

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА
Кафедра геодезії

ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ
Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт
для студентів напряму підготовки 6.080101 Геодезія, картографія та
землеустрій

Дніпропетровськ
НГУ
2012

Інженерна геодезія. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій /Упоряд.: А.В. Зуска, Ю.Є. Хомяк. – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 55 с.

Упорядники:

А.В. Зуска, канд. техн. наук, доц. (завдання 1, 2, 3).

Ю.Є. Хомяк, асист. (додатки 1, 2, 3).

Затверджено методичною комісією за напрямом підготовки 6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій (протокол № 1 від 7.03.2012) за поданням кафедри геодезії (протокол № 2 від 7.03.2012).

Призначено для самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій під час підготовки до модульних контролів за результатами лабораторних занять з дисципліни «Інженерна геодезія».

Розглянуто теоретичні відомості про ключові питання інженерно-геодезичного проектування будівель та споруд, геодезичну підготовку даних для винесення проекту в натуру та визначення деформації споруд й поверхні зсувних схилів. Подано також рекомендації до розв'язування типових практичних задач з аналітичного розрахунку розмічувальних елементів різноманітними способами для винесення основних точок проекту в натуру, оцінювання точності їхнього положення залежно від способу розмічування та визначення деформації поверхні зсувних схилів.

Наведено питання для самостійного оцінювання модульного контролю виконання лабораторних робіт.

Орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск в. о. завідувача кафедри геодезії канд. техн. наук, доц. В.В. Рябчій

Зміст

Вступ.....	5
Завдання 1.....	6
1. Складання проекту споруди за координатною сіткою.....	8
2. Підготовка геодезичних даних для горизонтального розмічування споруди.....	10
2.1. Спосіб полярних координат.....	10
2.1.1. Оцінка точності винесення точки способом полярних координат.....	11
2.1.2. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування.....	14
2.2. Спосіб прямокутних координат.....	14
2.2.1. Оцінка точності винесення точки способом прямокутних координат.....	17
2.2.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування.....	16
2.3. Спосіб прямої кутової засічки.....	16
2.3.1. Оцінка точності винесення точки способом прямої кутової засічки..	17
2.3.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування.....	19
2.4. Спосіб лінійної засічки.....	19
2.4.1. Оцінка точності винесення точки способом лінійної засічки.....	20
2.4.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування.....	22
2.5. Спосіб створів. Спосіб лінійних створів.....	22
2.5.1. Оцінка точності винесення точки способом створів.....	25
2.5.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування.....	24
3. Побудова розмічувального креслення з прив'язкою основних точок (осей) споруди до пунктів будівельної сітки.....	25
3.1. Порядок виконання роботи.....	25
4. Питання і задачі для самостійного контролю.....	25
Завдання 2.....	26
1. Геодезична підготовка даних для розмічування криволінійних елементів траси в натурі.....	29
1.1. Визначення головних елементів кругової кривої.....	29
1.2. Розмічення пікетів траси та головних точок кругової кривої.....	28
1.2.1. Оцінка точності елементів кругової кривої.....	4;
1.3. Винесення пікету (точки) з дотичної на кругову криву.....	31
1.4. Детальне розмічення кругової кривої способом прямокутних координат.....	32
1.5. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування.....	33
1.6. Детальне розмічення кругової кривої способом продовження хорд.....	33
1.7. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування.....	34
1.8. Питання і задачі для самостійного контролю.....	36
Завдання 3.....	35
1. Визначення кінематичних характеристик зміщень.....	38
2. Побудова графічних зображень зміщень.....	3:
3. Питання і задачі для самостійного контролю.....	39

Список літератури.....	40
Додаток.....	41
Таблиця 1. Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом полярних координат.....	41
Таблиця 2. Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом прямої кутової засічки.....	42
Таблиця 3. Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом лінійної засічки і прямокутних координат.....	43
Таблиця 4. Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом створів.....	44
Таблиця 5. Вихідні дані для винесення на місцевість основних осей споруди від будівельної сітки координат.....	45
Таблиця 6. Вихідні дані для проектування траси	6; "
Таблиця 7. Координати точок спостережень за зміщеннями поверхні зсувного схилу.....	50

Вступ

Дисципліна “Інженерна геодезія” входить до навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціальністю 7.08010103 Землеустрій та кадастр і викладається у VIII семестрі на 4 курсі навчання.

Матеріали методичного забезпечення до лабораторних занять з дисципліни “Інженерна геодезія” розроблено відповідно до освітньо-кваліфікаційної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 7.08010103 Землеустрій та кадастр. Відповідно до світньо-кваліфікаційної програми дисципліни студенти вивчають інженерну геодезію за програмою в аудиторії та самостійно, використовуючи навчальну літературу, а. для більш глибокого і досконалого вивчення окремих питань – науково-технічну літературу.

Мета пропонованих методичних матеріалів – допомогти студентам засвоїти підготовку геодезичних даних для горизонтального розмічування різноманітними способами прямокутних будівель та споруд і криволінійних елементів споруд в природі, оцінювати положення їх точок відповідно нормативним вимогам. Мета відповідає рівню професійної діяльності бакалавра.

Методичні матеріали включають три основних завдання інженерної геодезії: інженерно-геодезичне проектування споруди; геодезична підготовка даних для винесення проекту споруди в природу та побудова розмічувальних креслень; визначення деформації земної поверхні. Кожне завдання містить навчальні цілі, зміст, методичні рекомендації до їх виконання, необхідну літературу на відповідну теоретичну частину дисципліни, приклади розв’язування завдань, індивідуальні завдання та питання для самостійного контролю лабораторних робіт. В додатках методичних рекомендацій наведені вихідні дані варіантів індивідуальних завдань.

Основні рекомендації до оформлення робіт

Лабораторні роботи виконуються згідно з індивідуальними завданнями й методичними рекомендаціями, що подано у даних методичних матеріалах.

Виконання кожного завдання супроводжується коротким пояснювальним текстом, який містить назву, мету, зміст та вихідні дані. Хід виконання роботи доповнюється необхідними рисунками, формулами й поясненнями до них. Розрахунки наводяться повністю, включаючи формули в загальному вигляді, посилаючись на джерела, з яких їх взято для цих розрахунків, а також числові значення, які підставляються у формули. Наприкінці додається до отриманих результатів аргументований короткий аналіз і висновки. Виконання завдань ґрунтується на вивченні навчального матеріалу з дисципліни “Інженерна геодезія”, а також окремих розділів вищої геодезії та теорії математичного оброблення геодезичних вимірів.

Лабораторні роботи оформляються на аркушах формату А4, залишаючи поля з усіх боків по 2 см, виконуються від руки або подаються в електронному вигляді. Усі рисунки, таблиці й формули підписуються і нумеруються.

Завдання 1

Тема: “Горизонтальне розмічування будівель та споруд”

- Навчальні цілі:**
1. Набуття навичок у проектуванні споруди на топографічній основі з урахуванням вимог нормативних документів.
 2. Самостійна підготовка геодезичних даних для горизонтального розмічування проекту споруди в натурі відносно пунктів інженерно-геодезичних мереж.
 3. Побудова розмічувальних креслень для винесення споруди в натуру з використанням геодезичних даних.

Загальні відомості про горизонтальне розмічування споруд

Будівництво інженерних споруд чи будівель здійснюється за робочими кресленнями проекту. Геометричною основою проекту для перенесення його в натуру є розмічувальні осі споруд, відносно яких у робочих кресленнях даються всі розміри проекту. Розмічувальні роботи виконують для визначення на місцевості планового і висотного положення характерних точок і площин запроектованої споруди або будівлі відповідно до робочих креслень проекту.

Компонування споруди визначається її геометрією, що задається осями. Відносно осей споруди в робочих кресленнях указують місце розташування всіх елементів споруди. Для перенесення проекту споруди в натуру треба виконати *геодезичну підготовку проекту*, яка включає: визначення вихідних геодезичних даних (проектних розмічувальних елементів), необхідних для розмічувальних робіт; виконання основних і детальних розмічувальних робіт; складання розмічувальних креслень; визначення очікуваної точності винесення в натуру елементів споруди. Аналітичний розрахунок геодезичних даних, за якими на місцевості розмічують головні точки (осі) споруди, називають *прив'язкою проекту*.

При аналітичному розрахунку за проектними довжинами й кутами обчислюють координати перетину осей споруд, проїздів, червоних ліній забудови, кутів повороту земельних ділянок, і навпаки, за вихідними координатами, отриманими в результаті вимірювань на місцевості або визначених графічно на плані, знаходять розрахункові значення проектних довжин ліній та кутів повороту споруд. На трасах визначають прямі та криві, проектні висоти, ухили. Основні розмічувальні точки (осі) прив'язують до пунктів геодезичної основи.

При горизонтальному розмічуванні будівель та споруд визначаються такі *проектні розмічувальні елементи*:

- а) проектні координати точки i на плані X_i, Y_i (рис. 1.1).

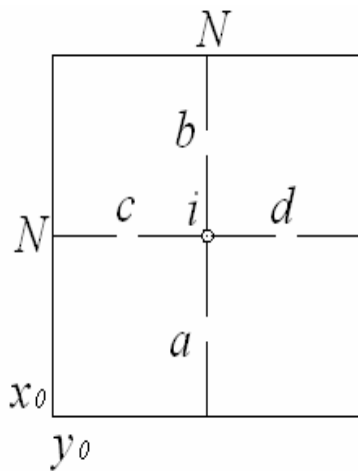
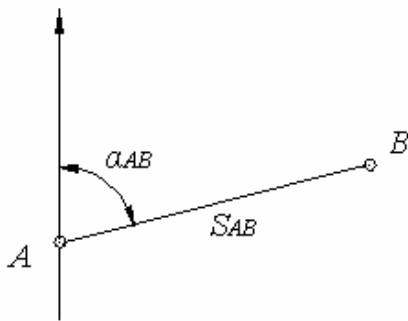


Рис. 1.1. Визначення проектних координат графічно

$$\left. \begin{aligned} X_i &= X_0 + \frac{N}{a+b} a \\ Y_i &= Y_0 + \frac{N}{c+d} c \end{aligned} \right\}, \quad (1.1)$$

де X_0, Y_0 – координати південно-західного кута координатної сітки (квадрата); N – розмір квадрата координатної сітки, a, b – відстань від південної і північної сторін квадрата до обумовленої точки відповідно, c, d – відстань від західної і східної сторін квадрата до обумовленої точки i відповідно, визначаються графічно;

б) визначення дирекційного кута заданого вихідного напрямку α_{AB} з координатами точок $X_A, Y_A; X_B, Y_B$ та проекції довжини S_{AB} (рис. 1.2);



$$\alpha_{AB} = \text{arctg} \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}. \quad (1.2)$$

$$S_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha} =$$

$$= \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}. \quad (1.3)$$

Рис. 1.2. Визначення дирекційного кута та довжини

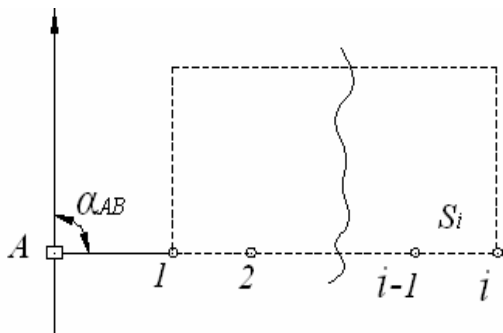


Рис. 1.3. Визначення проектних координат i -ї точки споруди

в) координати точок споруди, розташованих по прямій від вихідної точки A (рис. 1.3) з координатами X_A і Y_A на відомих відстанях S_i , обчислюються за формулою (1.3).

$$\left. \begin{aligned} X_i &= X_A + S_i \cos \alpha_{Ai} \\ Y_i &= Y_A + S_i \sin \alpha_{Ai} \end{aligned} \right\}. \quad (1.4)$$

г) координати X_0, Y_0 точки O перетину відрізків AB і CD із заданими координатами $X_A, Y_A; X_B, Y_B; X_C, Y_C; X_D, Y_D$ (рис. 1.4);

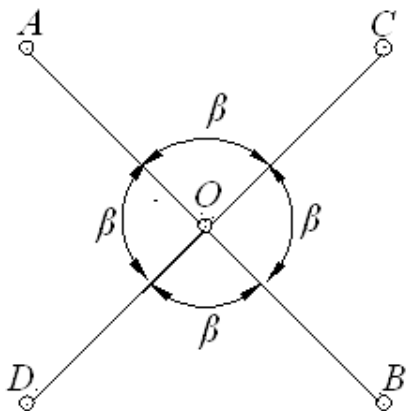


Рис. 1.4. Визначення координат перетину двох відрізків

$$\left. \begin{aligned} X_0 &= X_A + \frac{m}{\lambda - \mu}, \\ Y_0 &= Y_A + \lambda \frac{m}{\lambda - \mu} \end{aligned} \right\} \quad (1.5)$$

де

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \\ \mu &= \frac{Y_D - Y_C}{X_D - X_C}. \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

$$m = (Y_C - Y_A) - \mu(X_C - X_A).$$

д) кут перетину між прямими, зазначеними в пункті г), визначається як різниця дирекційних кутів сторін α_{AB} і α_{CD} (рис. 1.4)

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{CD}. \quad (1.7)$$

Зміст завдання

За координатами вихідних даних скласти проект споруди в масштабі 1:1000, підготувати геодезичні дані для горизонтального розмічування прямокутної споруди й побудувати розмічувальне креслення для винесення її в натуру.

Завдання складається з виконання таких пунктів:

1. Складання проекту споруди за координатною сіткою масштабу 1:1000.
2. Підготовка геодезичних даних для горизонтального розмічування споруди.
3. Побудова розмічувального креслення за даними прив'язки основних точок (осей) будівель до пунктів будівельної сітки.

Методичні рекомендації до виконання завдання

1. Складання проекту споруди за координатною сіткою

Вихідні дані

1. Координати пунктів полігонометрії.
2. Проектні координати поворотних точок споруди.
3. Координатна сітка масштабу 1:1000 будується з врахуванням вихідних даних. Вихідні дані беруться за варіантами (табл. 1).

За проектними та вихідними координатами нанести на координатну сітку споруду і пункти полігонометрії. Приклад схеми проекту споруди показано на рис. 1.5.

