6} = \pm 3,7' = \pm 3'42''. \quad (6.3)$$

Перевіряють умову

$$f_{\beta} = -3'36'' \leq f_{\beta \text{ доп}} = \pm 3'42''.$$

Умова виконується, тому кутову нев'язку f_{β} розподіляють на всі виміряні кути рівномірно. Для цього підраховують кутову поправку

$$\delta_{\beta} = \frac{-f_{\beta}}{n} = -\frac{-3'36''}{6} = -\frac{-216''}{6} = +36'' \quad (6.4)$$

В колонці 2 відомості пишуть над вимірними кутами поправку (+36''), додають її до кожного кута і переносять в колонку 3 – «виправлені кути»:

$$\beta_{\text{вип.}i} = \beta_{\text{вим.}i} + \delta_{\beta} \quad (6.5)$$

Послідовно починаючи з вихідного дирекційного кута ($\alpha_{124-125} = 246^{\circ}18'00''$ – в прикладі), визначають всі наступні дирекційні кути (колонка 4):

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_{\text{вип.}i} - 180^{\circ}, \quad (6.6)$$

де α_{i+1} – дирекційний кут сторони, що обчислюють;

α_i – дирекційний кут попередньої сторони;

$\beta_{\text{вип.}i}$ – виправлений, лівий за ходом полігона кут між цими сторонами.

Наприклад:

$$\alpha_{125-\text{ГКО}} = \alpha_{124-125} + \beta_{\text{вип.}125} - 180^{\circ} = 246^{\circ}18'00'' + 97^{\circ}12'48'' - 180^{\circ} = 163^{\circ}30'48''.$$

Якщо знайдене значення α буде перевищувати 360° , треба цей один повний оберт (360°) відняти.

Контроль: підрахований дирекційний кут $\alpha_{130-\text{вис}}$ повинен точно дорівнювати його вихідному значенню (в прикладі: $96^{\circ}01'00''$).

Для кожної сторони полігона визначають її румб r_o (колонка 5). Для цього користуються відомістю обчислення координат точок розімкненого теодолітного ходу .

Таблиця 6.1 – Формули для обчислення румбів в чвертях та знаки приростів координат [4]

Позначення	Чверть			
	I $0^\circ < \alpha < 90^\circ$	II $90^\circ < \alpha < 180^\circ$	III $180^\circ < \alpha < 270^\circ$	IV $270^\circ < \alpha < 360^\circ$
r_0	$r = \alpha$ (ПнСх)	$r = 180^\circ - \alpha$ (ПдСх)	$r = \alpha - 180^\circ$ (ПнЗх)	$r = 360^\circ - \alpha$ (ПдЗх)
ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

Підраховують з точністю до 1 см прирости координат ΔX і ΔY сторін полігона (колонки 7 і 8) за формулами

$$\Delta X = d \cdot \cos \alpha(r) \quad (6.7)$$

та

$$\Delta Y = d \cdot \sin \alpha(r). \quad (6.8)$$

Для визначення функцій ($\cos \alpha$, $\sin \alpha$) при використанні деяких видів калькуляторів необхідно спочатку набрати кут – градуси, хвилини, секунди (наприклад: $163^\circ 30' 48''$), відокремивши градуси: 163,3048. Потім треба перевести кут в градуси та частки градуса: $163,513^\circ$, натиснувши відповідну кнопку (DEG, 2ndF або іншу). І тільки після цього можна брати потрібну функцію.

Тому спочатку треба уважно вивчити послідовність правильного набору функцій на своєму калькуляторі і тільки потім – рахувати.

При використанні в формулах (6.7) і (6.8) дирекційного кута α отримують одночасно і величину ΔX та ΔY , і їх знаки («+» або «-»). При використанні в цих формулах румбів r знаки приростів можна визначити за таблицею 6.1.

Обчислюють алгебраїчну суму приростів координат (з врахуванням їх знаків) окремо для ΔX і ΔY . В прикладі: $\Sigma \Delta X = -100,21$; $\Sigma \Delta Y = 842,85$.

Підраховують лінійні нев'язки полігона f_x (за віссю X) та f_y (за віссю Y)

$$f_x = \Sigma \Delta X - (X_{130} - X_{125}) \quad (6.9)$$

та

$$f_y = \Sigma \Delta Y - (Y_{130} - Y_{125}). \quad (6.10)$$

В прикладі $f_x = -0,46$ м, $f_y = -0,21$ м.
Обчислюють абсолютну лінійну нев'язку

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (6.11)$$

В прикладі $f_s = 0,51$ м.
Перевіряють умову

$$\frac{f_s}{P} \leq \frac{1}{2000}, \quad (6.12)$$

де f_s / P – відносна лінійна нев'язка полігона;
 P – довжина всього полігона, $P = 998,57$ м.

В прикладі умову можна вважати практично задовільненою.

Якщо абсолютна нев'язка f_s допустима, то можна вважати допустимими і нев'язки по осях – f_x і f_y . Тому далі ці нев'язки розподіляють поміж підрахованих приростів координат (колонки 7 і 8) пропорційно довжинам сторін полігона d_i [4].

Для цього визначають лінійні поправки

$$\delta_{X_i} = -\frac{f_x}{P} \cdot d_i \quad (6.13)$$

та

$$\delta_{Y_i} = -\frac{f_y}{P} \cdot d_i. \quad (6.14)$$

Наприклад:

$$\delta_{X_1} = -\frac{-0.46}{998.57} \cdot 198,23 = 0,091 \text{ м} \sim 9 \text{ см.}$$

Ці поправки округлюють до сантиметрів (см) та записують в колонки 7 і 8 над відповідними приростами координат.

Контроль: сума всіх поправок по осях X та Y повинна дорівнювати відповідній нев'язці $-f_x$ і f_y із зворотнім знаком.

Визначають виправлені прирости координат

$$\Delta X_{\text{вип } i} = \Delta X_i + \delta_{X_i} \quad (6.15)$$

та

$$\Delta Y_{\text{вип } i} = \Delta Y_i + \delta_{Y_i} \quad (6.16)$$

Наприклад:

$$\Delta X_{\text{вип } 1} = -190,08 + 0,09 = -189,99 \text{ м,}$$

$$\Delta Y_{\text{вип } 1} = +56,26 - 0,04 = +56,30 \text{ м.}$$

Всі результати розміщують в колонках 9 і 10 і визначають їх суми

$$\Sigma \Delta X_{\text{вип}} = -99,75, \Sigma \Delta Y = +843,06.$$

Послідовно, починаючи з точки 125, підраховують координати X та Y всіх точок полігона

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{\text{вип } i} \quad (6.17);$$

та

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{\text{вип } i}, \quad (6.18)$$

де X_{i+1} , Y_{i+1} – координати кожної наступної точки, що обчислюють;

X_i , Y_i – координати попередньої точки;

$\Delta X_{\text{вип}}$, $\Delta Y_{\text{вип}}$ – виправлені (правильні) прирости координат між означеними точками полігона.

Наприклад:

$$X_{\text{ГКО}} = X_{125} + \Delta X_{\text{вип ГКО-125}} = 659,98 + (-189,99) = +469,99 \text{ м}$$

та

$$Y_{\text{ГКО}} = Y_{125} + \Delta Y_{\text{вип ГКО-125}} = 1067,82 + 56,30 = +1124,12 \text{ м.}$$

Кінцевий контроль: підраховані координати останньої точки 130 повинні точно, до 1 см, дорівнювати їх вихідним значенням.

Завдання: з врахуванням рекомендацій за індивідуальними вихідними даними виконати всі розрахунки в відомості обчислення координат.

6.4 Складання координатної сітки та нанесення точок полігона за їх координатами

План знімального обґрунтування складають за координатами точок теодолітного ходу.

Для цього спочатку будують сітку квадратів (координатну сітку) із стороною кожного квадрата 10 см. При складанні плану в масштабі 1: 2000 це буде відповідати на місцевості відстані $10 \times 2000 = 20000$ см = 200 м.

Перед побудовою сітки підраховують необхідну кількість горизонтальних та вертикальних рядів її квадратів за мінімальними і максимальними значеннями координат вершин полігона. В нашому прикладі при округленні координат до цілих метрів $X_{\min} \sim +470$ м, $X_{\max} \sim +660$ м, $Y_{\min} \sim +1067$ м, $Y_{\max} \sim +1911$ м. Отже, необхідно побудувати два горизонтальні ряди квадратів з оцифровкою по осі X: +400, +600, +800 і п'ять вертикальних рядів з оцифровкою по осі Y: +1000; +1200; +1400; +1600; +1800; +2000.

Побудова координатної сітки вимагає великої уваги й точності виконання. Зазвичай при створенні сітки використовують два наступних способи: складання координатної сітки по діагоналях; складання координатної сітки за допомогою лінійки Дробишева. Після побудови сітки квадратів (координатної сітки) та її перевірки сітку підписують відповідно з координатами вершин полігона. Далі виконують побудову точок полігона за їх координатами.

