

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахункової роботи з дисципліни
“Інженерна геодезія” для студентів
напряму підготовки 0921 – “Будівництво”
на тему: “Рішення інженерно-геодезичних
задач на місцевості”

Вінниця ВНТУ 2007

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання розрахункової роботи з дисципліни
“Інженерна геодезія” для студентів
напряму підготовки 0921 – “Будівництво”
на тему: “Рішення інженерно-геодезичних
задач на місцевості”

Затверджено Методичною радою Вінницького національного технічного університету як методичні вказівки для студентів напряму підготовки 0921 – “Будівництво”. Протокол № 8 від 20 квітня 2006 р.

Вінниця ВНТУ 2007

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни “Інженерна геодезія” для студентів напряму підготовки 0921 – “Будівництво” на тему: “Рішення інженерно-геодезичних задач на місцевості”. /Уклад. Г.С. Ратушняк, О.П. Сліпенька, - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 34с.

Рекомендовано до видання Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Укладачі: Георгій Сергійович Ратушняк
Олена Петрівна Сліпенька

Редактор В.О. Дружиніна
Коректор Ю.І. Франко

Відповідальний за випуск зав. каф. Г.С. Ратушняк

Рецензенти: І.Н. Дудар, доктор технічних наук професор
О.Д. Панкевич, кандидат технічних наук доцент

Зміст

1	Визначення висоти доступної споруди	4
2	Визначення висоти недоступної споруди.	5
3	Визначення відстані до недоступної точки.	6
4	Визначення довжини лінії посереднім методом при наявності перешкод	8
5	Детальна розбивка кругової кривої способом прямокутних координат.	10
6	Перенесення на натуру проектного горизонтального кута.	12
7	Перенесення на натуру лінії заданої довжини	16
8	Перенесення на натуру проектних позначок	18
9	Перенесення позначок у глибокий котлован	22
10	Перенесення позначок на монтажний горизонт.	24
11	Перенесення на натуру лінії з заданим ухилом.	26
12	Побудова площини заданого ухилу	30
13	Визначення поздовжнього ухилу річки	31
	Література.	33

1 Визначення висоти доступної споруди

Потрібно визначити висоту H доступної споруди (рис. 1). Відоме місце її розташування. Прилади та інструменти: теодоліт Т30, мірна стрічка ЛЗ-20, кілки та сокира.

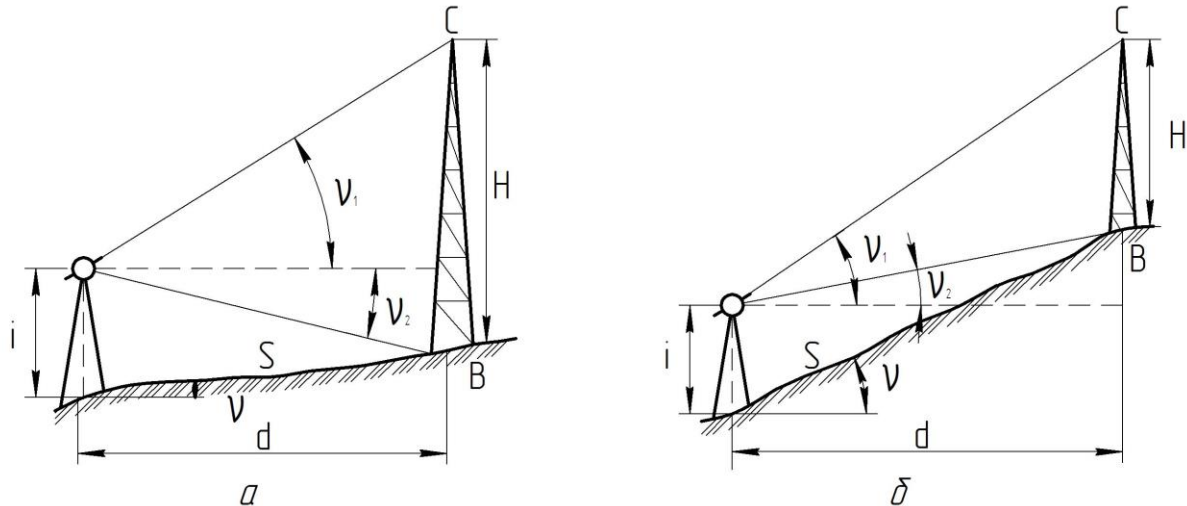


Рисунок 1 – Визначення висоти доступної споруди:
 а – споруда, розташована на одному рівні з приладом;
 б – споруда, розташована вище від рівня приладу

Порядок виконання роботи

У точці А (рис. 1) встановлюють теодоліт і при двох положеннях вертикального круга беруть відліки на верх (точка С) та низ (точка В) споруди. Вимірюють у прямому та зворотному напрямках відстань d від точки А до споруди та теодолітом кут її нахилу v до горизонту. Обчислюють кути нахилу за відліками:

при крузі праворуч (КП)

$$v_1 = MO - R_c - 180^\circ; \quad v_2 = MO - R_b - 180^\circ; \quad (1)$$

при крузі ліворуч (КЛ)

$$v_1 = L_c - MO; \quad v_2 = L_b - MO; \quad (2)$$

де R_c, R_b - відліки при крузі праворуч (КП), відповідно, на верх (точка С) та низ (точка В) споруди;

L_c, L_b - відліки при крузі ліворуч (КЛ);

MO - місце нуля, яке обчислюють за формулами:

$$MO' = \frac{R_1 + L_1 - 180^\circ}{2} = \frac{170^\circ 58' + 09^\circ 01' - 180^\circ}{2} = -30''$$

$$MO'' = \frac{R_2 + L_2 - 180^\circ}{2} = \frac{170^\circ 43' + 09^\circ 18' - 180^\circ}{2} = 30''$$

Висоту доступної споруди обчислюють за розрахунковими схемами, відповідно:

$$\text{рис. 1, а } H = d(\operatorname{tg} v_1 + \operatorname{tg} v_2); \quad (3)$$

$$\text{рис. 1, б } H = d(\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2); \quad (4)$$

де $d = S \cos v$ - горизонтальна проекція відстані S , м.

Результати вимірювань відстаней, відліки за вертикальним кругом, значення місць нуля наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Результати вимірювань

Точка наведення	Відліки по вертикальному кругу		Місце нуля МО	Відстань S , м
	Круг право	Круг ліворуч		
В	185°18'	354°43'	30''	94,79
С	170°58'	09°01'	-30''	94,71

Результати обчислень для визначення висоти доступної споруди:

v_1	v_2	S , м	v	$\cos v$	d , м	$\operatorname{tg} v_1$	$\operatorname{tg} v_2$	H , м
09°00,5'	05°17,5'	94,75	0,3°15'	0,998	94,60	0,158	0,093	23,76

2 Визначення висоти недоступної споруди

Необхідно визначити висоту H недоступної споруди (рис. 2). Відоме місцеположення споруди.

Прилади та інструменти: теодоліт ТЗО, мірна стрічка ЛЗ-20, кілки та сокира.

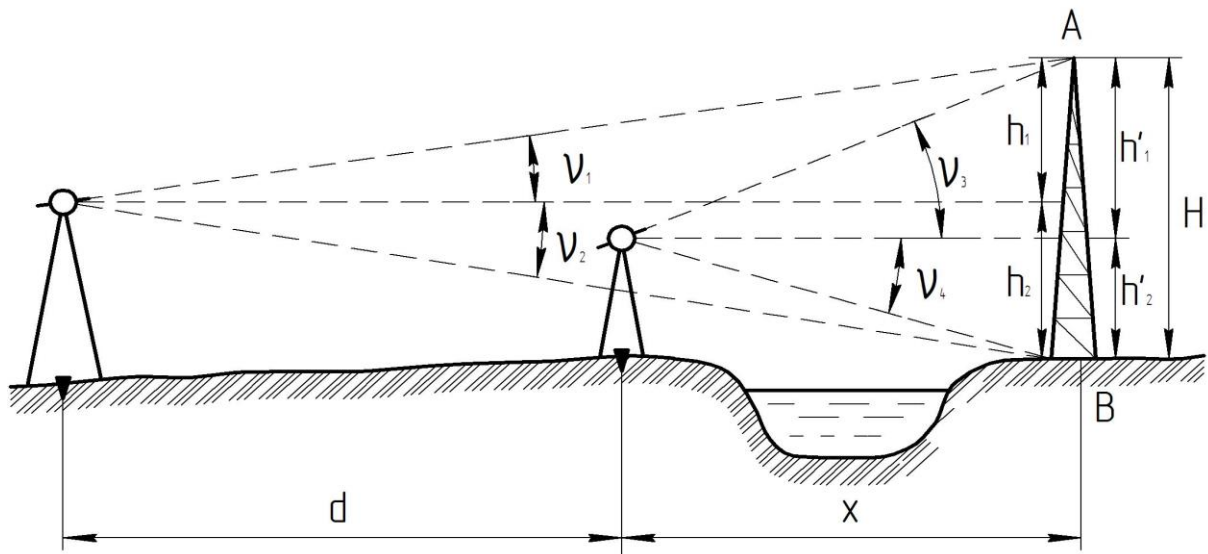


Рисунок 2 – Визначення висоти недоступної споруди

Порядок виконання роботи

На місцевості розбивають базис СО, вимірюють його довжину А в прямому та зворотному напрямках. Встановлюють теодоліт послідовно в точках D та С і знімають відліки за вертикальним кругом, при КЛ і КП на верх та низ споруди для обчислення кутів нахилу v_1, v_2, v_3, v_4 . Визначають місце нуля, а потім за формулами (1) та (2) обчислюють кути нахилу.

Висота недоступної споруди, м:

$$H = 0,5[(h_1 + h_2) + (h_1 + h_2)], \quad (5)$$

де h_1, h_2, h_3, h_4 - висоти, м, обчислені за формулами:

$$h_1 = (d + X) \operatorname{tg} v_1; \quad h_2 = (d + X) \operatorname{tg} v_2; \quad h_1' = X \cdot \operatorname{tg} v_3; \quad h_2' = X \cdot \operatorname{tg} v_4 \quad (6)$$

Значення X, м, обчислюють за виразом:

$$X = d(\operatorname{tg} v_1 + \operatorname{tg} v_2) / (\operatorname{tg} v_3 + \operatorname{tg} v_4 - \operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2). \quad (7)$$

Результати вимірювання відстані, відліки за вертикальним кругом та значення місць нуля наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Результати вимірювань

Станція	Точка наведення	Відліки по вертикальному кругу		Місце нуля, МО	Відстань d, м
		Круг праворуч	Круг ліворуч		
D	A	170 ⁰ 56'	09 ⁰ 24'	0	59,95
	B	183 ⁰ 35'	356 ⁰ 25'	0	60,05
C	A	174 ⁰ 26'	05 ⁰ 24'	0	
	B	180 ⁰ 55'	359 ⁰ 05'	0	

Результати обчислень визначення висоти недоступної споруди:

v_1	v_2	v_3	v_4	d, м	X, м	h_1 , м	h_2 , м	h_3 , м	h_4 , м	H, м
05 ⁰ 24'	00 ⁰ 55'	09 ⁰ 24'	03 ⁰ 35'	60,0	56,38	11,00	1,86	9,33	3,53	12,86

3 Визначення відстані до недоступної точки

Потрібно визначити відстань S від точки А до недоступної точки В (рис. 3). Відоме місцеположення точок А та В.