Таблиця 1

Вихідні дані для складання проекту споруди

Координати полігонометричного пункту 39		Дирекційний кут сторони $\alpha_{39-40} = 10^\circ$	Довжина сторони, $S_{39-40} = 50,00$ м	Точки проекцій споруди	Проектні координати точок споруди	
$X_{39} = 50,00$ м	$Y_{39} = 50,00$ м				X, м	Y, м
$+N10м+Nсм$	$+N10м+Nсм$	$+N^\circ$	$+N10м+Nсм$	Назва точок	$+Nм$	$+Nм$
(N – номер, за яким записано прізвище студента в списку групи)				A/1	246,00	70,00
Приклад: N = 10, тоді				A/2	246,00	100,00
150,10	150,10	$20^\circ 00'$	150,10	B/3	266,00	100,00
				B/4	266,00	85,00
				B/6	306,00	85,00
				B/5	306,00	100,00
				Г/7	326,00	100,00
				Г/8	326,00	70,00

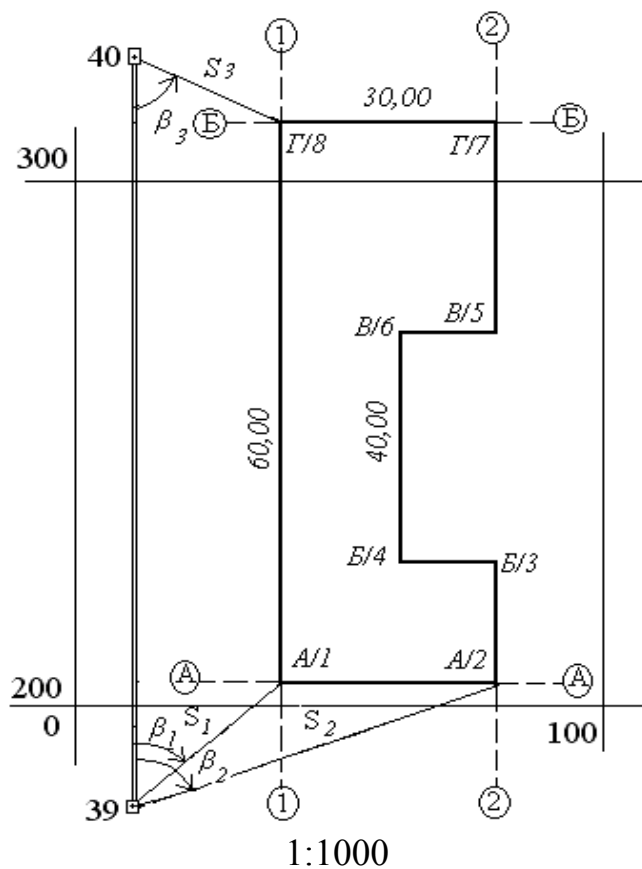


Рис. 1.5. Схема проекту споруди

2. Підготовка геодезичних даних для горизонтального розмічування споруди

Залежно від виду проекту споруди, умов вимірів і вимог до точності побудови розмічення основних точок проекту може бути виконано способом полярних і прямокутних координат, кутової, лінійної засічок або створів лінійних та іншими.

Точність винесення проекту в натуру виражається загальною формулою

$$m^2 = m_{e.p}^2 + m_{\phi}^2 + m_{вих}^2,$$

де $m_{e.p}$ – помилка власне розмічувальних робіт відповідним способом; m_{ϕ} – середня квадратична помилка фіксації (закріплення) точки в натурі; $m_{вих}$ – середня квадратична помилка положення вихідних пунктів.

Точність розмічування визначається різними джерелами помилок, одна частина яких залежить від геометрії застосовуваного способу, інша є загальною для усіх [1, §17, §39 – 42; 3, с. 230 – 245, 4, с. 191 – 217].

Для більшого розуміння студентами геодезичної підготовки проектів нижче наведені основні способи **аналітичного розрахунку проектних розмічувальних елементів** для винесення основних точок (осей) споруди у натуру на місцевості.

2.1. Спосіб полярних координат

При аналітичному розрахунку проектних розмічувальних елементів для винесення основних точок (осей) споруди в натуру найчастіше застосовують **спосіб полярних координат**.

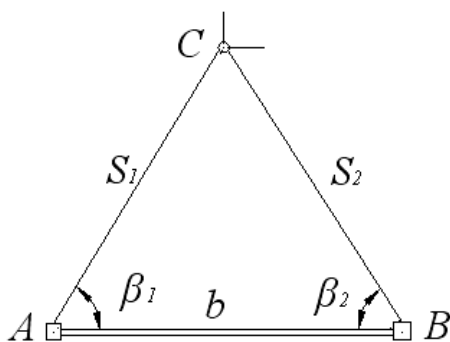


Рис. 1.6. Схема винесення проекційної точки в натуру способом полярних координат

Положення проекційної точки C на місцевості даним способом визначається побудовою проектного кута β і відкладенням проекційної довжини (горизонтальна проекція) S від пунктів полігонометрії A і B (рис. 1.6).

Величини проектних розмічувальних елементів β , і S знаходять на підставі розв'язування оберненої геодезичної задачі за формулами

$$r_{AC} = \arctg \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A} = \frac{\Delta Y_{C-A}}{\Delta X_{C-A}}, \quad (1.8)$$

Залежно від знака приростів координат визначають величини дирекційних кутів α_{AB} , α_{AC} .

$$\beta_1 = \alpha_{AB} - \alpha_{AC},$$

$$S_1 = \frac{\Delta Y_{C-A}}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{\Delta X_{C-A}}{\cos \alpha_{AC}} = \sqrt{\Delta X_{C-A}^2 + \Delta Y_{C-A}^2}. \quad (1.9)$$

Для контролю положення проектної точки C розмічувальні елементи визначають аналогічно відносно пункту B

$$\beta_2 = \alpha_{BC} - \alpha_{BA},$$

$$S_2 = \frac{\Delta Y_{C-B}}{\sin \alpha_{BC}} = \frac{\Delta X_{C-B}}{\cos \alpha_{BC}} = \sqrt{\Delta X_{C-B}^2 + \Delta Y_{C-B}^2}, \quad (1.10)$$

де X_C, Y_C – проектні координати точки C ; X_A, Y_A ; X_B, Y_B – вихідні координати пунктів полігонометрії.

2.1.1. Оцінка точності винесення точки способом полярних координат

Помилка розмічувальних робіт залежить від способу побудови в натурі проектних кутів і ліній, тобто від геометрії розмічування споруди. Очікувана величина цієї помилки обчислюється за відомими в геодезії формулам [2, §42, §43; 3, с. 239 – 243; 4, с. 205 – 217].

Середня квадратична помилка m_C винесення точки C в натуру визначається за формулою

$$m_C^2 = m_{в.р}^2 + m_{вих}^2 + m_{ц}^2 + m_{ф}^2, \quad (1.11)$$

де $m_{в.р}$ – помилка власне розмічування точки відповідним способом; $m_{вих}$ – середня квадратична помилка положення вихідних пунктів; $m_{ц}$ – середня квадратична помилка за центрування; $m_{ф}$ – середня квадратична помилка фіксації (закріплення) точки на місцевості.

Помилка власне розмічування полярним способом залежить від побудови проектного кута β та відкладення проектної довжини s .

$$m_{в.р}^2 = m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 s^2, \quad (1.12)$$

де m_S – середня квадратична помилка відкладення проектної довжини лінії;
 m_β – середня квадратична помилка відкладення проектного кута на місцевості.

Вплив помилок:

– вихідних даних при $m_A = m_B = m_{AB}$

$$m_{вих}^2 = m_{AB}^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right], \quad (1.13)$$

– центрування

$$m_{ц}^2 = e^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right], \quad (1.14)$$

де b – довжина базису між вихідними пунктами.

Із формул (1.13) і (1.14) виходить, що для зменшення впливу помилок вихідних даних і центрування необхідно, щоб проектний кут був $\beta \leq 90^\circ$ і відношення $\frac{S}{b}$ було мінімальним, тобто проектна довжина була менша за базис.

Сумарна помилка у положенні проектної точки C , винесеної способом полярних координат, обчислюється за формулою

$$m^2_C = m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 S^2 + m_{AB}^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right] + e^2 \left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right] + m^2_\phi. \quad (1.15)$$

Для наближеного розрахунку сумарної помилки у положенні проектної точки C , прийнявши, що $\beta = 90^\circ$, $S = b$,

$$m_{вих} = m_{AB} \sqrt{2}, \quad m_{ц} = e \sqrt{2}, \quad (1.16)$$

використовують формулу

$$m^2_C = m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 S^2 + 2m_{AB}^2 + 2e^2 + m^2_\phi. \quad (1.17)$$

Приклад. Розглянемо порядок аналітичного розрахунку розмічувальних елементів проектної довжини S_{AB} та проектного кута β для винесення точки C способом полярних координат (див. рис. 1.5) і визначення оцінки точності її положення.

Вихідні дані: проектні координати точки C $X_C = 142,25$ м, $Y_C = 56,90$ м, координати пункту полігонометрії $X_A = 120,45$ м, $Y_A = 60,81$ м і дирекційний кут напрямку $\alpha_{AB} = 90^{\circ}05'$. Розрахунок виконується за формулами (1.7) – (1.10).

$$\operatorname{tgr}_{AC} = \frac{\Delta Y_{C-A}}{\Delta X_{C-A}} = \frac{-3,91}{21,80} = 0,179358; r_{AC} = 10^{\circ}10';$$

$$\alpha_{AC} = 360^{\circ} - 10^{\circ}10' = 349^{\circ}50'$$

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} = (90^{\circ}05' + 360^{\circ}) - 349^{\circ}50' = 100^{\circ}15'.$$

$$S_{A-C} = \frac{\Delta Y_{C-A}}{\sin r_{AC}} = \frac{-3,91}{\sin 10^{\circ}10'} = 22,14 \text{ м};$$

$$S_{AC} = \frac{\Delta X_{C-A}}{\cos r_{AC}} = \frac{21,80}{\cos 10^{\circ}10'} = 22,15 \text{ м}$$

або

$$S_{A-C} = \sqrt{\Delta X_{C-A}^2 + \Delta Y_{C-A}^2} = \sqrt{21,80^2 + 3,91^2} = 22,15 \text{ м}.$$

Визначення точності положення проектної точки C полярним способом від пунктів полігонометрії, для яких $b = 250$ м, $m_{AB} = 10$ мм.

Прийmemo, що $S = 50$ м, $\frac{m_S}{S} = \frac{1}{5000}$, $\beta = 45^{\circ}$, $m_{\beta} = 10''$, $e = 1$ мм й $m_{\phi} = 1$ мм.

Помилка відкладення проектної довжини складе

$$m_S = \frac{S}{5000} = \frac{50 \text{ м}}{5000} = 10 \text{ мм}.$$

Лінійна помилка побудови проектного кута – $\frac{m_{\beta}}{\rho} S = \frac{10 \cdot 50000}{206265} = 2,42$ мм.

Вплив помилок вихідних даних

$$m_{\text{вих}} = m_{AB} \sqrt{\left[1 + \left(\frac{S}{b} \right)^2 - \frac{S}{b} \cos \beta \right]} = 10 \sqrt{1 + 0,2^2 - 0,2 \cdot 0,7} = 9,5 \text{ мм}.$$

Сумарна помилка в положенні проектної точки C буде складати

$$m_C = \sqrt{10^2 + 2,4^2 + 9,5^2 + 1^2 + 1^2} = 14,1 \text{ мм}.$$

Із співвідношення отриманих величин видно, що помилками за центрування та фіксацію точки можна знехтувати, тоді

$$m_C = \sqrt{10^2 + 2,4^2 + 9,5^2} = 14 \text{ мм.}$$

Розрахунок показав, що зменшення помилки в положенні винесеної в натуру точки можливо лише при значному зменшенні помилки відкладення проектної довжини хоча б у 2 рази [2].

2.1.2. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування

1. Виконати аналітичний розрахунок проектних елементів для винесення точки C способом полярних координат від пунктів полігонометрії (додаток, табл. 1).
2. Побудувати розмічувальне креслення для винесення проектної точки C в натуру способом полярних координат.
3. Визначити середню квадратичну помилку положення точки C .

2.2. Спосіб прямокутних координат

Спосіб *прямокутних координат* застосовують при розмічуванні промислових і цивільних споруд від пунктів будівельної сітки або пунктів геодезичної основи. Перенесення в натуру точки C споруди або точки на її осі способом прямокутних координат полягає в тому, що вздовж лінії AB від центра пункту A відкладають приріст координат ΔY , а потім в знайдений точці E цього відрізка будують при двох положеннях вертикального кругу прямий кут і далі по перпендикуляру відкладають значення другого приросту координат ΔX і закріплюють точку C . Для контролю проектну точку C знаходять відносно другого пункту.

Приріст координат визначають як різницю між вихідними координатами пункту полігонометрії і проектними координатами кута споруди (рис. 1.7).

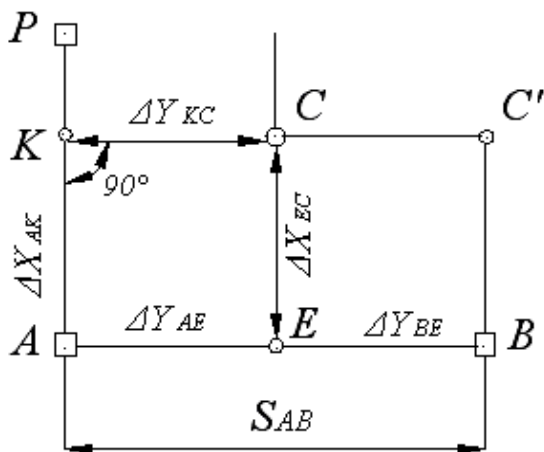


Рис. 1.7. Схема винесення проектної точки способом прямокутних координат

$$\Delta X_{EC} = X_C - X_E \text{ або } \Delta X_{AK} = X_K - X_A;$$

$$\Delta Y_{AE} = Y_E - Y_A \text{ або } \Delta Y_{KC} = Y_C - Y_K.$$

Від центра пункту A , відклавши на відповідній стороні приріст координат ΔY_{AE} чи ΔX_{AK} , отримують точки E або K . У знайдених точках E чи K за перпендикуляром визначаємо проектну точку C . Для контролю положення точки C її винесення бажано робити з двох пунктів E і K .

2.2.1. Оцінка точності винесення точки способом прямокутних координат

Точність способу прямокутних координат обумовлюється помилками положення точок E , K і C . Найбільш вагомими є помилки відкладення приростів координат ΔX , ΔY і побудови прямого кута в точках E і K , інші помилки при сумуванні їх з основними майже втрачають своє практичне значення.

Визначення точності винесення точки C в натуру способом прямокутних координат виконують за формулою [2]

$$m_C^2 = m_{\Delta X}^2 + m_{\Delta Y}^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 \Delta X^2 + m_{AB}^2 + m_{ц.р}^2 + m_\phi^2. \quad (1.18)$$

Якщо приріст координат ΔX і прямий кут відкладати від осі абсцис, то формула (1.18) буде мати вигляд

$$m_C^2 = m_{\Delta X}^2 + m_{\Delta Y}^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 \Delta Y^2 + m_{AB}^2 + m_{ц.р}^2 + m_\phi^2, \quad (1.19)$$

де $m_{\Delta X}$, $m_{\Delta Y}$ – помилки відкладання приросту координат; m_β – помилка побудови прямого кута; m_{AB} – помилка вихідних даних; $m_{ц.р}$, m_ϕ – помилки центрування, редукції та фіксації.

Зі співставлення формул (1.18) і (1.19) виходить, що величина помилки m_C залежить від послідовності розмічування, тобто від того, яку координату відкладати на стороні ходу чи сітки, а яку перпендикулярно до неї. Помилка розмічування буде менша в тому випадку, якщо за перпендикуляр до сторони ходу чи сітки брати коротку відстань, тоді помилки кутових побудов будуть меншими. Тому при винесенні точок способом прямокутних координат більшу координату потрібно відкладати вздовж відповідної сторони, а меншу – перпендикулярно до неї [2].

Приклад. Розглянемо розрахунок точності винесення проекційної точки C в натуру, розташованої в середині квадрата будівельної сітки зі сторонами 200 м.