Оцифровку координатної сітки та побудову точок за їх координатами подано на рисунку 6.1.

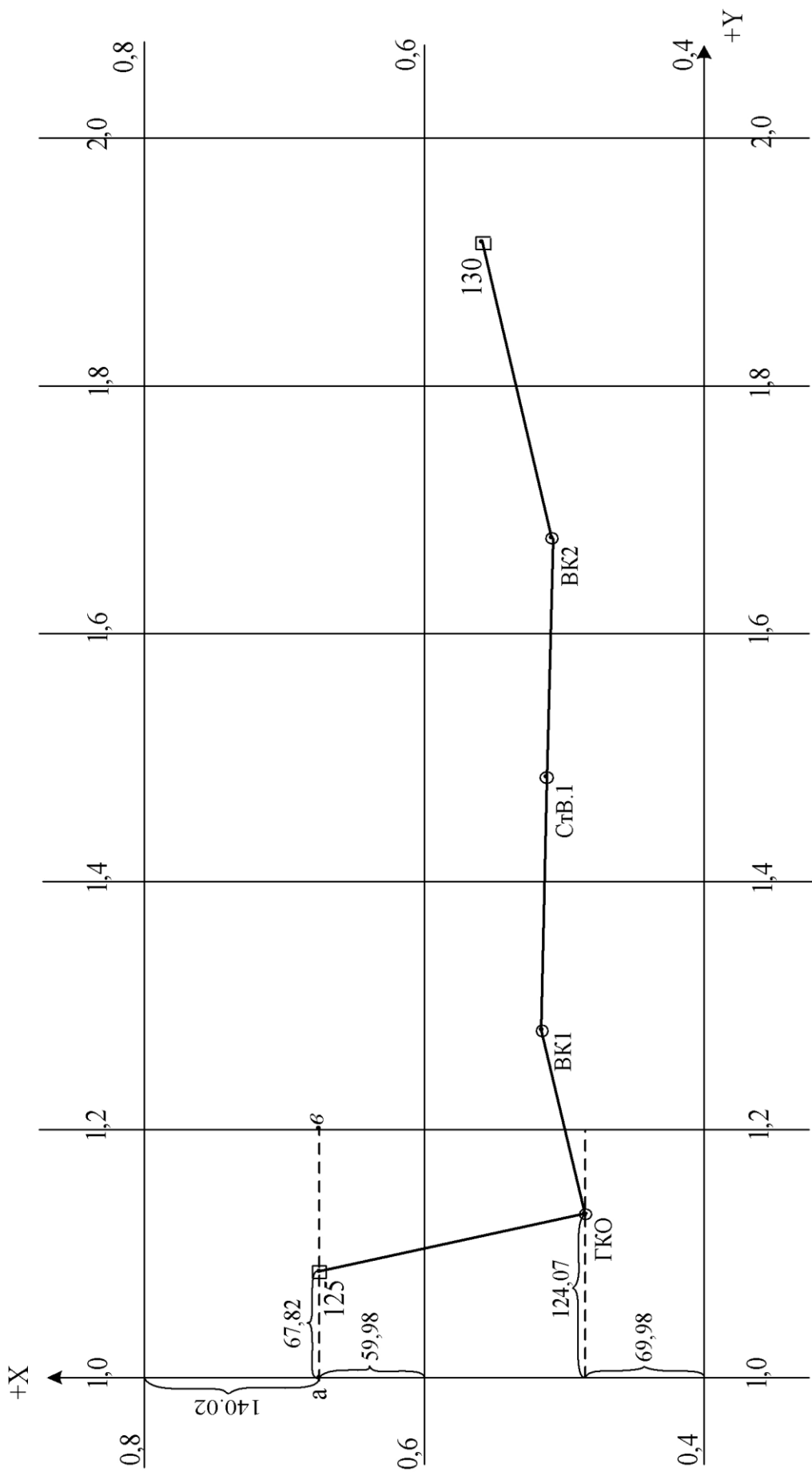


Рисунок 6.1 – Оцифровка координатної сітки та побудова точок за їх координатами

Завдання:

- 1) ознайомитись та вивчити способи складання координатної сітки та нанесення на неї точки полігона;
- 2) відповідно до рекомендацій накреслити олівцем координатну сітку для подальшого складання плану в масштабі 1:2000;
- 3) нанести олівцем на координатну сітку точки полігона за їх координатами.

7 ВИСОТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

Висотною основою тахеометричного знімання є позначки точок теодолітного ходу. Їх визначають методами тригонометричного або геометричного нівелювання. Застосування тригонометричного нівелювання є більш доцільним та ефективним в умовах порізаного рельєфу, коли при невеликих відстанях між точками рельєфу різниця між їхніми висотними положеннями (позначками) досягає декількох метрів [2].

Наявність висотної основи, тобто взаєморозташування всіх точок полігона по висоті у вигляді їх позначок, дає можливість отримати загальний рельєф місцевості, складений з окремих знімальних фрагментів.

7.1 Тригонометричне нівелювання точок полігона

Тригонометричне нівелювання точок полігона виконують похилим променем за допомогою теодоліта двічі: в прямому та зворотньому напрямках. Наприклад, нівелювання між точками 125 і ГК0 здійснюють в такій послідовності:

- теодоліт встановлюють на точку 125, центрують його та горизонтують (рисунок 7.1);
- вимірюють висоту теодоліта ($i=1,42$ м) з точністю до 1 см;
- рейку встановлюють прямовисно на ГК0;
- трубу теодоліта при «крузі ліво» спрямовують на довільний відлік ($v=4,0$ м) по рейці (висоту наведення) та на вертикальному крузі беруть відлік ($КЛ=1^{\circ}24'30''$);

– трубу теодоліта проводять через zenit, приводять теодоліт в положення «круг право», спрямовують трубу на ту саму висоту наведення v та знов беруть відлік на вертикальному крузі (КП=178°34'30");

– всі виміри заносять в журнал тригонометричного нівелювання (додаток Г);

– горизонтальне прокладення відстані ($d=198,25$) між точками 125 та ГКО переносять з журналу теодолітного знімання (додаток Б) або відомості координат точок полігона (додаток В);

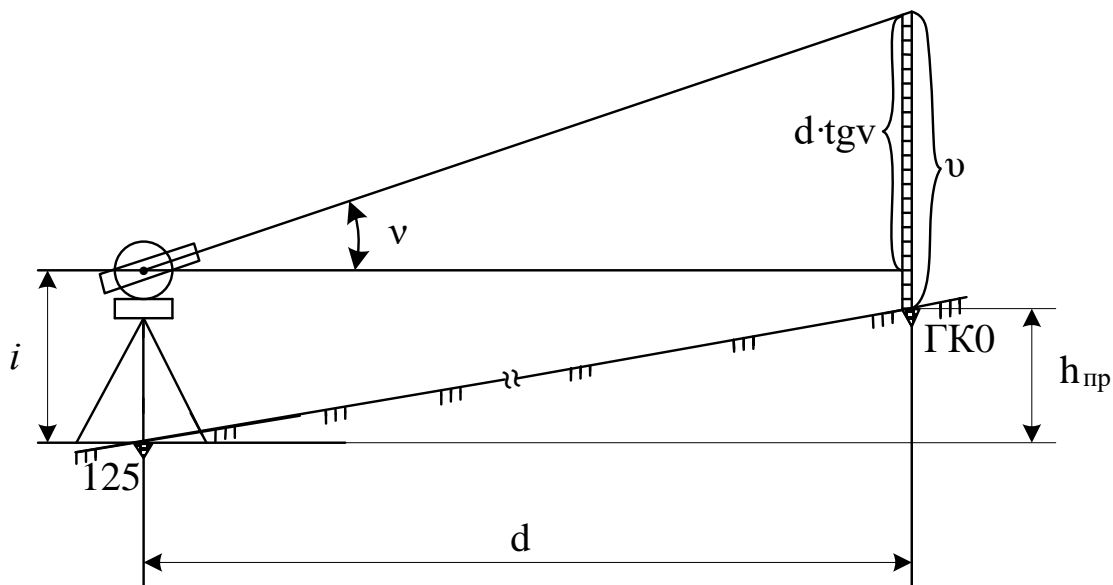


Рисунок 7.1 – Схема тригонометричного нівелювання (прямий напрямок) [4]

– обчислюють місце нуля теодоліта M_0 :

$$M_0 = \frac{КЛ + КП + 180^0 + 360^0}{2} = \frac{1^024'30'' + 178^034'30'' + 180^0 + 360^0}{2} = \frac{719^059'00''}{2} = 359^059'30'';$$

– підраховують вертикальний кут нахилу візирного променя v за формулами

$$v = КЛ - M_0 = 1^024'30'' + (360^000') - 359^059'30'' = 1^025'00'';$$

$$v = M_0 - КП - 180^0 = 359^059'30'' - 178^034'30'' - 180^000' = 1^025'00''.$$

Контроль: обидва значення кута ($v=1^{\circ}25'00''$) співпали, тому підрахунки здійснені правильно. В іншому випадку потрібно повторити підрахунки, знайти помилку та виправити її;

– визначають добуток:

$$d \cdot \operatorname{tg} v = 198,23 \cdot \operatorname{tg} 1^{\circ}25'00'' = 198,23 \cdot \operatorname{tg} 1,417^{\circ} = 198,23 \cdot 0,0247 = +4,90 \text{ м};$$

– обчислюють перевищення між точками 125 і ГКО, виміряне в прямому напрямку:

$$h_{\text{пр}} = d \cdot \operatorname{tg} v + i - v = 4,90 + 1,42 - 4,00 = +2,32 \text{ м};$$

– змінюють місцями теодоліт та рейку і повторюють всі попередні виміри та підрахунки (рисунок 7.2).

