

**Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

**Факультет інженерії машин, споруд та технологій**

**Кафедра будівельної механіки**

**Методичні вказівки  
до виконання самостійної роботи з курсу  
«Інженерна геодезія»  
на тему  
«Геодезичні роботи при трасуванні споруд лінійного типу»  
для студентів спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»**

**Тернопіль  
2022**

УДК 528  
М54

Укладачі:  
Н.Ю. Черномаз  
С.М. Данильченко

Рецензент:  
Т. А. Наливайко

Розглянуто й схвалено на засіданні кафедри будівельної механіки,  
протокол № 2 від 03 жовтня 2022 року.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, протокол № 4 від 23 листопада 2022 року.

**М54** Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з курсу «Інженерна геодезія» на тему «Геодезичні роботи при трасуванні споруд лінійного типу» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»/Укладачі: Н.Ю.Черномаз, С.М.Данильченко.–Тернопіль : Вид-то ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022.–24с.

Складено з урахуванням матеріалів літературних джерел, наведених у списку.

УДК 528

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Польові роботи при геодезичному трасуванні.....	5
2. Опрацювання журналу технічного нівелювання .....	6
2.1. Обчислення перевищень .....	6
2.2. Посторінковий контроль обчислення польових матеріалів .....	9
2.3. Визначення нев'язки нівелірного ходу та її розподілення .....	9
2.4. Обчислення позначок зв'язувальних точок .....	10
3. Розрахунок основних елементів кривих .....	11
4. Побудова поздовжнього і поперечного профілів траси .....	14
4.1. Побудова поздовжнього профілю .....	14
4.2. Побудова поперечників .....	15
5. Нанесення проектної лінії й обчислення позначок проектних точок .....	17
5.1. Нанесення проектної лінії .....	17
5.2. Обчислення проектних і робочих позначок .....	18
5.3. Визначення відстаней до точок нульових робіт .....	19
6. Контрольні запитання .....	20
Додаток А. Журнал нівелювання траси .....	21
Додаток Б. Позначки реперів і початкові дані для розрахунку кривої .....	22
Використана література .....	23

## ВСТУП

Геодезія – наука про виробництво вимірювань на місцевості, визначення фігури і розмірів Землі та зображення земної поверхні у вигляді планів і карт.

Назва предмета свідчить, що геодезія як наука виникла з практичних потреб людини. Завдання визначення фігури і розмірів Землі складає предмет вищої геодезії. Питання, пов'язані із зображенням невеликих частин земної поверхні у вигляді планів, складають предмет геодезії або топографії. Вивчення методів і процесів створення суцільних зображень значних територій земної поверхні у вигляді карт відноситься до картографії. З розвитком фотографії, особливо авіації, почали широко застосовувати для створення планів і карт фотознімки земної поверхні. Питання, що відносяться до отримання планів і карт шляхом фотографування місцевості із землі, складають предмет наземної фототопографії, з повітря – аерофототопографії.

Геодезія розвивається в тісному зв'язку з іншими науковими дисциплінами. Величезний вплив на розвиток геодезії мають математика, фізика, астрономія. Математика озброює геодезію засобами аналізу і методами опрацювання результатів вимірювань. На основі фізики розраховують оптичні прилади й інструменти для геодезичних вимірювань. Астрономія забезпечує необхідні в геодезії початкові дані. Тісний зв'язок геодезія має також з географією, геологією, особливо з геоморфологією. Знання географії забезпечує правильне трактування елементів ландшафту, який складають: рельєф, природний покрив земної поверхні (рослинність, ґрунти, моря, озера, річки і т. д.) і результати діяльності людей (населені пункти, дороги, засоби зв'язку, підприємства і т. д.). Форми рельєфу і закономірності їх зміни пізнаються за допомогою геології та геоморфології.

Для правильного розв'язування інженерних задач студенти будівельних спеціальностей повинні одержати відповідну теоретичну підготовку, знати сучасні геодезичні методи й прилади, вміти їх застосовувати. Порівняно невелика кількість годин, відведена студентам навчальним планом на лекційні заняття та лабораторні роботи, вимагає вивчення вказаного курсу самотійно. Метою запропонованих методичних вказівок є допомога студентам у самотійній підготовці до виконання теми геодезичні роботи при трасуванні споруд лінійного типу. Вказівки складено відповідно до навчальної програми курсу з інженерної геодезії для вищих навчальних закладів будівельних спеціальностей.

## 1. Польові роботи при геодезичному трасуванні

Основне завдання інженерно-геодезичних вишукувань для проектування споруд лінійного типу незалежно від їх призначення зводиться до визначення на місцевості осі споруди (траси) у плані і по висоті.

Роботи при трасуванні лінійних споруд включають: розроблення проекту, рекогносцирування трас, розбиття пікетажу, нівелювання траси та побудова її профілю. За планами або картами позначають найімовірніші напрями трас, що відповідають усім технічним умовам. Для уточнення на місцевості обраного напрямку виконують рекогносцирування кута повороту траси, який вимірюють теодолітом. Трасу прив'язують до пунктів державної висотної опори, місцеположення марок і реперів якої виявляють заздалегідь.