Прийmemo відносну помилку відкладення відстаней $(\Delta X, \Delta Y)$ $\frac{m_{\Delta X}}{\Delta X} = \frac{1}{10000}$, середню квадратичну помилку відкладення кута $m_\beta = 10''$, помилку вихідних даних $m_{AB} = 10$ мм, помилки центрування $e = 1$ мм та фіксування $m_\phi = 1$ мм.

Оскільки точка C розташована в середині квадрата будівельної сітки, то $\Delta X = \Delta Y = 100$ м. Для цього випадку

$$m_{\Delta X} = m_{\Delta Y} = \Delta X = \Delta Y = 100 \text{ м} / 10000 = 10000 \text{ см} / 10000 = 1 \text{ см} = 10 \text{ мм};$$

$$m_{\text{вих}} = m_{AB} = 10 \text{ мм};$$

$$m_{\text{ц.р}} = m_{\phi} = e = 1 \text{ мм}.$$

Лінійна помилка побудови прямого кута при відкладенні приросту координат

$$\frac{m_{\beta}}{\rho} \Delta Y = \frac{m_{\beta}}{\rho} \Delta X = \frac{10 \cdot 100000}{206000} = 4,8 \text{ мм}.$$

Помилки центрування і фіксації можна не враховувати, тому що вони незначні в порівнянні з величинами інших помилок.

Підставивши ці дані у формулу (1.15) або (1.16), отримаємо

$$m_C^2 = 10^2 + 10^2 + 5^2 + 10^2 = 325 \text{ мм}^2; m_C = 18 \text{ мм}.$$

2.2.2. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування

1. Виконати аналітичний розрахунок приростів координат ΔY і ΔX до проектної точки C від найближчих пунктів полігонометрії (додаток, табл. 2).
2. Побудувати розмічувальне креслення для винесення проектної точки C в натуру способом прямокутних координат.
3. За отриманими даними визначити середню квадратичну помилку в положенні точки C .

2.3. Спосіб прямої кутової засічки

Спосіб прямої **кутової засічки** (рис. 1.8) застосовують для розмічування недоступних точок, які розташовані на значних відстанях від вихідних пунктів.

Положення проектної точки C на місцевості знаходять одночасно, відкладаючи теодолітами на вихідних пунктах полігонометрії A і B проектні кути β_1 і β_2 . Сторона AB служить базисом засічки b . Вона є стороною розмічувальної основи або спеціально виміряється. Проектні кути β_1 і β_2 обчислюють, як різницю дирекційних кутів сторін, які знаходяться із розв'язування оберненої задачі за проектними координатами точки C і відомими координатами пунктів полігонометрії A і B .

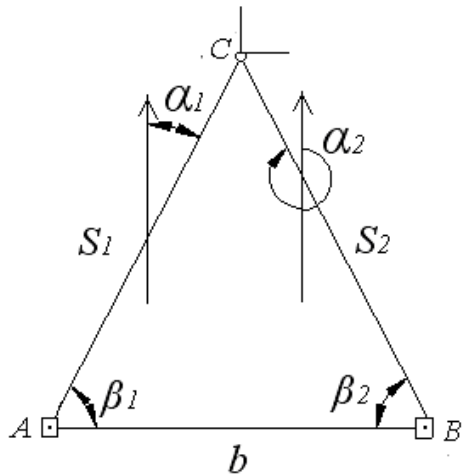


Рис. 1.8. Схема винесення точки C способом прямої кутової засічки

$$\operatorname{tgr}_{AC} = \frac{\Delta Y_{C-A}}{\Delta X_{C-A}}; \quad r_{AC} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{C-A}}{\Delta X_{C-A}};$$

$$\operatorname{tgr}_{BC} = \frac{\Delta Y_{C-B}}{\Delta X_{C-B}}; \quad r_{BC} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{C-B}}{\Delta X_{C-B}}.$$

Залежно від знаку приростів координат визначають величини дирекційних кутів α_{AB} , α_{AC} .

Значення проектних кутів β_1 і β_2 обчислюють за формулами:

$$\beta_1 = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}; \quad \beta_2 = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}.$$

2.3.1. Оцінка точності винесення точки способом прямої кутової засічки

На середню квадратичну помилку m_C положення точки C , винесеної способом прямої кутової засічки, впливають помилки власне самої прямої засічки, вихідних даних, центрування теодоліта й візирних цілей та фіксування точки на місцевості

$$m_C^2 = m_{в.з}^2 + m_{вих}^2 + m_{ц}^2 + m_{ф}^2.$$

Середню квадратичну помилку власне засічки знаходять за формулою

$$m_{в.з} = \frac{m_{\beta} b}{\rho \sin^2 \gamma} \sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}$$

або, якщо

$$S_1 = b \frac{\sin \beta_2}{\sin \gamma}; \quad S_2 = b \frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma},$$

то

$$m_{в.з} = \frac{m_{\beta}^2}{\rho^2 \sin^2 \gamma} \sqrt{(S_1^2 + S_2^2)}, \quad (1.20)$$

де m_{β} – помилка побудови кутів β_1 і β_2 , на величину яких впливають помилки власне куткових вимірів, інструментальних та зовнішніх умов. Інші позначення показані на рис. 1.7

Інколи виникає необхідність визначати помилку положення проектної точки за осями координат. В цьому випадку ця помилка виражається формулами

$$m_x = \sqrt{\frac{m^2_{\beta}}{\rho^2 \sin^2 \gamma} (S_1^2 \cos^2 \alpha_2 + S_2^2 \cos^2 \alpha_1)}, \quad (1.21)$$

$$m_y = \sqrt{\frac{m^2_{\beta}}{\rho^2 \sin^2 \gamma} (S_1^2 \sin^2 \alpha_2 + S_2^2 \sin^2 \alpha_1)}. \quad (1.22)$$

Для наближених розрахунків, приймаючи $S_1 = S_2 = S$, формула (1.20) має вигляд

$$m_{в.з} = \frac{m_{\beta} \sqrt{2}}{\rho \sin \gamma} S.$$

При заданій середній квадратичній помилці кута m_{β} величина помилки власне самої засічки буде залежати від кута γ і відстані S до проектної точки.

З урахуванням впливу кута γ і відстані помилка власне засічки $m_{в.з}$ буде мінімальною при $\gamma = 109^{\circ}28'$.

Помилка вихідних даних $m_{вих}$ є наслідком помилок в положенні пунктів геодезичної основи A і B . Якщо прийняти, що $m_A = m_B = m_{AB}$, то

$$m_{вих}^2 = m_{AB}^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} = m_{AB}^2 \frac{S_1^2 + S_2^2}{b^2}. \quad (1.23)$$

Наближені розрахунки помилок за вихідними даними при $S_1 = S_2 = S$ і $\gamma = 90^{\circ}$ виконують за формулою

$$m_{вих} = \frac{m_{AB} \sqrt{2}}{b} S. \quad (1.24)$$

Сумісний вплив помилок центрування теодоліту і візирних цілей буде

$$m_u^2 = e^2 \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} = e^2 \frac{S_1^2 + S_2^2}{b^2} \quad (1.25)$$

або

$$m_u = \frac{e \sqrt{2}}{b} S,$$

де e – величина лінійного елемента центрування.

Сумарна величина середньої квадратичної помилки в положенні точки, винесеної на місцевість способом прямої засічки, складе

$$m_C^2 = \left(\frac{m_\beta^2 b^2}{\rho \sin^2 \gamma} + m_{AB}^2 \right) \frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^2 \gamma} \quad (1.26)$$

або

$$m_C^2 = \left(\frac{m_\beta^2 b^2}{\rho^2 \sin^2 \gamma} + \frac{m_{AB}^2}{b^2} \right) (S_1^2 + S_2^2). \quad (1.27)$$

При $S_1 = S_2 = S$ і $\gamma = 90^\circ$ помилка в положенні проектної точки в натурі виражається наближеною формулою

$$m_C = \sqrt{\left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 b^2 + m_{AB}^2}. \quad (1.28)$$

2.3.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування

1. За заданими координатами пунктів полігонометрії і проектних координат точок споруди (додаток, табл. 3), визначити проектні кути β_1 і β_2 .
2. На підставі отриманих даних визначити середню квадратичну помилку положення точки C .
3. Побудувати схему розмічувального креслення для винесення проектної точки C в натуру способом кутової засічки.

2.4. Спосіб лінійної засічки

У способі *лінійної засічки* положення проектної точки C в натурі визначають на перетині проектних відстаней l_1 і l_2 , відкладених від вихідних пунктів A і B геодезичної основи (рис. 1.9).

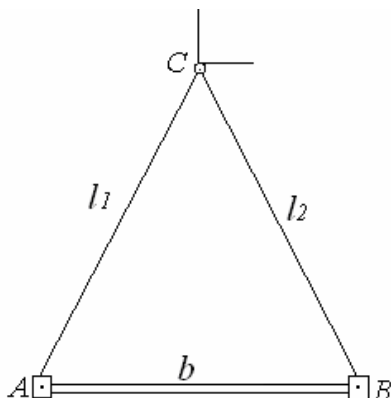


Рис. 1.9. Схема розмічування точки способом прямої лінійної засічки

Слід зазначити, що для розмічувальних робіт даний спосіб може бути використаний при безпосередньому відкладенні проектної довжини тільки за умови, що проектні відстані l_1 і l_2 менші за довжини застосовуваних мірних приладів.

При відкладенні проектних відстаней світлодалекомірами або іншими електронними приладами задача розв'язується методом наближень. Проектні довжини ліній знаходять за формулами:

$$l_1 = \sqrt{(X_C - X_A)^2 + (Y_C - Y_A)^2} = \sqrt{\Delta X_{CA}^2 + \Delta Y_{CA}^2},$$

$$l_2 = \sqrt{(X_C - X_B)^2 + (Y_C - Y_B)^2} = \sqrt{\Delta X_{CB}^2 + \Delta Y_{CB}^2}.$$

2.4.1. Оцінка точності винесення точки способом лінійної засічки

Середня квадратична помилка в положенні винесеної в натуру точки С способом лінійної засічки в загальному вигляді виражається формулою

$$m_C^2 = m_{в.з}^2 + m_{вих}^2 + m_{\psi}^2 + m_{\phi}^2.$$

Помилка власне лінійної засічки $m_{в.з}$ аналогічна виразу прямої кутової засічки (1.26)

$$m_{в.з}^2 = b^2 \frac{\sin^2 \beta_1}{\sin^4 \gamma} \left(\frac{m_{\beta_2}}{\rho} \right)^2 + b^2 \frac{\sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma} \left(\frac{m_{\beta_1}}{\rho} \right)^2 + m_{AB}^2.$$

Виразивши синуси кутів даної формули через сторони, а помилки кутів – через помилки довжин і сторони, отримуємо:

$$\frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma} = \frac{l_2}{b}; \quad \frac{\sin \beta_2}{\sin \gamma} = \frac{l_1}{b}.$$

і

$$\frac{m_{\beta_1}}{\rho} = \frac{m_{l_2}}{l_2}; \quad \frac{m_{\beta_2}}{\rho} = \frac{m_{l_1}}{l_1},$$

тоді

$$m_{в.з}^2 = \frac{1}{\sin^2 \gamma} \left(m_{l_1}^2 + m_{l_2}^2 \right), \quad (1.29)$$

де m_l – помилка відкладення проектних відстаней l_1 і l_2 ; γ – кут при точці С.

При однаковій точності m_l і відкладенні відстаней l_1 і l_2 помилка власне самої засічки може бути обчислена за формулою

$$m_{в.з} = \frac{m_l \sqrt{2}}{\sin \gamma}.$$

Мінімальна середня квадратична помилка засічки буде при $\gamma = 90^0$. В цьому випадку

$$m_{в.з} = m_l \sqrt{2}.$$

Вплив помилок вихідних даних при лінійній засічці визначається за формулою

$$m_{вих}^2 = \frac{m_A^2 + m_B^2}{2 \sin^2 \gamma}.$$

При $m_A = m_B = m_{AB}$

$$m_{вих} = \frac{m_{AB}}{\sin \gamma}.$$

Для засічки при куті $\gamma = 90^0$, $m_{вих} = m_{AB}$.

Коли застосовуються мірні прилади (сталі стрічки, рулетки, підвісні дроти та паралактичний метод вимірювань), помилки центрування будуть відсутні, тоді загальна помилка в положенні проекційної точки C в основному буде залежати від помилки власне самої лінійної засічки і вихідних даних, тобто

$$m_C = \frac{m_l \sqrt{2}}{\sin \gamma} + \frac{m_{AB}}{\sin \gamma} = \frac{1}{\sin \gamma} (m_l \sqrt{2} + m_{AB}). \quad (1.30)$$

Для наближених розрахунків, прийнявши $\gamma = 90^0$, будемо мати

$$m_C = (m_l \sqrt{2} + m_{AB}).$$

Точність лінійної засічки обумовлена помилками задавання створу AB і винесення проектних відстаней l_1 і l_2 в натуру.

Приклад. Визначити необхідну точність відкладення відстаней l_1 і l_2 , якщо точність проектного положення точки C повинна відповідати $m_C = 10$ мм, помилка вихідних пунктів $m_{AB} = 5$ мм.

Необхідна точність відкладення проектних відстаней на місцевості складе

$$m_l = \sqrt{\frac{(m_C^2 - m_{AB}^2)}{2}} = \sqrt{\frac{(100 - 25)}{2}} \approx 6 \text{ мм}.$$

Якщо для лінійної засічки застосовують далекомірні комплекси, які центруються за допомогою штативів, то вплив помилок за центрування визначається формулою

$$m_c = \frac{e}{\sin \gamma}.$$

2.4.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування

1. За координатами пунктів полігонометрії і проектними координатами точки C (додаток, табл. 4) визначити проектні відстані l_1 і l_2 .
2. Визначити середню квадратичну помилку точності розмічування точки C .
3. Побудувати розмічувальне креслення для винесення точки C на місцевість способом лінійної засічки.

2.5. Спосіб створів. Спосіб лінійних створів

Способи створів та лінійних створів широко застосовуються для винесення в натуру основних точок (осей) будівель та споруд, а також при монтажі осей конструкцій та технологічного обладнання.

Положення проектної точки C в способі створів визначають на перетині двох створів, які задаються між вихідними пунктами $1 - 1'$ і $2 - 2'$ (рис. 1.10, а).

Створ $1 - 1'$ задається теодолітом, який центрується на вихідному пункті, наприклад 1 . Зорову трубу орієнтують на візирну ціль, яка відцентрована на другому вихідному пункті, наприклад, на $1'$. Задану проектну довжину d_1 відкладають у створі, фіксують положення точки C і закріплюють. Контролем розмічення служить d_2 – прив'язка точки до другого вихідного пункту, наприклад 2 . Вихідними пунктами є знаки головних (або основних) осей споруд.

