

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Методичні вказівки

до практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт
з курсу «Інженерна геодезія та вишукування»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19
Будівництво та цивільна інженерія)

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри будівництва,
урбаністики та просторового
планування

Протокол № 6 від 27.01.2026 р.

Київ 2026

УДК 528.4(076)

Методичні вказівки до до практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт з курсу «Інженерна геодезія та вишукування» (для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія) (Електронне видання)/ Укладач: Уваров П.Є. – Київ, СНУ ім. В.Даля, 2026 - 39 с.

В методичних вказівках висвітлено відомості до рішення типових розрахунків: розрахунок кривих у плані ділянок траси, побудова поздовжнього профілю земної поверхні по трасі лінійної споруди, визначення об'ємів земляних робіт за проектними профілями, розрахунок необхідної точності побудови фізичних величин.

Методичні вказівки укладено для практичного застосування у навчальному процесі здобувачів вищої освіти за спеціальністю G19 «Будівництво та цивільна інженерія».

Укладач: П.Є. Уваров – к.т.н., доцент кафедри БУПП

Рецензент: Н.І. Білошицька – доцент

ЗМІСТ

1. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ТРАСИ.	4
КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ	
1.1. Загальні вказівки	4
1.2. Розрахунок кривих у плані ділянок траси	4
1.3. Побудова поздовжнього профілю земної поверхні по трасі проектованої лінійної споруди	5
1.4. Побудова поперечних до траси профілів земної поверхні	7
2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СПОРУД	9
2.1. Загальні вказівки	9
2.2. Проектування лінійної споруди	9
2.2.1. Проектування профілів траси	9
2.2.2. Визначення об'ємів земляних робіт за проектними профілями	14
2.3. Проектування планового положення ділянки вулиці і будівлі.	19
2.3.1. Визначення горизонтальних прямокутних координат проектних точок.	19
2.3.2. Побудова проектних горизонталей ділянки вулиці	22
2.3.3. Побудова проектних горизонталей і контуру котловану	23
2.3.4. Визначення об'єму котловану за проектними горизонталями.	25
3. ПІДГОТОВКА ДАНИХ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОЗБИВОЧНИХ РОБІТ	27
3.1. Загальні вказівки.	27
3.2. Способи побудови проектних точок	27
3.3. Обчислення фізичних величин, що визначають положення проектних точок	30
3.4. Розрахунок необхідної точності побудови фізичних величин	31
3.5. Способи побудови точок горизонтальних криволінійних осей	33
3.6. Складання розбивочного креслення	36
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	38

1.ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ТРАСИ. КАМЕРАЛЬНІ РОБОТИ

1.1. Загальні вказівки

За результатами польових робіт при інженерно-геодезичних вишукуваннях траси складають план місцевості та профіль земної поверхні, на підставі яких розробляють проект лінійної споруди.

Мета роботи – вивчити технологію побудови профілів земної поверхні за матеріалами польових робіт, освоїти розрахунок кривих ділянок траси.

Технічні засоби: калькулятор, лінійка, два аркуші міліметрового паперу формату 297x550 мм.

Зміст роботи: побудувати поздовжній і чотири поперечних профілі земної поверхні.

Вихідні дані: журнал геометричного нівелювання траси з пікетажним абрисом, радіус колової кривої, кут повороту та пікетажне значення вершини кута.

Звітний матеріал: поздовжній профіль земної поверхні по трасі лінійної споруди, чотири профілі земної поверхні, перпендикулярних до траси.

1.2. Розрахунок кривих у плані ділянок траси

За заданим радіусом R і кутом повороту φ основні елементи колової кривої обчислюють за формулами:

$$\text{тангенс } T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} ; \quad (1.1)$$

$$\text{крива } K = R \frac{\varphi'}{\rho} = \frac{\pi R \varphi^\circ}{180^\circ} ; \quad (1.2)$$

$$\text{домір } D = 2T - K ; \quad (1.3)$$

$$\text{бісектриса } B = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\varphi}{2}} - 1 \right) . \quad (1.4)$$

За елементами колової кривої і пікетажним значенням вершини кута обчислюють пікетажні значення:

$$\text{початку кривої } PK_{PK} = PK_{BK} - T;$$

$$\text{кінця кривої } PK_{KK} = PK_{PK} + K;$$

$$\text{середини кривої } PK_{СК} = PK_{PK} + K/2.$$

$$\text{Контроль: } PK_{PK} = PK_{BK} + T - D;$$

$$PK_{СК} = PK_{KK} - K/2.$$

Приклад. Вихідні дані: $R=100$ м, $\varphi = 38^\circ 34'$.

Елементи кривої : $T= 34,99$; $K= 67,31$ м; $B= 5,94$ м; $D= 2,67$ м.

Пікетажні значення:

$$\begin{array}{r} PK_{B \text{ кута}} = PK \ 1+81,34 \\ - T \qquad \qquad \qquad 34,99 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} PK_{PK} = PK \ 1+ 46,35 \\ + K \qquad \qquad \qquad 67,31 \\ \hline \end{array}$$

$$PK_{KK} = PK \ 2+13,66$$

$$\begin{array}{r} PK_{B \text{ кута}} = PK \ 1+81,34 \\ + T \qquad \qquad \qquad 34,99 \\ \hline \end{array}$$

$$\Sigma \qquad = PK \ 2+16,33$$

$$\begin{array}{r} -D \qquad \qquad \qquad 2,67 \\ \hline \end{array}$$

$$PK_{KK} = PK \ 2+13,66.$$

1.3. Побудова поздовжнього профілю земної поверхні по трасі лінійної споруди

Поздовжній і поперечний профіль земної поверхні по трасі будують на міліметровому папері. Для побудови поздовжнього профілю приймають масштаби віддалей горизонтальних 1:2000, вертикальних – 1:200.

Необхідні дані для побудови профілю розміщують в сітці профілю у відповідному рядку. Вигляд сітки профілю визначається видом лінійної споруди. На рис. 1.1 показана форма сітки поздовжнього (рис. 1.1,а) і поперечного (рис. 1.1,б) профілів траси автодороги

<i>Проектні ухили</i>			<i>10</i>
<i>Довжина, м</i>			
<i>Проектні висоти</i>			<i>15</i>
<i>Фактичні висоти</i>			<i>15</i>
<i>Відстань, м</i>		<i>5</i>	
<i>Пікети</i>		<i>5</i>	
<i>Прямі й криві</i>			<i>30</i>
<i>Розгорнутий план траси</i>			<i>20</i>

а

<i>Проектні ухили</i>			<i>10</i>
<i>Довжина, м</i>			
<i>Проектні висоти</i>			<i>15</i>
<i>Фактичні відмітки</i>			<i>15</i>
<i>Відстань, м</i>		<i>5</i>	
<i>Пікети</i>		<i>5</i>	

б

Рисунок 1.1 – Назви і розміри рядків сіток профілів: а) поздовжнього профілю траси автодороги; б) поперечного профілю траси автодороги

Послідовність побудови поздовжнього профілю земної поверхні:

- розмітити сітку профілю в нижній частині аркуша міліметрового паперу з відповідними назвами рядків (рис. 1.1,а) і довжиною рядків, що дорівнює горизонтальній проекції профілю, передбачивши в нижньому правому куті аркуша місце для основного напису креслення;

- заповнити рядок „Відстані” (вертикальними мітками позначити положення пікетів через 100 м в горизонтальному масштабі, а також проміжні між пікетами точки траси, положення яких визначено по відношенню до пікетів за даними пікетажної книжки); виписати віддалі між проміжними точками і пікетами; в рядку „Пікети” підписати номери пікетів;

- заповнити рядок „Фактичні висоти” значеннями відповідних висот пікетів і проміжних точок журналу геометричного нівелювання траси;

- вибрати з фактичних висот найменше значення висоти; верхню лінію сітки профілю прийняти за умовний горизонт, якому надати висоту з

таким розрахунком, щоб точка з найменшою висотою була віддалена від верхньої лінії сітки більше 4 см;

- на перпендикулярах до міток від лінії умовного горизонту в вертикальному масштабі 1:200 відкласти фактичні висоти земної поверхні; одержані точки з'єднати послідовно ламаною лінією, яка буде профілем земної поверхні;

- у рядку „План траси” побудувати розгорнутий план траси місцевості в масштабі 1:2000 за даними пікетажної книжки; для цього посередині рядка прямою лінією зобразити вісь лінійної споруди; в точках повороту стрілкою показати напрям повороту;

- заповнити рядок „Прямі й криві” ділянки траси; для цього необхідно обчислити пікетажні значення (див. підрозділ 1.2) і розмітити у рядку в горизонтальному масштабі положення точок початку і кінця кривої, які необхідно позначити вертикальними штрихами. Прямі ділянки траси зображують прямими лініями, в чисельнику яких пишуть довжину ділянки, а в знаменнику – дирекційний кут. Криві ділянки траси зображують дугами так, як показано на рис. 1.2 : рис.1.2,а – поворот направо, рис.1.2,б – поворот наліво.

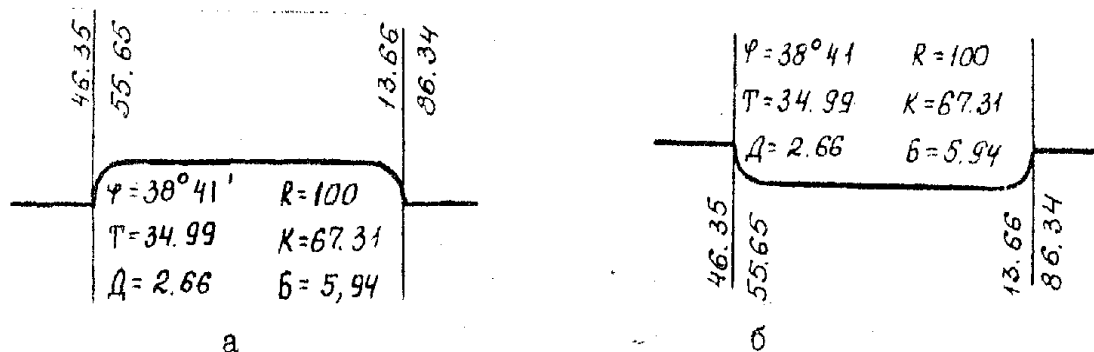


Рисунок 1.2 – Зображення кривих ділянок траси

Поряд з мітками початку і кінця траси пишуть відстані до найближчих пікетів.