Прилади та інструменти: теодоліт ТЗО, мірна стрічка ЛЗ-20, віхи, кілки та сокира.

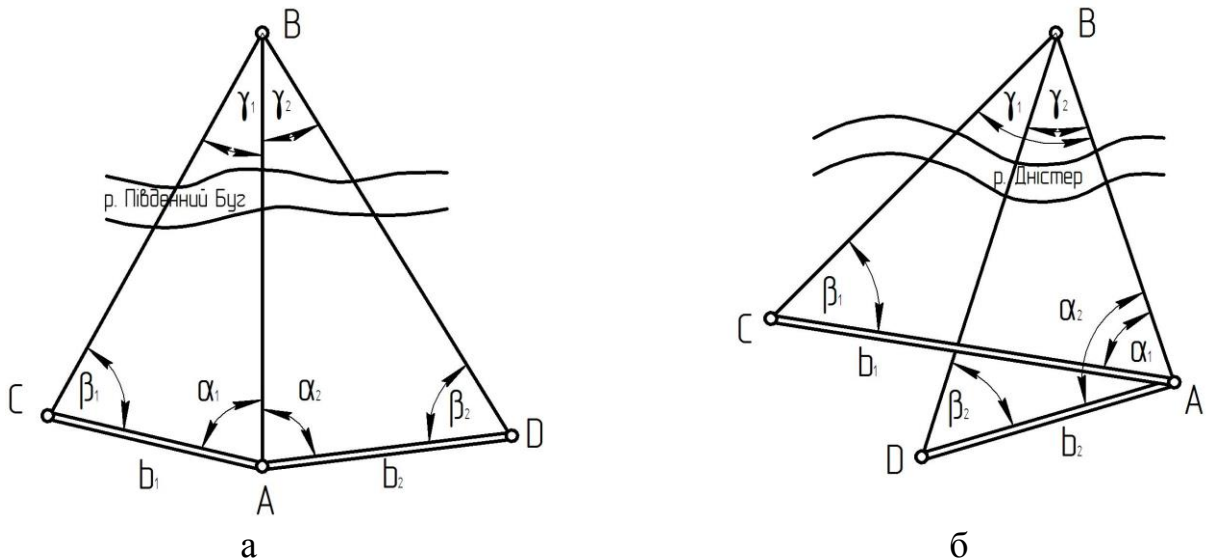


Рисунок 3 – Визначення відстані до недоступної точки:
 а – при розбивці базисів на дві сторони;
 б – при розбивці базисів на одну сторону

Порядок виконання роботи

Від закріпленої кілком на місцевості точки А, зручної для куткових та лінійних вимірювань, залежно від умов, в одну або в обидві сторони розбивають два базиси b_1 та b_2 . Точки С та D закріплюють кілками. При цьому обидві точки і довжини базисів b_1 та b_2 вибирають такі, щоб кути γ_1 та γ_2 при точці В, яку засікають, були не менше 30° . Кожний базис вимірюють стрічкою у прямому та зворотному напрямках. Відносна середня квадратична похибка між двома результатами вимірювань не повинна перевищувати 1 : 2000.

Встановлюють теодоліт у точці А і вимірюють горизонтальні кути α_1 та α_2 і кути нахилу до горизонту базисів v_1 та v_2 у прямому напрямку. Встановлюють теодоліт у точці С і вимірюють горизонтальний кут β_1 та кут нахилу базису v_1' у зворотному напрямку. Встановлюють теодоліт у точці D і вимірюють горизонтальний кут β_2 та кут нахилу базису v_1'' у зворотному напрямку.

Обчислюють горизонтальні проекції базисів, м:

$$d_1 = b_1 \cdot \cos v_1; \quad (8)$$

$$d_2 = b_2 \cdot \cos v_2. \quad (9)$$

Обчислюють горизонтальні кути при точці В, яку засікають,

$$\gamma_1 = 180^\circ - (\alpha_1 + \beta_1); \quad (10)$$

$$\gamma_2 = 180^\circ - (\alpha_2 + \beta_2). \quad (11)$$

Відстань S від точки A до недоступної точки B , м, обчислюють за теоремою синусів із трикутників ABC і BCD :

$$\Delta ABC \quad S' = d_1 \cdot \sin \beta_1 / \sin \gamma_1; \quad (12)$$

$$\Delta ABD \quad S'' = d_2 \cdot \sin \beta_2 / \sin \gamma_2. \quad (13)$$

Результати вимірювання довжини базисів, горизонтальних кутів і кутів нахилу базисів:

b_1 , м	b_2 , м	α_1	α_2	β_1	β_2	v_1	v_2
85	43	65°32'	86°27'	82°46'	72°18'	5°21'	3°43'

Результати розрахунків по визначенню відстані до недоступної точки наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Відомість обчислення відстані до недоступної точки

ΔABC		ΔABD	
Елементи формул	Значення	Елементи формул	Значення
α_1	65°32'	α_2	86°27'
β_1	82°16'	β_2	72°18'
$\alpha_1 + \beta_1$	147°48'	$\alpha_2 + \beta_2$	158°45'
γ_1	32012/	γ_2	21°15/
$\sin \beta_1$	0,991	$\sin \beta_2$	0,953
$\sin \gamma_1$	0,533	$\sin \gamma_2$	0,262
v_1	5°21/	v_2	8°43/
$d_1 = b_1 \cdot \cos v_1$	84,7	$d_2 = b_2 \cdot \cos v_2$	42,9
$d_1 \cdot \sin \beta_1$	82,9	$d_2 \cdot \sin \beta_2$	40,9
S_1	155,5	S_2	154,9

Відстань S , м, дорівнює середньому з двох обчислених значень:

$$S = 0,5(S_1 + S_2) = 0,5(155,5 + 154,9) = 155,2 \text{ м}$$

4 Визначення довжини лінії посереднім методом при наявності перешкод

Необхідно визначити довжину лінії S , на якій побудована споруда. Видимість між точками B та C , які визначають цю лінію, відсутня (рис. 4).

Прилади та інструменти: теодоліт ТЗО, мірна стрічка ЛЗ-20, віхи, кілки та сокира.

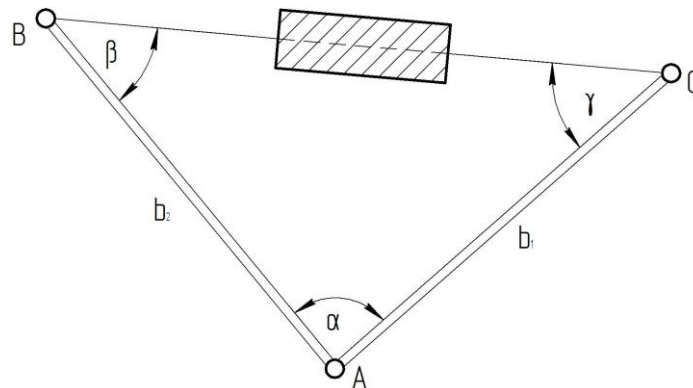


Рисунок 4 – Визначення довжини лінії при наявності перешкоди

Порядок виконання роботи

На місцевості вибирають та закріплюють кілками точку А так, щоб вийшов трикутник АВС, близький до рівностороннього. З точки А розбивають два базиси - \mathbf{b}_1 та \mathbf{b}_2 , кожний вимірюють стрічкою в прямому та зворотному напрямках.

Відносна середня квадратична похибка між результатами вимірювання не повинна перевищувати 1 : 2000. Встановлюють теодоліт в точці А і вимірюють горизонтальний кут α та кути нахилу до горизонту ν_1 та ν_2 .

За формулами (1) та (2) визначають горизонтальні проекції базисів \mathbf{b}_1 та \mathbf{b}_2 . Кути β та γ обчислюють за формулами тригонометрії:

$$(\beta + \gamma) / 2 = 90^\circ + \alpha / 2; \quad (14)$$

$$\operatorname{tg}(\beta - \gamma) / 2 = \left[\frac{b'_1 - b_2}{b'_1 + b_2} \right] \operatorname{ctg}(\alpha / 2), \quad (15)$$

де \mathbf{b}_1 та \mathbf{b}_2 - горизонтальні проекції базисів, м.

Довжину лінії \mathbf{S} від точки В до точки С, м, якої не видно, обчислюють за теоремою синусів:

$$S' = b_1 \sin \alpha / \sin \beta; \quad S'' = b_2 \sin \alpha / \sin \gamma; \quad (16)$$

Відстань \mathbf{S} , м, дорівнює середньому з двох обчислених значень:

$$\mathbf{S} = 0,5(S_1 + S_2). \quad (17)$$

Результати вимірювань довжини базисів, горизонтального кута та кутів нахилу базисів:

\mathbf{b}_1 , м	\mathbf{b}_2 , м	ν_1	ν_2	α
92,5	87,3	6°51'	5°47'	61°38'

Результати розрахунків з визначення довжини лінії посереднім методом при наявності перешкоди:

$b'_1, \text{ м}$	$b'_2, \text{ м}$	$(\beta + \gamma)/2$	$\text{ctg } \alpha/2$	$[(b'_1 - b'_2)/(b'_1 + b'_2)]$	$\text{tg}(\beta - \gamma)/2$
91,84	86,86	59°11'	1,672	0,028	0,0466

$(\beta - \gamma)/2$	β	γ	$S_1, \text{ м}$	$S_2, \text{ м}$	$S, \text{ м}$
2°38'	61°49'	56°33'	91,68	91,60	91,64

5 Детальна розбивка кругової кривої способом прямокутних координат

Потрібно на місцевості виконати детальну розбивку кругової кривої. Відомо місцеположення вершини кута траси, значення кута повороту траси $\theta = 19^\circ 19'$, крок розбивки кривої ($I = 5 \text{ м}$) та радіус кругової кривої ($R = 100 \text{ м}$).

Прилади та інструменти: теодоліт Т30, мірна стрічка ЛЗ-20, кілки та сокира.

Елементи кругової кривої (рис. 5) – тангенс T , довжину кривої K , домір D та бісектрису B , м, обчислюють за формулами:

$$T = R \cdot \text{tg} \theta / 2; \quad (18)$$

$$K = \pi \cdot R \cdot \theta / 180^\circ; \quad (19)$$

$$D = 2T - K; \quad (20)$$

$$B = R(\sec \theta / 2 - 1). \quad (21)$$

За вісь абсцис X приймають тангенс, а за вісь ординат Y – радіус кривої. Початок координат збігається з початком кривої ПК.