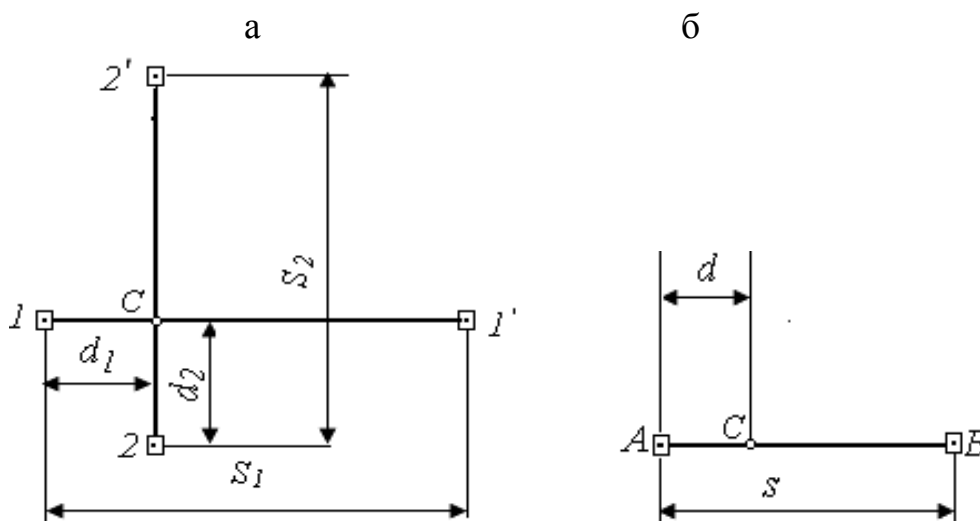


Рис. 1.10. Схема розмічування способами: а – створів; б – лінійних створів

2.5.1. Оцінка точності винесення точки способом створів

Середня квадратична помилка створів залежить від помилок побудови першого m_{C_1} і другого m_{C_2} створів, а також помилки m_ϕ фіксації точки в натурі.

$$m_C^2 = m_{ств_1}^2 + m_{ств_2}^2 + m_\phi^2. \quad (1.31)$$

Основними помилками при побудові створів є помилки положення вихідних точок, центрування приладів, візування зорової труби на візирну ціль і проектну точку, тобто

$$m_{ств}^2 = m_{вих}^2 + m_\psi^2 + m_{віз}^2 + m_\phi^2, \quad (1.32)$$

де $m_{вих}$ – середня квадратична помилка положення вихідних пунктів; m_ψ – середня квадратична помилка центрування теодоліта і візирних цілей; $m_{віз}$ – середня квадратична помилка візування зорової труби на візирну ціль і на розмічувальну точку.

Помилки положення вихідних пунктів для відкладення створу мають значення тільки у напрямку, перпендикулярному створу, тобто для кожного створу за однією з координат x чи y . Їхній вплив визначається формулою

$$m_{вих}^2 = m_{x,y}^2 \left[\left(1 - \frac{d}{S}\right)^2 + \left(\frac{d}{S}\right)^2 \right], \quad (1.33)$$

де d – відстань від точки встановлення теодоліту до проектної точки; S – довжина між вихідними пунктами.

Сумісний вплив помилок центрування теодоліта та візирних цілей виразиться формулою:

$$m_\psi^2 = \frac{e^2}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{S}\right)^2 + \left(\frac{d}{S}\right)^2 \right]. \quad (1.34)$$

Для побудов у створі лінійна помилка візування буде

$$m_{віз} = \frac{20'' \sqrt{2} d}{I^x \rho''}. \quad (1.35)$$

Спосіб *лінійних створів* дозволяє визначати проектне положення точки C , що виноситься в натуру (рис. 1.10, б) шляхом відкладення проектної відстані d за створом. Середня квадратична помилка положення точки C в цьому способі може бути підрахована за формулами створів (1.31) – (1.35).

Приклад. Оцінити точність розмічування проектного положення точки C способом створів засічки, якщо точка знаходиться посередині обох створів. Прийmemo, $d = 100$ м, $I^x = 25$, $m_{x,y} = 5$ мм, $e = 1$ мм, $m_{\phi} = 1$ мм.

Оскільки точка C знаходиться посередині, то вона в кожному створі має однакові умови, тому достатньо зробити розрахунок точності для одного створу. Використовуючи формулу (1.31), для визначення помилки вихідних даних будемо мати

$$m_{вих} = \sqrt{5^2 \left[\left(1 - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \right]} = 5 \sqrt{[(1 - 0,50)^2 + 0,50^2]} = 3,5 \text{ мм.}$$

За формулою (1.32) для розрахунку помилки центрування отримаємо

$$m_{ц} = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 \left[\left(1 - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \right]} = 0,5 \text{ мм.}$$

На підставі формули (1.33) знайдемо помилку візування

$$m_{віз} = \frac{20 \sqrt{2} \cdot 100000}{25 \cdot 206000} = 0,5 \text{ мм.}$$

Обчислимо загальну помилку розмічування з врахуванням помилок двох створів

$$m_C = \sqrt{2(3,5)^2 + (0,5)^2 + (0,5)^2 + 1,0^2} = 5,1 \text{ мм.}$$

Як видно із наведених розрахунків, найбільший вплив на точність положення точки має помилка вихідних даних.

2.5.2. Індивідуальне завдання для самостійного розв'язування

1. Виконати аналітичний розрахунок елементів для винесення точки способом створів (додаток, табл. 4).
2. Визначити оцінку точності положення точки C способом створів.
3. Побудувати розмічувальне креслення для виносу точки C в натуру способом створів.

3. Побудова розмічувального креслення з прив'язкою основних точок (осей) споруди до пунктів будівельної сітки

Для виконання цього завдання спочатку необхідно побудувати координатну (геодезичну будівельну) сітку масштабом 1:1000, потім виконати розрахунок проектних елементів для прив'язки головних точок (осей) до пунктів будівельної сітки; після чого побудувати розмічувальне креслення з даними прив'язки проекту до пунктів геодезичної будівельної сітки.

Вихідні дані

1. Координати точок поздовжніх і поперечних осей будівель (додаток, табл. 5).

3.1. Порядок виконання роботи

1. Побудувати на аркуші паперу А4 координатну (геодезичну будівельну) сітку зі сторонами квадратів 100 x 100 м з урахуванням проектних координат кутів будинку (додаток, табл. 5).

2. Підписати вершини квадратів будівельної сітки і нанести за вихідними координатами контур проектних будівель №1 і №2.

3. Визначити від найближчих вершин квадратів будівельної сітки відстані a , b , c , а також довжину d і ширину d_1 будівель. Для цього використовувати формули, за допомогою яких будуть визначатися геометричні розмічувальні елементи для винесення цих будівель в натуру.

Примітка. На схему розмічувального креслення нанести всі розмічувальні елементи для винесення проекту в натуру з прив'язкою будівель до пунктів будівельної сітки (додаток, рис. 1).

4. Питання і задачі для самостійного контролю

1. Що є геометричною основою проекту для винесення його в натуру?
2. Для чого створюють розмічувальні мережі при будівництві?
3. Зобразіть на рисунку основні схеми побудови планової розмічувальної мережі на будівельному майданчику.
4. Назвіть основні способи винесення в натуру головних осей споруд. Покажіть на рисунку планові розмічувальні елементи.
5. Які параметри відносять до розмічувальних елементів споруд при горизонтальному розміченні? Наведіть формули для їх визначення.
6. Зробіть аналітичний розрахунок параметрів розмічувальних елементів при винесенні точок (осей) споруд способом полярних координат. Побудуйте розмічувальне креслення.
7. Точність винесення точки в натуру способом полярних координат.
8. Наведіть аналітичний розрахунок розмічувальних елементів при винесенні точок способом прямокутних координат. Побудуйте розмічувальне креслення.

9. Точність винесення точки в натуру способом прямокутних координат.

10. Наведіть аналітичний розрахунок параметрів розмічувальних елементів при винесенні точок (осей) способом прямої кутової засічки. Побудуйте розмічувальне креслення.

11. Покажіть аналітичний розрахунок параметрів розмічувальних елементів при винесенні точок (осей) способом лінійної засічки. Побудуйте розмічувальне креслення для винесення точок (осей) способом лінійної засічки.

12. Точність винесення точки в натуру способом лінійної засічки. У яких випадках ефективно застосовувати цей спосіб?

13. Наведіть аналітичний розрахунок для перенесення на місцевість основних точок (осей) будівлі відносно пунктів будівельної сітки.

14. Побудуйте розмічувальне креслення для винесення споруди при наявності будівельної сітки.

15. Як винести в натуру задану величину проектного кута? Зобразіть на рисунку схему винесення кута в натуру.

16. Як винести в натуру задану величину проектного кута заданої точності? Зобразіть на рисунку схему винесення кута заданої точності в натуру.

17. Як винести в натуру проектну довжину лінії?

18. Що таке геодезична прив'язка проекту?

19. Що вміщує в собі термін “геодезична підготовка проекту”?

20. Який вигляд має схематичне розмічувальне креслення прив'язки запроектованої споруди на забудованій території та на незабудованій території?

21. Зобразіть прив'язку проекту до сторін будівельної сітки?

Примітка. Відповідь на питання повинна бути повна з потрібними формулами, рисунками, схемами розмічувальних креслень і поясненнями до них.

Завдання 2

Тема: “Розмічення криволінійних елементів споруд”

- Навчальні цілі:**
1. Набуття навичок прив'язки лінійної споруди до геодезичної основи при винесенні її на місцевість.
 2. Самостійний розрахунок за вихідними даними елементів кругової кривої.
 3. Самостійна підготовка даних для детального розмічування кругової кривої способом прямокутних координат та продовженням хорд.

Загальні відомості

При спорудженні окремих об'єктів будівництва, що мають не прямокутні, а закруглені частини, виникає необхідність не тільки розмічувати головні точки кривої (початок, кінець і середину) методами, що вивчають у загальній частині курсу геодезії, але і виконувати детальне розмічення кривих для полегшення

робіт при будівництві. Для цього між головними точками кривої розмічують проміжні точки через 2, 5, 10 або 20 м. Найменший інтервал установлюється для кривих з радіусом 20–100 м, найбільший – з радіусом 1000 м і більше [1, §34 – 36, §62, §67, §68; 3, с. 216 – 218, с. 224 – 227].

Дані, які визначають положення запроєктованої траси в плані, вказуються на проектному кресленні, що називається геометричною схемою траси. Геометричну схему складають у масштабі 1:1000.

Зміст завдання

За даними камерального трасування виконати: розрахунок елементів кругової кривої для перенесення їх на місцевість; побудувати геометричну схему траси, розмітити кругову криву і пікетаж кривої; винести пікети й проміжні точки, якщо такі мають місце, з дотичних на криву; виконати детальне розмічування кривої способом прямокутних координат й продовженням хорд; побудувати схему розмічування на аркуші в масштабі 1:1000 або 1:2000 згідно з даними.

Вихідні дані

Координати початку траси – $PK0$ (т. A), дирекційний кут α_{AB} прямої траси AB , відстані AB і BC , кут повороту траси, радіус кругової кривої (додаток, табл. 6).

Методичні рекомендації до виконання завдання

Пристаюючи до виконання даного завдання, студент повинний ознайомитися за літературою [1, §34 – 36, §62, 67, 68; 3, с. 216 – 218, с. 224 – 227] з теорією визначення даних для перенесення в натуру кругових кривих і детальним розміченням їх способом прямокутних координат і продовження хорд.

1. Геодезична підготовка даних для розмічування криволінійних елементів траси в натурі

1.1. Визначення головних елементів кругової кривої

Головними елементами кругової кривої є кут повороту φ траси, вимірюваний у натурі; радіус кривої R , який вибирають залежно від умов місцевості і категорій лінії; довжина дотичних $AB = BC = T$; довжина кривої $AEC = K$; бісектриса $BE = B$; величина доміру D .

На практиці головні елементи кругової кривої знаходять за таблицями розмічування кругових кривих, складеними за аргументами R і φ або за формулами:

$$\left. \begin{aligned} T &= R \operatorname{tg}(\varphi/2) \\ K &= R(\sec \varphi/2 - 1) \\ B &= R(\pi \rho/180) \\ D &= 2T - K = R(2 \operatorname{tg} \varphi/2 - \pi \rho/180) \end{aligned} \right\}, \quad (2.1)$$

де R – радіус кругової кривої, м; φ – кут повороту траси, град; T – довжина дотичних, які називаються тангенсом, м; K – довжина кругової кривої, м; B – довжина бісектриси, м; D – домір, м.

1.2. Розмічення пікетів траси та головних точок кругової кривої

Точки початку ($ПК$), її кінець ($КК$) і середина ($СК$) називаються **головними точками кругової кривої**. На круговій кривій пікети розмічують за дотичними (лініями тангенса) до вершини кута повороту осі траси. Спочатку за вимірним значенням кута повороту φ та прийнятим радіусом R знаходять головні елементи кругової кривої T , K , B і D (рис. 2.1). Потім за визначенням на місцевості або за проектним пікетним значенням вершини кута ($ВК$) розраховують пікетні значення початку $Пк(ПК)$, кінця $Пк(КК)$ і середини $Пк(СК)$ кривої за формулами:

$$\left. \begin{aligned} Пк(ПК) &= Пк(ВК) - T, \\ Пк(КК) &= Пк(ПК) + K, \\ Пк(СК) &= Пк(ПК) + K/2 \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

де $Пк(ВК)$ – пікет вершини кута повороту траси.

Контрольними формулами для (2.2) є:

$$\left. \begin{aligned} Пк(ПК) &= Пк(ВК) + (T - D) \\ Пк(СК) &= Пк(КК) - K/2 \end{aligned} \right\}.$$

Початок кривої в натурі знаходять шляхом відкладання від найближчого пікету відстані, обчисленої за формулою (2.2). Цю ж точку одержують, відклавши від вершини кута повороту ($ВК$) у зворотному напрямку величину тангенса (T). Перебуваючи на місцевості, середину кривої ($СК$) отримують відкладенням довжини бісектриси B за напрямком, що ділить кут ABC навпіл (рис. 2.1).

Розмічення пікетів від вершини кута за новим напрямком траси BC починають з відкладення від вершини кута ($ВК$) величини $(T - D)$, отримуючи таким чином $Пк(КК)$. Від $Пк(КК)$ відкладають відстань, що не вистачає до ста метрів наступного пікету.

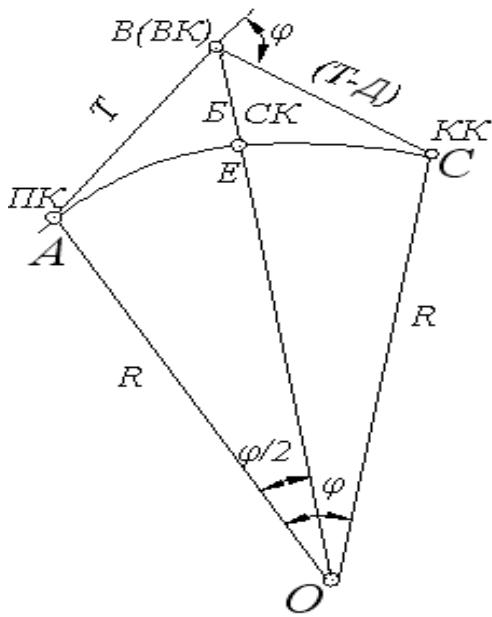


Рис. 2.1. Головні елементи і точки кругової кривої

Далі звичайним шляхом розмічують пікети і плюсові точки до кінця або до наступного кута повороту траси.