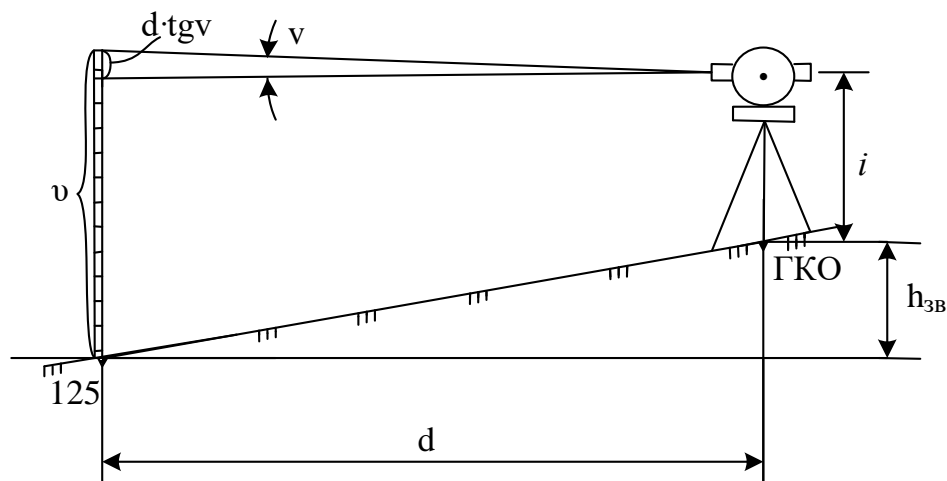


Рисунок 7.2 – Схема тригонометричного нівелювання (зворотній напрямок) [4]

При висоті теодоліта $i=1,40$ м та висоті наведення $v=4,00$ м відліки на вертикальному крузі теодоліта

$$\text{КЛ} = 0^{\circ}05'00'', \quad \text{КП} = 179^{\circ}54'30''.$$

Місце нуля теодоліта

$$MO = \frac{0^{\circ}05'00'' + 179^{\circ}54'30'' + 180^{\circ} + 360^{\circ}}{2} = \frac{719^{\circ}59'30''}{2} = 359^{\circ}59'45''.$$

Вертикальний кут

$$v = 0^{\circ}05'00'' - 359^{\circ}59'45'' = 0^{\circ}05'15''$$

та

$$v = 359^{\circ}59'45'' - 179^{\circ}54'30'' - 180^{\circ}00' = 0^{\circ}05'15''.$$

Контроль задовільнено.

Добуток

$$d \cdot \operatorname{tg} v = 198,23 \cdot \operatorname{tg} 0^{\circ}05'15'' = 198,23 \cdot \operatorname{tg} 0,088^{\circ} = 198,23 \cdot 0,0015 = +0,30 \text{ м.}$$

Перевищення в зворотньому напрямку (ГК0÷125) дорівнює

$$h_{зв} = 198,23 \cdot \operatorname{tg} 0^{\circ}05'15'' + 1,40 - 4,00 = -2,30 \text{ м.}$$

Теоретично абсолютні значення $h_{пр}$ і $h_{зв}$ мають бути однаковими і відрізнятись лише знаками. Проте, фактично, ця різниця завжди існує, але вона не повинна перевищувати допустимого значення. При похибці вимірювання вертикального кута v теодоліта в $\pm 1'$ допустима різниця дорівнює

$$|h_{пр}| - |h_{зв}| \leq 0,04 \cdot d,$$

де d – горизонтальне прокладення між точками, м.

Перевіряють

$$|2,32| - |-2,30| = 2 \text{ см} \leq 0,04 \cdot 198,23 = 7,93 \text{ см}$$

Умова виконується.

Підраховують остаточне значення перевищення – його середнє значення з двох виміряних

$$h_{\text{сер}} = \frac{|h_{\text{пр}}| + |h_{\text{зв}}|}{2} = \frac{2,32 + 2,30}{2} = 2,31 \text{ м.}$$

Знак середнього має бути таким самим, як знак $h_{\text{пр}}$, тобто $h_{\text{сер}} = +2,31$ м.

Розрахунок перевищення по лінії полігона точки 125-ГК0 завершено.

Завдання:

1) вивчити на наведеному прикладі визначення перевищення між точками полігона методом тригонометричного нівелювання;

2) аналогічно виконати підрахунки для решти сторін полігона та заповнити відповідним чином журнал тригонометричного нівелювання (додаток Г).

7.2 Обчислення позначок точок полігона

Знайдені в результаті тригонометричного нівелювання середні перевищення між точками полігона завжди мають якусь похибку. На цю похибку впливає сукупність різних чинників, але вона не повинна перевищувати допустимих значень.

Тому перед визначенням позначок точок необхідно обчислити фактичну похибку вимірювань, порівняти її з допустимою та розподілити її поміж середніх перевищень.

І тільки за виправленими перевищеннями можна знаходити позначки точок полігона [5].

Для незамкненого полігона послідовність дій та підрахунків така:

– у відомість перевищень та позначок станцій (додаток Д) переносять з журналу тригонометричного нівелювання (додаток Г) номери станцій, горизонтальні прокладення d_i та середні перевищення $h_{\text{сер}}$ (колонки 1, 7, 2, 3, відповідно);

– визначають суму $\sum d_i$, тобто довжину полігона Р (колонка 2), і суму $\sum h_{\text{сер}}$ з врахуванням їх знака (колонка 3);

– у вихідних даних (додаток Ж, таблиця Ж.1) відповідно до номера студента за списком групи шукають значення позначок початкової (H_{125}) і останньої (H_{130}) жорстких точок полігона. Ці позначки записують в колонку 6;

– підраховують теоретичну (правильну) суму перевищень між точками 125 і 130 полігона

$$\sum h_T = H_{130} - H_{125}; \quad (7.1)$$

– підраховують висотну нев'язку полігона

$$f_h = \sum h_{\text{сер}} - \sum h_T; \quad (7.2)$$

– обчислюють допустиму висотну нев'язку, см,

$$f_{h\text{доп}} = \pm \frac{0.04 \cdot P(M)}{\sqrt{n}}, \quad (7.3)$$

де n – кількість сторін полігона;

P – сума всіх сторін полігона, м;

– перевіряють виконання умови

$$f_h \leq f_{h\text{доп}}; \quad (7.4)$$

– при виконанні цієї умови нев'язку f_h вважають допустимою і ділять із зворотнім знаком на всі середні перевищення пропорційно довжині відповідних сторін. Поправка до кожного середнього перевищення дорівнює

$$\delta_{hi} = \frac{-f_h}{P} \cdot d_i, \quad (7.5)$$

де δ_{hi} – поправка до перевищення $h_{\text{сер}}$ з номером i , округлюється з точністю до 1 см;

- f_h – нев'язка із зворотнім знаком;

P – периметр (сума сторін) полігона;

d_i – довжина сторони за номером i .

Підраховані поправки записують в колонку 4 додатка Д;

– обчислюють суму поправок $\sum \delta_{hi}$ (колонка 4) і здійснюють контроль

$$\sum \delta_{hi} = -f_h; \quad (7.6)$$

– підраховують виправлені перевищення (колонка 5):

$$h_{i \text{ випр}} = h_{i \text{ сер}} + \delta_{hi}; \quad (7.7)$$

– послідовно обчислюють позначки H_i точок (колонка 6 додатка Д):

$$H_{ГК0} = H_{125} + h_{1 \text{ випр}}; \quad H_{ВК 1} = H_{ГК0} + h_{2 \text{ випр}} \text{ і т.д.}; \quad (7.8)$$

– перевіряють умову

$$H'_{130} = H_{130}, \quad (7.9)$$

де H'_{130} – підрахована позначка точки 130;

H_{130} – вихідне, правильне значення позначки точки 130.

Ця умова є контрольною для правильності всіх обчислень.

Всі позначки і перевищення округлюють до сантиметрів.

Завдання: з врахуванням рекомендацій за індивідуальними вихідними даними виконати всі розрахунки та заповнити відомість перевищень та позначок станцій.

7.3 Схема висотного обґрунтування

Завдання: відповідно до результатів обчислень та за зразком (рисунок 7.3) надати схему висотного обґрунтування тахеометричного знімання.