Перед нівелюванням траси закріплюють її початок, кінець та кути повороту і розбивають пікетаж. Розбиття пікетажу полягає в тому, що по осі траси відкладають відрізки, горизонтальна проекція яких дорівнює 100м. Кінець кожного відрізка називають пікетом і позначають дерев'яним кілком, який забивають врівень із землею. Поряд із пікетним кілком забивають сторожок, на якому записують номер пікету (наприклад ПК4). Початок траси позначають «пікет-нуль» – ПК0. Характерні точки злому рельєфу місцевості між пікетами також позначають кілками. Ці точки називають плюсовими (ПК1+80). Їх місцеположення визначається відстанню від пройденого пікету (80м від ПК1).

У місцях, де траса повертає, передбачають горизонтальні кругові або перехідні криві, елементи яких визначають за допомогою спеціальних таблиць або за формулами. Вершини кутів повороту траси позначають ВК1, ВК2.

При розбитті пікетажу результати вимірювань записують у пікетажний журнал, в якому вказують величини кутів повороту траси, номери всіх пікетів і плюсових точок. Трасу зображують умовно у випрямленому вигляді, а кути повороту позначають стрілками. В пікетажному журналі позначають номери всіх реперів і їх місцеположення, а також дані, що характеризують криві.

Одночасно з розбиттям пікетажу виконують зйомку смуги місцевості, що прилягає до траси. Для характеристики рельєфу смуги, де буде виконуватися будівництво, розбивають поперечні профілі перпендикулярно до осі траси по обидва боки. Поперечні профілі визначають на такій відстані один від одного, щоб місцевість між ними мала однаковий ухил.

Нівелювання траси виконують способом із середини з обов'язковим виконанням умови, що відстані від пікетів до нівеліра однакові. Нівелір можна установити у створі лінії або виносити в бік. При нівелюванні визначають перевищення кожної наступної пікетної точки над попередніми, тобто між усіма зв'язувальними точками. На кожній станції спочатку нівелюють

зв'язувальні точки, для чого беруть відліки спочатку на задній, а потім на передній рейці. Перед тим, як брати відліки, контролюють положення рівнів, тобто промінь візування зорової труби нівеліра повинен бути горизонтальним. Для контролю і збільшення точності нівелювання перевищення між зв'язувальними точками визначають за другим боком рейок, якщо вони двосторонні. При роботі з односторонніми рейками міняють висоту приладу не менше ніж на 10 см. При нівелюванні проміжних точок беруть відліки тільки на основному боці рейки. При нівелюванні крутих схилів, коли промінь візування в одному напрямку впирається в землю, а в іншому – проходить вище рейки, роблять додаткові зв'язувальні точки («іксові» – X1, X2). Відстань до «іксових» точок не вимірюють, але їх чітко позначають на місцевості. Як зв'язувальні точки на крутому схилі можна використовувати плюсові. Початок і кінець траси прив'язують до найближчих реперів. Результати відліків записують у журнал нівелювання траси (табл. 1, графи 1–5).

Результати польового трасування для виконання розрахункової роботи наведено в додатку А.

## 2. Опрацювання журналу технічного нівелювання

Початковими даними для опрацювання журналу є результати польового трасування, наведені в журналі технічного нівелювання (табл. 1, графи 3–5).

### 2.1. Обчислення перевищень

Перевищення між зв'язувальними точками обчислюють за формулами

$$h' = Z_{\text{чор}} - П_{\text{чор}} ; \quad (2.1)$$

$$h'' = Z_{\text{чер}} - П_{\text{чер}} ,$$

де  $h'$  – перевищення між зв'язувальними точками, визначене з чорного боку рейки;

$h''$  – перевищення між зв'язувальними точками, визначене з червоного боку рейки;

$Z_{\text{чор}}$  – задній відлік з чорного боку рейки, мм;

$Z_{\text{чер}}$  – задній відлік з червоного боку рейки, мм;

$П_{\text{чор}}$  – передній відлік з чорного боку рейки, мм;

$П_{\text{чер}}$  – передній відлік з червоного боку рейки, мм.

Різниця між перевищеннями, обчислені за чорними та червоними боками рейок, не повинна перевищувати  $\pm 5$  мм. Обчислені за формулами (2.1).

**Таблиця 1. Журнал нівелювання траси**

Станція	Номер точки візування	Відліки по рейках			Перевищення, мм		Середнє перевищен., мм		ГП, м	Позначки, м	
		Задні	Передні	Проміжні	+	-	+	-		H=0,001	H=0,01
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
1	Rp№1	2840								123,123	123,12
		7523			1465		+2				
			1395		1466		1466				
	ПК 0		6057							124,591	124,59
2	ПК 0	2758								124,591	
		7441			2010		+2				
			0748		2012		2011				
	ПК 1		3429							126,604	126,60
3	ПК 1	0620								126,604	
		5304				2130	+2				
			2750			2130	2130				
	X		7434							124,476	
4	X	0809								124,476	
		5494				1756	+2				
			2565			1757	1750				
	ПК1+8		7251							122,722	122,72
5	ПК1+80	2875								122,722	
		7560			2350		+2				
			0525		2352		2351				
6	ПК2	0125							125,20	125,075	
		4810				2825			0		
	ПК2+70			2015			+2			123,185	123,19
			2950			2829	2827				
	ПК3		1981							122,250	122,25

## Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	ПК3	2888								122,250	
		7573			2222		+2				
			0666		2220		2221				
	ПК4		5357							124,473	124,47
8	ПК4	2987							127,46	124,473	
	праворуч	7574							0		
	+20			0512	2789					126,948	126,95
	+11			0978			+2			126,482	126,48
	ліворуч						2790				
	+10			1654	2791					125,806	125,81
	+20			2345						125,115	125,12
			0198								
	ПК5		4787							127,265	127,26
9	ПК5	2468								127,265	
		7149			1234		+2				
			1234		1230		1232				
	ПК6		5919							128,499	128,50
10	ПК6	0662					+1			128,499	
		5347			0753		0754				
			1415		0755						
	Рр№2		6102							127,746	127,75

8480 7560 2414 1493 1207 7467

$$\frac{\sum 3 - \sum \Pi}{2} = 9206 ; \sum h = 9206 ; \sum h_{cp} = 4604 ; \sum h_T = 4623 ;$$

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_T = 4604 - 4623 = -19.мм ,$$

$$f_{n.oon} = \pm 50.мм \sqrt{L_{KM}} = \pm 50 \sqrt{0,6} = \pm 39.мм$$



Перевищення залежно від їх знака записують у графу 6 або 7 таблиці 1.  
Визначають середнє перевищення, мм,

$$h_{cp} = \frac{h' + h''}{2} \quad (2.2)$$

Обчислені середні перевищення за формулою (2.2) залежно від їх знаку записують в графу 8 або 9 таблиці 1.

## 2.2. Посторінковий контроль обчислення польових матеріалів

Контролем правильності обчислення на кожній сторінці журналу нівелювання служить рівність (2.3), мм,

$$\frac{\sum Z - \sum \Pi}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{cp} \quad (2.3)$$

де  $\sum Z$  – сума всіх задніх відліків з чорного і червоного боків (табл. 1, графа 3), мм,

$$\sum Z = \sum Z_{чер} + \sum Z_{чор}; \quad (2.4)$$

$\sum \Pi$  – сума всіх передніх відліків з чорного і червоного боків (табл. 1, графа 4), мм;

$$\sum \Pi = \sum \Pi_{чер} + \sum \Pi_{чор}; \quad (2.5)$$

$\sum h$  – алгебраїчна сума обчислених перевищень (табл. 1, сума граф 6 і 7), мм;

$\sum h_{cp}$  – алгебраїчна сума середніх перевищень (табл. 1, сума граф 8 і 9), мм.

Розрахунки за формулами (2.3)–(2.5) записують внизу таблиці 1.

## 2.3. Визначення нев'язки нівелірного ходу та її розподілення

Нев'язку нівелірного ходу, мм, визначають за формулою

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_T \quad (2.6)$$

де  $\sum h_{cp}$  – алгебраїчна сума середніх перевищень між зв'язувальними точками нівелірного ходу, мм;  $\sum h_T$  – теоретична сума перевищень, мм;

$$\sum h_T = HR_{p2} - HR_{p1}, \quad (2.7)$$

де  $HR_{p1}$ ,  $HR_{p2}$  – позначки реперів, м.

У роботі позначки реперів прийняти згідно із завданням (дод. Б).

Отримана нев'язка не повинна перевищувати граничної допустимої нев'язки ходу технічного нівелювання, яку визначають за формулою, мм,

$$f_{h.доп} = 50\sqrt{L} \quad (2.8)$$

Якщо кількість станцій нівелювання перевищує 25 на 1 км ходу, то допустиму нев'язку обчислюють за формулою, мм,

$$f_{h.доп} = 10\sqrt{L}, \quad (2.9)$$

де  $n$  – число станцій в ході. Розрахунки за формулами (2.6)–(2.9) записують внизу таблиці 1.

Якщо фактична нев'язка не більша від допустимої

$$f_h \geq f_{h.доп},$$

то в середні перевищення (табл. 1, граfi 8 і 9) вводять поправки з протилежним знаком нев'язки, які визначають за формулою (2.10), мм,

$$\delta = \frac{f_h}{n} \quad (2.10)$$

Поправки розподіляють порівну на всі перевищення. Сума всіх поправок повинна дорівнювати нев'язці із протилежним знаком. Поправки записують зверху над середнім значенням перевищень у таблицю 1, граfi 8 та 9.

Якщо фактична нев'язка більша допустимої, то в обчисленні перевищень або в польових спостереженнях допущено грубу помилку. Грубу помилку виправляють шляхом повторного виконання польових робіт.

#### **2.4. Обчислення позначок зв'язувальних точок**

Позначки зв'язувальних точок обчислюють послідовно, починаючи з

першої точки, керуючись правилом: позначка наступної точки дорівнює позначці даної точки плюс виправлене перевищення між ними, м,

$$H_1 = H_{Rp1} + h_1; \quad (2.11)$$

$$H_{n+1} = H_n + h_n, \quad (2.12)$$

де  $H_{Rp1}$  – позначка першого репера, м;

$H_1$  – позначка першої точки, м;

$H_n$  – позначка попередньої точки, м;

$H_{n+1}$  – позначка наступної точки, м;

$h_1, h_n$  – виправлені середні перевищення, м.

Обчислені за формулами (2.11) та (2.12) позначки зв'язувальних точок записують у графу 11 таблиці 1 у рядках відповідних пікетів. Контролем правильності обчислень позначок є одержана позначка другого репера, яка повинна дорівнювати заданій  $H_{Rp2}$ .