Обчислені значення елементів кругової кривої:

$T, \text{ м}$	$K, \text{ м}$	$D, \text{ м}$	$B, \text{ м}$
17,02	33,70	0,34	1,44

Координати кругової кривої, м, обчислюють задаючись кутом θ , що відповідає кроку кривої I :

$$X_1 = R \sin \varphi; \dots; X_n = R \sin n\varphi; \quad (22)$$

$$Y_1 = R(1 - \cos \varphi); \dots; Y_n = R(1 - \cos n\varphi). \quad (23)$$

де n – порядковий номер точки кривої;

$$\varphi = 180^\circ / R\pi = 180^\circ \cdot 5 / 3,14 \cdot 100 = 2^\circ,27.$$

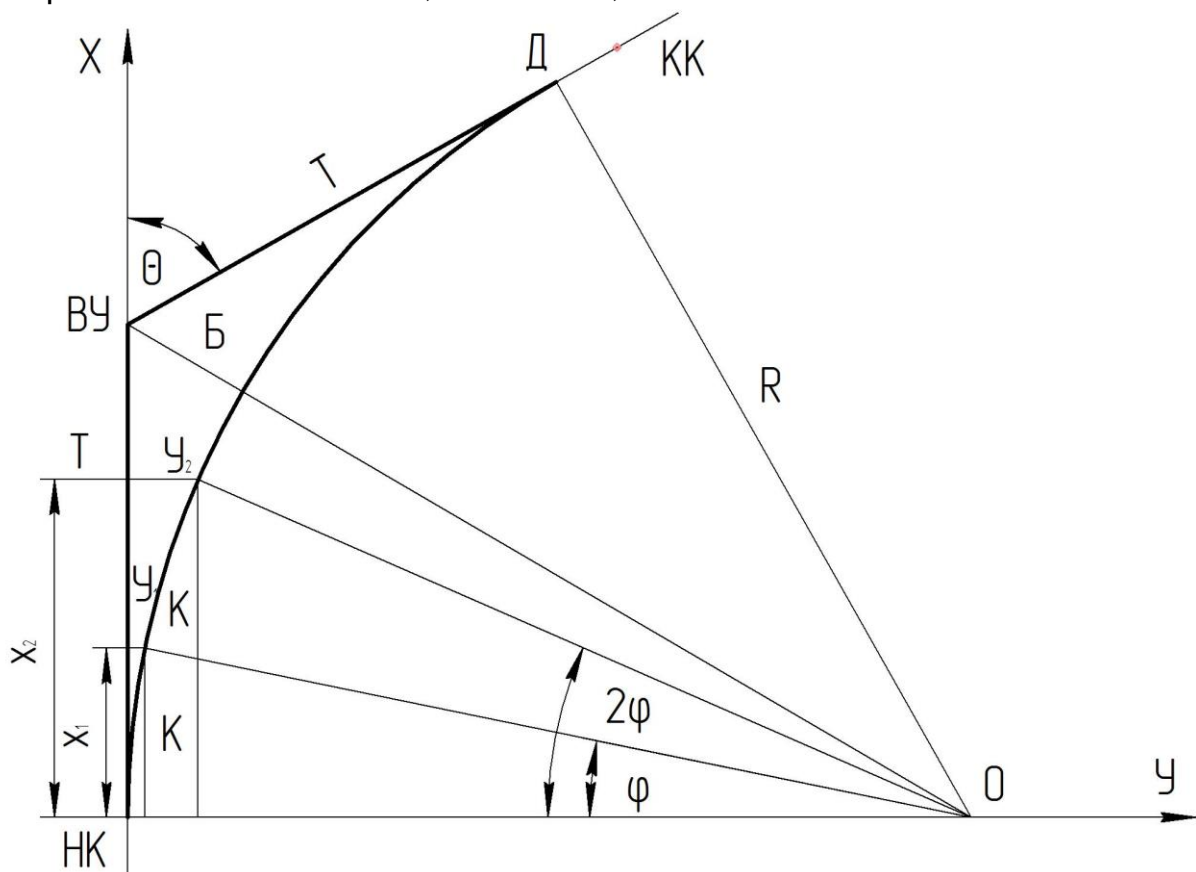


Рисунок 5 – Детальна розбивка кругової кривої

Крок кривої, залежно від її довжини, приймають 5 або 10 м. Результати розрахунків координат кругової кривої наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Координати кругової кривої

Крок кривої	Кут $n \varphi$	$\sin n \varphi$	$1 - \cos n \varphi$	Координати, м	
				X	Y
5	2,87	0,05	0,00125	5,00	0,12
10	5,74	0,10	0,00501	10,00	0,50
15	8,61	0,1497	0,01127	14,97	1,13
20	11,48	0,1990	0,02001	19,90	2,00
25	14,35	0,2478	0,0312	24,78	3,12
30	17,22	0,2960	0,0448	29,60	4,48

Після обчислення координат кругової кривої (табл. 4), встановлюють теодоліт на початку кривої і, провісивши лінію тангенсів, відкладають на ній абсциси точок X_1 (X_2, X_3, \dots, X_n). З цих точок послідовно за допомогою екера або теодоліта будують перпендикуляри, на яких відкладають, відповідно, ординати $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$. На координатах

кілками фіксують точки кривої через інтервали, що дорівнюють кроку кривої І.

6 Перенесення на натуру проектного горизонтального кута

Побудова горизонтального проектного кута

Потрібно виконати розбивку проектного горизонтального кута на місцевості. Відоме місцеположення вершини кута, напрям однієї зі сторін та кут $\beta_n = 47^\circ 00'$ (рис. 6).

Прилади та інструменти: теодоліт ТЗО, мірна стрічка ЛЗ-20, кілки, лінійка, шпильки.

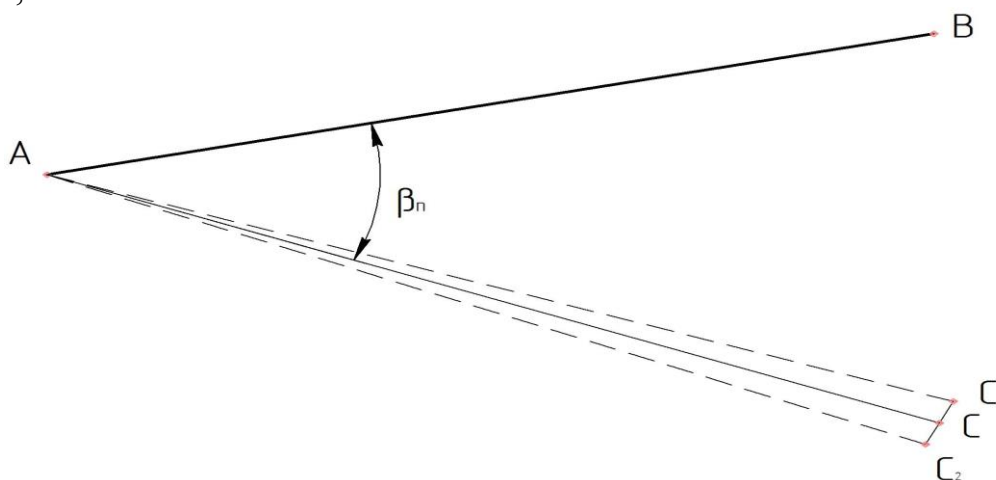


Рисунок 6 - Побудова проектного горизонтального кута

Порядок виконання роботи

Встановлюють в точці А теодоліт і приводять його в робоче положення. При крузі праворуч візують зорову трубу на точку В і беруть відлік по горизонтальному кругу $b = 19^\circ 50'$. Лімба та алідада горизонтального круга повинні бути закріплені. Обчислюють відлік на точку С при побудові кута β_n у напрямках:

за годинниковою стрілкою

$$C = b + \beta_n = 19^\circ 50' + 47^\circ 00' = 66^\circ 50'; \quad (24)$$

проти годинникової стрілки

$$C = b - \beta_n = 19^\circ 50' + 360^\circ - 47^\circ 00' = 332^\circ 50'. \quad (25)$$

Відкріплюють алідаду горизонтального круга і повертають її праворуч або ліворуч на заданий кут β_n . Встановлюють відлік С і по центру сітки ниток труби фіксують шпилькою точку C_1 . Аналогічно будують кут β_n при крузі ліворуч і фіксують шпилькою точку C_2 . Якщо

інструментальні та інші похибки відсутні, то точки C_1 та C_2 збігаються. Через похибки другий напрям може не збігтися з першим. Відстань C_1C_2 за допомогою лінійки ділять навпіл і фіксують точку C . Для контролю кут BAC вимірюють і точку C остаточно фіксують кілком.

Середня квадратична похибка перенесення на натуру проектного горизонтального кута:

$$m_{\beta} = \sqrt{2m_B^2 + 2m_0^2 + m_{\alpha}^2 + 2m_{\phi}^2} = 43,9", \quad (26)$$

де m_B , m_0 , m_{α} , m_{ϕ} - середні квадратичні похибки візування, відліку по горизонтальним кругом, центрування теодоліта, фіксування точки:

$$m_B = 20''/\nu \cdot 20/18 = 1,1", \quad (27)$$

ν - збільшення зорової труби теодоліта ТЗО;

$$m_0 = 0,5t = 0,5 \cdot 60 = 30", \quad (28)$$

t - точність відлікового пристрою;

$$m_{\alpha} = (\rho \sqrt{2} / l) \sin(\beta_{\alpha}/2) \sqrt{m'_{\alpha}} = (206265/40)(47^{\circ}/2) = 4,1", \quad (29)$$

ρ - число секунд у радіані (206265);

l – довжина, приблизно, однакових сторін кута, м;

m_{α} - лінійна похибка центрування, яка залежить від центрувального пристрою та висоти теодоліта над вершиною кута:

Способи та умови центрування	m'_{α} , мм
Нитяний висок:	
при відсутності вітру	2
при швидкості вітру до 3 м/с	3
при швидкості вітру до 5 м/с	5
Оптичний центрир при висоті приладу: до 1 м	0,3
до 1,5 м	0,5
більше 1,5 м	0,7

$$m_{\phi} = m'_{\phi} \rho / l = 2 \cdot 206265/40 \cdot 10^3 = 10",3, \quad (30)$$

m_{ϕ} - лінійна похибка фіксування:

Спосіб закріплення точки	m'_{ϕ} , мм
Засічка на металевій пластині	0,5
Олівцем на бетоні:	

на гладенькій поверхні	0,5
на шорсткій поверхні	0,8
Закріплення шпилькою на поверхні землі	0,7
Закріплення дерев'яним кілком	2

Побудова проектного горизонтального кута з заданою точністю

Розбиваючи основні осі споруд, треба переносити кути на натуру з більшою точністю, ніж цього можна досягти наявним теодолітом.