Розмічені таким способом пікети, розташовані на дотичних, переносяться з них на криву методом прямокутних координат. Дані беруться з таблиці [6].

1.2.1. Оцінка точності елементів кругової кривої

Визначимо, з якою точністю необхідно розрахувати кути повороту, щоб основні елементи траси були отримані з середньою квадратичною відносною помилкою порядку 1:2000. З формули (2.1) для тангенсу T згідно з теорією помилок виходить

$$m_T = \frac{R}{2 \cos^2 \varphi/2} \frac{m'_\varphi}{\rho'} \quad \text{або} \quad \frac{m_T}{T} = \frac{m'_\varphi}{\rho' \sin \varphi},$$

звідси

$$m'_\varphi = 3438' \frac{m_T}{T}.$$

Для бісектриси

$$m_B = \frac{m'_\varphi}{\rho'} \frac{R \operatorname{tg} \varphi/2}{2 \cos \varphi/2} \quad \text{або} \quad \frac{m_B}{B} = \frac{m'_\varphi}{\rho'} \frac{\operatorname{tg} \varphi/2}{2(1 - \cos \varphi/2)},$$

звідси

$$m'_\varphi = 3438' \frac{m_B}{B} \frac{2(1 - \cos \varphi/2)}{\operatorname{tg} \varphi/2}.$$

Приклад. Визначити головні елементи кругової кривої, якщо радіус $R=1000$ м, кут повороту осі траси $\varphi = 50^\circ$

$$T = 1000 \cdot 0,4663 = 466,31 \text{ м};$$

$$K = \frac{3,141 \cdot 1000 \cdot 50^\circ}{180^\circ} = 872,66 \text{ м};$$

$$Д = 2T - K = 932,62 - 872,66 = 59,96 \text{ м};$$

$$B = \frac{1000}{\cos 25^\circ} - 1000 = 103,38 \text{ м}.$$

Після визначення головних елементів кругової кривої розраховують з контролем пікетне найменування головних точок кругової кривої: початок кривої (ПК), середина кривої (СК) і кінець кривої (КК). Приклад розрахунку наведено в табл. 2.1.

На підставі отриманих даних будується схема траси у зручному масштабі з пікетним найменуванням головних точок кругової кривої (рис. 2.2)

Таблиця 2.1

Розрахунок пікетного найменування головних точок кругової кривої			
<i>т. А(ПК0)</i>	0	<i>Контроль</i>	
$+S_{AB}$	14+25,00	<i>т. А (ПК0)</i>	0
<i>т. В(БК)</i>	14+25,00	<i>т. В(БК)</i>	14+25,00
$-T$	4 +66,31	$+T$	4 +66,31
<i>ПК</i>	9 +58,69	Σ	18+91,31
$+1/2K$	4+36,33	$-Д$	0+59,96
<i>СК</i>	13+95,02	<i>КК</i>	18+31,35
$+1/2K$	4+36,33	$+S_{AB}$	14+25,00
<i>КК</i>	18+31,35	$+S_{BC}$	20+25.28
$+S_{BC}$	20+25.28		34+50.28
$-T$	4 +66,31	$-Д$	0+59,96
<i>т. С</i>	33+90.32	<i>т. С</i>	33+90,32

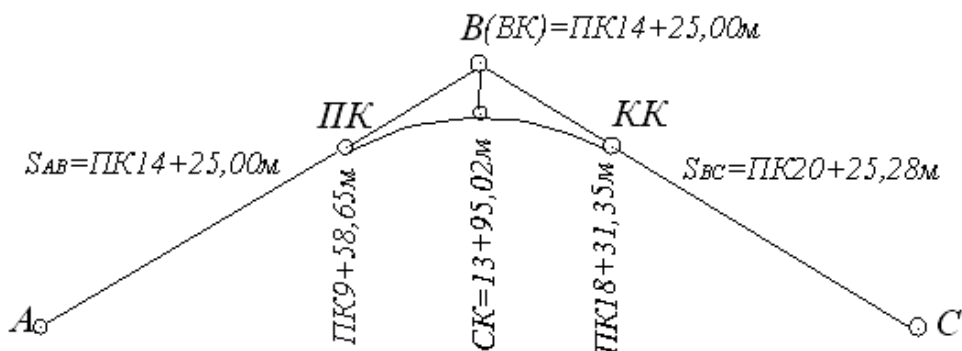


Рис. 2.2. Головні точки кругової кривої

1.3. Винесення пікету (точки) з дотичної на кругову криву

Розмічені таким чином пікети розташовані на дотичних, тому виникає необхідність винесення їх з дотичної на криву (рис. 2.3). Пікети переносяться з дотичних на криву методом прямокутних координат, дані отримують із спеціальних таблиць [6, с. 520 – 569].

Приклад. Винести на криву $Пк10$, якщо радіус кривої $R = 1000$ м. За різницею пікетного значення точки, що виноситься ($Пк10$) і початком ($ПК$) або кінцем ($КК$) кругової кривої визначають довжину кривої $k' = Пк10 - (ПК) = 1000,00 - 958,69 = 41,31$ м і знаходять за таблицею [6] для даного радіуса кривої R координати k' - $x = 0,01$ та $y = 0,80$ м (табл. 2.2).

Відклавши за тангенсом від $Пк10$ у напрямку до ($ПК$) величину $k' - x = 0,01$ м, яка називається крива без абсциси, і за перпендикуляром, виставленим в отриманій точці, ординату $y = 0,80$ м, отримують на кривій положення $Пк10$. Аналогічно наносять на криву інші точки чи пікети з дотичної (тангенса).

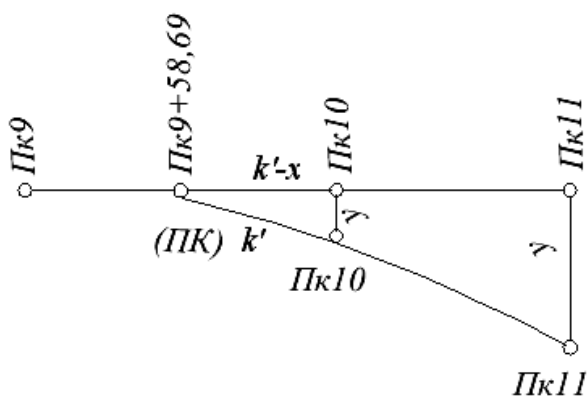


Рис. 2.3. Перенесення пікетів з дотичної на криву

Таблиця 2.2
Розрахунок елементів для
винесення точок з дотичної на криву

k'	Координати		k'	Координати	
	k' - x	y		k' - x	y
$R=1000$ м					
40	0,01	0,80	140	0,46	9,78
41	0,01	0,84	141	0,47	9,92
42	0,05	0,88	142	0,48	10,07

1.4. Детальне розміщення кругової кривої способом прямокутних координат

Спосіб прямокутних координат застосовується в умовах відкритої ділянки, де є можливість безперешкодно вимірювати відстані за дотичними і перпендикулярами до них. У способі прямокутних координат положення точок 1, 2, 3..., n (рис. 2.4) на кривій визначаються через рівні дуги k координатами $x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; \dots; x_n, y_n$. Якщо радіус кривої більше за 500 м, то криву розмічають через 20 м.

Розміщення кривої виконують від початку або кінця кривої до її середини. У способі прямокутних координат кожна точка кривої визначається незалежними промірами при переході одна до одної.

Прийнявши за початок координат початок кривої (ПК), а за вісь абсцис – дотичну, лінію тангенса, обчислюють координати точок 1, 2, 3, ..., n за формулами:

$$\left. \begin{aligned} (ПК) + 1 &= x_1 = R \sin \varepsilon; \\ y_1 &= 1 - 1' = R(1 - \cos \varepsilon) = 2R \sin^2 \varepsilon / 2, \\ (ПК) + 2 &= x_2 = R \sin 2\varepsilon; \\ y_2 &= 2 - 2' = R(1 - \cos 2\varepsilon) = 2R \sin^2 2\varepsilon / 2. \end{aligned} \right\}$$

де ε – центральний кут,

$$\varepsilon = 180^\circ K / \pi R.$$

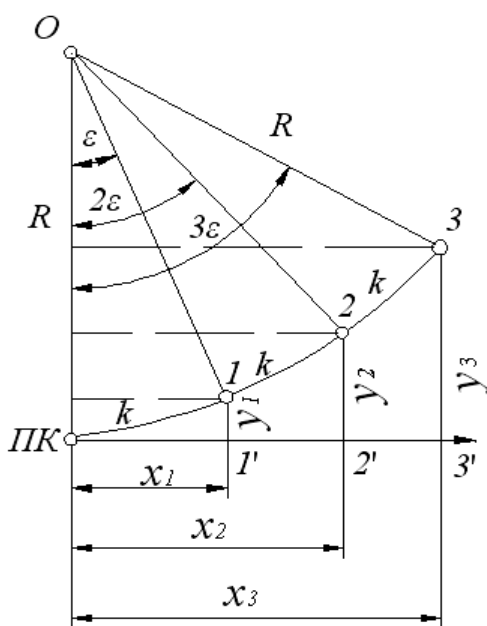


Рис. 2.4. Детальна розбивка кривої способом прямокутних координат

Основне достоїнство цього способу те, що при детальному розміщенні кругової кривої помилки не накопичуються.

Приклад. Розрахунок елементів detailного розмічування кругової кривої способом прямокутних координат за радіусом кривої $R = 1000$ м, з відрізками дуги кривої $k' = 20$ м та центральним кутом $\varepsilon = 1,41^\circ$.

За формулами (2.1) для точок дуги кривої k' обчислюють або знаходять за таблицею [6] значення абсцис x_i і ординат y_i , які заносяться в табл. 2.3.

Для detailного розміщення кругової кривої на дотичній відкладають абсциси x_i точок і перпендикулярно до них ординати y_i .

Розрахунок елементів розмічування кривої способом прямокутних координат $R=1000$ м, $\varepsilon = 1,41^\circ$

№ точок	k'	x	$k' - x$	y	y
1	20	$x_1 = R \sin \varepsilon$	0,00	$y_1 = 2R \sin^2 \varepsilon / 2$	0,20
2	40	$x_2 = R \sin 2\varepsilon$	0,01	$y_2 = 2R \sin^2 2\varepsilon / 2$	0,80
3	60	$x_3 = R \sin 3\varepsilon$	0,04	$y_3 = 2R \sin^2 3\varepsilon / 2$	1,80
.....
n		$x_n = R \sin n\varepsilon$		$y_n = 2R \sin^2 n\varepsilon / 2$	

1.5. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування

1. Розрахувати значення головних елементів і пікетне найменування головних точок кругової кривої: початок кривої *ПК*, середина кривої *СК* і кінець кривої *КК* (додаток, табл. 5).

2. Визначити головні елементи кругової кривої *T*, *K*, *B* і *D*.

3. Визначити головні точки кругової кривої *ПК*, *СК*, *КК* із контролем.

4. Виконати оцінку точності елементів кругової кривої.

5. Побудувати схему траси й кругової кривої в масштабі 1:10000.

Для розв'язування задачі можна користуватися формулами (2.1) або [6, табл. III].

6. Відповідно до наведеного прикладу розрахувати для своєї траси елементи для перенесення точок з дотичної на кругову криву.

7. Побудувати схему перенесення точок на кругову криву.

8. Розрахувати за обчисленими головними елементами кругової кривої елементи для детального розмічення кругової кривої на місцевості способом прямокутних координат.

9. Побудувати схему детального розмічення кругової кривої від (ПК) до середини (СК) на папері в масштабі 1:2000.

1.6. Детальне розмічення кругової кривої способом продовжених хорд

В забудованих і лісистих місцях розмічення кривих зручно виконувати способом продовжених хорд [6, §8]. Розмічення кривої цим способом ведуть без теодоліта. За радіусом і прийнятою довжиною хорди (10 або 20 м) знаходять за формулою (2.3) або в таблицях [6] проміжні та крайні переміщення

$$y = \frac{b^2}{2R}; \quad d = 2y = \frac{b^2}{R}. \quad (2.3)$$

де R – радіус кругової кривої; b – довжина хорди; d – проміжний відрізок; y – крайній відрізок.

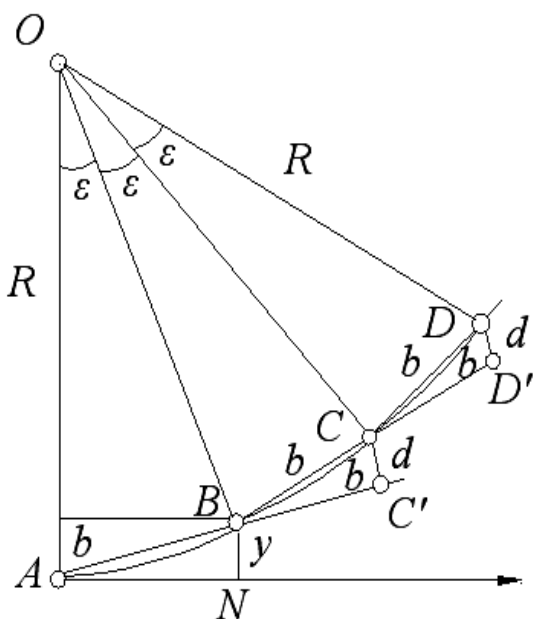


Рис. 2.5. Схема розмічення кривої способом продовження хорд

Положення першої точки кривої B (рис. 2.5) визначають за допомогою прямокутних координат x і y або відрізка тангенса $AN = x$, а також лінійною засічкою радіусами-векторами

$$AB = b \text{ і } NB = y.$$

Закріпивши точку B , на продовженні створу AB відкладають довжину хорди b (10 чи 20 м) і визначають положення точки C .

Далі, утримуючи стрічку в точці B , а кінець в C' переміщують на відстань, відміряну рулеткою d , і засікають на кривій точку C . Відрізок $C'C = d$, указаний в таблиці [6], є проміжним переміщенням.

Для отримання наступної точки D поступають аналогічно. У створі BC , утримуючи стрічку в точці C , відкладають довжину хорди b й отримують положення точки D' . Переміщуючи від точки на проміжний відрізок $D'D = d$ отримують положення точки D на кривій і т.д.

1.7. Індивідуальні завдання для самостійного розв'язування

1. Розрахувати за вихідними елементами кругової кривої елементи для детального розмічення кривої на місцевості способом продовжених хорд.
2. Виконати детальне розмічення кругової кривої від початку кривої (ПК) до її середини способом продовжених хорд на папері в масштабі 1:2000.

1.8. Питання і задачі для самостійного контролю

1. Як розрахувати елементи кругової кривої?
2. Способи детального розмічування кругової кривої.
3. Як розрахувати детальне розмічування кругової кривої способом прямокутних координат?
4. Як розрахувати детальну розмічування кругової кривої способом продовжених хорд?
5. Розрахуйте дирекційний кут повороту лінії траси BC , якщо дирекційний кут лінії $\alpha_{AB} = 75^{\circ}$ і кут повороту направо $\varphi = 15^{\circ}$?

6. Зобразіть на схемі детальне розмічування кругової кривої способом прямокутних координат.

7. Зобразіть на схемі детальне розмічування кругової кривої способом продовжених хорд.

8. Як визначають елементи кругової кривої і положення головних точок кривої на місцевості?