Позначки проміжних точок і точок поперечників обчислюють, використовуючи горизонт приладу, мм:

$$ГП = H_A + a; \quad (2.13)$$

$$H_C = ГП - c, \quad (2.14)$$

де  $H_A$  – позначка відповідно зв'язувальної точки, м;

$H_C$  – позначка відповідно проміжної точки, м;

$a$  – відлік на рейці, встановлений на зв'язувальній точці;

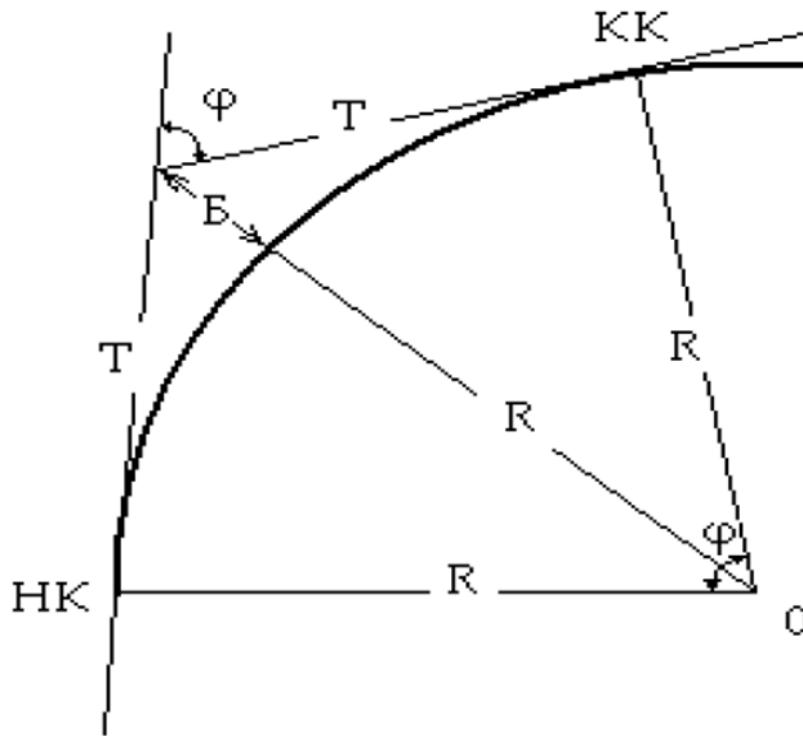
$c$  – відлік на рейці, встановлений на проміжній точці.

Значення горизонту приладу записують у графу 10 табл. 1 у рядок, що відповідає зв'язувальній точці. Позначки проміжних точок та точок поперечників записують у відповідні рядки графи 11 табл. 1.

### 3. Розрахунок основних елементів кривих

Вихідними даними для визначення елементів кривих є кут повороту  $\varphi$  і радіус  $R$  (див. рис.3.1). Для виконання розрахункової роботи кут повороту та радіус приймати відповідно до додатка Б.

Елементи горизонтальної кругової кривої визначають за спеціальними таблицями або розраховують за формулами (3.1)–(3.4).



**Рисунок 3.1.** Кругова крива

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi^0}{2}, \quad (3.1)$$

$$K = \frac{\pi R \varphi^0}{180^0}, \quad (3.2)$$

$$D = 2T - K, \quad (3.3)$$

$$B = R \left( \sec \frac{\varphi}{2} - 1 \right), \quad (3.4)$$

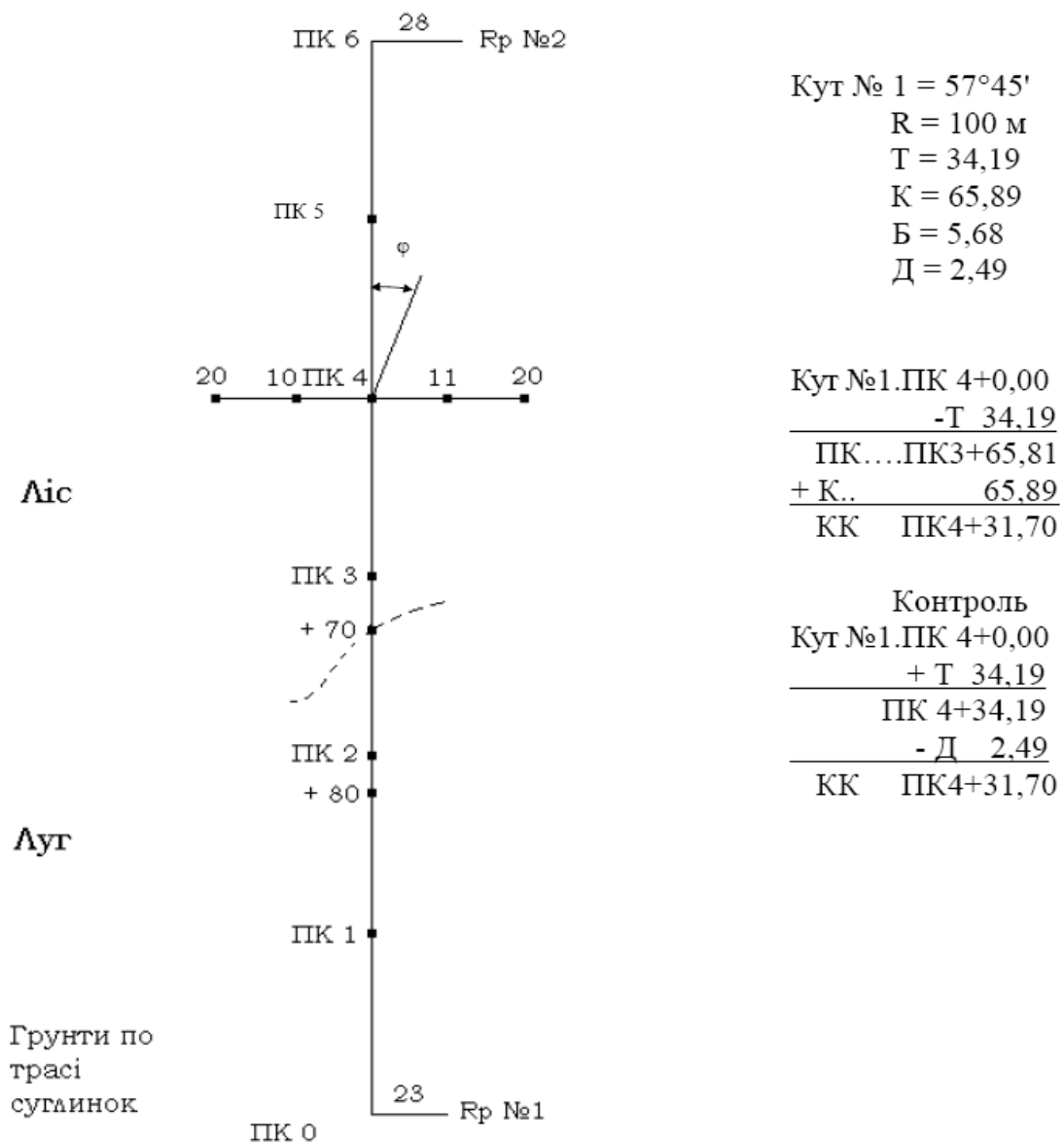
де  $T$  – довжина тангенса, м;