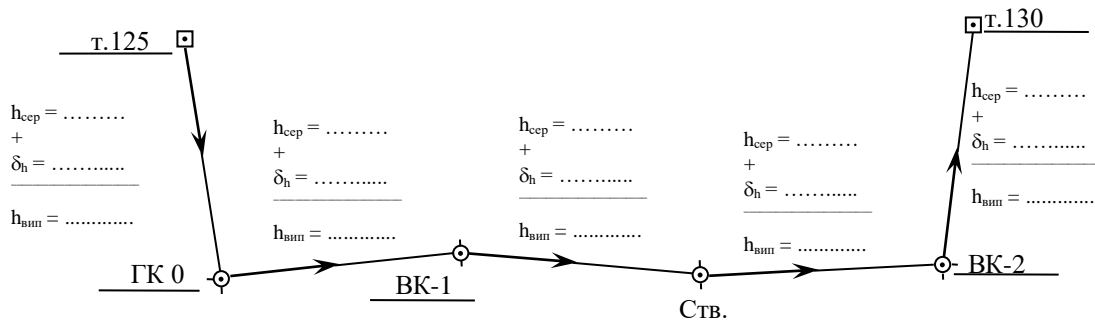


Рисунок 7.3 – Схема висотного обґрунтування

8 ТАХЕОМЕТРИЧНЕ ЗНІМАННЯ

8.1 Загальні положення

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 [6].

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

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

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 такі виміри виконують і записують в журнал:

- 1) відлік по горизонтальному кругу (горизонтальний кут β);
- 2) відлік по вертикальному кругу КЛ (вертикальний кут ν);
- 3) відстань L від теодоліту до рейки за нитяним віддалеміром.

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

По закінченні знімання обов'язково перевіряють орієнтування приладу на сусідню точку полігона.

Завдання:

- 1) ознайомитись з метою та змістом тахеометричного знімання;
- 2) коротко надати основні положення знімання.

8.2 Журнал тахеометричного знімання

По закінченні знімань в журналі опрацьовують їх результати.

Кут нахилу візирного променя (колонка 5 додатка Е) визначають як $v = \angle \text{КЛ-МО}$. Якщо $M_0 = 0$, v приймають таким, як КЛ.

Горизонтальні прокладення відстані до рейкової точки (колонка 6)

$$d = L \cdot \cos^2 v, \quad (8.1)$$

де L – відстань до рейкової точки за віддалеміром, м.

Перевищення рейкової точки відносно станції (колонка 7 додатка Е)

$$h = 0,5 \cdot L \cdot \sin 2v + i - v. \quad (8.2)$$

Якщо трубу наводять на позначку висоти теодоліта на рейці ($v = i$), формула набуває вигляду

$$h = 0,5 \cdot L \cdot \sin 2v. \quad (8.3)$$

Знак перевищення h залежить від знака кута v .

Позначки рейкових точок (колонка 8) обчислюють за формулою

$$H_i = H_{\text{ст}} + h_i, \quad (8.4)$$

де H_i – позначки рейкової точки;

$H_{\text{ст}}$ – позначка станції;

h_i – перевищення рейкової точки відносно станції.

Завдання:

1) ознайомитись і вивчити заповнення та обрахування журналу тахеометричного знімання;

2) надати в журналі (додаток Е) результати знімання п'яти рейкових точок, здійснених на практичних заняттях;

3) в журнал тахеометричного знімання ділянки місцевості (додаток Ж) перенести з відомості перевищень та позначок точок (додаток Д) позначки всіх станцій та повністю його обчислити.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Кузьмін В. І., Білятинський О. А. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві : навч. посіб. Київ : Вища шк., 2006. 278 с.

2 Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії : навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 208 с.

3 Ващенко В. І., Літинський В. О., Перій С. С. Топографо-геодезичний практикум : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 428 с.

4 Геодезія. Топографія : навч. посіб. / А. Л. Островський, О. І. Мороз, З. Р. Тартачинська, І. Ф. Гарасимчук. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. 440 с.

5 Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. Топографія з основами картографії : навч. посіб. Львів : Новий Світ, 2006. 248 с.

6 Ратушняк Г. С. Топографія з основами картографії : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2002. 179 с.

ДОДАТОК А

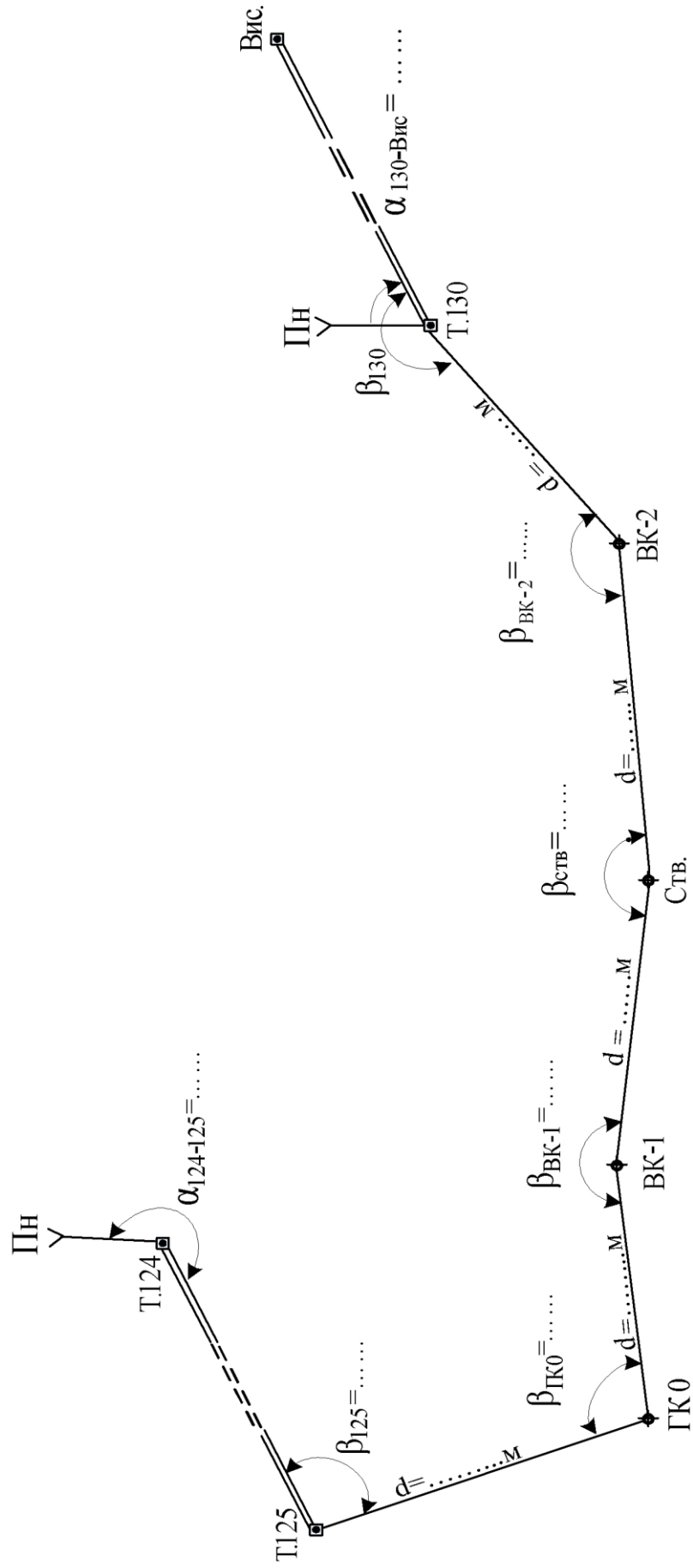


Рисунок А.1 – Схема теодолітного полігона

ДОДАТОК Б

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення,
геодезії та землеустрою

ЖУРНАЛ теодолітного знімання

№ _____

Теодоліт: _____ № _____

Виконавець: ст. гр. _____

Перевірив _____

Харків
20__ р.

Дата: 20... р.