1.4. Побудова поперечних до траси профілів земної поверхні

У журналі геометричного нівелювання траси положення точок поперечних перетинів позначено в їх назві. Наприклад, назва ПК 3+65Л20 означає, що поперечний перетин розміщений на ПК 3+65м, а точка

поперечного перетину знаходиться на перпендикулярі зліва (Л) в 20 м від траси.

Для побудови поперечних профілів необхідно прийняти масштаб горизонтальних і вертикальних віддалей 1:200.

Послідовність побудови поперечних профілів:

розмітити чотири сітки профілів на аркуші міліметрового паперу з назвою рядків (див. рис.4.2,б) і довжиною рядків, яка відповідає довжині поперечного перетину, передбачивши в нижньому правому куті місце для основного напису креслення;

у рядку „Відстань” вертикальними мітками позначити положення точок поперечного перетину в масштабі 1:200, починаючи з крайньої лівої точки; виписати довжини ліній між суміжними точками;

у рядок „Фактичні висоти” занести висоти відповідних точок з журналу геометричного нівелювання траси, для кожного поперечного профілю вибрати свою висоту лінії умовного горизонту з таким розрахунком, щоб нижня точка профілю відстояла від верхньої лінії сітки більше 5 см;

на перпендикулярах до міток від лінії умовного горизонту в масштабі 1:200 відкласти фактичні висоти земної поверхні; одержані точки з'єднати послідовно ламаною лінією.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення інженерно-геодезичним вишукуванням. Перелічіть види робіт, які виконують при інженерно-геодезичних вишукуваннях трас лінійних споруд.
2. За якими формулами обчислюють елементи колової кривої?
3. Як побудувати пікети на прямій, нахиленій ділянці траси?
4. Як обчислити прямокутні координати пікетів на кривих ділянках траси?
5. В якій послідовності будують поздовжній профіль земної поверхні по трасі лінійної споруди?
6. В якій послідовності будують профіль земної поверхні, перпендикулярний до траси?

2. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СПОРУД

2.1 Загальні вказівки

Завдання інженерно-геодезичних робіт при проектуванні споруд полягає у визначенні геометричних параметрів і просторового положення об'єктів проекту.

Мета роботи – засвоїти типові методи визначення геометричних параметрів і положення у просторі при проектуванні споруд.

Зміст роботи: проектування профілів лінійної споруди; визначення об'ємів земляних робіт за проектними профілями, визначення горизонтальних прямокутних координат проектних точок; побудова проектних горизонталей ділянки вулиці, котловану під будівлю; визначення об'єму котловану.

Вихідні дані: топографічний план, профілі земної поверхні по трасі лінійної споруди, побудовані в результаті виконання попередніх завдань.

2.2. Проектування лінійної споруди

2.2.1. Проектування профілів траси

На поздовжньому і поперечних профілях земної поверхні необхідно знайти таку лінію, що відповідає технічним умовам конкретної траси. Для навчального завдання – проектування профілю траси автодороги ставляться такі технічні умови:

на будь-якій ділянці між точками $j, j+1$ ухил не повинен перевищувати за модулем граничне значення

$$0,003 \leq i_{j,j+1}^n \leq 0,080;$$

у точках зламу проектної лінії алгебраїчна різниця ухилів суміжних ділянок не повинна перевищувати граничне значення

$$i_{j-1,j}^n - i_{j,j+1}^n \leq 0,015;$$

положення точок зламу проектної лінії повинно забезпечувати можливість відведення дощових вод; відстань між суміжними точками зламу проектної лінії (крок проектування) має бути більше $d_{min} = 50$ м; необхідно додержуватись балансу і мінімуму земляних робіт.

Послідовність проектування поздовжнього профілю траси:

1. Задані проектні позначки $H^{np}_{ПК0}$, $H^{np}_{ПК7}$ записати в рядках „Проектні висоти” і по них одержати на профілі положення точок примикання проектної траси до існуючої.

2. За допомогою прозорих лінійок або нитки, натягнутої між точками примикання траси, намітити положення точок зламу проектної лінії в декількох варіантах з наближеним аналізом виконання технічних умов.

3. У точках зламу проектної лінії графічно визначити H^n_j по шкалі вертикального масштабу і занести в рядок „Проектні висоти”.

4. Заповнити рядок „Проектні ухили, довжина”, вертикальними мітками позначити положення точок зламу проектної лінії, в одержаних прямокутниках провести діагоналі відповідно до знаку ухилу (рис. 5.1, а, в), під діагоналлю нанести довжину $d_{j,j+1}$ ділянки, над діагоналлю – проектний ухил ділянки, виражений у промілях (до десятих часток), ухил ділянки обчислити за формулою

$$i^n_{j,j+1} = \frac{H^n_{j+1} - H^n_j}{d_{j,j+1}}. \quad (2.1)$$

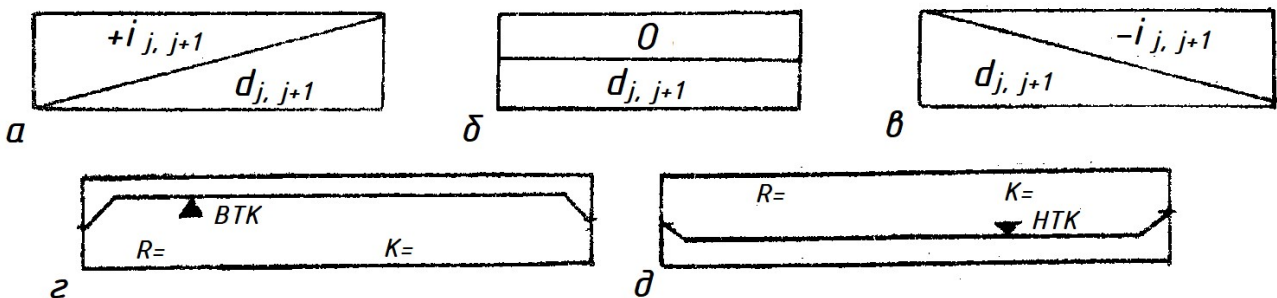


Рисунок 2.1 - Позначення ділянок проектних ухилів

Порівняти ці значення з встановленими в технічних умовах. У місцях зламів проектної лінії, де алгебраїчна різниця суміжних ухилів перевищує допустиме значення (0,015), необхідно проектувати вертикальні криві. Для цього треба розрахувати елементи вертикальної кривої за формулами

$$\begin{aligned} K &= R(i^n_{j-1,j} - i^n_{j,j+1}); \\ T &= K / 2, \end{aligned} \quad (2.2)$$

де R - радіус вертикальної кривої, який задається вихідними даними варіанта завдання.

Відкладаючи від точки j величину T назад, одержують положення точки **ПК** („Початок вертикальної кривої”), відкладаючи величину T вперед, - точку **КК** („Кінець вертикальної кривої”).

У рядку „Проектні ухили, довжина” треба позначити ділянку вертикальної опуклої (рис. 2.1, г), вгнутої (рис. 2.1, д) кривої. Положення верхньої точки кривої (**ВТК**) або нижньої точки кривої (**НТК**) необхідно одержати відкладаючи довжину

$$d_{ПК,ВТК} = R \cdot i^n_{j-1,j} \quad (2.3)$$

від початку вертикальної кривої.

5. У рядок „Проектні висоти” занести проектні висоти до сантиметрів для фіксованих точок земної поверхні, розташованих між точками зламу проектної лінії, проектні висоти точок прямих ділянок обчислити за формулою

$$H^n_m = H^n_j + i^n_{j,j+1} \cdot d_{j,m}. \quad (2.4)$$

Проконтролювати обчислення за формулою

$$H^n_m = H^n_{j+1} + i_{j+1,j} \cdot d_{j+1,m}. \quad (2.5)$$

Висоти точок вертикальної кривої доцільно обчислити, використовуючи висоту верхньої точки кривої (або висоту нижньої точки кривої):

$$\begin{aligned} H^n_{ВТК} &= H^n_{ПК} + d^2_{ПК,ВТК} / 2R; \\ H^n_{НТК} &= H^n_{ПК} - d^2_{ПК,НТК} / 2R. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Висота точки P вертикальної кривої:

$$\begin{aligned} H^n_P &= H^n_{ВТК} - d^2_{ВТК,P} / 2R; \\ H^n_P &= H^n_{НТК} + d^2_{НТК,P} / 2R. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Для контролю обчислень треба одержати графічно по шкалі вертикального масштабу висоти відповідних точок вертикальної кривої.

6. При відсутності фактичної позначки в точці зламу проектної лінії останню необхідно обчислити за формулою

$$H^\phi_j = H^\phi_A + \frac{H^\phi_B - H^\phi_A}{d_{AB}} \cdot d_{Aj}, \quad (2.8)$$

де H_A, H_B – висоти точок на кінцях ліній одного фактичного ухилу місцевості, між якими розміщена точка j .

7. У кожній точці j зламу проектного або фактичного профілю місцевості обчислити робочі позначки як перевищення проектної позначки над фактичною за формулою

$$h_j = H^n_j - H^\phi_j. \quad (2.9)$$

Одержані значення написати на перпендикулярах поряд с проектною лінією: від`ємки – під лінією, додатки – над лінією.

8. Обчислити (до сантиметрів) довжини d_{AO}, d_{OB} (рис.2.2), що визначають положення точок нульових робіт на перетині профілю поверхні землі і проектної лінії по відношенню до найближчих робочих позначок за формулами:

$$\begin{aligned} d_{AO} &= d_{AB} \cdot \frac{|h_A|}{|h_A| + |h_B|}; \\ d_{OB} &= d_{AB} \cdot \frac{|h_B|}{|h_A| + |h_B|}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

За довжинами d_{AO} , d_{OB} необхідно знайти основу перпендикуляра до точки нульових робіт, а потім на профілі – точку нульових робіт. Довжини d_{AO} , d_{OB} підписують поряд з перпендикуляром.