$K$  – довжина кривої, м;

$D$  – домір, м;

$B$  – бісектриса, м;

$R$  – радіус повороту, м.



*Побудова проектної лінії:*

1. На ПК 0 висоту насипу прийняти 1 м.
2. Від ПК 0 до ПК 2 уклон  $i = -0,006$ .
3. Від ПК 2 до ПК 4 уклон  $i = 0,00$ .
4. Від ПК 4 до ПК 6 уклон  $i = +0,015$ .

**Рисунок 3.2.** Пікетажна книжка

Початок і кінець кривої визначають за залежністю

$$ПК = BK - T;$$

$$КК = BK - T + K. \quad (3.5)$$

Контроль проводять за формулою

$$КК=ВК + Т - Д, \quad (3.6)$$

де ПК – початок кривої,

КК – кінець кривої,

ВК – відстань від початку траси до кута повороту, м,

Д – домір, м.

Результати розрахунку основних елементів кривих записують у певному порядку на полях пікетажної книжки. Як приклад, прийнято кут повороту  $\varphi = 57045'$  і радіус  $R = 100$  м, результати розрахунків за формулами (3.1)–(3.6.) зображено на рисунку 3.2.

За дирекційним кутом, кутом першого відрізка та кутом повороту траси обчислюють дирекційні кути і румби таких ділянок траси:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \varphi_{np} \quad (3.7)$$

(приймаємо кут повороту траси – правий),

де  $\alpha_n$  – дирекційний кут попередньої лінії;

$\alpha_{n+1}$  – дирекційний кут наступної лінії;

$\varphi_{пр}$  – правий кут повороту траси.

#### **4. Побудова поздовжнього і поперечного профілю траси**

Поздовжні й поперечні профілі, як графічні моделі рельєфу місцевості по трасі лінійної споруди, є обґрунтуванням інженерно-геодезичних розрахунків при проектуванні за профілем. Поздовжні й поперечні профілі будують за матеріалами пікетажного журналу (рис. 3.2) та журналу нівелювання (табл. 1.).

##### **4.1. Побудова поздовжнього профілю**

Поздовжній профіль траси будують на міліметровці в масштабах: горизонтальний – 1:2000, вертикальний – 1:200. Побудову виконують у такому порядку:

1) внизу креслять сітку профілю з графами: «грунти», «план траси», «уклони», «проектні позначки», «фактичні позначки», «відстані», «підкети», «план прямих та кривих», зміст яких відповідає таблиці 1;

2) у заданому горизонтальному масштабі 1:2000 відкладають усі підкети і заповнюють графу відстаней. При цьому вказують тільки відстані від підкету до

плюсових точок. Відстань 100 м між пікетами при відсутності плюсових точок не пишуть;

3) заповнюють графу «фактичні позначки» відповідно до значення з журналу нівелювання (табл. 1 графа 12);

4) у графі «план траси» посередині проводять вісь траси, що умовно розгорнута в пряму лінію, і умовними знаками відображають ситуацію вздовж траси;

5) у графі «грунти» вказують ґрунт уздовж траси згідно з пікетажною книжкою;

6) у графі «план прямих і кривих» визначають напрям і довжину окремих прямих ділянок траси та вказують місце розташування і параметри кривих згідно з виконаними розрахунками. Криві при поворотах праворуч позначають дужками опуклістю догори, а при поворотах ліворуч – опуклістю донизу;

7) за даними граф «фактичні позначки» і «відстані» будують лінії профілю. Висоти точок відкладають догори від лінії умовного горизонту  $H_{ум}$ , які вибирають залежно від величини мінімальної фактичної позначки  $H_{мін}$ , м,

$$H_{ум} = H_{мін} - 8.$$

Отримане значення позначки умовного горизонту заокруглюють до величини, що кратна 10 м. Лінія умовного горизонту збігається з верхньою лінією профілю. На профілі ліворуч будують вертикальний масштаб, який полегшує побудову. Над лінією профілю показують положення реперів з їх позначками і координатами відносно траси. Приклад побудови поздовжнього профілю зображено на рисунку 4.1.