Відомо проектний кут $\beta_{\text{п}} = 38^{\circ}47'20''$, необхідна точність побудови кута $m_{\beta} = 10''$ і точність теодоліта $t = 30''$. Побудову кута з заданою точністю виконують способом редукування в такій послідовності.

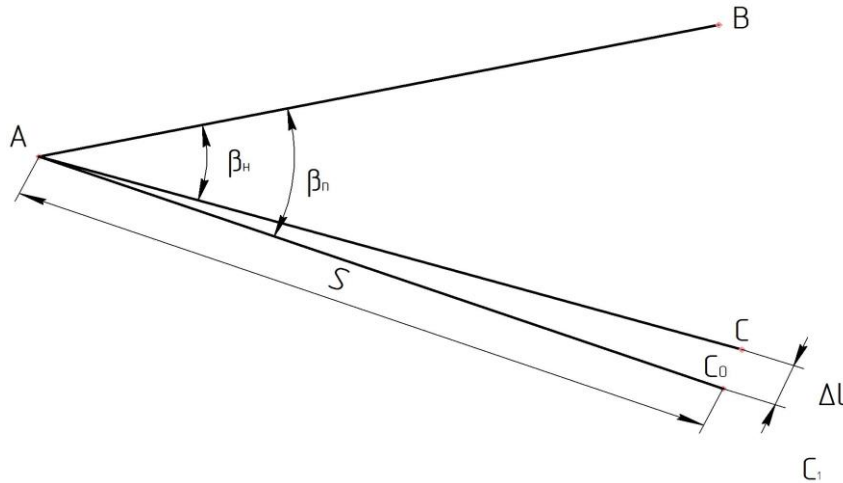


Рисунок 7 – Побудова кута з заданою точністю

Проектний кут $\beta_{\text{п}} = 38^{\circ}47'20''$ округлюють до хвилин $\beta_{\text{п}}' = 38^{\circ}47'$. При одному положенні горизонтального круга теодоліта будують на місцевості кут $\beta_{\text{п}}'$, описаним вище способом, і відмічають точку C_0 (рис. 7). Далі побудований кут вимірюють з підвищеною точністю способом кругових прийомів або багаторазово необхідною кількістю прийомів:

$$n = t^2/m_{\beta}^2 = 30^2/10^2 = 9 \text{ разів.} \quad (31)$$

За результатами вимірювань кута n прийомми обчислюють його середнє значення:

$$\beta_{\text{вс}} = (\beta_{\text{п1}}' + \beta_{\text{п2}}' + \beta_{\text{п3}}' + \dots + \beta_{\text{пн}}'). \quad (32)$$

Кутова поправка внесена у значення виміряного кута

$$\Delta\beta = \beta_{\text{вс}} - \beta_{\text{п}} = 38^{\circ}47' - 38^{\circ}47'20'' = - 20''. \quad (33)$$

Вимірюють відстань $AC_0 = l = 119,47\text{м}$ і обчислюють лінійну поправку $CC_0 = \Delta l$:

$$\Delta l = l \Delta \beta / \rho = 119,47 \cdot 20 / 206265 = - 12 \text{ мм.} \quad (34)$$

Таблиця 6 - Оцінка точності вимірювання кута

№ вимірювання	Вимірний кут β_i	Похибка вимірювання Δ_i , мм	Δ_i^2	Оцінка точності
1	38°48'	+1	1	$m = \sqrt{\frac{[\Delta_i^2]}{n}} = \pm 0',87$ $M = m / \sqrt{n} = \pm 0',29$
2	38°47'	0	0	
3	38°46'	-1	1	
4	38°47'	0	0	
5	38°48'	+1	1	
6	38°46'	-1	1	
7	38°48'	+1	1	
8	38°47'	0	0	
9	38°46'	-1	1	
n = 9	$\beta_{BC} = 38°47'$	$[\Delta_i] = 0$	$[\Delta_i^2] = 6$	

Далі за перпендикуляром від лінії AC_0 точку C переміщують у відповідний бік на величину Δl і визначають остаточний напрям AC . Точку C фіксують кілком.

Результати обчислень по оцінці точності вимірювань кута наведені у табл. 6.

При побудові проектного кута способом редукування його середня квадратична похибка:

$$m_{\beta i} = \sqrt{m_{\beta}^2 + m_{\Delta\beta}^2}, \quad (35)$$

де похибка побудови кута:

$$m_{\beta} = \sqrt{(m_{\Gamma}^2 + m_0^2)n + m_n^2 + m_p^2}, \quad (36)$$

а похибка визначення кутової поправки $\Delta\beta$:

$$m_{\Delta\beta} = m_i \rho / l, \quad (37)$$

де m_i - похибка відкладання відрізка l .

7 Перенесення на натуру лінії заданої довжини

Потрібно на місцевості побудувати лінію заданої довжини способом редукування. Довжина проектної лінії є горизонтальною проекцією. Тому, переносячи лінію на місцевість, у значення її довжини треба вводити поправку на ухил місцевості. Відомо початкове положення точки лінії, напрям та проектне значення її довжини (рис. 8).

Прилади та інструменти: мірна стрічка ЛЗ-20, теодоліт ТЗО, термометр, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

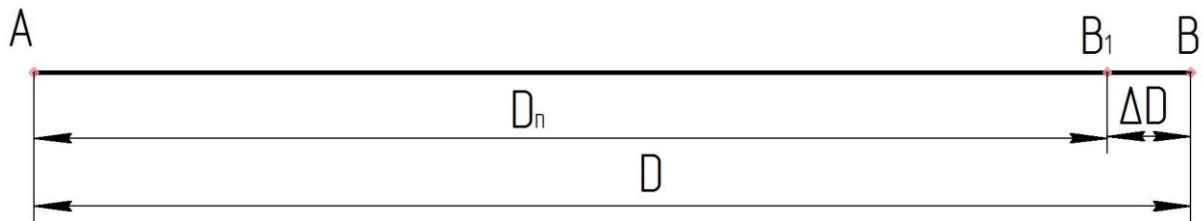


Рисунок 8 – Побудова проектної лінії

Від початкової точки в заданому напрямі за допомогою стрічки ЛЗ-20 відкладають наближене значення проектної відстані D_p . Тимчасово фіксують кілком точку B_1 . Теодолітом вимірюють кут нахилу між точками A та B_1 і обчислюють перевищення h . Вимірюють температуру стрічки t_b . Обчислюють поправки у відкладеній на місцевості відстані за формулами:
на компарування лінії

$$\Delta D_k = \Delta l_k D / l_0, \quad (38)$$

де l_0 - номінальна довжина стрічки, $l_0 = 20,00$ м;

Δl_k - похибка на компарування стрічки в довжину;
на температуру стрічки

$$\Delta D_t = \alpha_0 (t_b^0 - t_k^0) D / l_0, \quad (39)$$

де α_0 – коефіцієнт лінійного розширення (для сталі $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$);

t_k^0 – температура стрічки при компаруванні;
на ухил лінії

$$\Delta D_h = h^2 / 2D. \quad (40)$$

Якщо кут нахилу не більший 1° , а точність перенесення на натуру лінії заданої довжини не перевищує $1 : 2000$, то поправку ухилу лінії не враховують. Сумарну поправку на компарування, ухил лінії та

температуру стрічки з оберненим знаком вносять у відстань AB_1 . Якщо сумарна поправка з мінусом, то відстань AB_1 збільшують на величину сумарної поправки і фіксують кілком точку В. Результати вимірювань та обчислення поправок у проектну довжину лінії наведені в табл. 7.

Таблиця 7 - Поправки на проектну довжину лінії

Проектна відстань D_n , м	Кут нахилу ν^0	Перевищення h , м	Температура $t, ^\circ C$		Похибка на компарування, Δk	Поправки, м			
			компа-рування	вимі-рювання		на компа-рування ΔD_n	на перевищення ΔD_n	на температуру ΔD_t	сумарна ΔD
194,70	4°39'	15,84	21	27	0,003	+0,029	+0,007	+0,014	+0,05

Середня квадратична похибка перенесення на натуру лінії заданої довжини, мм:

$$m_p = \sqrt{(m_k^2 + m_c^2)D^2 / l^2 + (m_t^2 + m_n^2 + m_h^2 + m_\phi^2)D / l}, \quad (41)$$

де m_k - похибка на компарування 20-метрової сталеві стрічки нормальним метром двома ($m_k = 0,6$ мм) та чотирма прийомами ($m_k = 0,4$ мм); похибка має імовірний характер, але в результаті побудови проектної довжини лінії вносить систематичну похибку;

m_c - похибка на укладання мірного приладу в створ, мм:

$$m_c = \varepsilon^2 / (2l), \quad (42)$$

ε - відхилення кінця мірного приладу від створу;

l - довжина стрічки;

m_t - похибка на температуру мірної стрічки, мм:

$$m_t = \alpha l m_t, \quad (43)$$

α - коефіцієнт розширення стрічки довжиною l ;

m_t - похибка визначення температури, мм;

похибка на натяг стрічки, мм:

$$m_n = m_n \Delta p l / (\omega E), \quad (44)$$

m_n - похибка визначення натягу, мм;

Δp - різниця сили натягу стрічки при компаруванні та вимірюванні, Н; ω - площа перерізу полотна стрічки, м²;
 E - модуль пружності матеріалу стрічки, МПа;
 m_h - похибка на ухил стрічки, мм:

$$m_h = (h/l + h^3/(2l)^3), \quad (45)$$

h - перевищення між кінцями стрічки;
 m_h - похибка визначення перевищення, мм.

Похибку фіксування кінцевої точки m_ϕ приймають: при фіксуванні стрічки шпильками - 1,5 мм, а при позначенні олівцем на поверхні бетону або асфальту - 1 мм.

Значення середніх квадратичних похибок перенесення на натуру лінії, мм:

m_k , мм	m_c , мм	m_h , мм	m_t , мм	m_n , мм	m_ϕ , мм	m_p , мм
0,6	0,5	0,2	0,5	0,1	1,5	9,3

Відносна середня квадратична похибка перенесення на натуру заданої лінії:

$$m_D/D = 0,0093/194,70 = 1/20935. \quad (46)$$

8 Перенесення на натуру проектних позначок

Потрібно визначити на місцевості положення проектної позначки точки. Задача вирішується при вертикальному плануванні, копанні котлованів та траншей, будівництві фундаментів споруд та трубопроводів, при встановленні колон і монтажі технологічного обладнання, винесенні на натуру проектного контуру водосховища. Відомі планове положення точки на місцевості та її проектна позначка H_n , а також місцеположення репера і його позначка H_R (рис. 9).