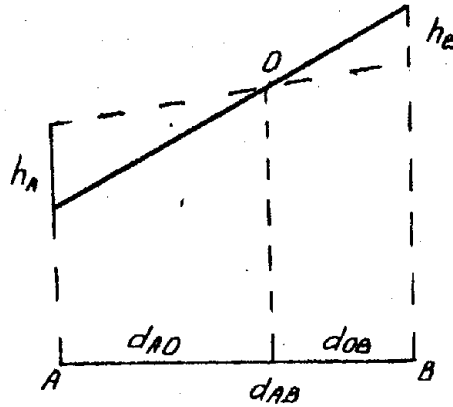


Рисунок 2.2 - Положення точки нульових робіт на поздовжньому профілі

Послідовність проектування поперечних профілів траси:

- перенести з поздовжнього профілю в рядок „Проектні висоти” проектну позначку осі лінійної споруди на цьому поперечному профілі і, відкладаючи її від лінії умовного горизонту, нанести точку поперечного проектного профілю;

- побудувати проектну лінію, дотримуючись навчальної умови: ширина полотна насипу або виймки 10 м, проектний ухил верху земляного полотна 0, проектний ухил відкосів $i=h:d=1:m=1:1,5=0,667$; для цього від нанесеної точки на осі споруди провести вліво і вправо горизонтальні відрізки довжиною по 5 м в масштабі 1:200; від кінця відрізка побудувати точку на лінії відкосу шляхом відкладання вертикального відрізка довжиною $d=1$, одиниця (наприклад, 10 мм) і горизонтального довжиною $h=1,5$ одиниць (наприклад, 15 мм) (рис.2.3) і через точку провести лінію відкосу до перетину з профілем земної поверхні;

- обчислити проектні й робочі позначки на поздовжньому профілі;
- обчислити довжини d_{AO} горизонтальних ліній від точок нульових робіт (рис. 2.4) до найближчих робочих позначок за формулою

$$d_{AO} = \frac{|h_A|}{|i^n - i^\phi|} \quad (2.11)$$

і занести їх у рядок „Проектні ухили”.

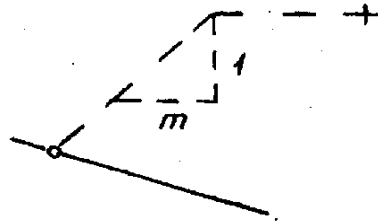


Рисунок 2.3 - Схема побудови лінії відкосу

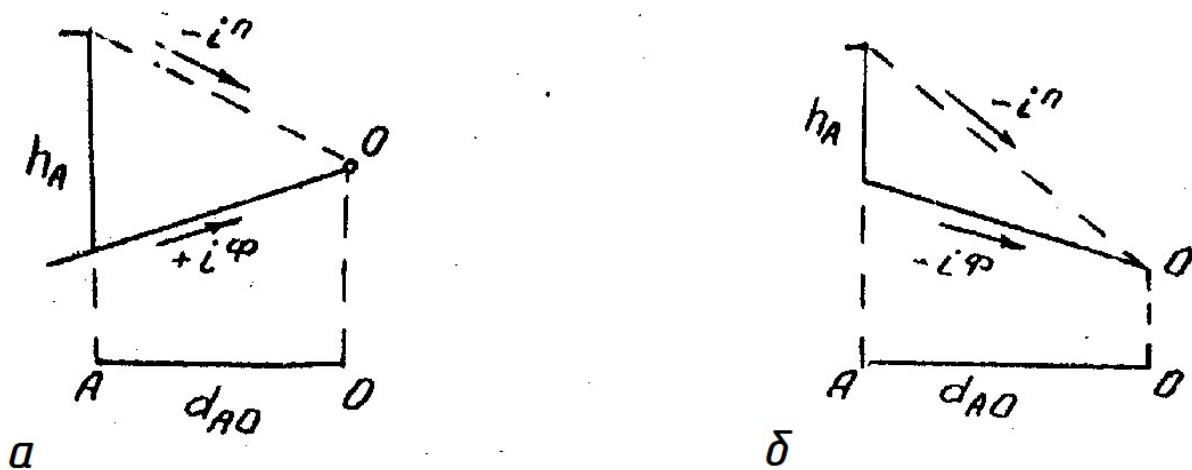


Рисунок 2.4 - Положення точки нульових робіт на поперечному профілі

Профілі необхідно оформити у туші або пастою лініями товщиною 0,2-0,3 мм; чорним кольором – всі дані і лінії профілю земної поверхні, червоним – всі дані й лінії проектного профілю, синім – перпендикуляри до точок нульових робіт і довжини ліній їх положення.

2.2.2 Визначення об'ємів земляних робіт за проектними профілями

Принцип визначення об'ємів земляних робіт ґрунтується на поділі вертикальними поперечними перетинами земляного тіла, розміщеного між земного і проектного поверхнями лінійної споруди на прості фігури та обчислення їх об'ємів (рис.2.5).

Між кожною суміжною парою вертикальних поперечних перетинів у загальному випадку утворюється призматойд, об'єм якого визначається за формулою Симпсона:

$$V_{n,n+1} = \frac{d_{n,n+1}}{6} (S_n + S_{n+1} + 4S_{n,n+1}), \quad (2.12)$$

де S_n, S_{n+1} – площі перетинів призматойда;

$S_{n,n+1}$ – площа поперечного перетину, розміщеного посередині між перетинами n і $n+1$;

$d_{n,n+1}$ – довжина призматойда.

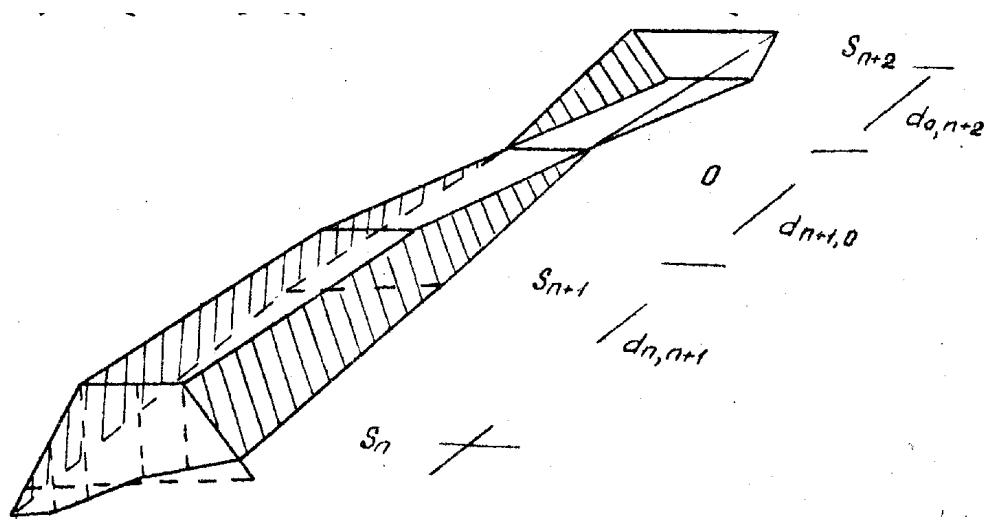


Рисунок 2.5 - Принцип поділу об'єму земляного тіла

Між точками нульових робіт – насип або виїмки (рис. 2.6). підсумовування складових об'ємів одного виду приводить до загального об'єму окремо насипу, окремо виїмки.

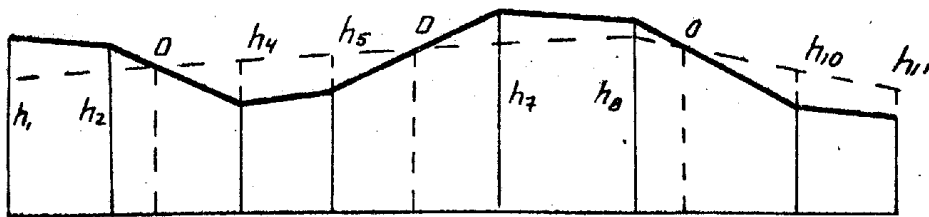


Рисунок 2.6 - Межі насипу і виїмки

Послідовність визначення об'ємів земляних робіт:

1. Для перетинів, на яких побудовані поперечні профілі, їх площі необхідно обчислити за робочими позначками h_j і відстанями між ними $d_{j,j+1}$ як суму площ елементарних трапецій (рис. 2.7):

$$S_n = \sum_1^n \frac{h_j + h_{j+1}}{2} \cdot d_{j,j+1}, \quad (2.13)$$

потім одержати для цих перетинів робочу позначку рівновеликої за площею трапеції (еквівалентну робочу позначку h^e)

$$h_n^e = \frac{-b + \sqrt{b^2 + 4mS_n}}{2m}, \quad (2.14)$$

(при $b=10, m=1,5$); обчислення виконати у відомості (табл..2.1).