## **4.2. Побудова поперечників**

Поперечний профіль будують в однакових горизонтальних і вертикальних масштабах 1:500. Внизу профілю вказують фактичні позначки та відстані. Горизонтальні відстані визначають відповідно до таблиці 1, графи 2, і відкладають ліворуч та праворуч від вертикального відрізка, що визначає вісь траси. Фактичні позначки визначають за даними з журналу нівелювання (графа 12). Лінію поверхні землі поперечного профілю будують за фактичними позначками відносно умовного горизонту, який приймають таким же, як і для поздовжнього профілю. Приклад виконання поперечного профілю наведено на рисунку 4.2.

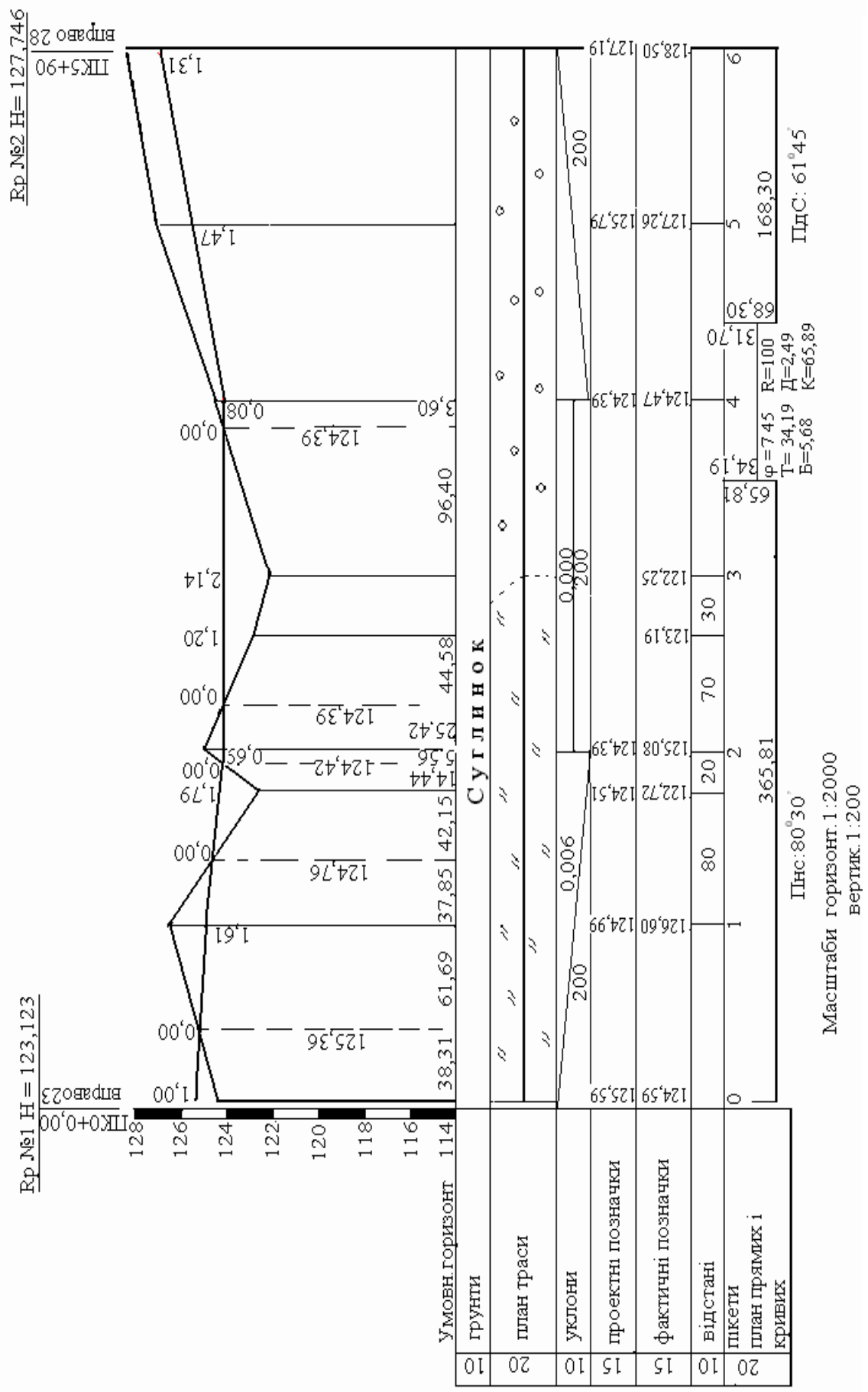
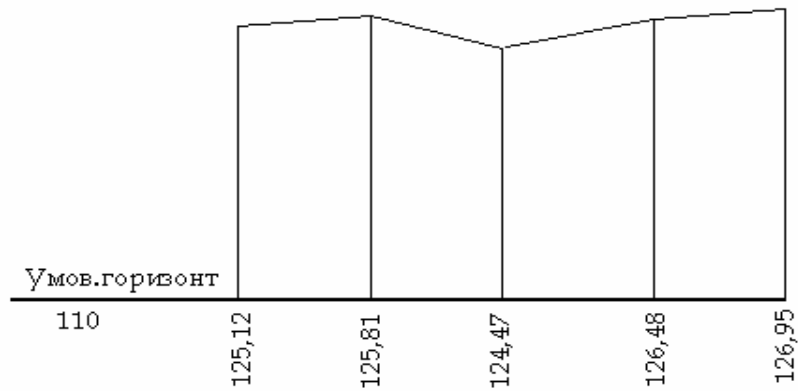