Прилади та інструменти: нівелір Н-3, рейки РН-3, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

Проектні позначки переносять на натуру, як правило, геометричним нівелюванням. Висотні положення репера та проектної точки можуть бути такими: репер та проектна точка нижче від горизонту приладу; репер нижче, а проектна точка вище від горизонту приладу; репер та проектна точка вище від горизонту приладу; репер вище, а проектна точка нижче від горизонту приладу. Порядок роботи перенесення на натуру проектної точки залежить від перерахованих умов.

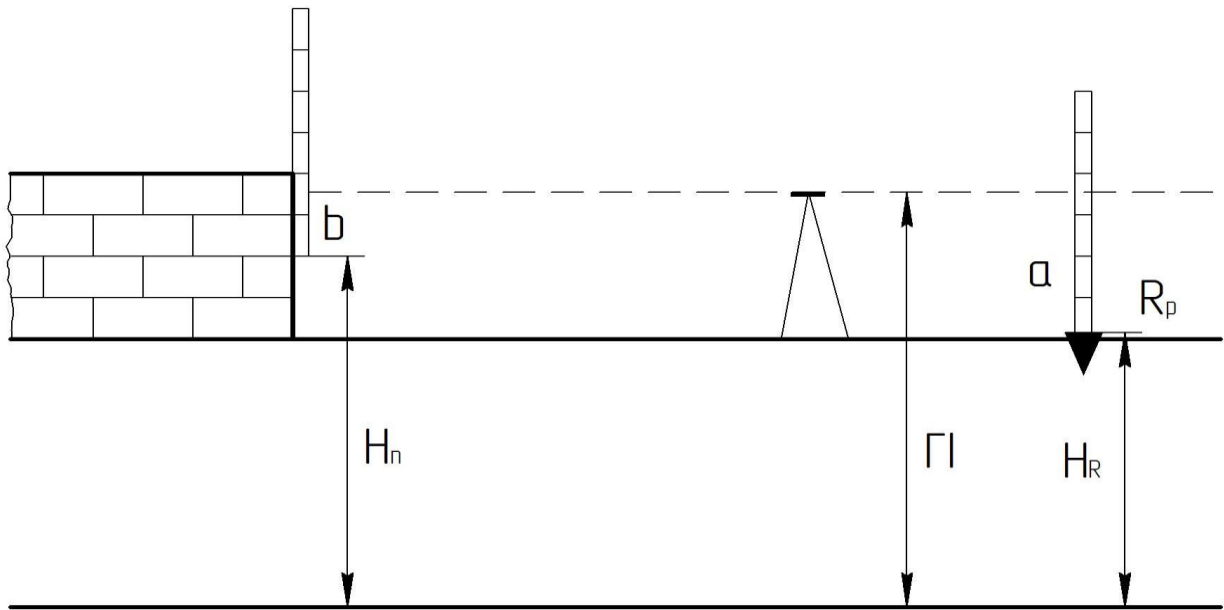


Рисунок 9 – Перенесення на натуру проектної позначки

Якщо репер та проектна точка нижче від горизонту приладу ($H_R < ГП > H_n$) (рис. 9), то нівелір встановлюють посередині між репером та місцем перенесення проектної позначки. Знімають відлік a по рейці, встановленій на репері, і обчислюють горизонт приладу, м:

$$ГП = H_R + a. \quad (47)$$

Обчислюють по рейці відлік b , мм, при якому задана точка розміщена на проектній позначці:

$$b = ГП - H_n. \quad (48)$$

Встановлюють рейку в шуканій точці і міняють положення її по вертикалі таким чином, щоб відлік по рейці дорівнював обчисленому значенню b . Місцеположення нижньої точки рейки буде відповідати проектному положенню шуканої точки.

Для контролю перенесення на натуру проектної позначки, виконують нівелювання від другого репера або за другою висотою приладу. Якщо похибка не перевищує допустимої, то проектну позначку, залежно від умов будівництва, фіксують металевим стержнем, дерев'яним кілком, олівцем на бетоні або насічкою на металевій пластині.

Якщо репер нижче, а шукана точка вище від горизонту приладу ($H_R < ГП < H_n$), то горизонт приладу обчислюють за формулою (47), а відлік по рейці, мм, за формулою:

$$b = H_n - ГП. \quad (49)$$

Якщо репер та шукана точка розміщені вище від горизонту приладу ($H_R > ГП < H_n$), то відлік по рейці, мм, обчислюють за формулою (49), а горизонт приладу, м, за формулою:

$$ГП = H_R - a. \quad (50)$$

Якщо репер розміщений вище від горизонту приладу, а шукана точка нижче ($H_R > ГП > H_n$), то горизонт приладу обчислюють за формулою (50), а відлік по рейці - за формулою (48).

Рейку, в усіх випадках, необхідно ставити п'яткою з нуля на задану точку і на репер. Результати вимірювань перенесення на натуру проектних позначок для різних положень репера та шуканої точки наведені в табл. 8.

Таблиця 8 - Перенесення на натуру проектної позначки

Умови	Позначки репера H_R , м	Проектна позначка H_n , м	Відлік по рейці на репері		Горизонт приладу, мм		Відліки по рейці на проектній відмітці, мм	
			$a_{чр}$	$a_{чв}$	$ГП_{чр}$	$ГП_{чв}$	$b_{чр}$	$b_{чв}$
$H_R < ГП > H_n$	239,947	239,870	1974	6757	241,444	246,704	1574	6834
$H_R < ГП < H_n$	240,909	242,110	1083	—	241,992	—	0118	—
$H_R > ГП < H_n$	237,261	236,950	1473	—	235,788	—	1162	—
$H_R > ГП > H_n$	238,950	237,890	0643	—	238,307	—	0417	—

Середня квадратична похибка перенесення на натуру проектної позначки точки, мм:

$$m_n = \sqrt{m_R^2 + m_a^2 + m_b^2 + m_i^2 + m_\phi^2}, \quad (51)$$

де m_R - середня квадратична похибка позначки репера, яка дорівнює 0,1 мм;

m_a, m_b - середні похибки, відповідно, відліків по рейках, що встановлені на репері та проектній точці;

m_i, m_ϕ - перевищення, обумовлене непаралельністю візирної осі зорової труби нівеліра та осі циліндричного рівня;

m_ϕ - похибка фіксування проектної позначки кілком, яка дорівнює 2мм.

Середні квадратичні похибки відліків по рейках, мм:

$$m_a = m_b = \sqrt{m_p^2 + m_{в.д.}^2 + m_{п.}^2 + m_i^2 + m_{з.с.}^2}, \quad (52)$$

де m_p , $m_{в.д.}$, $m_{п.}$, $m_{з.с.}$ - середні квадратичні похибки відліків, мм, відповідно, через неточне встановлення контактної рейки в нуль-пункті, неточне визначення частки поділки рейки, через похибки нанесення поділок рейки та вплив зовнішнього середовища:

$$m_p = 1,5\tau S 10^{-4}, \quad (53)$$

τ - ціна поділки рівня на 2 мм, яка для нівеліра Н-3 дорівнює 15";
 S - відстань від нівеліра до рейки, м; при відстані від нівеліра Н-3 до рейки $S = 50$ м.

$$m_p = 1,5 \cdot 15 \cdot 50 \cdot 10^{-4} = 0,11 \text{ мм};$$

$$m_{в.д.} = 0,03t + 0,2S/v, \quad (54)$$

де t - найменша поділка рейки РН-3 (10 мм);

v - збільшення зорової труби нівеліра Н-3 (30 разів);

при відстані від нівеліра Н-3 до рейки РН-3 $S = 50$ м

$$m_{в.д.} = 0,03 \cdot 10 + 0,2 \cdot 50/30 = 0,63 \text{ мм};$$

$$m_{п.} = 0,5 \text{ мм};$$

середня квадратична похибка відліків, обумовлена впливом зовнішнього середовища, може бути послаблена правильною організацією робіт.

Значення середньої квадратичної похибки на рейці, мм:

$$m_a = m_b = 0,11^2 + 0,63^2 + 0,5^2 = 0,81 \text{ мм}$$

Середня квадратична похибка, обумовлена непаралельністю осі візування зорової труби нівеліра та його осі циліндричного рівня, мм:

$$m_i = (S_3 - S_{п.})i/\rho, \quad (55)$$

де $(S_3 - S_{п.})$ - різниця відстаней від нівеліра до заданої точки та передньої рейки, яка для технічного нівелювання не повинна перевищувати 10 м; i - кут між візирною віссю труби та віссю циліндричного рівня, який для нівеліра Н-3 не перевищує 10"; отже,

$$m_i = 10000 \cdot 10/206265 = 0,48 \text{ мм}.$$

В результаті сумісної дії всіх перерахованих незалежних похибок, сумарна середня квадратична похибка перенесення на натуру проектною позначки, мм:

$$m_{п.} = \sqrt{0,1^2 + 0,81^2 + 0,81^2 + 0,48^2 + 2^2} = 2,36 \text{ мм}.$$

9 Перенесення позначок у глибокий котлован

Потрібно перенести позначку на дно глибокого котловану. Задача вирішується геометричним нівелюванням. Відомо планове положення на місцевості проектної позначки котловану (H_K) і репера (H_R) (рис. 10). Прилади та інструменти: один або два нівеліри Н-3, рейки РН-3, мірна стрічка ЛЗ-20 або рулетка, сокира та кілки.

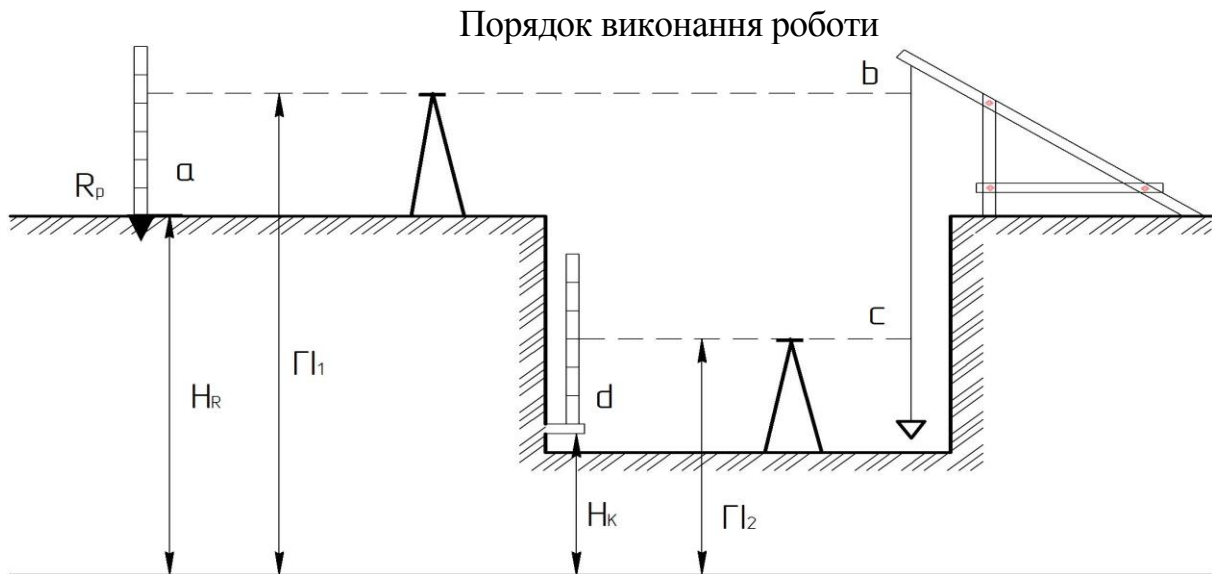


Рисунок 10 – Перенесення позначок у глибокий котлован

Підвішують рулетку з міліметровими поділками так, щоб нуль був угорі біля кронштейна, встановленого на краю котловану. До рулетки підвішують вантаж, маса якого дорівнює масі вантажу при компаруванні рулетки (5-10 кг), і опускають його в посудину з в'язкою рідиною. На протилежному боці котловану встановлюють перший нівелір, а другий чи той самий після зняття відліків - на дні котловану. Приводять нівелір у робоче положення і беруть відлік по рейці, встановленій на репері, і по рулетці **b**. Обчислюють горизонт першого нівеліра, який встановлений на поверхні землі, м:

$$\Gamma\Pi_1 = H_R + a. \quad (56)$$

Знімають відлік по рулетці **c** другим нівеліром, встановленим на дні котловану, і обчислюють горизонт приладу, м:

$$\Gamma\Pi_2 = \Gamma\Pi_1 - (c - b). \quad (57)$$

Відлік по рейці, встановленій на дні котловану, що відповідає проектній позначці котловану, мм:

$$d = \text{ГП2} - \text{НК} . \quad (58)$$

Піднімаючи або опускаючи рейку, досягають такого положення її нижньої п'ятки, при якому відлік у зоровій трубі нівеліра дорівнював би відліку **d**, обчисленому за формулою (55). Положення нижньої п'ятки рейки фіксують на дні котловану. Проектні параметри та результати вимірювань при перенесенні позначки в глибокий котлован наведені в табл. 9.

Таблиця 9 - Проектні параметри та результати вимірювання при перенесенні позначки в глибокий котлован

Позначка репера, H_R , м	Проектна позначка котловану H_к , м	Відлік по рейці на репері a , мм	Відліки по рулетці, м		Горизонт приладу, м		Відлік по рейці в котловані d , мм
			b	c	ГП₁	ГП₂	
194,799	190,50	1974	0,563	5,397	196,773	191,939	1439

Середня квадратична похибка перенесення проектної позначки в глибокий котлован, мм:

$$m_t = \sqrt{m_R^2 + m_1^2 + m_2^2 + m_i^2 + m_\phi^2}, \quad (59)$$

де **m_R**, **m_ф**, **m₁**, **m₂**, **m_i** - середні квадратичні похибки, мм, відповідно репера, фіксування проектної позначки на дні котловану, перенесення позначки від репера на рулетку та з рулетки на дно котловану, довжини рулетки на відстані між точками В та С:

$$m_1 = m_2 = \sqrt{m_a^2 + m_i^2 + m_{в.р.}^2}, \quad (60)$$

m_a, **m_i**, **m_{в.р.}** - середні квадратичні похибки, мм, відповідно, відліку по рейці, яку обчислюють за формулою (48), перевищення, обумовленого непаралельністю візирної осі зорової труби нівеліра та осі його циліндричного рівня, що обчислюють за формулою (52), відліку по рулетці, яку обчислюють за формулою:

$$m_{в.р.} = \sqrt{m_p^2 + m_{в.д.}^2}, \quad (61)$$

m_p, **m_{в.д.}** - середні квадратичні похибки, мм, відповідно, відліку через неточність встановлення рівня в нуль-пункті, яку обчислюють за виразом

(50), відліку, обумовленого неточним визначенням частки поділки рейки, яку обчислюють за формулою (51):

$$m_1 = \sqrt{(m_k^2 + m_{\Delta t}^2 + m_{\Delta p}^2 + m_{np}^2)(c - b)/l}, \quad (62)$$

l - довжина рулетки, м,

$(c - b)$ - довжина ділянки рулетки між точками С та В, м;

m_k , $m_{\Delta t}$, $m_{\Delta p}$, m_{np} , - середні квадратичні похибки, відповідно, компарування рулетки (0,6 мм), температури рулетки, яку обчислюють за формулою (46), натягу рулетки та похибка обумовлена незбігом рулетки з прямовисною лінією;

$$m_{\Delta p} = m_{н.р} / \omega E \quad (63)$$

$m_{н.р}$ - середня квадратична похибка визначення сили натягу рулетки, м;

ω - площа поперечного перерізу рулетки, м²;

E - модуль пружності; для сталі $3 \cdot 10^4$ МПа; для обчислення середньої квадратичної похибки через незбіг рулетки з прямовисною лінією, мм, використовують вираз:

$$m_{np} = K^2 / (2l), \quad (64)$$

K - горизонтальна відстань між нижнім кінцем і прямовисною лінією, що проходить через верхній кінець рулетки, м.

10 Перенесення позначок на монтажний горизонт

Потрібно перенести позначку на монтажний горизонт. Задача вирішується геометричним нівелюванням. Відомі планове положення та проектна позначка монтажного горизонту H_m , а також місцеположення та позначка репера H_R (рис. 11).

Прилади та інструменти: один або два нівеліри Н-3, дві рейки РН-3, мірна стрічка ЛЗ-20 або рулетка.

Порядок виконання роботи

До кронштейна, встановленого на монтажному горизонті, підвішують рулетку або стрічку з міліметровими поділками нулем догори. До рулетки підвішують вантаж масою 5 - 10 кг і опускають його у відро з рідиною. Один нівелір встановлюють на поверхні землі, а другий - на монтажному горизонті. Знімають відліки по рейці a_1 , встановленій на репері a_2 , та по рулетці b_1 .

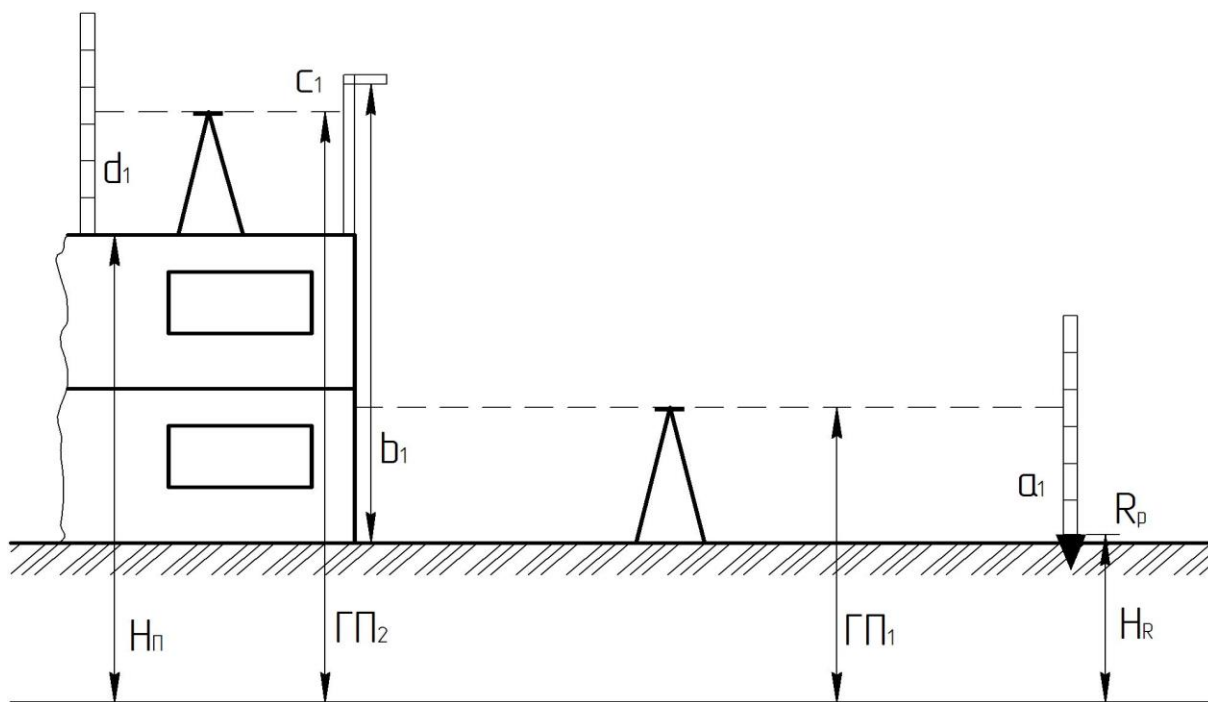


Рисунок 11 – Перенесення позначок на монтажний горизонт

Обчислюють горизонт приладу першого нівеліра, м:

$$\Gamma\Pi_1 = H_R + a_1. \quad (65)$$

Знімають відлік другим нівеліром, встановленим на монтажному горизонті, та по рулетці c_1 , і обчислюють горизонт приладу, м:

$$\Gamma\Pi_2 = \Gamma\Pi_1 + (b_1 - c_1). \quad (66)$$

Відлік по рейці, встановленій на монтажному горизонті, що відповідає проектній позначці, мм:

$$d_1 = \Gamma\Pi_2 - H_m. \quad (67)$$

Піднімаючи або опускаючи рейку, досягають такого положення її нижньої п'яти, при якому відлік у зоровій трубці нівеліра дорівнюватиме величині d_1 . Положення нижньої п'яти рейки фіксують на монтажному горизонті. Проектні параметри та результати вимірювань перенесення позначки на монтажний горизонт наведені у табл. 10.

Середню квадратичну похибку перенесення проектної позначки на монтажний горизонт обчислюють за формулою (56), використовуючи формули (57) - (61).

Таблиця 10 - Перенесення позначки на монтажний горизонт

Позначка репера, H_R , м	Проектна позначка монтажного горизонту H_K , м	Відлік по рейці на репері a_1 , мм	Відліки по рулетці, м		Горизонт приладу, м		Відлік по рейці на монтажному горизонті d_1 , мм
			b_1	c_1	$ГП_1$	$ГП_2$	
194,799	201,10	1983	0,536	6,517	196,782	202,763	1663

11 Перенесення на натуру лінії з заданим ухилом

Потрібно побудувати на місцевості лінію заданого ухилу у відомому напрямку. Залежно від потрібної точності, задача може бути розв'язана за допомогою горизонтального або похилого променя візування нівеліра при невеликих перевищеннях, або теодолітом, при великих перевищеннях, а також за допомогою візирок. Її практична реалізація полягає у тому, щоб на місцевості у створі проектної лінії вбити ряд кілків, верхні зрізи яких були б розміщені на лінії заданого ухилу.