9. Розрахуйте пікетажні значення головних точок кругової кривої, якщо пікетажне значення вершини кута повороту ПК 4 + 20,45, кут повороту траси 60° , радіус кривої 100 м?

10. Як винести пікет на криву? Приведіть формули та опишіть методику польових робіт.

Завдання 3

Тема: “Визначення деформацій зсувних схилів”

- Навчальні цілі:**
1. Вивчення геодезичних методів спостереження за деформаціями споруд та зсувних схилів.
 2. Набуття навичок у розрахунках кінематичних характеристик зміщень схилів.
 3. Графічне зображення деформацій поверхні схилу.

Загальні відомості

Побудовані за проектом інженерні споруди на схилах балок протягом часу зазнають деяких змін. Під сильним і постійним тиском споруди ґрунти і основа фундаменту трохи стискаються і виникають зміщення в горизонтальній площині або осідання споруди. В тому випадку, якщо стискування ґрунтів під фундаментами неоднакове і навантаження на різні частини фундаменту різне, то осідання мають нерівномірний характер, що призводить до перекосів, прогинів, кренів та інших видів деформацій споруд. Зміщення споруд в горизонтальній площині може бути викликано боковим тиском ґрунту, води, вітру і т. п.

Для спостережень зміщень інженерних споруд у зоні зсувів і поверхні схилу, на якому вони розташовані, найчастіше використовують методи триангуляції, полігонометрії та кутових засічок. При визначенні зміщень прямими й оберненими засічками в кожному циклі спостережень вимірюються горизонтальні кути між опорними пунктами і точками, розміщеними на схилі, а потім шляхом розв’язування прямої засічки знаходять координати точок, які спостерігаються.

Для вивчення деформацій схилу закладають точки безпосередньо на його поверхні і визначають зміну їх просторового положення за вибраний проміжок часу. При цьому визначене положення точки і час приймають за початкове значення [1, §55, 66, 67; 2, §71; 3, с. 324 – 340; 4, с. 344 – 367; 7].

Зміст завдання

За даними координатами точки спостереження визначити кінематичні характеристики зміщень точки:

- 1) абсолютні горизонтальні зміщення;
- 2) абсолютні вертикальні зміщення (осідання) точки між циклами;
- 3) сумарні горизонтальні (планові) зміщення точки відносно початкового циклу;
- 4) сумарні вертикальні зміщення (осідання) точки відносно початкового циклу;
- 4) середньомісячна швидкість горизонтальних та вертикальних зміщень;
- 5) напрямок вектора руху точки.

Побудувати графіки вертикальних і горизонтальних зміщень точки спостереження протягом визначеного періоду.

Вихідні дані

1. Координати точки осінніх і весняних циклів спостережень [7], (додаток, табл. 7).

Методичні рекомендації до виконання завдання

1. Визначення кінематичних характеристик зміщень

Обчислення *абсолютних горизонтальних зміщень*. Горизонтальні зміщення за осями абсциси X і ординати Y k -ї точки між циклами обчислюють за формулами:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{i,k} &= X_{i+1} - X_i \\ \Delta Y_{i,k} &= Y_{i+1} - Y_i \end{aligned} \right\}$$

Зміщення точки в плані складе

$$\Delta S_{i,k} = \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2},$$

а зміщення в просторі –

$$\Delta L_{i,k} = \sqrt{(X_{I+1} - X_I)^2 + (Y_{I+1} - Y_I)^2 + (H_{I+1} - H_I)^2} = \sqrt{\Delta X_{1,i+1}^2 + \Delta Y_{1,i+1}^2 + \Delta H_{1,i+1}^2}$$

або

$$\Delta L_{i,k} = \sqrt{\Delta S_i^2 + \Delta H_i^2},$$

де $\Delta X_{i,k}, \Delta Y_{i,k}, \Delta H_{i,k}$ – зміщення точки k за певний час у просторі; $i, i+1$ – номери циклів спостережень; $X_i, Y_i, H_i; X_{i+1}, Y_{i+1}, H_{i+1}$ – координати точки k поточного і попереднього циклів.

Обчислення **сумарних горизонтальних (планових) зміщень** ΔS_{i-1} відносно S_i початкового циклу спостережень

$$\Delta S_{i,k} = \sum (S_i - S_1).$$

Середнє горизонтальне зміщення знаходять за формулою

$$\Delta S_{сер} = \frac{\Delta S_{i,k}}{n},$$

де $\Delta S_{i,k}$ – сумарні горизонтальні зміщення точки k за період часу Δt_i ; n – кількість значень горизонтальних зміщень.

Обчислення **абсолютних вертикальних зміщень (осідань)**. Маючи висоту H фіксованої точки k на зсувному схилі визначають її абсолютні вертикальні зміщення $\Delta H_{i,k}$ між циклами

$$\Delta H_{i,k} = H_{i+1} - H_i.$$

Обчислення **сумарних вертикальних зміщень** точки k відносно початкового циклу визначають за формулою

$$\Delta H_{i,k} = \sum (H_i - H_1).$$

Середнє вертикальне зміщення точки знаходять як середнє арифметичне із суми всіх осідань даної точки

$$\Delta H_{сер} = \frac{\Delta H_{i,k}}{n},$$

де i – номер циклу спостереження; n – кількість значень осідань; i та $i+1$ – поточний і попередній цикли; Δt_i – проміжок часу спостережень, виражений у місяцях або роках; $\Delta H_{i,k}$ – сумарні осідання точки k за проміжок часу Δt_i .

Обчислення **середньомісячної швидкості** зміщень точки k на зсувному схилі:

– **горизонтальних** \mathcal{G}_{Si}

$$\mathcal{G}_{Si} = \Delta S_{i,k} / \Delta t_i,$$

– вертикальних \mathcal{G}_{Hi}

$$\mathcal{G}_{Hi} = \Delta H_{i,k} / \Delta t_i.$$

Розглянемо обчислення **кутів напрямку вектора зміщень** точки k на зсувному схил. Крім планових зміщень та осідань точки k , важливо знати й напрямок вектора зміщень α_k ,

$$\alpha_k = \arctg \frac{Y_{i+1} - Y_i}{X_{i+1} - X_i} = \frac{\Delta Y_{i,i+1}}{\Delta X_{i,i+1}},$$

де $\Delta X_{i,i+1}, \Delta Y_{i,i+1}, \Delta H_{i,i+1}$ – зміщення точки за певний час у просторі; $i, i+1$ – номери циклів спостережень; $X_i, Y_i, H_i; X_{i+1}, Y_{i+1}, H_{i+1}$ – координати точки k поточного і попереднього циклів.

Обчислення рекомендується виконувати за програмою Microsoft Excel. Приклад оформлення результатів деформацій точки на схилі наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Розрахунок параметрів планових зміщень
і осідань точки спостереження

№ циклу	Точка 27									
	X, м	Y, м	H, м	ΔX_i , мм	ΔY_i , мм	ΔH_i , мм	ΔS_i мм	ΔL_i мм	\mathcal{G}_{Hi} , мм/міс	\mathcal{G}_{Si} , мм/міс
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	351.320	410.590	99.632							
2	351.311	410.588	99.628	-9	-2	-4	9,2	10,0	0,66	1,53
3	351.307	410.587	99.627	-4	-1	-1	4,1	4,1	0,17	0,68
4	351.305	410.585	99.625	-2	-2	-2	2,0	2,0	0,33	0,33
5	351.301	410.584	99.624	-4	-1	-1	4,1	6,1	0,17	0,68

2. Побудова графічних зображень зміщень

За результатами обчислень, занесеними в табл. 3.1, будується графічне зображення кінематичних характеристик зсувних зміщень протягом певного періоду спостережень в програмі Microsoft Excel. Приклад побудови графічних зображень зміщень показано на рис.3.1.

На підставі отриманих величин зміщень точки спостереження виконати аналіз деформації та вказати тенденцію її розвитку.

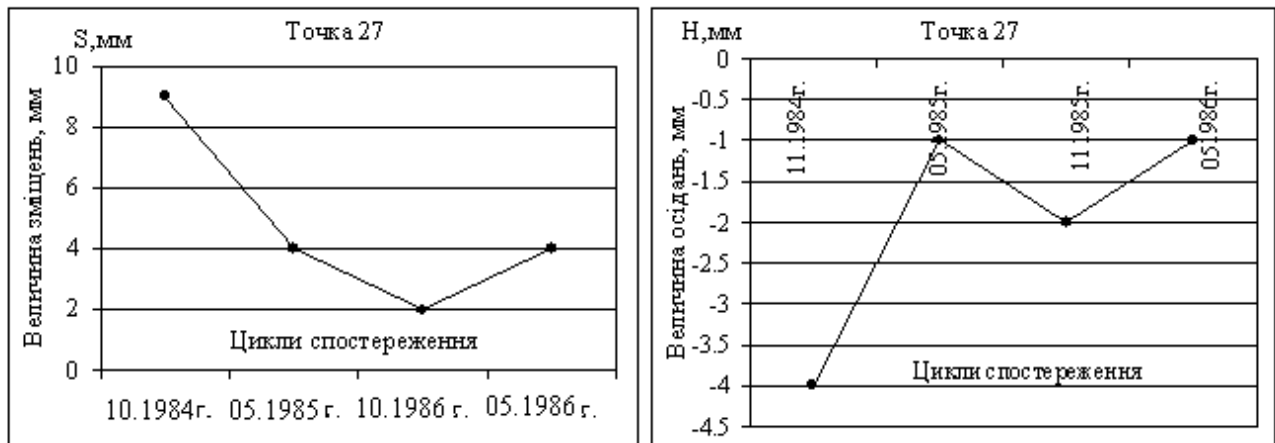


Рис. 3.1. Графічне зображення планових зміщень і осідань точки між циклами спостережень

3. Питання і задачі для самостійного контролю

1. Загальні відомості про причини деформації споруд і поверхні схилів.
2. Види деформацій і організація геодезичних спостережень.
3. Назвіть вертикальні деформації і методи їх спостережень.
4. Назвіть методи спостережень за кренами споруд.
5. Методика визначення осідань споруди методом геометричного нівелювання.
6. Методика визначення горизонтальних зміщень споруд методом триангуляції.
7. Методика визначення деформації зсувних схилів методом прямих кутових засічок.
8. Як визначити швидкість осідання деякої точки A споруди?
9. Як визначити осідання всієї споруди?
10. Назвіть види горизонтальних деформацій і методи їх спостережень.
11. Де розташовують опорні планові пункти для спостережень за плановими зміщеннями споруд чи схилу?
12. Де розташовують деформаційні (контролюючі) знаки для визначення горизонтальних зміщень окремих точок споруди чи схилу?
13. Як визначити абсолютні горизонтальні зміщення деякої точки A споруди чи схилу?
14. Як визначити відносні горизонтальні зміщення деякої точки A споруди чи схилу?
15. Як визначити напрям вектора зміщень у горизонтальній площині?
16. Як визначити напрям вектора зміщень у вертикальній площині?
17. Як визначити повне зміщення точки A на споруді чи схилі?
18. Чому дорівнює середньомісячна швидкість планового зміщення точки A , якщо вектор зміщення 25 мм, період спостережень один рік?
19. Чому дорівнює кут нахилу вектора зміщення точки, якщо величина вектора 25 мм, а величина осідання 5 мм?

20. Середня швидкість зміщення точки 6 мм/міс, період спостережень пів року, чому буде дорівнювати середнє прискорення?

Список літератури

1. Левчук Г.П. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ /Г.П. Левчук, В.Е. Новак, В.Г. Конусов. – М.: Недра, 1981. – 429 с.
2. Лебедев Н.Н. Курс инженерной геодезии / Н.Н. Лебедев. – М.: Недра, 1974. – 354 с.
3. Справочное пособие по прикладной геодезии / под ред. В.Д. Большакова. – М.: Недра, 1987. – 537с.
4. Инженерная геодезия / под ред. Д.Ш. Мехелева. – М.: Высш. шк., 2000. – 459 с.
5. Справочник по инженерной геодезии /под ред. Н.Г. Видуева. – М.: Высш. шк., 1978. – 371 с.
6. Федоров И.В. Таблицы. Круговые и переходные кривые / И.В. Федоров. – М., 1938. – 623 с.
7. Зуска А.В. Характеристика параметров смещений оползневых склонов балок на основании геодезических наблюдений / А.В. Зуска. // “Форум гірників – 2005”, міжнар. наук.-техн. конф. – Д.: НГУ, 2005. – Т. 3. – С. 190 – 197.

Додаток

Таблиця 1

Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом полярних координат

№ варіанта	Координати, м			Дирекційний кут лінії α_{39-40}	№ варіанта	Координати			Дирекційний кут лінії α_{39-40}
	Проектні		Вихідні			Проектні		Вихідні	
	$X_A;$ Y_A	$X_B;$ Y_B	$X_{39};$ Y_{39}			$X_A;$ Y_A	$X_B;$ Y_B	$X_{39};$ Y_{39}	
1	120,00	120,00	95,00	305°20'	14	-120,00	-120,00	-95,00	125°20'
	-75,00	-35,00	-80,00			75,00	35,00	80,00	
2	100,00	100,00	80,00	295°15'	15	-100,00	-100,00	-90,00	115°15'
	-55,00	-15,00	-75,00			55,00	15,00	75,00	
3	80,00	80,00	95,00	285°10'	16	-80,00	-80,00	-85,00	105°10'
	-35,00	-5,00	-50,00			35,00	35,00	70,00	
4	70,00	20,00	50,00	270°00'	17	-70,00	-20,00	-50,00	90°00'
	-20,00	15,00	0,00			20,00	-15,00	0,00	
5	20,00	20,00	-5,00	270°05'	18	-20,00	-20,00	5,00	270°05'
	-10,00	20,00	10,00			10,00	-20,00	-10,00	
6	-25,00	-25,00	-45,00	269°57'	19	-25,00	-25,00	-45,00	89°57'
	-15,00	15,00	-10,00			-15,00	15,00	-10,00	
7	15,00	-15,00	10,00	270°07'	20	-15,00	15,00	-10,00	90°07'
	45,00	80,00	65,00			-45,00	-80,00	-65,00	
8	130,00	130,00	105,00	315°20'	21	-130,00	-130,00	-105,00	135°20'
	-85,00	-45,00	-90,00			85,00	45,00	90,00	
9	110,00	110,00	100,00	315°15'	22	-110,00	-110,00	-100,00	125°15'
	-65,00	-35,00	-95,00			65,00	35,00	95,00	
10	100,00	100,00	95,00	285°10'	23	-100,00	-100,00	-95,00	105°10'
	-55,00	-45,00	-80,00			55,00	45,00	80,00	
11	80,00	30,00	60,00	280°00'	24	-80,00	-30,00	-60,00	100°00'
	-30,00	25,00	10,00			+30,00	-25,00	-10,00	
12	30,00	30,00	-15,00	270°05'	25	-30,00	-30,00	15,00	90°05'
	-20,00	40,00	20,00			20,00	-40,00	-20,00	
13	-35,00	-35,00	-55,00	269°57'	26	35,00	35,00	55,00	89°57'
	-25,00	25,00	-20,00			25,00	-25,00	20,00	

Таблиця 2

Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру
способом прямої кутової засічки