Рисунок 4.1. Поздовжній профіль траси лінійної споруди





*ПК4*

*Масштаби: горизонтальний – 1:500*

*вертикальний – 1:500*

**Рисунок 4.2.** Поперечник на ПК 4

## **5. Нанесення проектної лінії й обчислення позначок проектних точок**

При нанесенні проектної лінії розглядають кілька доцільних варіантів і обирають той, який має найкращі техніко-економічні показники. При цьому необхідною умовою є дотримання рівностей об'ємів виїмок та насипу. Уклони окремих ділянок проектної лінії не повинні перевищувати допустимих.

### **5.1. Нанесення проектної лінії**

Початковими даними для нанесення проектної лінії на поздовжньому профілі траси є уклони окремих ділянок траси і початкова проектна позначка, яку вибирають залежно від позначки точки примикання траси до існуючої або проектної споруди (рис. 4.1).

Уклони проектної лінії можна визначити за формулою

$$i = \frac{H_{\text{п}} - H_{\text{к}}}{d},$$

де  $i$  – уклон проектної лінії окремої ділянки траси;

$H_{\text{п}}$  – позначка початку ділянки проектної лінії, м;

$H_{\text{к}}$  – позначка кінця ділянки проектної лінії, м;

$d$  – горизонтальна проекція між початком і кінцем ділянки траси, м.

У графі «уклони» в місцях зміни уклонів проводять вертикальну риску. На виділених ділянках у бік уклону проводять діагональ, зверху якої вказують уклон у тисячних, а знизу – протяжність ділянки траси з даним ухилом в метрах. На ділянці траси, що має нульовий ухил, посередині графі проводять горизонтальну риску.

За заданими уклонами ділянок траси, для нанесення проектної лінії на профіль, обчислюють позначки точок, в яких змінюється уклон, м,

$$H_k = H_{п} + i \cdot d \quad (5.1)$$

За розрахованими за формулою (5.1) характерними точками наносять позначки початку і кінця ділянок траси на профіль. З'єднавши точки між собою, одержують положення проектної лінії профілю (див рис 4.1).

## 5.2. Обчислення проектних і робочих позначок

Проектні позначки проектної лінії визначають за правилом: проектна позначка наступної точки дорівнює позначці попередньої точки плюс добуток уклону проектної лінії на відстань між точками, м,

$$H_n^{np} = H_{n-1}^{np} + i_n d_n, \quad (5.2)$$

$H_n^{np}$  – проектна позначка наступної точки проектної лінії, м;

$H_{n-1}^{np}$  – проектна позначка попередньої точки проектної лінії, м;

$i_n$  – ухил даної ділянки проектної лінії;

$d_n$  – горизонтальна проекція ділянки проектної лінії між точками, м.

Проектні позначки визначені правильно, якщо в кінці проектної лінії з даним ухилом одержимо значення проектної позначки, що обчислене за формулою (5.1). Обчислені за формулою (5.2) позначки заокруглюють до 0,01м і записують у графу “проектні позначки” (рис. 4.1). На горизонтальній ділянці проектної лінії проектні позначки записують тільки на її кінцях.

Робочі позначки визначають висоту насипу або глибину виїмки на кожному пікеті та плюсовій точці. Робочі позначки обчислюють за формулою

$$\Delta H = H_{np} - H_{фак}, \quad (5.3)$$

де  $\Delta H$  – робоча позначка;

$H_{пр}$  – проектна позначка, м;

$H_{фак}$  – фактична позначка, м.

Додатні значення робочих позначок – глибину виїмки – записують над проектною лінією, а від’ємні – висоту насипу – під нею (рис. 4.1). У точках нульових робіт, де перетинається фактична лінія профілю з проектною, записують робочі позначки 0,00. Обчислення проектних та робочих позначок проводять у табличній формі (табл. 2).

**Таблиця 2.** Відомість обчислення проектних і робочих позначок

Пікет	Відстань d, м	Уклон, і	Перевищення h, м	Позначки, м		
				$H_{пр}$	$H_{фак}$	$\Delta H = H_{пр} - H_{фак}$
ПК0				125,59	124,59	+1,00
ПК1	100	-0,006	-0,6	124,99	126,60	-1,61
ПК1+80	80	-0,006	-0,48	124,51	122,72	+1,79
ПК2	20	-0,006	-0,12	124,39	125,08	-0,69
ПК2+70	70	0,000	0,00	124,39	123,19	+1,20
ПК3	30	0,000	0,00	124,39	122,25	+2,14
ПК4	100	0,000	0,00	124,39	124,47	-0,08
ПК5	100	0,014	+1,40	125,79	127,26	-1,47
ПК6	100	0,014	+1,40	127,19	128,5	-1,31

### 5.3. Визначення відстаней до точок нульових робіт

Горизонтальні відстані до точок нульових робіт обчислюють за формулами (5.4) та (5.5):

а) від найближчого заднього пікету, м,

$$X = \frac{\Delta H_3}{\Delta H_3 + \Delta H_n} d_n ; \quad (5.4)$$

б) від найближчого переднього пікету, м,

$$Y = \frac{\Delta H_n}{\Delta H_3 + \Delta H_n} d_n , \quad (5.5)$$

де  $\Delta H_3$  – абсолютне значення задньої робочої позначки, м;

$\Delta H_n$  – абсолютне значення передньої робочої позначки, м;

$d_n$  – горизонтальна проекція між задньою і передньою точками, м.