Спостерігав:

№№ пунктів		Положення круга	Відліки на горизонтальному крузі	Виміряні внутрішні кути β	Середнє з кутів $\beta_{сер}$	Лінія від - до	Лінії та вертикальні кути			
Стояння	Візування						Румб ліній магнітний Γ_m	Довжина ліній $D, м$	Кути нахилу ν	Горизонтальне прокладення ліній $d, м$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
125	ГК0	КЛ	97°16'00"	97°12'30"	97°12'15"	125-ГК0	...	$\frac{198,24}{198,26}$	0°45'	198,25
	124		0°03'30"							
	ГК0	КП	184°36'00"	97°12'00"						
	124		87°24'00"							
ГК0	Вк.1	КЛ	242°57'00"	ГК0-Вк.1	$\frac{162,32}{162,36}$	0°15'
	125		153°42'00"							
	Вк.1	КП	333°22'30"						
	125		244°07'00"							
Вк.1	Ств.	КЛ	253°25'00"	Вк.1-Ств.	Неприступна відстань
	ГК0		54°28'00"							
	Ств.	КП	342°31'00"						
	ГК0		143°33'00"							
Ств.	Вк.2	КЛ	182°57'00"	Ств.-Вк.2	$\frac{199,94}{200,00}$	0°10''
	Вк.1		2°59'00"							
	Вк.2	КП	279°04'00"						
	Вк.1		99°05'00"							
Вк.2	130	КЛ	48°17'00"	Вк.2-130	$\frac{235,18}{235,28}$	2°30''
	Ств.		243°18'00"							
	130	КП	137°19'00"						
	Ств.		332°20'00"							
130	Вис.	КЛ	246°30'00"
	Вк2		47°12'00"							
	Вис.	КП	235°04'00"						
	Вк2		35°47'00"							