Таблиця 2.1 - Відомість обчислення площ поперечних перетинів насипів і виїмок

Пікети	Робоча позначка h , м	Середнє значення h^{cp} , м	Горизонтальна віддаль d , м	Площі окремих фігур S_j , м ²	Площа перетину $\sum S_j$, м ²	Еквівалентна робоча позначка h^e , м
1	2	3	4	5	6	7
0	0					
		-2,16	6,84	-14,77		
	-4,31					
		-4,22	5,00	-21,10		
	-4,13				-69,61	4,25
		-4,16	5,00	-20,80		
	-4,19					
		-2,10	6,16	-12,94		
	0					

1	2	3	4	5	6	7
3	0					
		+1,10	3,27	+3,60		
	+2,19					
		+2,18	5,00	+10,90		
	+2,17				+29,88	2,24
		+2,36	5,00	+11,30		
	+2,34					
		+1,17	3,49	+4,08		
6	0					
	0					
		-0,16	0,40	-0,06		
	-0,33					
		-0,74	5,00	-3,70		
	-1,14				-8,98	0,80
		-0,96	5,00	-4,80		
	-0,78					
7	0					
	0					
		+0,62	1,71	+1,06		
	+1,25					
		+1,32	5,00	+6,60		
	+1,38				+14,36	1,21
		+1,20	5,00	+6,60		
	+1,02					
	+0,51	1,38	0,70			
0						

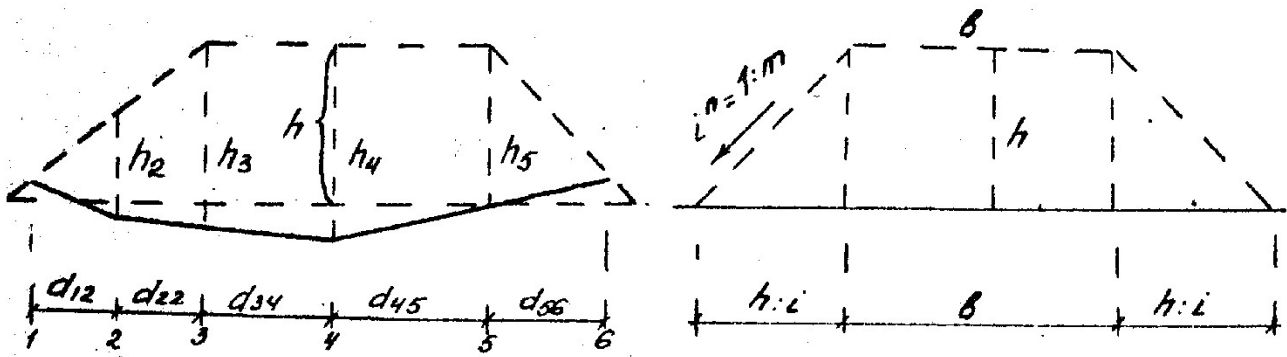


Рисунок 2.7 - Поперечний перетин насипу

2. Обчислити площі поперечних перетинів трапецевидної форми за робочими або за еквівалентними робочими позначками:

$$S_n = mh_n^2 + bh_n \quad (2.15)$$

при $m=1,5$; $b=10$ м; дані занести у відомість (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Відомість обчислення об'ємів земляних робіт за проектними профілями

Пікет	Робоча позначка $h, \text{м}$	Площа перетину $S_n, \text{м}^2$	Середня площа $S_{n,n+1}^{\text{ср}}, \text{м}^2$	Приріст площі $\Delta S_{n,n+1}, \text{м}^2$	Віддаль $d_{n,n+1}, \text{м}$	Об'єм, м^3	
						насыпу +V	виймки -V
1	2	3	4	5	6	7	8
0	-4,25	69,59					
			40,22	2,72	100		3750
1	-0,95	10,85					
			5,42	0,22	38		197
1+38	0	0					
1	2	3	4	5	6	7	8
			9,77	0,62	62	567	
2	+1,58	19,54					
			14,88	0,09	60	887	
2+60	+0,90	10,22					
			20,07	0,45	40	785	
3	+2,24	29,93					
			17,42	0,79	100	1663	
4	+0,46	4,92					
			2,46	0,05	59	142	
4+59	0	0					
			1,67	0,03	41		68
5	-0,32	3,35					
			6,15	0,06	100		609
6	-0,80	8,96					
			4,48	0,16	45		194

1	2	3	4	5	6	7	8
6+45	0	0					
			7,15	0,37	55	373	
7	+1,21	14,30					
						$\sum +V=4417$	
						$\sum -V= - 4818$	
						$\Delta V= - 401$	

3. Обчислити об'єми призматоїдів за перетвореною формулою Сімпсона:

$$V_{n,n+1} = d_{n,n+1} \cdot \left\{ S_{n,n+1}^{cp} - \Delta S_{n,n+1} \right\} \quad (2.16)$$

вважаючи, що $\frac{S_n + S_{n+1}}{2} = S_{n,n+1}^{cp}$; $m \cdot \frac{h_n - h_{n+1}}{6} = \Delta S_{n,n+1}$

якщо $|h_n - h_{n+1}| \leq 2m$; $d_{n,n+1} \leq 50m$, то $\Delta S_{n,n+1} \approx 0$.

2.3 Проектування планового положення ділянки вулиці і будівлі

2.3.1 Визначення горизонтальних прямокутних координат проектних точок

Вихідним матеріалом для детального проектування є генеральний план території (рис.2.8).

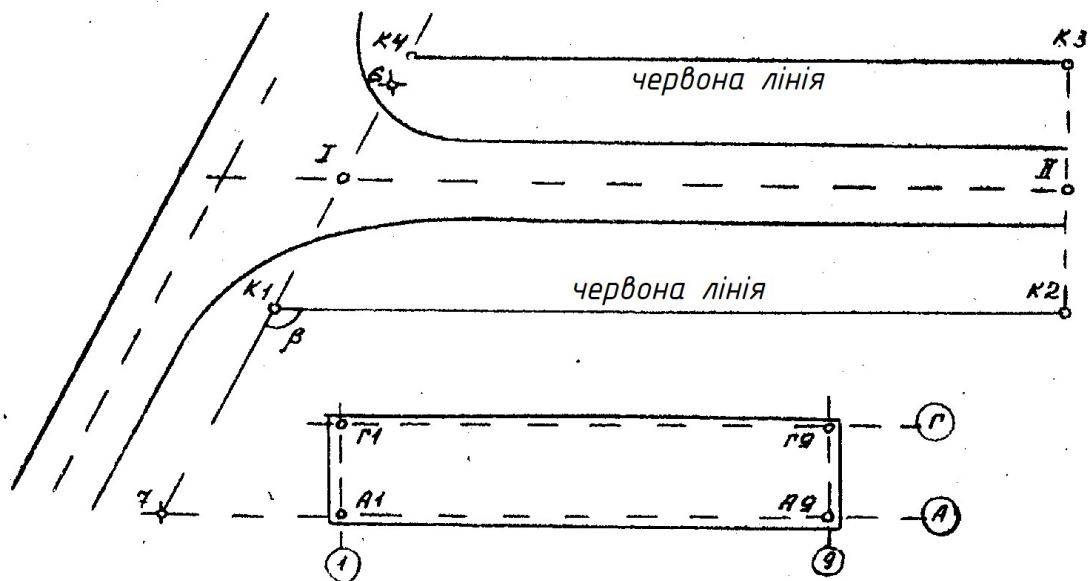


Рисунок 2.8 - Фрагмент генерального плану

Завдання полягає у визначенні горизонтальних прямокутних координат точок А1, А9, Г1, Г9 перетину опорних осей А, Г, І, 9 будівлі, точок К1, К2, К3, К4 червоних ліній, точок І, ІІ осі проїзної частини вулиці місцевого значення, розміщених на топографічному плані.

Існує два напрями розв'язання задачі – графічний і обчислювальний.

Графічний напрям дозволяється застосовувати як виняток для визначення координат вихідної точки, якщо немає можливості одержати їх обчислювальним шляхом.

Для визначення координат проектної точки Р (рис.2.9) при застосуванні вимірника і масштабної лінійки необхідно виміряти різниці координат ΔX_{AP} , ΔY_{AP} точки Р від південної і західної лінії квадрата координатної сітки. З метою врахування деформацій паперу необхідно виміряти також відрізки ΔX_{PB} , ΔY_{PB} . Координати точки слід визначити за формулами

$$\begin{aligned} X_P &= X_A + \frac{\Delta X_{AB}^{теор}}{\Delta X_{AP} + \Delta X_{PB}} \cdot \Delta X_{AP}; \\ Y_P &= Y_A + \frac{\Delta Y_{AB}^{теор}}{\Delta Y_{AB} + \Delta Y_{PB}} \cdot \Delta Y_{AP}, \end{aligned} \quad (2.17)$$

де $\Delta X_{AB}^{сп}$, $\Delta Y_{AB}^{теор}$ - теоретичний розмір сторін квадрата координатної сітки.

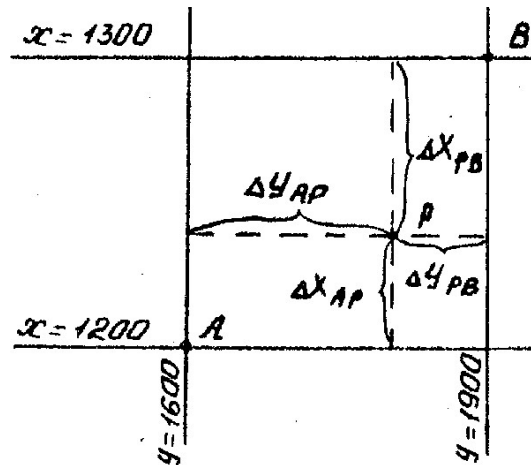


Рисунок 2.9 – Схема вимірювання приросту координат

Обчислювальний напрям, що застосовується, як правило, для визначення координат точок, полягає в послідовному розв'язуванні прямої геодезичної задачі за формулами

$$\begin{aligned} X_{j+1} &= X_j + d_{j,j+1} \cdot \cos \alpha_{j,j+1}; \\ Y_{j+1} &= Y_j + d_{j,j+1} \cdot \sin \alpha_{j,j+1}. \end{aligned} \quad (2.18)$$

Для навчального завдання (див. рис.2.8) координати точок необхідно обчислити в першому випадку в такій послідовності: 6, 7, АІ, А9, Г9, ГІ, АІ; в другому: 7, КІ, К2, ІІ, К3, К4, І, КІ. вихідні дані: координати точок 6, 7 теодолітного ходу, відстані $d_{АГ}$, $d_{І9}$ між осями будівлі; відстані $d_{7,АІ}$, $d_{7,КІ}$, $d_{КІ,К2}$, $d_{К2,ІІ}$, $d_{ІІ,К3}$; кут β повороту червоної лінії.