Контрольним обчисленням відстані до точок нульових робіт є рівність, м,

$$d_n = X + Y$$

Позначки точок нульових робіт визначають за формулами (5.6) та (5.7), м,

$$H_0 = H_3 + i_n X; \quad (5.6)$$

$$H_0 = H_3 + i_n Y, \quad (5.7)$$

де  $H_3$  – задня проектна позначка, м;

$H_n$  – передня проектна позначка, м;

$H_0$  – позначка точок нульових робіт, м.

Позначки точок нульових робіт і відстані до них записують по поздовжньому профілю над лінією умовного горизонту (рис. 4.1).

## 6. Контрольні запитання

1. Склад польових робіт при трасуванні лінійних споруд.
2. Порядок опрацювання журналу технічного нівелювання.
3. Посторінковий контроль правильності опрацювання журналу технічного нівелювання.
4. Обчислення елементів кругової кривої.
5. Послідовність побудови поздовжнього та поперечного профілю траси.
6. Обчислення проектних і робочих позначок.
7. Нанесення проектної лінії.
8. Визначення відстані до точок нульових робіт.

## Журнал нівелювання траси

Станція	Номер точки візування	Відліки по рейках			Перевищення, мм		Середнє перевищення, мм		Горизонт приладу, м	Позначки, м	
		Задні	Передні	Проміжні	+	-	+	-		H=0,00	H=0,01
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Rp№1	2772 7460	1419 6104								
	ПК 0										
2	ПК 0	2626 7313	0836 5523								
	ПК 1										
3	ПК 1	0806 5491	2803 7489								
	X										
4	X	1084 5769	2696 7382								
	ПК1+80										
5	ПК1+80	2772 7454	0577 5262								
	ПК2										
6	ПК2	0218 4903		1987							
	ПК2+70										
	ПК3		2888 7573								
7	ПК3	2899 7578	0533 5218								
	ПК4										
8	ПК4	2867 7554									
	праворуч +20 +11			0448 0888							
	ліворуч +10 +20			1556 2232							
	ПК5		0189								
9	ПК5	2442 7122	1110 5795								
	ПК6										
10	ПК6	1234 5919	2060 6745								
	Rp№2										

## Позначки реперів і початкові дані для розрахунку кривої

Варіант	Позначки реперів, м		Кут повороту траси $\phi$ , (град.)	Радіус кривої R, м	Дирекційний кут початкового напрямку $\alpha$ , град.
	№ 1	№ 2			
1	129,921	134,544	32°20′	130	80°10′
2	134,134	138,757	33°45′	120	35°55′
3	128,123	132,746	40°40′	150	35°53′
4	124,456	129,079	57°10′	140	47°07′
5	129,987	134,610	56°00′	150	56°06′
6	127,890	132,513	55°55′	130	65°05′
7	138,780	143,312	60°01′	120	28°15′
8	136,631	141,254	54°40′	120	29°40′
9	133,113	137,736	56°00′	150	30°30′
10	137,731	142,354	29°55′	150	15°15′
11	131,131	135,754	30°05′	150	28°28′
12	125,987	130,610	33°30′	140	39°40′
13	138,891	143,514	26°00′	130	40°39′
14	112,234	116,857	31°40′	150	41°41′
15	127,765	132,388	59°00′	150	55°55′
16	135,531	140,154	43°20′	160	27°55′
17	101,101	105,724	30°30′	120	15°15′
18	117,117	121,740	44°15′	120	22°10′
19	121,121	125,744	49°14′	130	24°45′
20	118,811	123,434	31°25′	110	15°45′
21	119,927	124,550	38°45′	110	20°20′
22	116,612	121,235	41°00′	110	56°18′
23	113,113	117,736	40°50′	120	48°45′
24	127,127	131,750	36°10′	120	24°10′
25	119,222	123,845	31°15′	140	60°50′
26	126,621	131,244	35°50′	130	68°00′
27	128,128	132,751	47°30′	130	64°25′
28	116,678	121,301	46°45′	130	66°10′
29	114,456	119,079	51°15′	140	70°40′
30	125,521	130,144	53°45′	130	77°07′
31	121,999	126,622	52°30′	130	79°30′

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Войтенко С.П. Геодезичні роботи в будівництві / С.П. Войтенко. – К.: ІСДО, 1993. – 144 с.
2. Романчук С.В. Геодезія: навчальний посібник / С.В. Романчук, В.П. Кирилюк, М.В. Шемякін. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 296 с.
3. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: навчальний посібник / Г.С. Ратушняк. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 179 с.
4. Навчальний посібник до виконання лабораторних робіт з курсу «Інженерна геодезія» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». / Укладачі : Черномаз Н.Ю., Данильченко С.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 118 с.

Формат 60×90 Папір ксероксний.  
Обл.вид.арк. 0,63  
Наклад 10 прим. Зам. № 3577

Видавництво Тернопільського національного  
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001  
**E-mail: [vydavnytstvo@tu.edu.te.ua](mailto:vydavnytstvo@tu.edu.te.ua)**