$$\Sigma\beta_{сер} = \dots\dots$$

$$P = \dots\dots м$$

АБРИС

Станція Вк. 1

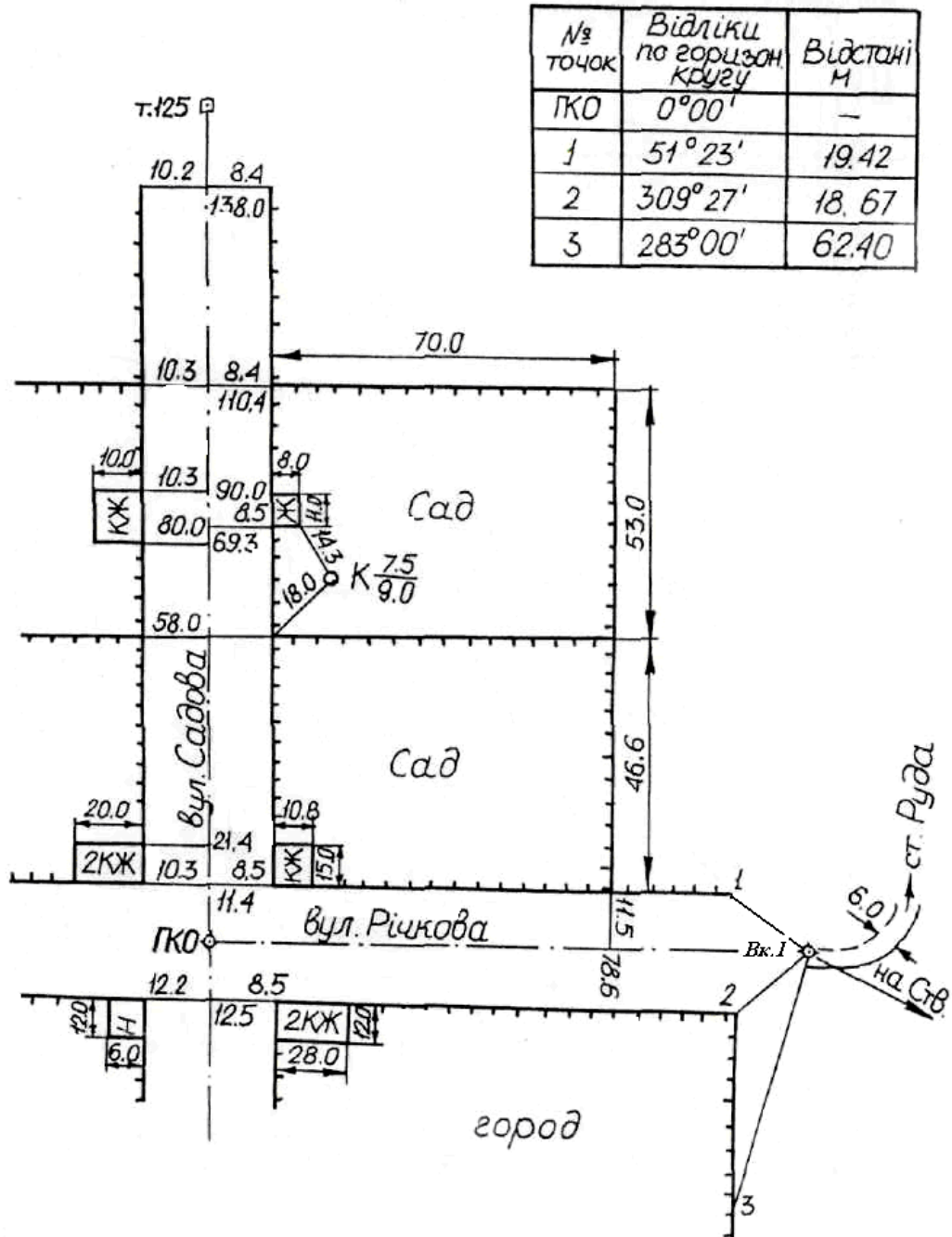


Рисунок Б.1 – Абрис

АБРИС

Визначення неприступної відстані

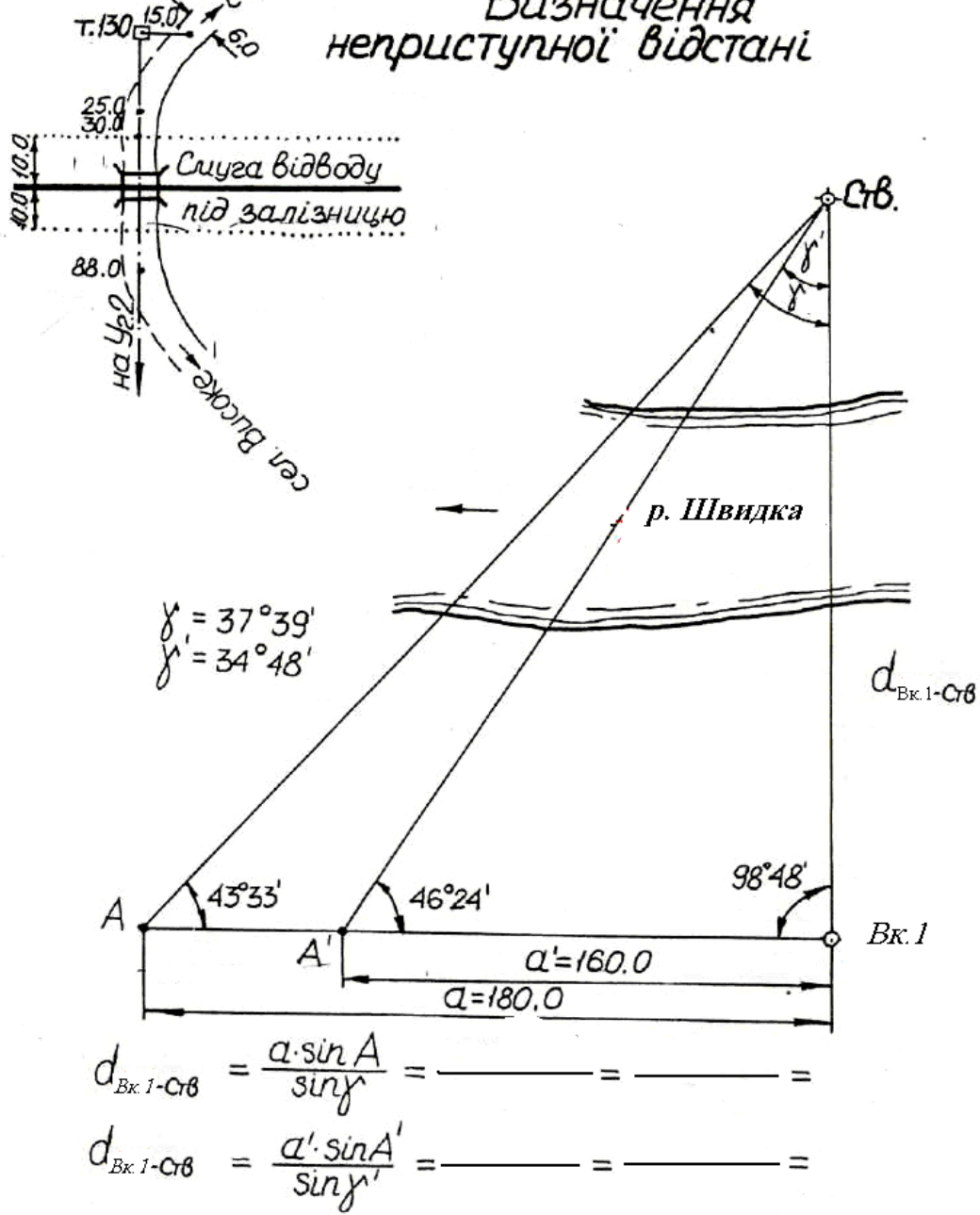


Рисунок Б.2 – Визначення неприступної відстані

ДОДАТОК В

ВІДОМІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧОК РОЗІМКНЕНОГО ТЕОДОЛІТНОГО ХОДУ

Назва Точка	Кут β ^л (ліви) виміряні		Дирекційні кути α	Румби γ	Горизонтальні прокладення ліній d, м	Прирости координат, м						Координати, м			Назва Точка	
	виправлені					підраховані		виправлені		±	x	±	y			
	о, "	и, "	±	о, "	и, "	±	Δx	±	Δy					±		Δx _в	±	Δy_{в}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
124													124			
125	97°12'12"	+36"	246°18'00"	16°29'12"	198,23	-	+9	+4	189,99	+	56,30	+	659,98	+	1067,82	125
ГК0	89°15'12"	+36"	72°46'36"	72°46'36"	162,34	+	+8	+3	48,15	+	155,09	+	469,99	+	1124,12	ГК0
ВК-1	198°57'18"	+36"	91°44'30"	88°15'30"	203,02	-	+9	+5	6,08	+	202,98	+	518,14	+	1279,21	ВК-1
Ств.	179°58'30"	+36"	91°43'36"	88°16'24"	199,97	-	+9	+4	5,94	+	199,92	+	512,06	+	1482,19	Ств.
ВК-2	164°58'48"	+36"	76°43'00"	76°43'00"	235,01	+	+11	+5	54,11	+	228,77	+	506,12	+	1682,11	ВК-2
130	199°17'24"	+36"	96°01'00"										560,23	+	1910,88	130
ВИС.																ВИС.
	Σβ _{вим.} = 929°39'24"				P = 998,57		ΣΔx = -100,21	ΣΔy = 842,85	ΣΔx _в = -99,75		ΣΔy _в = +843,06					

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{вим}} - (\alpha_{130-\text{Вис}} - \alpha_{124-125} + n \cdot 180^{\circ}) = 929^{\circ}39'24'' - (-96^{\circ}01'00'' - 246^{\circ}18'00'' + 1080^{\circ}) = -0^{\circ}03'36''$$

$$f_x = \sum \Delta x - (x_{130} - x_{125}) = -100,21 - (560,23 - 659,98) = -0,46 \text{ м}$$

$$f_y = \sum \Delta y - (y_{130} - y_{125}) = 842,85 - (1910,88 - 1067,82) = -0,21 \text{ м}$$

$$f_{\text{вонт}} = \pm 1,5' \sqrt{n} = \pm 1,5' \sqrt{6} = \pm 3,7';$$

$$\delta_{\beta} = \frac{f_{\beta}}{n} = \frac{-216''}{6} = +36''$$

$$\delta_{xi} = - P \cdot d_i$$

$$\delta_{yi} = - P \cdot d_i$$

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = -0,51 \text{ м}$$

ДОДАТОК Г

ЖУРНАЛ ТРИГОНОМЕТРИЧНОГО НІВЕЛЮВАННЯ

Значення	Напрямок		3 т. 125 на ГКО	3 ГКО на т.125	3 ГКО на ВК-1	3 ВК-1 на ГКО	3 ВК-1 на Ств.	3 Ств. на ВК-1.	3 ВК-2 на Ств.	3 ВК-2 на т. 130	3 т. 130 на ВК-2
	КЛ	КП									
Відліки по верт. крут.			1°24'30"	0°05'00"	0°17'00"	359°40'00"	359°34'30"	0°26'30"	359°54'00"	0°35'30"	359°23'30"
Місце нуля МО "			178°34'30"	179°54'30"	179°41'00"	180°18'30"	180°26'00"	179°33'00"	180°05'00"	179°23'00"	180°36'30"
Вертикальний кут ν_{01}''			359°59'30"	359°59'45"							
			+1°25'00"	+0°05'15"							
Відстань d, м			198,23	198,23							
d · tg ν			+4,90	+0,30							
Висота геоїдита і, м			1,42	1,40	1,40	1,38	1,38	1,32	1,38	1,38	1,48
Висота візування $d_{\text{в}}$, м			4,00	4,00	1,40	1,38	1,38	1,32	1,38	1,38	1,48
Певнішення	пряме $h_{\text{пр}}$, м		+2,32								
	зворотне $h_{\text{зв}}$, м			-2,30							
	середнє $h_{\text{сєр}}$, м		+2,31								

Склад: ст. гр.

Перевірив: Дата:

ДОДАТОК Д

ВІДОМІСТЬ ПЕРЕВИЩЕНЬ ТА ПОЗНАЧОК СТАНЦІЙ

Номери станцій	Горизонтальні прокладення, d, м	Середні перевищення, h _{сер} , м	Поправки в перевищеннях, δ _h , м	Виправлені перевищення, h _{випр.} , м	Позначки станцій, Н, м	Номери станцій
1	2	3	4	5	6	7
125					.....	125
ГК0	198,23	+2,31				ГК0
ВК-1	.....	.....				ВК-1
Ств.	.....	.....				Ств.
ВК-2	.....	.....				ВК-2
130	.....	.....			.....	130
	P= м	Σh _{сер i} = =.....м	Σδ _{h i} = =.....м	Σh _{випр i} = =.....м		

$$\Sigma h_r = H_{130} - H_{125} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\text{м};$$

$$f_h = \Sigma h_{сер i} - \Sigma h_r = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\text{м} = \dots\dots\dots\text{см};$$

$$f_{h \text{ доп}} = \pm \frac{0,04 \cdot P(\text{м})}{\sqrt{n}} (\text{см}) = \pm \frac{0,04 \cdot \dots\dots\dots}{\sqrt{\dots\dots\dots}} = \dots\dots\dots\text{см};$$

$$f_h = \dots\dots\dots\text{см} < f_{h \text{ доп}} = \dots\dots\dots\text{см}; \quad \delta_{hi} = -\frac{f_h}{P} \cdot d_i; \quad \Sigma\delta_{hi} = \dots\dots\dots\text{см} = f_h = \dots\dots\dots\text{см};$$

$$H_{ГК0} = H_{125} + h_{випр 125} - ПК0, \text{ і т. д.}$$

$$\text{Контроль: } H_{130} = H_{130};$$

Склав: ст. гр.

Перевірив:

Дата:

ДОДАТОК Е
ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ П'ЯТИ РЕЙКОВИХ ТОЧОК

Дата:.....
 Теодоліт:.....
 Студент:.....

№ точок візування	Відліки			Кут нахилу ν ° '	Горизон- тальне прокладання, м $d = L \cdot \cos^2 \cdot \nu$	Перевіщення, м $h = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \sin 2\nu + i - \nu$	Позначки точок, м H	Примітки
	за віддале- міром L, м	на горизон- тальному крузі, β ° '	на вертикаль- ному крузі, КЛ° '					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Станція I								
$H = \dots \dots \dots$ м.								
Ст. II		$0^\circ 00'$						
1								$\nu = \dots \dots$
2								
3								
4								
5								
Ст. II		$0^\circ 00'$						

ДОДАТОК Ж

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра вишукувань та проектування шляхів сполучення,
геодезії та землеустрою

ЖУРНАЛ тахеометричного знімання № _____

ТЕОДОЛІТ _____ № _____

Виконавець: ст. гр. _____

Перевірив: _____

Харків
20 ____ р.

Місяць, число _____ 20__ р.

Спостерігав _____

№№ точок візу- вання	Відліки			Кут нахи- лу ν ° ,	Горизон- тальне прокла- дення, м $d =$ $= L \cos^2 \nu$	Переви- щення, м $h = 1/2L \times$ $\times \sin 2\nu +$ $+ i - \nu$	Познач- ки точок, Н, м	Примітка
	За від- дале- міром, м $L = K \rho$	На гори- зон- тальному крузі ° ,	На вер- ти- кальному крузі ° ,					
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Станція ГКО $i = 1,40$ м $MO = 0^{\circ}00'$ $H =$ _____

			Круг ліво					
т.125	-	0°00'	-					
1	132	142°47'	359°56'					$\nu = 4,0$ 0
2	80	185°44'	358°06'					
3	35	17°17'	0°30'					
4	107	7°32'	359°22'					
т. 125		0°01'	-					

Станція ВК 1 $i = 1,38$ м $MO = 0^{\circ}00'$ $H =$ _____

			Круг ліво					
ГКО		0°00'	-					
5	62,5	38°40'	359°55'					
6	118	64°52'	359°24'					
7	107	125°04'	358°53'					
8	81	162°03'	359°15'					
9	64	224°12'	358°37'					
10	117	255°32'	358°23'					
ГКО	-	359°58'	-					