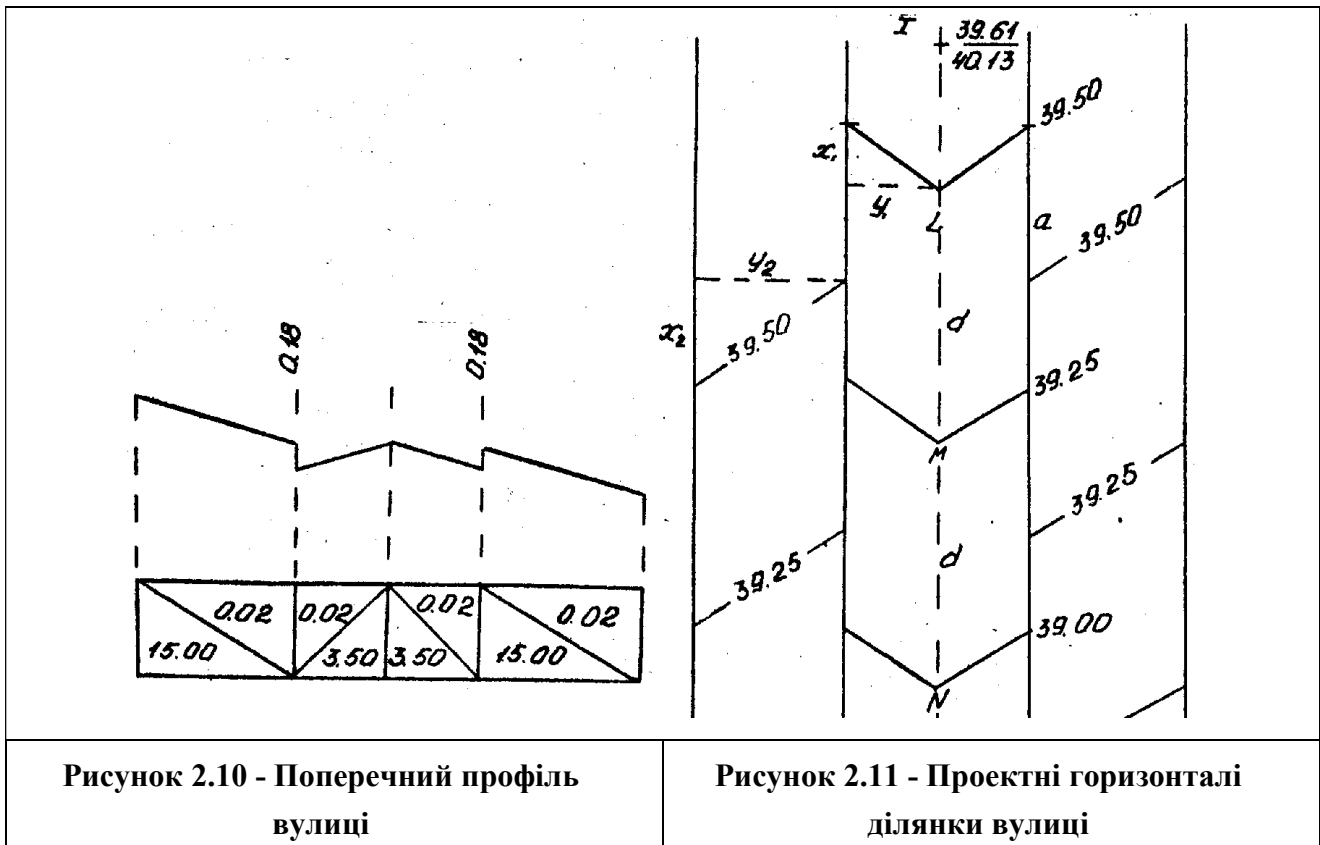
Дирекційні кути ліній обчислюють за формулою

$$\alpha_{j,j+1} = \alpha_{j-1,j} + \beta_j^{лів} \pm 180^\circ. \quad (2.19)$$

На топографічному плані необхідно побудувати за обчисленими координатами проектні точки і на основі їх положення – червоні лінії, проїзну частину дороги, будівлю.

2.3.2 Побудова проектних горизонталей ділянки вулиці

Вихідні дані: проектна позначка H_I^n точки I , поздовжній ухил i_x^n проїзної частини вулиці між точками $I-II$, характеристики проектного поперечного профілю вулиці (рис. 2.10), висота перетину рельєфу $h^n=0.25$ м.



Послідовність побудови:

- Обчислити закладення d між проектними горизонталями по осі проїзної частини

$$d = h^n : i_x^n, \quad (2.20)$$

відстань d_{IL} від вихідної точки I до точки L найближчої горизонталі

$$d_{IL} = (H_L^n - H_I^n) : i_x^n; \quad (2.21)$$

- нанести за цими даними на вісь $I-II$ точки L, M, N, \dots проектних горизонталей (рис.2.11);
- обчислити абсцису x_1 точки проектної горизонталі у бортового каменя за формулою:

$$x_1 = \frac{i_y^i}{i_x^n} y_1, \quad (2.22)$$

за допомогою якої побудувати проектні горизонталі на проїзній частині дороги;

- обчислити зсув a проектної горизонталі за рахунок висоти бортового каменя

$$a = h^b : i_x^n; \quad (2.23)$$

- обчислити абсцису x_2 точки проектної горизонталі біля червоної лінії за формулою:

$$x_2 = \frac{i_y^i}{i_x^n} y_2 \quad (2.24)$$

за допомогою величин a, x_2 побудувати горизонталі між проїзною частиною і червоною лінією.

2.3.3. Побудова проектних горизонталей і контуру котловану

Вихідні дані: побудувати на топографічному плані осі А, Г, 1, 9 будівлі; ухил $i^n=1:m$ відкосу котловану; проектна позначка H_D^n ; віддаль d_1 від осі нижньої бровки котловану, висота перетину h^n проектного рельєфу (рис. 2.12).

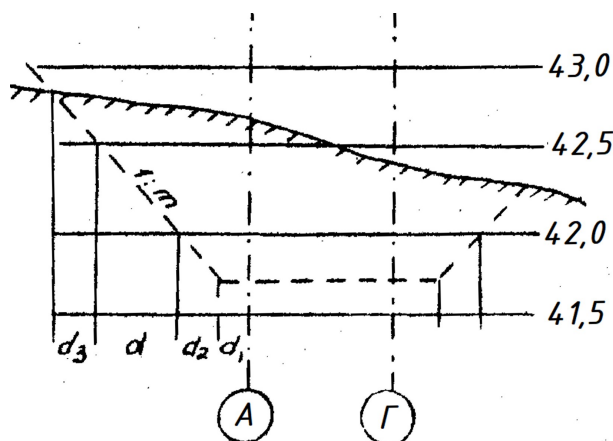


Рисунок 2.12 - Профіль котловану по осі 9-9.

Послідовність роботи:

- обчислити закладення d між проектними горизонталями котловану за формулою

$$d = h^n \cdot m; \quad (2.25)$$

віддаль d_2 від нижньої бровки котловану до найближчої нижньої горизонталі котловану з позначкою H_N^n :

$$d_2 = (H_N^n - H_D^n) \cdot m = h_{ND}^n \cdot m; \quad (2.26)$$

- нанести на план нижню бровку котловану у вигляді прямокутника, рівновіддаленого від опорних осей будівлі на відстань d_1 ;

- нанести на план проектну горизонталь, найближчу до нижньої бровки котловану у вигляді паралельних нижній бровці ліній, віддалених на відстань d_1 до перетину з відповідними однойменними горизонталями існуючої земної поверхні в точках нульових робіт;

- визначити положення точок O нульових робіт у кутах котловану, для чого одержати по горизонталях земної поверхні висоти H_a^ϕ, H_b^ϕ (див. підрозділ 1.5) і робочі позначки

$$h_a = H_a^n - H_a^\phi; h_b = H_b^n - H_b^\phi, \quad (2.27)$$

- обчислити за ним відстань d_{ao} за формулою

$$d_{ao} = \frac{|h_a|}{|h_a| + |h_b|} \cdot d_{ab}, \quad (2.28)$$

і перевищення h_{ao}^n

$$h_{ao}^n = d_{ao} : (m\sqrt{2}), \quad (2.29)$$

- нанести точки O нульових робіт на план (рис.2.13); з'єднати точки нульових робіт послідовно ламаною лінією, яка утворює верхню бровку котловану.

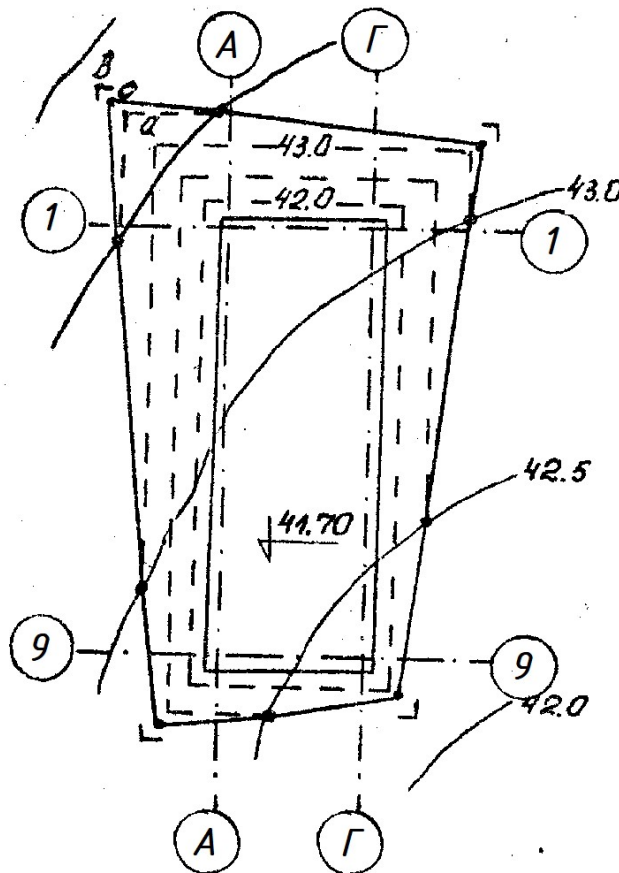


Рисунок 2. 13 - Проектні горизонталі й контур котловану

2.3.4. Визначення об'єму котловану за проектними горизонталями

Послідовність визначення об'єму котловану: одержати площі S_j контурів, обмежених проектними горизонталями і однойменними горизонталями земної поверхні (рис. 2.14). площі контурів, які мають криволінійну межу, треба одержати за допомогою планіметра (див. пункт 1.6). площі контурів з прямолінійними межами слід обчислити за розміром контуру до десятої частки квадратного метра;