Перенесення на місцевість лінії заданого ухилу похилим променем візування в нівелір

Відомі: напрям, довжина проектної лінії L_{AB} та її ухил, місцеположення та позначка H_A однієї з точок (рис. 12).

Прилади та інструменти: нівелір Н-3, рейки РН-3, мірна стрічка ЛЗ-20, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

Спочатку переносять на місцевість проектну лінію довжиною L_{AB} з врахуванням поправки кута нахилу. Далі стрічкою розбивають лінію АВ, з заданим інтервалом d , на окремі відрізки і закріплюють їх кілками. В створі проектної лінії забивають ряд кілків, щоб їх верхні зрізи відповідали лінії заданого ухилу. Лінію заданого ухилу можна побудувати нівелюванням із "середини" або "вперед".

Спосіб нівелювання з "середини". При побудові заданого ухилу нівелюванням із середини (рис. 12) нівелір установлюють посередині між точками А та В так, щоб лінія, яка проходить через два піднімальних гвинти нівеліра, була паралельною створу між точками. Приводячи нівелір у робоче положення, знімають відлік по рейці в точці А і обчислюють горизонт приладу, м:

$$ГП = H_A + a. \quad (68)$$

Обчислюють відлік **b** по рейці у точці В, мм:

$$\mathbf{b} = \Gamma\Pi - \mathbf{i}_{AB} L_{AB}, \quad (69)$$

де \mathbf{i}_{AB} - проектний ухил;

L_{AB} - відстань між точками, м.

Знаючи відлік **b**, звичайним способом виносять на місцевість позначку, м:

$$\mathbf{H}_B = \mathbf{H}_A - \mathbf{i}_{AB} L_{AB}, \quad (70)$$

де \mathbf{H}_A - проектна позначка точки А, м.

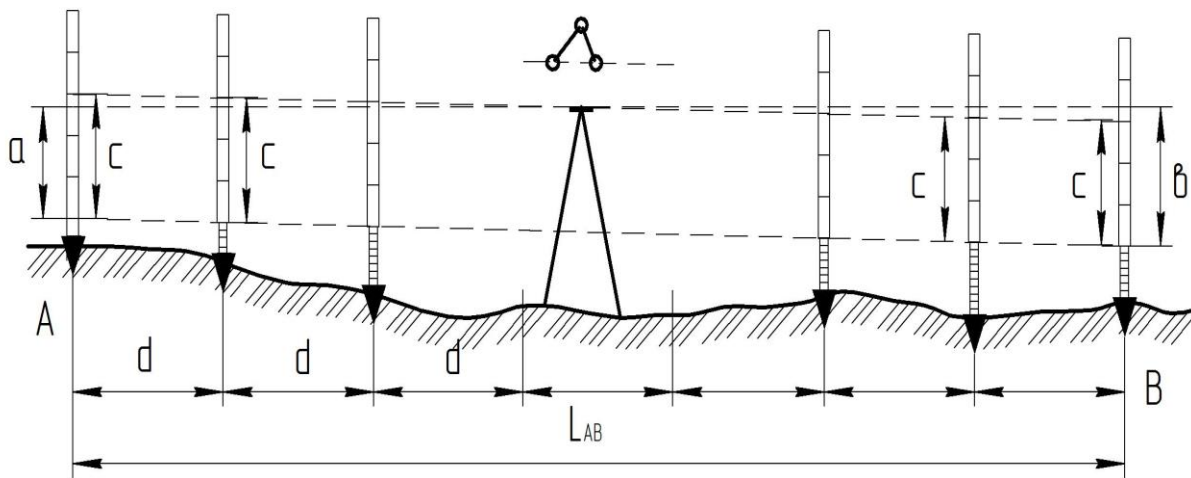


Рисунок 12 – Побудова лінії заданого ухилу нівелюванням з середини

Методом наближення досягають однакових відліків на обох рейках, встановлених у крайніх точках. Для цього, спочатку працюючи двома піднімальними гвинтами, розміщеними в напрямі лінії візування, виводять середню нитку сітки нівеліра на відлік у точці А:

$$\mathbf{a}'_{cp} = 0,5(\mathbf{a} + \mathbf{b}). \quad (71)$$

Далі візують зорову трубу нівеліра на рейку в точці В та обчислюють середнє з двох відліків

$$\mathbf{a}''_{cp} = 0,5(\mathbf{a}_{cp} + \mathbf{b}). \quad (72)$$

Цей процес повторюють доти, доки відліки на двох рейках не збіжаться і не будуть дорівнювати відліку **c**. У даному положенні візирна вісь зорової труби нівеліра буде паралельною лінії АВ, тобто, розміститься під заданим ухилом. Після цього, послідовно на відстані **d**

встановлюють рейки і забивають кілки в землю до тих пір, поки відліки на рейках не будуть дорівнювати відлікам на крайніх точках *c*. Верхні зрізи кілків будуть відмічати на місцевості лінію заданого ухилу. Проектні параметри та результати вимірювань перенесення на місцевість лінії заданого ухилу похилим променем візування, нівелюванням із середини наведені в табл. 11.

Таблиця 11 – Перенесення лінії заданого ухилу нівелюванням із середини

№ наближення	Позначка точки H_A , м	Ухил i_{AB}	Відстань між точками L_{AB} , м	Відстань між кілками d , м	Позначка точки H_K , м	Відлік по рейці на точці a , мм	Горизонт приладу Γ_{II} , м	Відлік по рейці на точці b , мм	Середній відлік a_{cp} , мм
1	211,947	0,005	140	20	211,247	1419	213,366	1919	1669
2						1669		1729	1699
3						1699		1705	1702
4						1702		1702	1702

Спосіб нівелювання “вперед”. При побудові заданого ухилу нівелюванням вперед (рис. 13) нівелір встановлюють над точкою А. При цьому один із піднімальних гвинтів нівеліра повинен бути розміщений за напрямом лінії АВ. Пряма, що з’єднує два інших гвинти, повинна бути перпендикулярна лінії АВ. Приводять нівелір у робоче положення. Вимірюють висоту приладу I , обчислюють відлік b по рейці, мм, встановленій в точці В, який відповідає проектному ухилу i_{AB} :

$$b = I + i_{AB}L_{AB} \quad (73)$$

За допомогою піднімального гвинта, розміщеного на лінії АВ, нахиляють зорову трубу нівеліра на відлік по рейці b . Похилий промінь візування зорової труби нівеліра займе положення, паралельне проектному ухилу i_{AB} . Піднімають рейку, встановлену в точці В, до тих пір, поки відлік за середньою ниткою сітки не буде дорівнювати висоті приладу I . У цьому випадку положення нижньої п’ятки рейки буде відповідати проектному значенню точки В. Точку В фіксують забиванням кілка до рівня нижньої п’яти рейки. Після цього, послідовно, на відстані d встановлюють рейки і забивають кілки в землю до тих пір, поки відліки по рейках не будуть дорівнювати висоті приладу I .

Верхні зрізи кілків будуть позначати на місцевості лінію заданого ухилу. Проектні параметри та результати вимірювань перенесення на

місцевість лінії заданого ухилу похилим променем візування нівелюванням вперед наведені в табл.12.

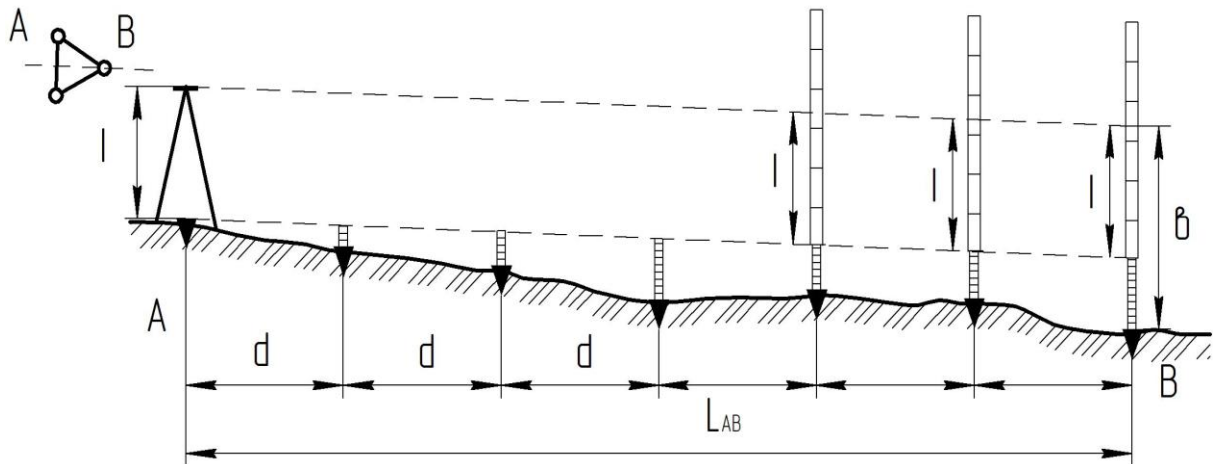


Рисунок 13 – Побудова лінії заданого ухилу нівелюванням вперед

Таблиця 12 – Перенесення лінії заданого ухилу нівелюванням вперед

Позначка точки А H_A , м	Ухил i_{AB}	Відстань між точками, L_{AB} , м	Відстань між кілками d , м	Позначки точки В H_B , м	Висота приладу I , м	Відлік на точці b , мм
211,922	0,005	120	20	211,322	1,479	2079

Побудова проектного ухилу лінії за допомогою візирок

Відомі: напрям та довжина проектної лінії. Позначки проектних точок А та В (рис. 14), за допомогою яких на місцевості позначено ухил лінії, побудовані звичайним способом раніше. Методом користуються тоді, коли не потрібна висока точність, а довжина проектної лінії не перевищує 100 м.

Прилади та інструменти: три однакові за висотою візирки, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

Встановлюють одну візирку прямовисно на кілок у точці А, забитий на проектну висоту. Другу візирку встановлюють прямовисно на кілок в точці В, забитий також на проектну позначку. Виконуючий розбивку, стає в точці А коло першої візирки і дивиться у напрямі другої візирки. Помічник з третьою ходовою візиркою переміщується від другої візирки до спостерігача. Ходова візирка опускається вниз або підіймається догори доти, поки її верх не займе положення на лінії візування між закріпленими першою та другою візирками. У цьому випадку нижній кінець ходової візирки фіксує точки лінії заданого ухилу, які закріплюють кілками.