АБРИС

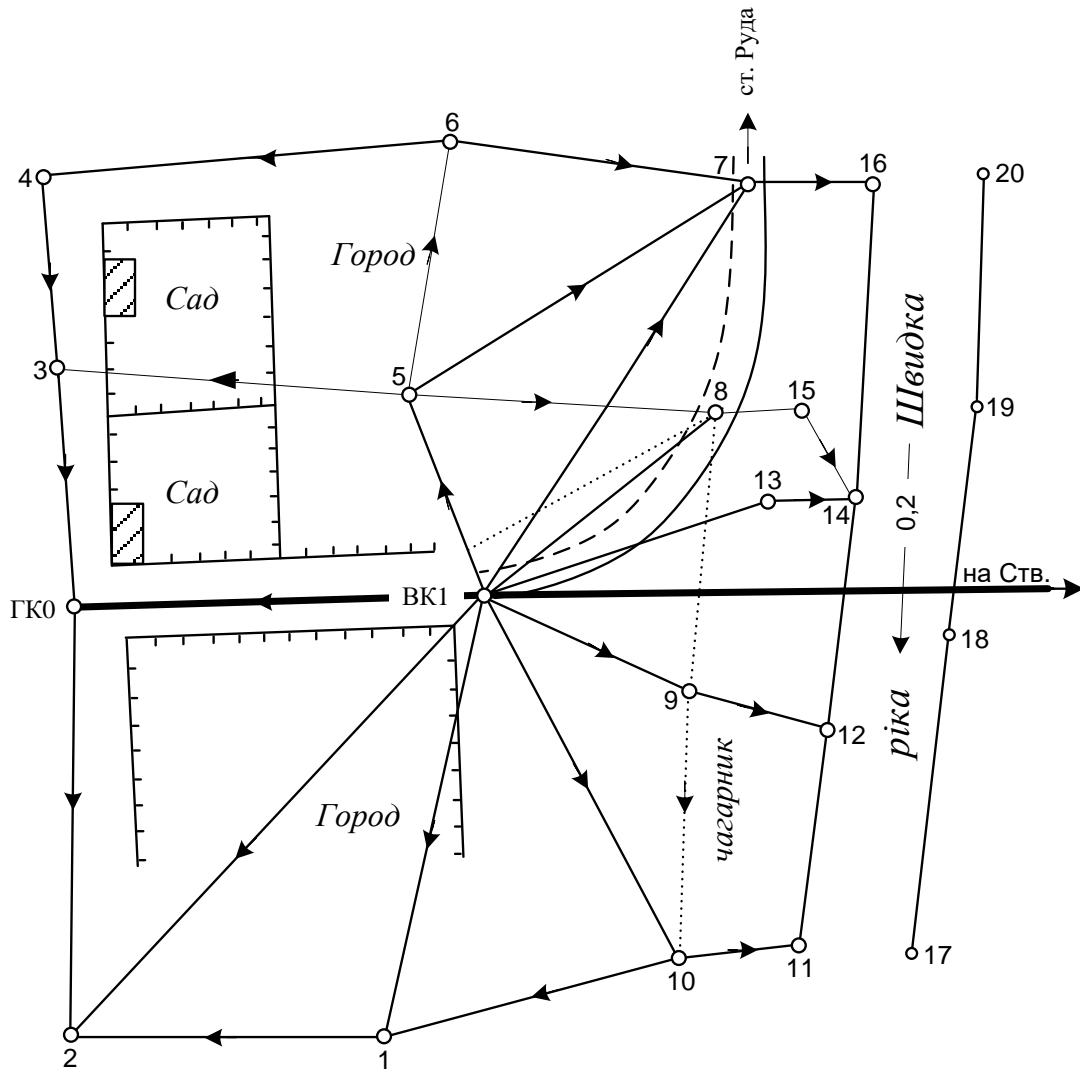


Рисунок Ж.1 – Абрис 1

Місяць, число _____ 20__ р.

Спостерігав _____

№№ точок візу- вання	Відліки			Кут нахилу ν ° ' "	Горизон- тальне прокла- дення, м $d =$ $= L \cos^2 \nu$	Переви- щення, м $h = 1/2L \times$ $\times \sin 2\nu +$ $+ i - \nu$	Позначки точок, Н, м	Примітка
	за від- дале- міром, м $L = K_n$	на гори- зон- тальному крузі ° ' "	на верти- кальному крузі ° ' "					
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Станція Ств.

$i = 1,32$ м;

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

$H =$ _____

				Круг ліво				
ВК1.	-	$0^{\circ}00'$	-					
11	140	$314^{\circ}25'$	$358^{\circ}44'$					
12	111	$338^{\circ}32'$	$358^{\circ}29'$					
13	120	$8^{\circ}35'$	$0^{\circ}43'$					$\nu = 3,00$ м
14	105	$11^{\circ}10'$	$358^{\circ}27'$					
15	134	$22^{\circ}05'$	$359^{\circ}55'$					
16	159	$38^{\circ}47'$	$359^{\circ}02'$					
17	120	$300^{\circ}04'$	$358^{\circ}33'$					
18	71	$344^{\circ}42'$	$357^{\circ}39'$					
19	86	$32^{\circ}02'$	$358^{\circ}09'$					
20	130	$48^{\circ}30'$	$358^{\circ}49'$					
21	97	$101^{\circ}55'$	$2^{\circ}59'$					
22	113	$122^{\circ}15'$	$2^{\circ}19'$					
23	77	$160^{\circ}46'$	$0^{\circ}13'$					
24	112	$195^{\circ}05'$	$359^{\circ}16'$					
25	161	$219^{\circ}11'$	$359^{\circ}48'$					
26	105	$249^{\circ}07'$	$358^{\circ}30'$					
ВК1.	-	$0^{\circ}01'$	-					

АБРИС

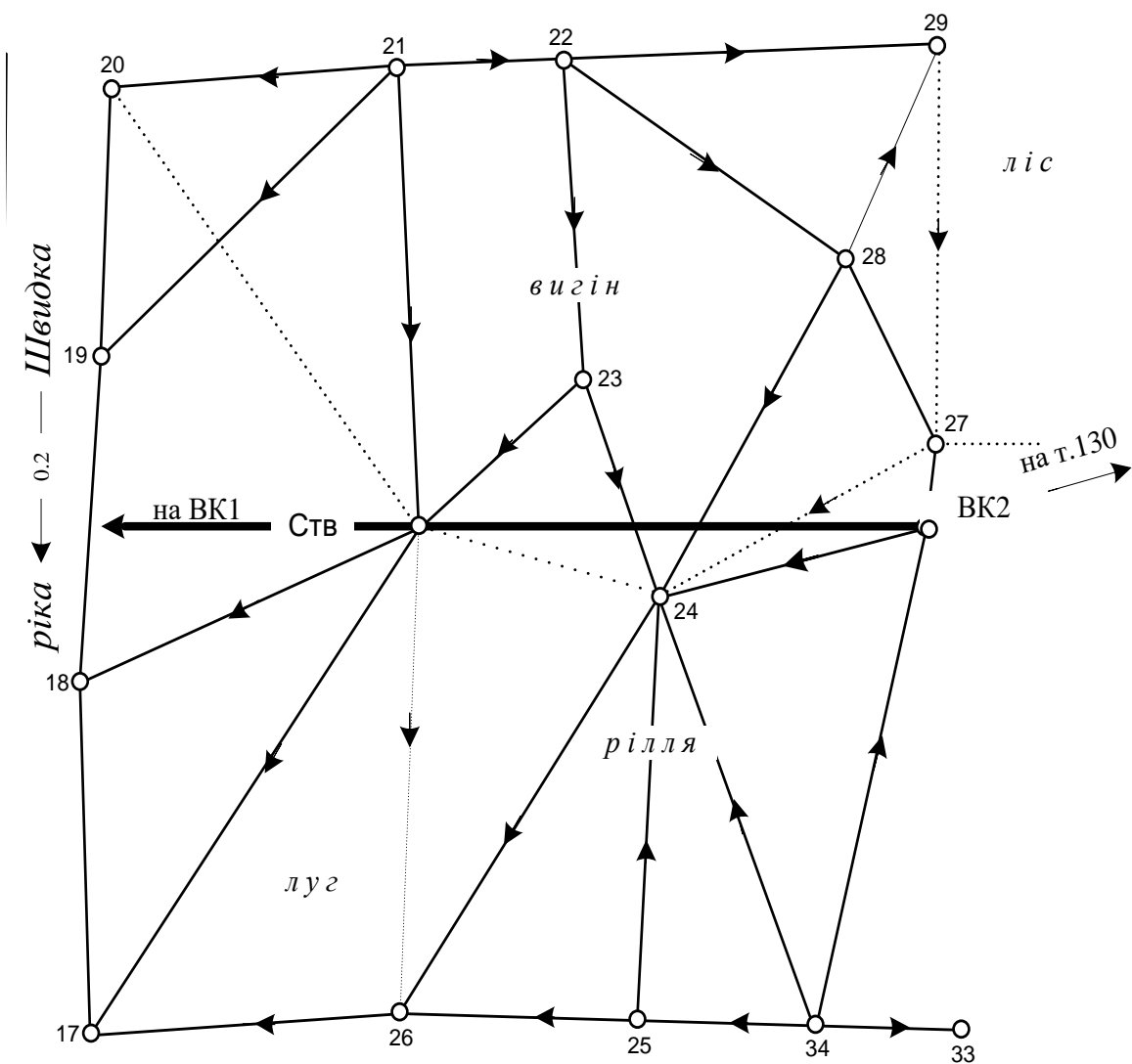


Рисунок Ж.2 – Абрис 2

Місяць, число _____ 20__ р.