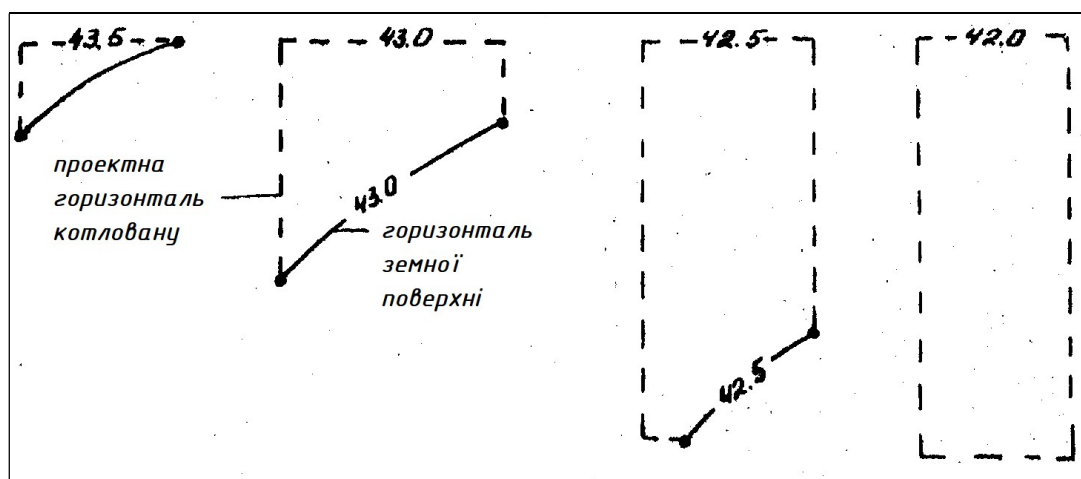


Рисунок 2.14 - Контурні, обмежені горизонталями

- пронумерувати послідовно контури, обмежені горизонталями з перетином h^n , починаючи з 1;

при непарному числі контурів горизонталей об'єм котловану треба одержати за формулою

$$V = V_{01} + V_{1N} + V_{ND}, \quad (2.30)$$

де V_{01} – об'єм тіла, обмеженого верхнім контуром горизонталей з площею S_1 і точкою O нульових робіт;

$$V_{01} = \frac{h_{ao}^n}{3} \cdot S_1; \quad (2.31)$$

де V_{1N} – об'єм тіла, утвореного непарним числом N контурів горизонталей, який обчислюють за формулою Самсона;

$$V_{1N} = \frac{h_n}{3} \{ (S_1 + S_N) + 2(S_3 + S_5 + \dots S_{n-2}) + 4(S_2 + S_4 + \dots S_{n-1}) \}; \quad (2.32)$$

де V_{ND} – об'єм тіла, обмеженого нижнім контуром горизонталей і контуром дна котловану, який обчислюють за формулою

$$V_{ND} = \frac{h_{ND}}{6} \{S_n + S_D + 4S_M\}, \quad (2.33)$$

де S_M – площа контуру, рівновіддаленого за висотою між контурами N і D ; його довжина (ширина) більше на $h_{ND}^n \cdot m$ довжини (ширини) дна котловану.

У випадку парного числа контурів горизонталей для застосування формули Симпсона необхідно прийняти за контур 1 точку b (див. рис.2.13) з площею $S_I=0$, тим самим створити непарне число використаних площ S_N . Тоді

$$V = V_{01} + V_{1N} + V_{ND}, \quad (2.34)$$

де $V_{01} = \frac{h_{ob}^n}{3} S_2$.

Контрольні запитання

1. Чому дорівнює перевищення між точками, якщо горизонтальна віддаль між ними 100 м, а ухил лінії профілю: 1) $i=00,00123$; 2) $i=12,3\%$?
2. За якими формулами обчислюють проектні ухили, проектні позначки, робочі позначки проектної лінії?
3. Як обчислюють робочу позначку в будь-якій точці профілю траси?
4. Як визначити положення точок нульових робіт на поздовжньому і поперечному профілях траси?
5. Як побудувати профіль із заданим ухилом?
6. Як визначити площу поперечного перетину?
7. Як визначити об'єми земляних робіт по проектним профілям?
8. Як визначити горизонтальні прямокутні координати проектних точок графічним методом?
9. Як обчислити горизонтальні прямокутні координати проектних точок?
10. В якій послідовності будують проектні горизонталі ділянки вулиці?
11. В якій послідовності будують проектні горизонталі і контур котловану?
12. Як визначити об'єм котловану за проектними горизонталями?

3. ПІДГОТОВКА ДАНИХ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОЗБИВОЧНИХ РОБІТ

3.1. Загальні вказівки

Геодезичні розбивочні роботи – складова частина технологічного процесу будівництва споруди.

Мета роботи – навчитися здійснювати частину *проекту виконання геодезичних робіт (ПВГР)*; розрахувати вихідні дані для виконання основних геодезичних розбивочних робіт, обґрунтувати необхідну точність робіт, скласти розбивочні креслення.

Зміст роботи: вибір способів побудови на місцевості точок опорних осей будівлі, точок червоної лінії і дороги; обчислення фізичних величин, які визначають положення проектних точок, попередній розрахунок необхідної точності побудови фізичних величин; складання розбивочного креслення.

Вихідні дані: фрагмент проекту детальної планіровки на топографічному плані; відомість координат проектних точок, відомість координат точок теодолітного ходу (геодезичні мережі).

Звітний матеріал: відомість обчислення полярних координат проектних точок; розбивочне креслення; аркуш з розрахунком необхідної точності побудови фізичних величин на місцевості.

3.2. Способи побудови проектних точок

Положення проектних точок на місцевості знаходять шляхом побудови фізичних величин від точок і ліній геодезичної розбивочної сітки, за яку в навчальному завданні треба прийняти теодолітний хід, прокладений для топографічної зйомки.

На підставі аналізу взаємного розташування на плані проектних точок і точок геодезичної розбивочної сітки необхідно вибрати доцільні способи побудови проектних точок.

Спосіб полярних координат – найбільш поширений. Положення проектної точки P знаходять шляхом побудови полярного кута β в точці стояння S геодезичної сітки від напрямку ST на точку орієнтування T геодезичної сітки і потім – полярної відстані d (рис.3.1).

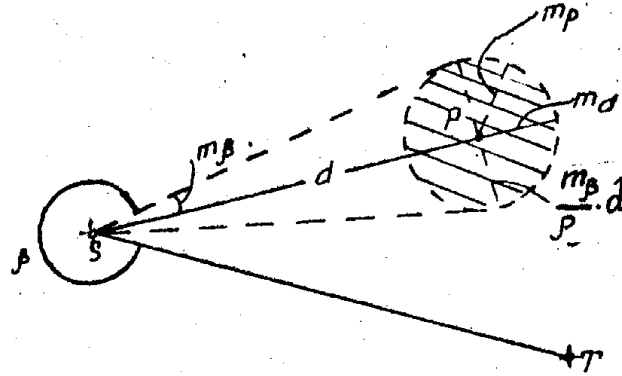


Рисунок 3.1 - Спосіб полярних координат

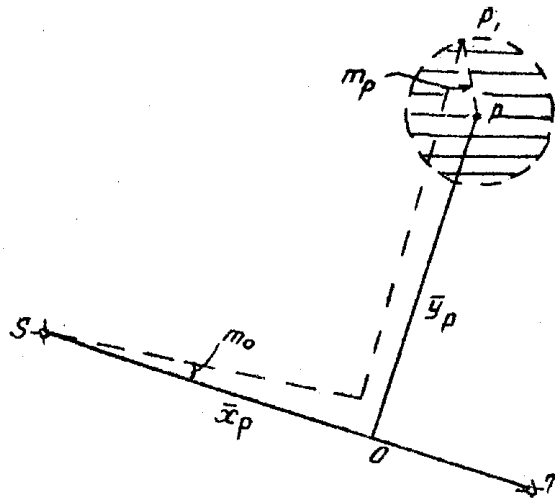


Рисунок 3.2 - Спосіб прямокутних координат

Похибка m_P положення точки P визначається із залежності

$$m_P = \sqrt{d^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 + m_d^2}, \quad (3.1)$$

де m_β – похибка побудови кута;

m_d – похибка побудови довжини;

ρ – радіан.

Спосіб прямокутних координат доцільно застосувати при ординатах менших 10 м від вихідної лінії ST геодезичної сітки (рис.3.2).

Похибку m_P положення точки P визначають із залежності

$$m_P = \sqrt{\left\{ \left(\frac{m_0}{\rho} \right)^2 \cdot \bar{x}^2 + m \frac{2}{\bar{x}} \right\} + \left\{ \left(\frac{m_{90}}{\rho} \right)^2 \cdot \bar{y}^2 + m \frac{2}{\bar{y}} \right\}} \quad (3.2)$$

де m_0, m_{90} – похибки побудови кутів $0^\circ, 90^\circ$ відповідно.

Спосіб кутових засічок застосовується в тому випадку, коли утруднені лінійні вимірювання. Шляхом побудови полярного кута β_S в точці S і полярного кута в точці T знаходять положення точки P на перетині побудованих сторін кутів (рис.3.3).