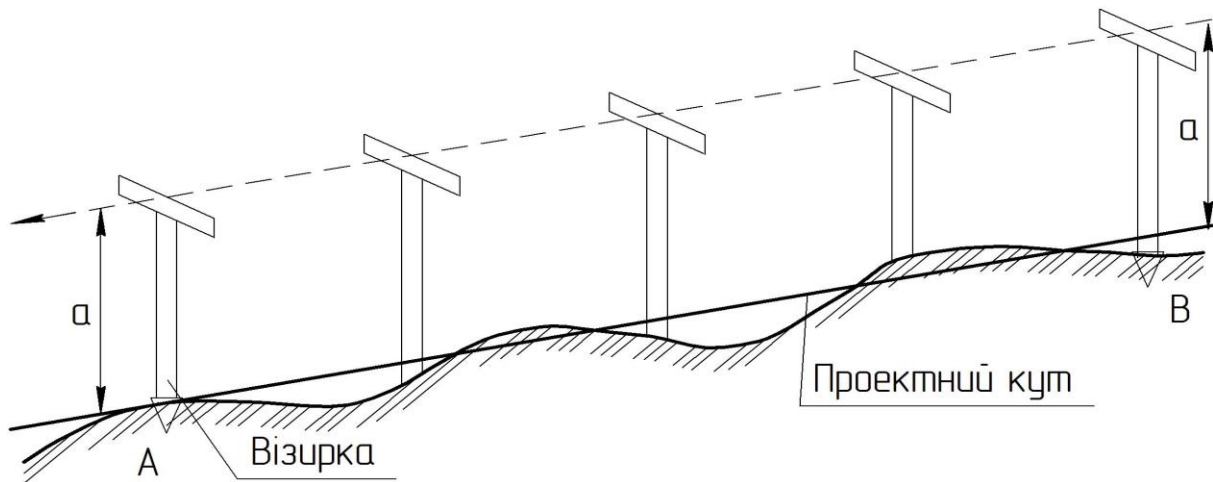


Рисунок 14 – Побудова проектного ухилу за допомогою візирок

12 Побудова площини заданого ухилу

Для перенесення на натуру проекту вертикального розпланування потрібно побудувати на місцевості площину з поздовжнім $i_1 = 0,005$ та поперечним $i_2 = 0,002$ ухилами. При невеликих перевищеннях задача вирішується за допомогою похилого променя візування нівеліра, а при значних перевищеннях – теодолітом (рис. 15).

Прилади та інструменти: нівелір Н-3, рейки РН-3, мірна стрічка ЛЗ-20, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

Для побудови площини заданого ухилу спочатку обчислюють проектні позначки і її чотирьох куткових точок А, В, С та D і переносять їх на натуру.

Розміщують у точці А нівелір так, щоб два піднімальних гвинти розмістились за напрямом АВ, а третій – перпендикулярно до цього напрямку (рис.15). Приводять нівелір у робоче положення і вимірюють висоту приладу I , за допомогою трьох піднімальних гвинтів доводять вісь візування до такого положення, при якому відліки по рейках, встановлених у точках А, В, С та D, будуть однаковими і дорівнювати висоті приладу. При цьому похила площина, що проходить через вісь візування зорової труби нівеліра, буде паралельною заданій площині. Переміщують рейку в межах площини так, щоб відліки на ній весь час були однаковими і дорівнювали висоті приладу I . У результаті отримують систему необхідних точок, які будуть фіксувати проектне положення площини з заданими ухилами. Проектні параметри та результати вимірювань при побудові площини заданого ухилу наведені в табл. 13.

Таблиця 13 - Побудова площини заданого ухилу

Відстань, м		Ухили		Позначки точок, м				Висота приладу I , мм
AB	AC	i_1	i_2	A	B	C	D	
80	60	0,005	0,002	211,95	211,55	211,83	211,43	1463

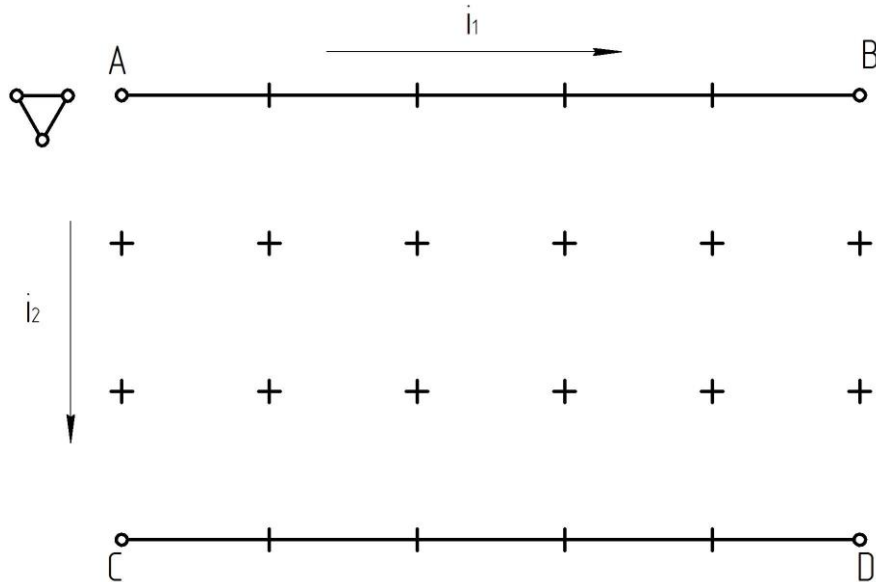


Рисунок 15 – Побудова площини заданого ухилу

13 Визначення поздовжнього ухилу річки

Потрібно визначити поздовжній ухил річки. Прилади та інструменти: нівелір Н-3, рейки РН-3, мірна стрічка ЛЗ-20, міліметрова лінійка, сокира та кілки.

Порядок виконання роботи

Уздовж берега річки прокладають нівелірний хід і закладають реperi (рис. 16, а). Біля реперів у точках урізу води забивають кілки так, щоб їх вершини виступали над водою (рис 16, б).

Нівелюванням визначають перевищення вершин кілків h_1 та h_2 , забитих напроти реперів біля урізів води. У встановлений момент, за звіреними годинниками, спостерігачі одночасно на обох кілках відмічають рівні води гострим ножем або олівцем. Міліметровою лінійкою вимірюють відстані від позначок рівня до вершин кілків d_1 та d_2 . Обчислюють позначки рівня води в річці, м:
у верхній за течією точці

$$H_1 = H_{R1} - h_1 - d_1 ; \quad (74)$$

нижній за течією точці

$$H_2 = H_{R2} - h_2 - d_2 ; \quad (75)$$

де H_{R1} , H_{R2} – позначки першого та другого реперів, м.

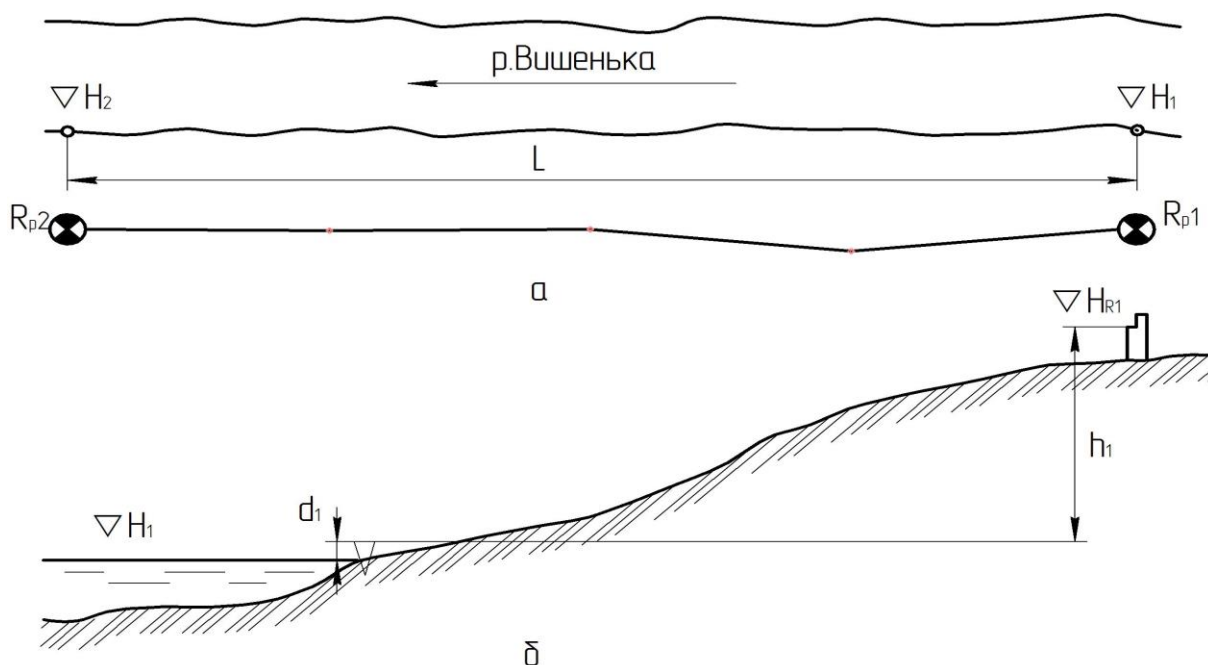


Рисунок 16 – Визначення поздовжнього ухилу річки:
а – план річки; б – поперечний переріз річки

Ухил річки на одиницю її відстані

$$i = (H_1 - H_2)/L \quad (76)$$

де L – відстань між точками, м.

Результати вимірювань з визначення поздовжнього ухилу річки наведені в табл. 14.

Таблиця 14 - Визначення поздовжнього ухилу річки

Позначка репера, м		Перевищення репера над кілком, м		Відстань між кілками, м	Відстань від вершини кілка до урізу води, м		Позначки рівня води, м		Ухил
H_{R1}	H_{R2}	h_1	h_2		d_1	d_2	H_1	H_2	
211,950	211,039	1,974	1,983	500	0,197	0,131	209,779	208,915	0,002

ЛІТЕРАТУРА

1. Багатуни Г.В. и др. Инженерная геодезия. – М.: Недра, 1984. – 344 с.
2. Полищук Ю.В. Высотные разбивочные работы в строительстве. – К.: Будівельник, 1980. – 104 с.
3. Практическое руководство по геодезическому обеспечению строительства зданий повышенной этажности /ГУГК, НИИПГ. – М.: Недра, 1984. – 120 с.
4. Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленном строительстве /ГУГК. – М.: Недра, 1979. – 55 с.
5. Справочник по инженерной геодезии /Под ред. Н. Г. Видуева. – К.: Вища школа., 1978 – 376с.
6. Справочник по геодезическим разбивочным работам /Под ред. Г.В. Багатуни. – М.: Недра, 1982. – 128 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни “Інженерна геодезія” для студентів напряму підготовки 0921 – “Будівництво” на тему: “Рішення інженерно-геодезичних задач на місцевості”

Укладачі: Георгій Сергійович Ратушняк
Олена Петрівна Сліпенька

Оригінал-макет підготовлено укладачами

Науково-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку
Формат 29,7×42¹/₄
Друк різнографічний
Тираж прим.
Зам №

Гарнітура Times New Roman
Папір офсетний
Ум. друк. арк.

Віддруковано в комп’ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