Спостерігав _____

№№ точок візу- вання	Відліки			Кут нахилу ν ° ' "	Горизон- тальне прокла- дення, м $d =$ $= L \cos^2 \nu$	Переви- щення, м $h = 1/2L \times$ $\times \sin 2\nu +$ $+i-\nu$	Позначки точок, Н, м	Примітка
	за від- дале- міром, м $L = K_n$	на гори- зон- тальному крузі ° ' "	на верти- кальному крузі ° ' "					
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Станція ВК 2; $i = 1,38$ м; $M_0 = 0^\circ 00'$ Н = _____

				Круг ліво			
Ств.	-	$0^\circ 00'$	-				
27	14	$77^\circ 03'$	$1^\circ 22'$				
28	70	$51^\circ 35'$	$2^\circ 00'$				
29	99	$77^\circ 10'$	$0^\circ 43'$				
30	114	$109^\circ 54'$	$359^\circ 50'$				
31	88	$196^\circ 45'$	$358^\circ 45'$				
32	138	$217^\circ 12'$	$358^\circ 43'$				
33	105	$247^\circ 51'$	$0^\circ 10'$				
34	95	$273^\circ 49'$	$2^\circ 06'$				
Ств.	-	$0^\circ 02'$	-				

Станція т.130; $i = 1,48$ м; $M_0 = 0^\circ 00'$; Н = _____

				Круг ліво			
ВК2	-	$0^\circ 00'$	-				
35	95	$270^\circ 04'$	$359^\circ 18'$				
36	89	$0^\circ 02'$	$358^\circ 51'$				
37	91	$91^\circ 35'$	$0^\circ 44'$				
ВК2	-	$0^\circ 00'$	-				

АБРИС

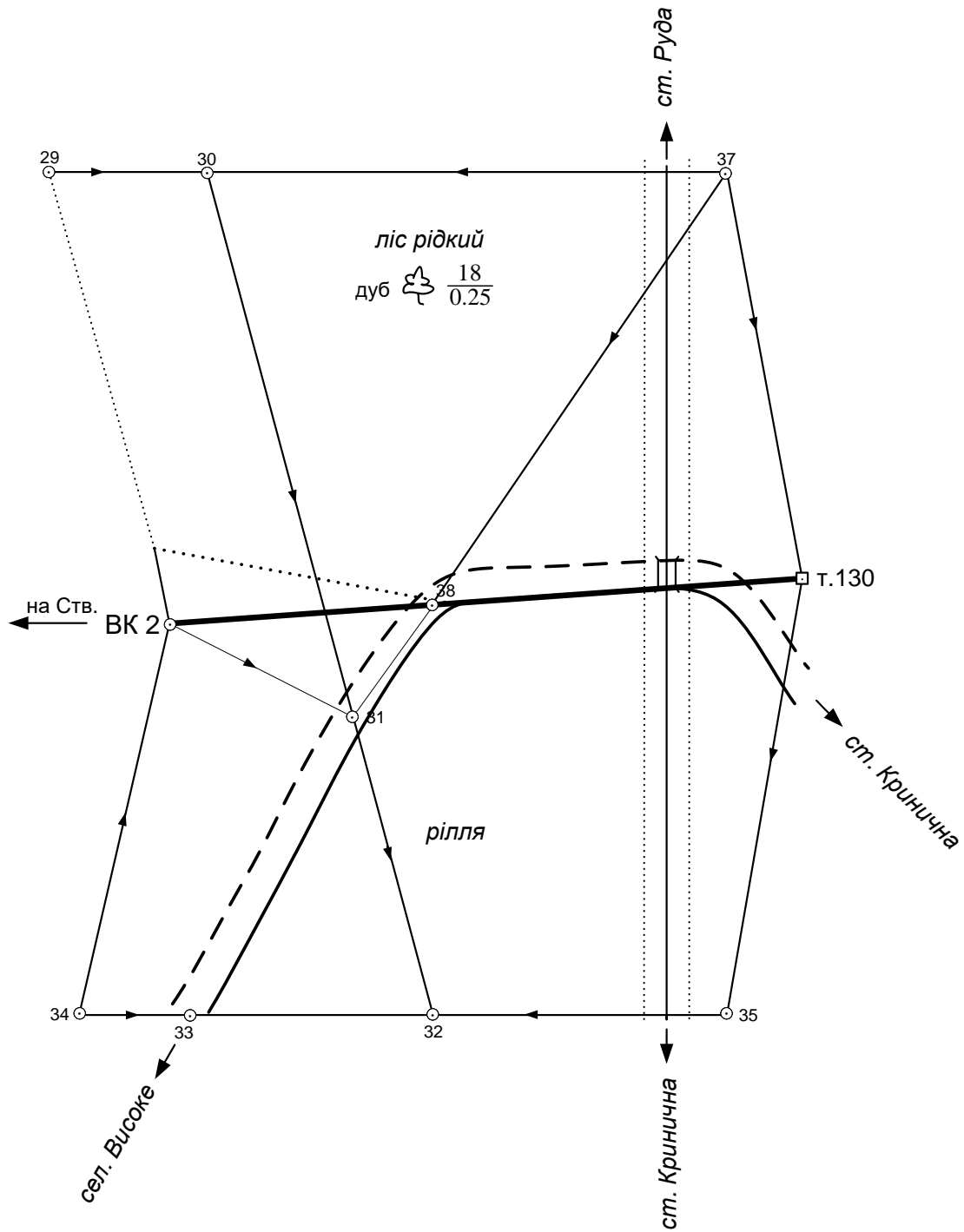


Рисунок Ж.3 – Абрис 3

Таблиця Ж.1 – Вихідні дані

 $X_{125}=659,98$ $Y_{125}=1067,82$

Варіант	$\alpha_{124-125}$	$\alpha_{130-вис.}$	X_{130}	Y_{130}	H_{130}	H_{125}	H_{Rp53}
1	237°21'	86°58,2'	692,83	1916,18	35,00	30,44	34,019
2	237°23'	86°59,4'	692,33	1916,19	35,23	30,68	34,252
3	237°25'	87°01,6'	691,83	1916,19	35,46	30,92	34,485
4	237°27'	87°03,8'	691,33	1916,20	35,69	31,16	34,718
5	237°29'	87°06,0'	690,83	1916,21	35,92	31,40	34,951
6	237°31'	87°08,2'	690,33	1916,22	36,15	31,64	35,184
7	237°33'	87°10,4'	689,83	1916,23	36,38	31,88	35,417
8	237°35'	87°12,6'	689,33	1916,24	36,61	32,12	35,650
9	237°37'	87°14,8'	688,83	1916,26	36,84	32,36	35,883
10	237°39'	87°17,0'	688,33	1916,28	37,07	32,60	36,116
11	237°41'	87°19,2'	687,83	1916,29	37,30	32,84	36,349
12	237°43'	87°21,4'	687,33	1916,30	37,53	33,08	36,582
13	237°45'	87°23,6'	686,83	1916,32	37,76	33,32	36,815
14	237°47'	87°25,8'	686,33	1916,34	37,99	33,56	37,048
15	237°49'	87°28,0'	685,83	1916,37	38,22	33,80	37,281
16	237°51'	87°30,2'	685,33	1916,38	38,45	34,04	37,514
17	237°53'	87°32,4'	684,83	1916,38	38,68	34,28	37,747
18	237°55'	87°34,6'	684,33	1916,39	38,91	35,52	37,980
19	237°57'	87°36,8'	683,82	1916,39	39,14	34,76	38,213
20	237°59'	87°39,0'	683,33	1916,40	39,37	35,00	38,446
21	238°01'	87°41,2'	682,84	1916,42	39,60	35,24	38,679
22	238°03'	87°43,4'	682,34	1916,44	39,83	35,48	38,912
23	238°05'	87°45,6'	681,85	1916,46	40,06	35,72	39,145
24	238°07'	87°47,8'	681,36	1916,48	40,29	35,96	39,378
25	238°09'	87°50,0'	680,86	1916,51	40,52	36,20	39,611
26	238°11'	87°52,2'	680,33	1916,51	40,75	36,44	39,844
27	238°13'	87°54,4'	679,83	1916,51	40,98	36,68	40,077
28	238°15'	87°56,6'	679,33	1916,51	41,21	36,92	40,310
29	238°17'	87°58,8'	678,88	1916,52	41,44	37,16	40,543
30	238°19'	88°01,0'	678,30	1916,52	41,67	37,40	40,776

ПЛАНОВЕ ТА ВИСОТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТАХЕОМЕТРИЧНОГО ЗНІМАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи
з дисципліни

«ТОПОГРАФІЯ»

Відповідальний за випуск Сорочук Н. М.

Редактор Решетилова В. В.

Підписано до друку 19.06.20 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. Тираж 5. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.