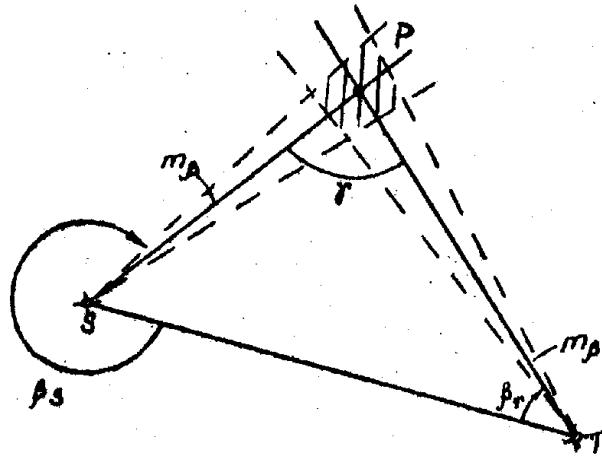


Рисунок 3.3 - Спосіб кутових засічок

Похибку m_P положення точки P визначають із залежності

$$m_P = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{d_{SP}^2 + d_{TP}^2}}{\sin \gamma}, \quad (3.3)$$

де γ – кут засічки в точці P .

Задовільна похибка m_P досягається при $40^\circ < \gamma < 140^\circ$. Спосіб лінійних засічок застосовують у випадку, коли утруднені кутові вимірювання або коли полярні радіуси не перевищують довжину робочої міри (рис.3.4).

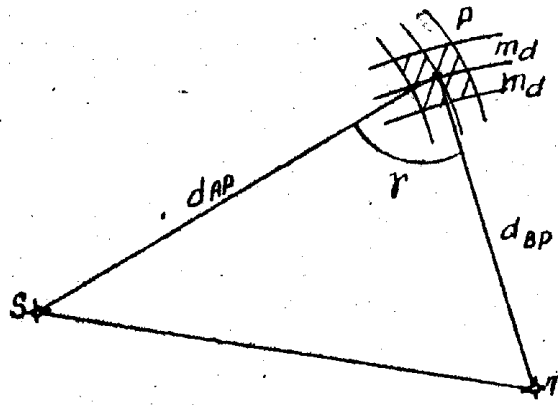


Рисунок 3.4 - Спосіб лінійних засічок

Похибку положення точки Р визначають із залежності

$$m_p = \frac{\sqrt{m_{d_{SP}}^2 + m_{d_{TP}}^2}}{\sin \gamma} \quad (3.4)$$

задовільна похибка досягається при $40^\circ < \gamma < 140^\circ$.

Вихідними для розбивочних робіт точками геодезичної сітки слід вибрати ті, які найближче розташовані до проектних точок. Для контролю і підвищення точності робіт треба передбачити в окремих випадках застосування надлишкового числа фізичних величин.

3.3. Обчислення фізичних величин, що визначають положення проектних точок

Вихідні дані: координати точок геодезичної сітки і координати S, T проектних точок P_j .

Полярні координати обчислюють в результаті розв'язання оберненої геодезичної задачі:

значення полярного радіуса

$$d_{SP} = \sqrt{(x_P - x_S)^2 + (y_P - y_S)^2}; \quad (3.5)$$

значення дирекційного кута напрямку

$$\alpha_{SP} = \arctg \frac{y_P - y_S}{x_P - x_S}, \quad (3.6)$$

значення полярного кута

$$\beta_{TSJ} = \alpha_{SJ} - \alpha_{ST}. \quad (3.7)$$

Ці формули застосовують для обчислень значень фізичних величин кутової і лінійної засічок.

Прямокутні координати обчислюють за формулами перетворення координат при переході від однієї системи до другої:

$$\begin{aligned} \overline{x_P} &= (x_P - x_S) \cos \alpha_{ST} - (y_P - y_S) \sin \alpha_{ST}; \\ \overline{y_P} &= (x_P - x_S) \sin \alpha_{ST} + (y_P - y_S) \cos \alpha_{ST}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

або після обчислення полярних координат за формулами

$$\begin{aligned} \overline{x_P} &= d_{SP} \cdot \cos \beta_{TSJ}; \\ \overline{y_P} &= d_{SP} \cdot \sin \beta_{TSJ}. \end{aligned} \quad (3.9)$$

Результати обчислень слід подати у відомості.

3.4. Розрахунок необхідної точності побудови фізичних величин

Розрахунок точності побудови фізичних величин, необхідної для одержання будівельного розміру P_1P_2 між осями споруди з точністю ведуть на підставі загальної формули середньої квадратичної похибки функції результатів вимірювань і формул, наведених в пункті 3.3, з урахуванням технології побудови фізичних величин.

Середню квадратичну похибку розміру між осями обчислюють за будівельними допусками відповідно до стандартів системи забезпечення геометричної точності в будівництві.

Для наближених розрахунків необхідно використати залежність

$$m_{P_1P_2}^2 = m_{P_1}^2 + m_{P_2}^2 + m_{ST}^2, \quad (3.10)$$

де m_{P_1} і m_{P_2} - середні квадратичні похибки положення проектних точок P_1 і P_2 , побудованих з вихідних точок S , T відповідно; можна вважати, що

$$m_{P_1} = m_{P_2};$$

m_{ST} - середня квадратична похибка довжини ST вихідної лінії.

Приклад. Нехай положення проектних точок P_1, P_2 будівлі буде одержано полярними координатами з двох вихідних точок S, T (рис.3.5). При цьому $m_{P_1P_2} = \pm 2$ см, $d_{SP} = d_{TP} = 70$ м, $d_{ST} = 200$ м, $d_{SP} : d_{ST} = 1 : 20000$. З якою точністю для цього необхідно побудувати полярні кути і полярні відстані ?

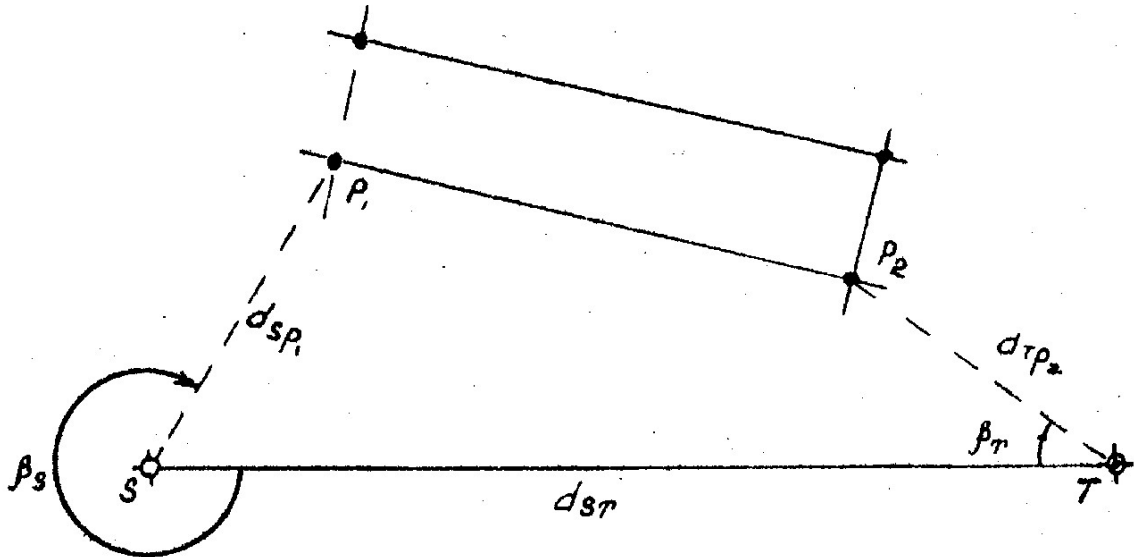


Рисунок 3.5 - Розташування проектних і вихідних

Розв'язання. Абсолютна похибка вихідної лінії ST .

$$m_{ST} = d_{ST}(1:M) = 200:20000 = \pm 0,01 \text{ м.}$$

Приймаючи у вищенаведеній залежності $m_{P_1} = m_{P_2}$ можна одержати

$$m_{P_1P_2} = 2m_P^2 + m_{ST}^2, \quad (3.11)$$

звідки

$$m_P = \sqrt{\frac{m_{P_1P_2} - m_{ST}^2}{2}}, \quad (3.12)$$

або, підставляючи численні значення,

$$m_P = \sqrt{\frac{2^2 - 1^2}{2}} = \pm 1,22 \text{ см.} \quad (3.13)$$

Приймаючи принцип рівного впливу похибки побудови кута і похибки побудови довжини у формулі похибки положення проектної точки для способу полярних координат, тобто

$$\frac{m_{\beta}}{\rho} d = m_d, \quad (3.14)$$

одержимо

$$m_P = \sqrt{2m_d^2}. \quad (3.15)$$

При $m_P = 1,22\sqrt{2} = \pm 0,86 \text{ см}$.

або у відносній мірі

$$\frac{m_d}{d} = \frac{0,86 \text{ см}}{7000 \text{ см}} = \frac{1}{8100}.$$

На підставі прийнятого принципу

$$\frac{m_{\beta}}{\rho} = \frac{1}{8100},$$

звідки $m_{\beta} = \frac{1}{8100} \cdot 206000'' = \pm 25''$.

На підставі розрахованої точності побудови кута і довжини, необхідної для забезпечення будівництва, треба вибрати засоби вимірювання і відповідну технологію побудови фізичних величин.

3.5. Способи побудови точок горизонтальних криволінійних осей

Головні точки горизонтальних криволінійних осей (вершина кута – **ВК**, початок кривої **ПК**, кінець кривої – **КК**, середина кривої – **СК** і при малих радіусах – центр кола) будують способами, описаними в пункті 3.2.

Детальну розбивку горизонтальних кривих здійснюють на головні точки кривих і виконують в другу чергу. Залежно від радіуса колової кривої і вигляду споруди задається інтервал між точками кривої у вигляді дуги K або хорди l і вибирається спосіб побудови точок кривої.

Спосіб прямокутних координат найбільш зручний при невеликих ординатах і разом з тим достатньо точний.