№ варіанта	Координати, м			№ варіанта	Координати, м		
	Вихідні пункти		Проектні		Вихідні пункти		Проектні
	X _A ; У _A	X _B ; У _B	X _C ; У _C		X _A ; У _A	X _B ; У _B	X _C ; У _C
1	-777,50	-743,85	-800,48	14	-777,50	-800,48	-743,85
	220,40	314,57	242,80		220,40	242,80	314,57
2	-777,50	-743,85	-801,01	15	1200,45	1230,74	1340,45
	220,40	314,57	316,90		844,57	929,32	845,06
3	1200,45	1340,45	1230,74	16	1340,45	1230,74	1200,45
	844,57	845,06	929,32		845,06	929,32	844,57
4	1200,45	1340,45	1334,20	17	-1211,11	-1214,08	-1076,71
	844,57	845,06	862,95		-687,44	-798,37	-648,23
5	-1211,11	-1076,71	-1214,08	18	-1076,70	-1211,11	-1076,71
	-687,44	-648,23	-798,37		-681,44	-687,44	-648,23
6	-1221,11	-1076,71	-1076,70	19	-687,44	877,75	-648,23
	-687,44	-648,23	-681,44		-1210,11	-1200,04	-1076,71
7	-687,44	-648,23	877,75	20	988,77	945,92	-877,77
	-1210,11	-1076,71	-1200,04		-1241,14	-1108,29	-1240,44
8	-877,77	988,77	945,92	21	-877,77	945,92	988,77
	-1240,44	-1241,14	-1108,29		-1240,44	-1108,29	-1241,14
9	-857,77	968,77	857,75	22	968,77	857,75	-857,77
	-1220,44	-1221,14	-1180,04		-1221,14	-1180,04	-1220,44
10	-127,00	-129,37	-107,71	23	-129,37	-107,71	-127,00
	-610,40	-450,12	-590,95		-450,12	-590,95	-610,40
11	-117,00	-119,37	-109,39	24	-119,37	-109,39	-117,00
	-600,40	-440,12	-437,67		-440,12	-437,67	-600,40
12	-777,50	-800,48	-743,85	25	-117,00	-109,39	-119,37
	220,40	242,80	314,57		-600,40	-437,67	-440,12
13	-743,85	-801,01	-777,50	26	-600,40	-437,67	-440,12
	314,57	316,90	220,40		-117,00	-109,39	-119,37

Таблиця 3

Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру способом лінійної засічки і прямокутних координат

№ варіанта	Координати, м			№ варіанта	Координати, м		
	Вихідні пункти		Проектні		Вихідні пункти		Проектні
	X _A ; Y _{A9}	X _B ; Y _B	X _C ; Y _C		X _A ; Y _{A9}	X _B ; Y _B	X _C ; Y _C
1	-777,50	-777,50	-800,48	14	-617,50	-700,48	-643,85
	220,40	314,57	242,80		142,80	142,80	214,57
2	-743,850	-743,85	-801,01	15	1330,74	1330,74	1440,45
	220,40	314,57	265,90		924,57	1029,32	945,06
3	1200,45	1340,45	1230,74	16	1240,45	1240,45	1100,45
	845,06	845,06	929,32		715,06	829,32	744,57
4	1200,45	1340,45	1314,20	17	-1311,11	-1311,11	-1176,71
	844,57	844,57	862,95		-687,44	-898,37	-748,23
5	-1211,11	-1076,71	-1184,08	18	-976,70	-1111,11	-1056,71
	-648,23	-648,23	-798,37		-587,44	-587,44	-548,23
6	-1221,11	-1076,71	-1006,70	19	-887,44	-1077,75	-948,23
	-687,44	-687,44	-651,44		-1410,11	-1410,11	-1276,71
7	-648,23	-648,23	-877,75	20	788,77	788,77	677,77
	-1210,11	-1076,71	-1130,04		-1041,14	-908,29	-940,44
8	-877,77	-988,77	-945,92	21	-1077,77	-1077,77	-1188,77
	-1240,44	-1240,44	-1108,29		-1440,44	-1208,29	-1341,14
9	-857,77	-968,77	-877,75	22	668,77	557,75	597,77
	-1221,14	-1221,14	-1180,04		-880,04	-880,04	-920,44
10	-127,00	-127,00	-157,71	23	-29,37	-29,37	-47,00
	-610,40	-450,12	-590,95		-350,12	-490,95	-410,40
11	-119,37	-119,37	-149,39	24	-99,37	-19,39	-67,00
	-600,40	-440,12	-467,67		-420,12	-420,12	-580,40
12	-737,50	-800,48	-763,85	25	-99,39	-99,39	-109,37
	220,40	220,40	314,57		-259,40	-427,67	-330,12
13	-743,85	-801,01	-777,50	26	-500,40	-337,67	-440,12
	316,90	316,90	220,40		-17,00	-17,00	-109,37

Таблиця 4

Вихідні дані для аналітичного розрахунку винесення точки в натуру
способом створів

№ варіанга	Координати, м			№ варіанга	Координати, м		
	Вихідні пункти		Проектні		Вихідні пункти		Проектні
	X _A ; Y _{A9}	X _B ; Y _B	X _C ; Y _C		X _A ; Y _{A9}	X _B ; Y _B	X _C ; Y _C
1	-777,50	-777,50	-777,50	14	-617,50	-700,48	-643,85
	220,40	314,57	242,80		142,80	142,80	142,80
2	-743,850	-743,85	-743,85	15	1330,74	1330,74	1330,74
	220,40	314,57	265,90		924,57	1029,32	945,06
3	1200,45	1340,45	1230,74	16	1240,45	1240,45	1240,45
	845,06	845,06	845,06		715,06	829,32	744,57
4	1200,45	1340,45	1314,20	17	-1311,11	-1311,11	-1311,11
	844,57	844,57	844,57		-687,44	-898,37	-748,23
5	-1211,11	-1076,71	-1184,08	18	-976,70	-1111,11	-1056,71
	-648,23	-648,23	-648,23		-587,44	-587,44	-587,44
6	-1221,11	-1076,71	-1006,70	19	-887,44	-1077,75	-948,23
	-687,44	-687,44	-687,44		-1410,11	-1410,11	-1410,11
7	-648,23	-648,23	-648,23	20	788,77	788,77	788,77
	-1210,11	-1076,71	-1130,04		-1041,14	-908,29	-940,44
8	-877,77	-988,77	-945,92	21	-1077,77	-1077,77	-1077,77
	-1240,44	-1240,44	-1240,44		-1440,44	-1208,29	-1341,14
9	-857,77	-968,77	-877,75	22	668,77	557,75	597,77
	-1221,14	-1221,14	-1221,14		-880,04	-880,04	-880,04
10	-127,00	-127,00	-127,00	23	-29,37	-29,37	-29,37
	-610,40	-450,12	-590,95		-350,12	-490,95	-410,40
11	-119,37	-119,37	-119,37	24	-99,37	-19,39	-67,00
	-600,40	-440,12	-467,67		-420,12	-420,12	-420,12
12	-737,50	-800,48	-763,85	25	-99,39	-99,39	-99,39
	220,40	220,40	220,40		-259,40	-427,67	-330,12
13	-743,85	-801,01	-777,50	26	-500,40	-337,67	-440,12
	316,90	316,90	316,90		-17,00	-17,00	-17,00

Таблиця 5

Вихідні дані для винесення на місцевість основних осей споруди
від будівельної сітки координат

№ варіанта	Координати, м					
	Номера кутів споруди	Х	У	Номера кутів споруди	Х	У
1	А/1	825,70	312,50	А/1	725,70	322,50
	А/5	825,70	375,50	А/10	725,70	385,50
	В/1	850,70	312,50	В/1	750,70	322,50
	В/5	850,70	375,50	В/10	750,70	385,50
2	А/1	862,50	412,60	А/1	962,50	442,60
	А/2	862,50	450,60	А/10	962,50	480,60
	В/1	875,00	412,60	В/1	975,00	442,60
	В/2	875,00	450,60	В/10	975,00	480,60
3	А/1	962,50	442,60	Г/1	1062,50	542,60
	А/4	962,50	480,60	Г/4	1062,50	580,60
	В/1	975,00	442,60	Д/1	1075,00	542,60
	В/4	975,00	480,60	Д/4	1075,00	580,60
4	А/1	242,00	762,00	А/1	142,00	662,50
	А/10	280,60	762,00	А/4	180,50	662,50
	В/1	242,00	775,00	В/1	142,00	675,00
	В/10	280,60	775,00	В/4	180,50	675,00
5	А/1	875,00	412,60	А/1	775,40	512,60
	А/4	875,00	450,60	А/10	775,40	550,60
	В/1	812,30	412,60	В/1	712,30	512,60
	В/4	812,30	450,60	В/10	712,30	550,60
6	А/1	812,30	510,30	А/1	912,30	610,00
	А/3	812,30	550,30	А/5	912,30	650,00
	В/1	827,30	510,30	В/1	927,30	610,00
	В/3	827,30	550,30	В/5	927,30	650,00
7	А/1	870,20	649,70	А/1	770,20	549,70
	А/3	870,20	695,00	А/6	770,20	595,00
	В/1	887,20	649,70	В/1	787,20	549,70
	В/3	887,20	695,00	В/6	787,20	595,00
8	А/1	762,40	395,00	А/1	662,40	295,00
	А/5	762,40	455,00	А/3	662,40	355,00
	В/1	787,50	395,00	В/1	687,50	295,00
	В/5	787,50	455,00	В/3	687,50	355,00
9	А/1	712,00	498,00	Г/1	812,00	598,00
	А/4	712,00	550,00	Г/4	812,00	650,00
	В/1	725,00	498,00	Д/1	825,00	598,00
	В/4	725,00	550,00	Д/4	825,00	650,00
10	Г/1	750,40	590,00	А/1	650,40	490,00
	Г/4	750,40	650,00	А/4	650,40	550,00
	Д/1	770,00	590,00	В/1	670,00	490,00
	Д/4	770,00	650,00	В/4	670,00	550,00

Продовження табл. 5

№ варіанта	Координати, м					
	Номера кутів споруди	X	У	Номера кутів споруди	X	У
11	A/1	525,70	12,50	A/1	625,70	122,50
	A/5	525,70	75,50	A/10	625,70	185,50
	B/1	550,70	12,50	B/1	650,70	122,50
	B/5	550,70	75,50	B/10	650,70	185,50
12	A/1	862,50	512,60	A/1	962,50	442,60
	A/2	862,50	550,60	A/10	962,50	480,60
	B/1	875,00	512,60	B/1	975,00	442,60
	B/2	875,00	550,60	B/10	975,00	480,60
13	A/1	680,70	387,50	A/1	725,70	322,50
	A/5	680,70	440,50	A/10	725,70	385,50
	B/1	695,70	387,50	B/1	750,70	322,50
	B/5	695,70	440,50	B/10	750,70	385,50
14	A/1	862,50	412,60	A/1	762,50	342,60
	A/2	862,50	450,60	A/10	762,50	380,60
	B/1	875,00	412,60	B/1	775,00	342,60
	B/2	875,00	450,60	B/10	775,00	380,60
15	A/1	962,50	442,60	Г/1	1062,50	542,60
	A/4	962,50	480,60	Г/4	1062,50	580,60
	B/1	975,00	442,60	Д/1	1075,00	542,60
	B/4	975,00	480,60	Д/4	1075,00	580,60
16	A/1	242,00	762,00	A/1	142,00	662,50
	A/10	280,60	762,00	A/4	180,50	662,50
	B/1	242,00	775,00	B/1	142,00	675,00
	B/10	280,60	775,00	B/4	180,50	675,00
17	A/1	875,00	412,60	A/1	775,40	512,60
	A/4	875,00	450,60	A/10	775,40	550,60
	B/1	812,30	412,60	B/1	712,30	512,60
	B/4	812,30	450,60	B/10	712,30	550,60
18	A/1	812,30	510,30	A/1	912,30	610,00
	A/3	812,30	550,30	A/5	912,30	650,00
	B/1	827,30	510,30	B/1	927,30	610,00
	B/3	827,30	550,30	B/5	927,30	650,00
19	A/1	870,20	649,70	A/1	770,20	549,70
	A/3	870,20	695,00	A/6	770,20	595,00
	B/1	887,20	649,70	B/1	787,20	549,70
	B/3	887,20	695,00	B/6	787,20	595,00
20	A/1	762,40	395,00	A/1	662,40	295,00
	A/5	762,40	455,00	A/3	662,40	355,00
	B/1	787,50	395,00	B/1	687,50	295,00
	B/5	787,50	455,00	B/3	687,50	355,00

Закінчення табл. 5

№ варіанта	Координати, м					
	Номера кутів споруди	X	У	Номера кутів споруди	X	У
21	A/1	712,00	498,00	Г/1	812,00	598,00
	A/4	712,00	550,00	Г/4	812,00	650,00
	B/1	725,00	498,00	Д/1	825,00	598,00
	B/4	725,00	550,00	Д/4	825,00	650,00
22	A/1	512,00	298,00	Г/1	612,00	398,00
	A/4	512,00	350,00	Г/4	612,00	450,00
	B/1	525,00	298,00	Д/1	625,00	398,00
	B/4	525,00	350,00	Д/4	625,00	450,00
23	A/1	462,40	95,00	A/1	562,40	195,00
	A/5	462,40	155,00	A/3	562,40	255,00
	B/1	487,50	095,00	B/1	587,50	195,00
	B/5	487,50	155,00	B/3	587,50	255,00
24	A/1	142,00	665,00	A/1	242,00	760,50
	A/10	180,60	665,00	A/4	280,50	760,50
	B/1	142,00	682,00	B/1	242,00	776,00
	B/10	180,60	682,00	B/4	280,50	776,00
25	A/1	1062,50	712,60	A/1	1160,50	640,60
	A/2	1062,50	750,60	A/10	1160,50	680,60
	B/1	1075,00	712,60	B/1	1175,00	640,60
	B/2	1075,00	750,60	B/10	1175,00	680,60
26	A/1	712,00	498,00	Г/1	812,00	598,00
	A/4	712,00	550,00	Г/4	812,00	650,00
	B/1	725,00	498,00	Д/1	825,00	598,00
	B/4	725,00	550,00	Д/4	825,00	650,00

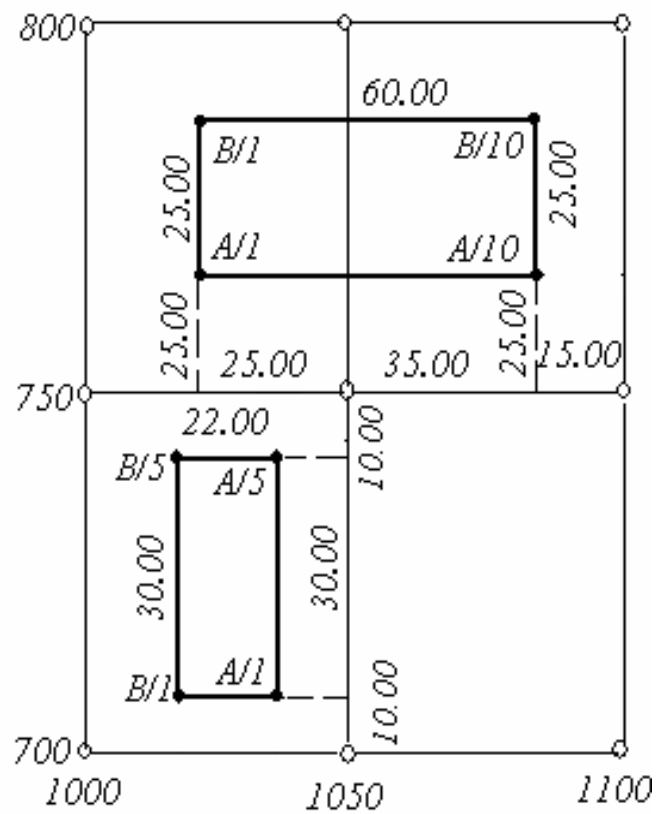
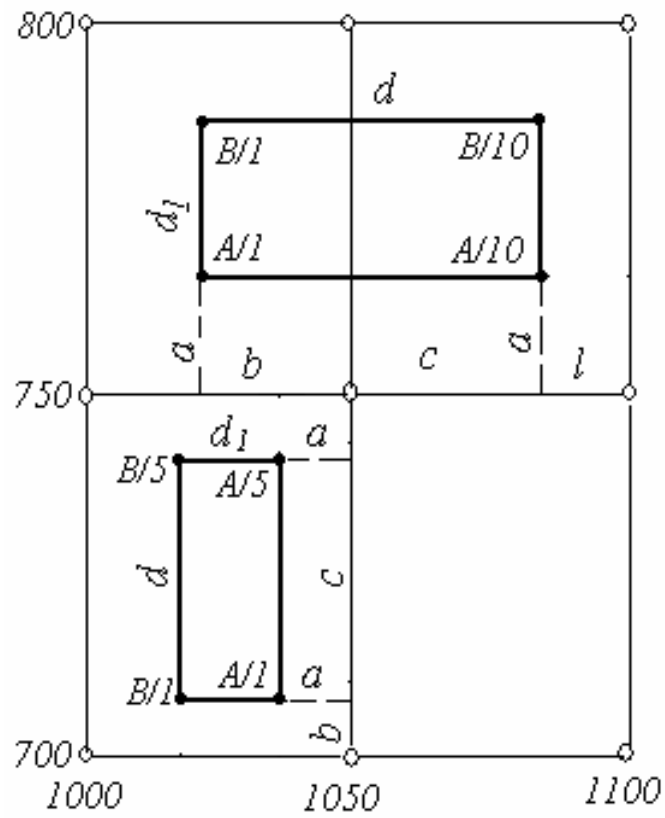


Рис. 1. Розмічувальне креслення прив'язки проекту будівель до пунктів будівельної сітки

Вихідні дані для проектування траси

№ варіанта	Координати початку траси (ПКО), м		Дирекційний кут осі траси АВ	Відстанні		Кут повороту β
	X	Y		АВ	ВС	
1	3871,30	4717,44	45°07'	1840,10	1649,12	18°05'
2	3736,90	4853,74	45°27'	1745,01	1671,51	19°02'
3	3640,02	4036,18	45°41'	1613,70	1586,70	18°10'
4	3904,71	4117,04	46°11'	1798,18	1696,28	19°00'
5	3439,50	4491,17	46°40'	1941,15	1614,51	18°15'
6	3705,30	4850,19	46°58'	1893,17	1751,42	19°07'
7	3715,90	4971,65	47°10'	1819,01	1604,61	18°20'
8	3810,20	4817,44	47°20'	1901,10	1605,12	19°14'
9	3717,90	4707,74	47°44'	1939,01	1609,51	18°25'
10	3844,02	4917,18	48°27'	1925,70	1597,70	19°21'
11	3604,71	4641,04	48°41'	1843,18	1610,28	18°30'
12	3746,50	4917,17	48°56'	1875,15	1716,51	19°18'
13	3916,30	4976,19	49°07'	2015,50	1740,22	18°32'
14	3175,90	4158,65	49°27'	2145,50	1874,22	19°37'
15	3117,30	4183,44	49°49'	2201,50	1806,22	18°37'
16	3145,90	4513,74	50°06'	2093,50	1691,22	19°44'
17	3938,02	4937,18	50°37'	2195,50	1715,22	18°42'
18	3541,71	4517,04	50°57'	2176,50	1810,22	19°51'
19	3073,50	4039,17	51°12'	2239,50	1593,22	18°47'
20	3189,30	4873,19	51°48'	2276,50	1891,22	19°44''
21	3846,90	4845,65	51°55'	2291,50	1670,22	18°52'
22	3858,30	4901,04	52°27'	2849,50	1577,22	19°51'
23	3993,90	4980,17	52°29'	2301,50	1701,22	18°57'
24	3988,02	4980,19	52°46'	2359,50	1901,22	19°58'
25	3951,71	4975,65	53°38'	2393,50	1939,22	18°59'
26	3968,02	4960,19	52°46'	2369,50	1911,22	20°38'

Радіус кривизни кругової кривої:
 $R = 600$ м (для парних варіантів),
 $R = 800$ м (для непарних варіантів).

Координати точок спостережень за зміщеннями поверхні
зсувного схилу

№ циклу	Варіант 1. Точка 1			Варіант 2. Точка 2		
	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>
1	351.32	410.59	99.632	368.705	300.208	101.79
2	351.311	410.588	99.628	368.697	300.202	101.786
3	351.307	410.587	99.628	368.693	300.200	101.784
4	351.31	410.585	99.627	368.693	300.195	101.784
5	351.301	410.585	99.627	368.688	300.194	101.784
6	351.279	410.586	99.626	368.678	300.189	101.784
7	351.27	410.589	99.623	368.675	300.189	101.781
8	351.268	410.586	99.624	368.674	300.187	101.782
9	351.262	410.59	99.623	368.671	300.189	101.782
Варіант 3. Точка 3			Варіант 4. Точка 4			
1	351.258	410.589	99.623	368.672	300.185	101.781
2	351.253	410.578	99.62	368.656	300.176	101.779
3	351.239	410.587	99.619	368.667	300.185	101.779
4	351.229	410.603	99.62	368.654	300.195	101.779
5	351.225	410.596	99.618	368.655	300.189	101.778
6	351.223	410.596	99.618	368.65	300.190	101.778
7	351.226	410.591	99.62	368.652	300.182	101.780
8	351.211	410.593	99.619	368.642	300.185	101.781
9	351.211	410.593	99.619	368.642	300.185	101.781
Варіант 5. Точка 5			Варіант 6. Точка 6			
1	434.868	236.969	109.589	498.466	173.809	112.466
2	434.85	236.949	109.585	498.468	173.803	112.466
3	434.843	236.941	109.584	498.467	173.799	112.464
4	434.839	236.933	109.583	498.466	173.794	112.465
5	434.834	236.927	109.582	498.467	173.791	112.463
6	434.81	236.911	109.582	498.461	173.786	112.464
7	434.806	236.908	109.579	498.459	173.789	112.461
8	434.801	236.902	109.579	498.457	173.781	112.461
9	434.796	236.902	109.579	498.453	173.782	112.461
Варіант 7. Точка 7			Варіант 8. Точка 8			
1	434.78	236.887	109.578	498.445	173.77	112.459
2	434.774	236.874	109.576	498.435	173.765	112.458
3	434.755	236.866	109.576	498.425	173.759	112.458
4	434.74	236.873	109.575	498.411	173.77	112.456
5	434.719	236.847	109.574	498.403	173.75	112.456
6	434.712	236.847	109.574	498.403	173.753	112.455
7	434.692	236.823	109.576	498.381	173.735	112.456
8	434.678	236.821	109.577	498.38	173.739	112.456
9	434.678	236.821	109.577	498.38	173.739	112.456

№ циклу	Варіант 9. Точка 46			Варіант 10. Точка 47		
	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>
1	558.544	265.734	122.881	633.219	335.518	133.946
2	558.545	265.731	122.878	633.216	335.512	133.944
3	558.532	265.725	122.875	633.208	335.507	133.944
4	558.525	265.722	122.872	633.192	335.504	133.947
5	558.494	265.718	122.861	633.181	335.499	133.942
6	558.474	265.720	122.833	633.201	335.499	133.941
7	558.448	265.725	122.819	633.197	335.505	133.939
8	558.438	265.719	122.817	633.203	335.501	133.939
9	558.417	265.719	122.817	633.201	335.507	133.94
Варіант 11. Точка 11			Варіант 12. Точка 12			
1	558.363	265.706	122.806	633.202	335.501	133.935
2	558.304	265.689	122.8	633.195	335.502	133.937
3	558.284	265.693	122.798	633.18	335.486	133.928
4	558.242	265.715	122.784	633.184	335.513	133.917
5	558.188	265.693	122.778	633.183	335.503	133.912
6	558.171	265.699	122.771	633.194	335.509	133.91
7	558.140	265.692	122.771	633.198	335.51	133.911
8	558.090	265.685	122.767	633.202	335.511	133.911
9	558.077	265.679	122.817	633.201	335.507	133.94
Варіант 13. Точка 13			Варіант 14. Точка 14			
1	730.696	280.457	137.24	680.862	272.522	136.421
2	730.69	280.448	137.235	680.853	272.514	136.423
3	730.685	280.447	137.236	680.848	272.513	136.423
4	730.678	280.441	137.238	680.859	272.51	136.423
5	730.659	280.438	137.239	680.822	272.505	136.422
6	730.689	280.437	137.240	680.843	272.512	136.421
7	730.690	280.448	137.242	680.85	272.523	136.421
8	730.684	280.434	137.241	680.848	272.513	136.422
9	730.682	280.434	137.240	680.844	272.516	136.423
Варіант 15. Точка 15			Варіант 16. Точка 16			
1	730.687	280.431	137.240	680.848	272.513	136.418
2	730.688	280.451	137.240	680.836	272.525	136.418
3	730.681	280.423	137.239	680.842	272.507	136.419
4	730.683	280.454	137.238	680.845	272.539	136.417
5	730.688	280.436	137.240	680.855	272.522	136.418
6	730.701	280.452	137.241	680.861	272.533	136.419
7	730.698	280.445	137.242	680.857	272.532	136.419
8	730.696	410.593	137.240	680.854	272.531	136.418
9	730.696	410.593	137.241	680.854	272.531	136.418

Продовження табл. 7

№ циклу	Варіант 17. Точка 17			Варіант 18. Точка 18		
	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>
1	636.916	265.921	132.848	580.877	378.343	130.545
2	636.915	265.917	132.845	580.87	378.335	130.537
3	636.908	265.913	132.844	580.859	378.322	130.52
4	636.911	265.909	132.842	580.839	378.301	130.511
5	636.882	265.904	132.838	580.819	378.295	130.474
6	636.892	265.898	132.836	580.833	378.294	130.468
7	636.889	265.904	132.831	580.824	378.295	130.462
8	636.886	265.895	132.819	580.82	378.284	130.464
9	636.891	265.898	132.816	580.822	378.288	130.463
Варіант 19. Точка 19				Варіант 20. Точка 20		
1	636.874	265.889	132.786	580.789	378.269	130.433
2	636.846	265.889	132.781	580.782	378.26	130.426
3	636.86	265.881	132.773	580.763	378.249	130.408
4	636.846	265.909	132.758	580.733	378.287	130.387
5	636.847	265.896	132.741	580.722	378.249	130.371
6	636.852	265.905	132.735	580.722	378.248	130.365
7	636.839	265.895	132.726	580.711	378.237	130.335
8	636.824	265.905	132.716	580.7	378.227	130.323
9	636.824	265.905	132.716	580.7	378.227	130.323
Варіант 21. Точка 21				Варіант 22. Точка 22		
1	574.703	432.351	129.944	525.79	427.696	126.13
2	574.703	432.354	129.951	525.793	427.699	126.127
3	574.699	432.344	129.947	525.788	427.686	126.125
4	574.695	432.341	129.949	525.778	427.68	126.126
5	574.692	432.34	129.946	525.78	427.676	126.124
6	574.709	432.338	129.946	525.786	427.671	126.123
7	574.701	432.348	129.945	525.778	427.677	126.121
8	574.704	432.338	129.945	525.785	427.668	126.119
9	574.707	432.346	129.945	525.785	427.675	126.119
Варіант 23. Точка 23				Варіант 24. Точка 24		
2	574.705	432.348	129.945	525.776	427.673	126.119
3	574.711	432.341	129.945	525.798	427.662	126.117
4	574.699	432.331	129.943	525.776	427.674	126.114
5	574.691	432.373	129.942	525.755	427.69	126.115
6	574.703	432.362	129.945	525.768	427.676	126.111
7	574.701	432.365	129.943	525.764	427.668	126.106
8	574.701	432.365	129.945	525.761	427.667	126.104
9	574.708	432.366	129.944	525.758	427.667	126.103
9	574.708	432.366	129.943	525.758	427.667	126.102

№ циклу	Варіант 25. Точка 25			Варіант 26. Точка 26		
	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>	<i>X, м</i>	<i>Y, м</i>	<i>H, м</i>
1	542.198	474.896	128.736	514.606	613.453	125.126
2	542.196	474.896	128.738	514.611	613.455	125.125
3	542.196	474.881	128.74	514.612	613.445	125.124
4	542.19	474.881	128.746	514.614	613.439	125.125
5	542.191	474.879	128.745	514.617	613.442	125.123
6	542.201	474.877	128.744	514.627	613.436	125.123
7	542.192	474.888	128.744	514.61	613.449	125.123
8	542.200	474.875	128.744	514.624	613.441	125.123
9	542.200	474.881	128.744	514.627	613.443	125.123
Варіант 27. Точка 27			Варіант 28. Точка 28			
1	542.211	474.891	128.717	514.636	613.446	125.123
2	542.234	474.89	128.706	514.640	613.437	125.122
3	542.214	474.896	128.704	514.636	613.443	125.122
4	542.193	474.91	128.702	514.611	613.467	125.120
5	542.206	474.896	128.702	514.621	613.458	125.121
6	542.204	474.902	128.703	514.600	613.453	125.122
7	542.204	474.896	128.704	514.616	613.452	125.122
8	542.207	474.895	128.703	514.632	613.452	125.122
9	542.207	474.894	128.702	514.632	613.452	125.121
Варіант 29. Точка 29			Варіант 30. Точка 30			
1	470.638	612.912	122.442	514.809	677.316	123.662
2	470.647	612.918	122.441	514.82	677.314	123.661
3	470.644	612.903	122.44	514.82	677.306	123.659
4	470.652	612.904	122.441	514.823	677.303	123.662
5	470.657	612.898	122.439	514.828	677.297	123.659
6	470.658	612.894	122.439	514.834	677.292	123.659
7	470.643	612.908	122.438	514.835	677.307	123.658
8	470.646	612.907	122.439	514.832	677.299	123.659
9	470.650	612.910	122.439	514.831	677.301	123.658

Упорядники:

Зуска Ада Василівна
Хомяк Юлія Євгенівна

ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ
РОБІТ ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.080101 ГЕОДЕЗІЯ, КАРТОГРАФІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

Редактор Ю.В. Рачковська

Підп. до друку 25.06.12. Формат 30x42/4
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 3,0.
Обл.-вид.арк. 3,0. Тираж 100 пр. Зам.№

Державний ВНЗ “Національний гірничий університет”
49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса,19