Прямокутні координати точок 1, 2, 3... від дотичної (рис.3.6) обчислюють за формулами

$$\gamma = \frac{k}{R} \rho''; \quad (3.16)$$

$$\bar{x}_j = R \sin \gamma, \quad (j=1, 2, 3\dots) \quad (3.17)$$

$$\bar{y}_j = R(1 - \cos \gamma). \quad (3.18)$$

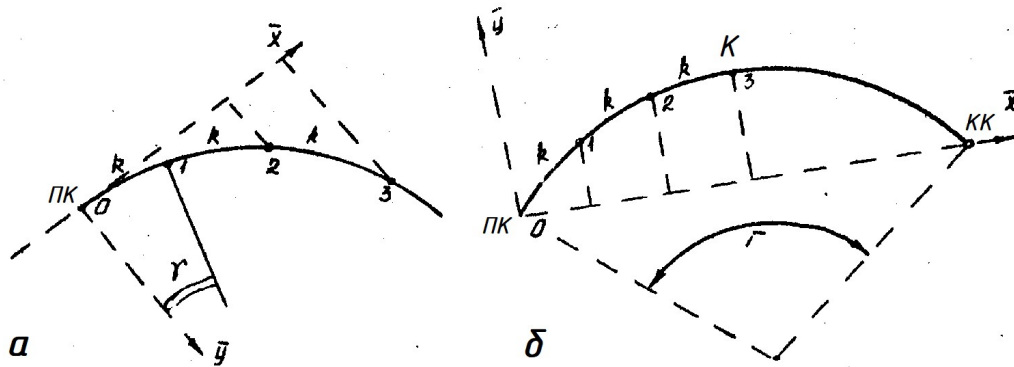


Рисунок 3.6 - Метод прямокутних координат

Прямокутні координати точок 1, 2, 3... від січної (рис.3.6, б) обчислюють за формулами

$$r = \frac{k}{R} \rho''; \quad (3.20)$$

$$\gamma = \frac{k}{R} \rho''; \quad (3.21)$$

$$l = 2R \sin(\gamma/2); \quad (3.22)$$

$$\bar{x}_{j+1} = \bar{x}_j + l \cos \varphi_{j+1}; \quad (3.23)$$

$$\bar{y}_{j+1} = \bar{y}_j + l \sin \varphi_{j+1}; \quad (3.24)$$

де $\varphi_{j+1} = r/2 - (2j+1) \cdot \gamma/2$.

Спосіб полярних координат з полюсом у центрі кола (рис.3.7,а) доцільно застосувати при малих радіусах. Значення полярного кута γ залежить від номера j точки :

$$\gamma_j = j \cdot \gamma; \quad (\gamma = \frac{k}{R} \rho''). \quad (3.25)$$

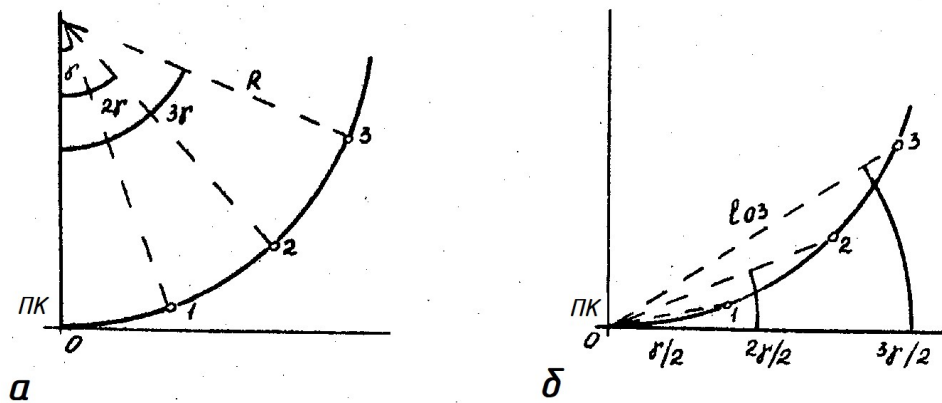


Рисунок 3.7 - Метод полярних координат

Спосіб полярних координат з полюсом на початку кривої (рис. 3.7,б) зручно застосовувати з використанням теодоліта із світлодалекомірною насадкою.

Полярні координати обчислюють за формулами

$$\text{полярний кут } \beta_j = j \cdot \gamma / 2 \quad (j=1, 2, 3\dots); \quad (3.26)$$

$$\text{полярний радіус } l_{oj} = \sqrt{x_j^2 + y_j^2}. \quad (3.27)$$

Спосіб послідовної побудови точок кривої застосовують при більш низьких вимогах до точності положення точок, наприклад, при земляних роботах.

Спосіб кутів (рис.6.8, а) полягає в послідовній побудові точок кривої за заданим значенням хорди l і кутам $j \cdot \gamma / 2$,

$$\text{де} \quad \gamma / 2 = \arcsin\left(\frac{l}{2R}\right) \quad (3.28)$$

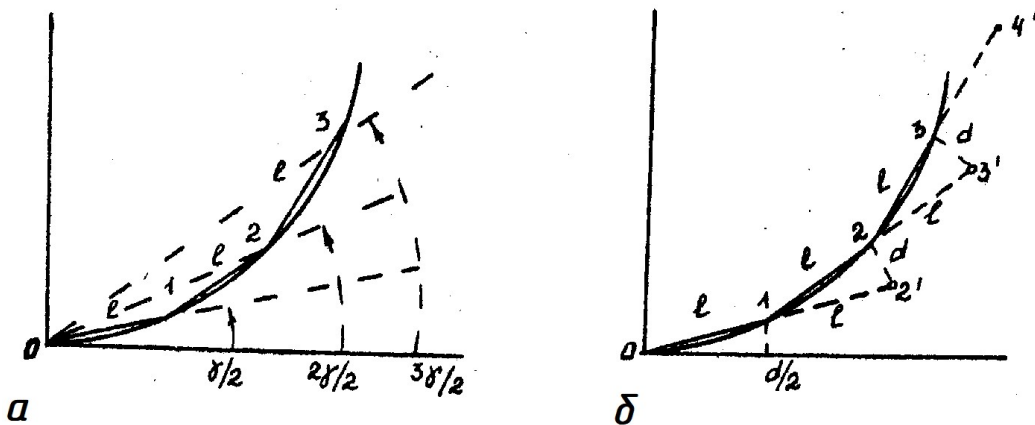


Рисунок 3.8 - Метод послідовної побудови точок

Спосіб продовжених хорд (рис.6.8,б) полягає в побудові кожної наступної точки $(j+1)$ лінійної засічкою довжинами l і d від попередньої точки j і допоміжної точки $(j+1)'$ на кінці продовженої хорди на довжину l . Тут

$$d = \frac{l^2}{R}. \quad (3.29)$$

Після вибору доцільного способу детальної розбивки кривої слід розрахувати значення відповідних фізичних величин і подати їх у вигляді таблиці.

3.6. Складання розбивочного креслення

Розбивочне креслення містить всі вихідні дані для розміщення на місцевості проектних точок. Розбивочне креслення являє собою план-схему, на якій в масштабі 1:1000 з точністю до 1 м нанесені проектні точки, що визначають розміщення об'єктів проекту на місцевості (точки опорних осей будівель, точки осей лінійних споруд), з'єднані відповідними лініями.

Пунктирні лінії позначають зв'язок між вихідними й проектними точками, що використовується при реалізації вибраного способу побудови точок.

На розбивочне креслення у вигляді таблиць або каталогів виносять обчислені значення фізичних величин і потрібну точність їх побудови.

У правому нижньому куту креслення вміщають його основний напис.

Контрольні запитання

1. Яка мета геодезичних розбивочних робіт?
2. Які дані необхідні для виконання геодезичних розбивочних робіт?
3. Як побудувати на місцевості відрізок прямої лінії заданої довжини з необхідною точністю?
4. Як побудувати на місцевості горизонтальний кут заданого розміру з необхідною точністю?
5. Як побудувати на місцевості задану проектну позначку з потрібною точністю?

6. Які застосовуються способи побудови проектних точок? Якими формулами характеризується похибка положення проектних точок, побудованих відповідним способом? Чим керуватися при виборі способу побудови проектних точок?

7. Як обчислити значення фізичних величин, що визначають положення проектних точок?

8. Як виконати наближений розрахунок необхідної точності побудови фізичних величин, що використовується при проведенні розбивочних робіт?

9. Опишіть спосіб прямокутних координат для побудови точок колової кривої.

10. Опишіть спосіб полярних координат для побудови точок колової кривої.

11. Опишіть способи послідовної побудови точок колової кривої.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна геодезія : підручник / за ред. проф. С. П. Войтенка. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2022. – 700 с.
2. Ратушняк Г. С. Інженерна геодезія: Практикум: Навчальний посібник. - К.: Вища школа, 1992. - 262 с.
3. Романчук С. В. Практикум з інженерної геодезії: Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2005. - 142 с.
4. Ващенко В., Літинський В., Перій С. Геодезичні прилади та приладдя : навч. посібник. 2-ге вид. / В. Ващенко, В. Літинський, С. Перій. - Львів : Євросвіт, 2006. - 208 с.
5. Шевченко Т. Г., Мороз О. І., Тревого І. С. Геодезичні прилади : підручник / за ред. Т. Г. Шевченка. - Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. - 464 с.
6. Панчук Ю. М., Янчук О. Є. Лабораторний практикум з інженерної геодезії: Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2010.- 134 с.
7. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. -Львів: Євросвіт, 2001. - 668 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки

до практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт
з курсу «Інженерна геодезія та вишукування»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19
Будівництво та цивільна інженерія)
(Електронне видання)

Укладач: Уваров Павло Євгенович

Оригінал - макет

П.Є. Уваров

Підписано до друку _____
Формат . Папір типограф. Гарнітура Times.
Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____ . Обл.-вид.арк. ____ .
Тираж ____ прим. Вид. № ____ . Замовл. № ____ . Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17
Телефон: +38(050) 218 04 78,
E-mail: vidavnictvosnu@gmail.com