

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Колія і колійне господарство”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторних,
розрахунково-графічних і контрольних робіт
з дисципліни**

“ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАЛУЗІ”

Частина 1

Харків - 2010

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до

друку на засіданні кафедри “Колія та колійне господарство” 26 лютого 2007 р., протокол № 6.

Рекомендуються для студентів спеціальностей 7.100502 “Залізничні споруди, колія та колійне господарство” та 7.092101 “Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання при вивченні дисципліни “Геодезичне забезпечення галузі”.

Укладачі:

доценти О.С. Саяпін,
Ю.В. Щербина,
Є.Ф. Орел,
асист. Л.В. Єчко

Рецензенти:

професори В.Ф. Сушков,
В.П. Шраменко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних,
розрахунково-графічних і контрольних робіт

з дисципліни
“Геодезичне забезпечення галузі”

ЧАСТИНА 1

Відповідальний за випуск Щербина Ю.В.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 10.09.07 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення № Тираж 400. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейербаха, 7

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра "Колія та колійне господарство"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

***до виконання лабораторних,
розрахунково-графічних і контрольних робіт
з дисципліни "Геодезичне забезпечення галузі"***

Частина 1

Харків 2010 р.

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Колія та колійне господарство” 26 лютого 2007 р., протокол № 6.

Рекомендується для студентів спеціальностей 7.100502 “Залізничні споруди, колія та колійне господарство” та 7.092101 “Промислове та цивільне будівництво” денної та заочної форм навчання при вивченні дисципліни “Геодезичне забезпечення галузі”.

Укладачі:

доценти О.С. Саяпін,
Ю.В. Щербина,
Є.Ф. Орел,
асист. Л.В. Єчко

Рецензенти:

професори В.Ф. Сушков,
В.П. Шраменко

ЗМІСТ

Вступ	4
Розрахунково-графічна робота №1 Геодезична підготовка до перенесення на місцевість контурів споруд	5
Розрахунково-графічна робота №2 Геодезична підготовка до перенесення на місцевість елементів залізничних кривих	13
Список літератури	26
Додаток А Програми до МК «Casio»	27

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт складено відповідно до програм з дисципліни “Геодезичне забезпечення галузі” для спеціальностей 100502 “Залізничні споруди та колійне господарство”, 092101 “Промислове та цивільне будівництво”.

Лабораторні і розрахунково-графічні роботи мають за мету навчити студента виконувати геодезичні розрахунки у застосуванні до прикладних задач, котрі доводиться вирішувати під час будівництва та реконструкції інженерних споруд залізничної інфраструктури, у тому числі у колійному господарстві.

У першій частині методичних вказівок розглядаються задачі з перенесення з проектних документів на місцевість контурів інженерної споруди та точок залізничних кривих.

Результати робіт повинні бути оформлені у вигляді звітів і захищені. Сума балів, отримана студентом за виконану роботу, є складовою загальної суми балів за відповідний модуль навчального процесу.

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА № 1

Геодезична підготовка до перенесення на місцевість контурів споруд

Загальні положення. Перед початком будівництва інженерної споруди залізниці потрібно провести розбиття цієї споруди. Розбиття виконується шляхом викладення від існуючих геодезичних пунктів або раніше винесених у натуру точок геодезичної основи (головних осей споруди, будівельної сітки) потрібних розбивних елементів. Розбивними елементами є напрями, відстані, кути й перевищення, якими визначається положення на місцевості даної споруди.

У роботі розглядається аналітичний спосіб проектування перенесення на місцевість двох точок (А і В) інженерної споруди.

Перенесення на місцевість усіх інших потрібних точок контурів інженерної споруди здійснюється аналогічним чином.

Мета роботи: навчитися виконувати аналітичні обчислення необхідних геодезичних даних для складання розбивного креслення при перенесенні на місцевість проекту споруди.

Вихідні дані

Координати опорних точок $X_I, Y_I; X_{II}, Y_{II}$ та координати проектних точок $X_A, Y_A; X_B, Y_B$ за варіантами приведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Варіант	Опорні точки				Проектні точки			
	I		II		A		B	
	X_I	Y_I	X_{II}	Y_{II}	X_A	Y_A	X_B	Y_B
1	220.00	110.00	210.00	275.00	290.00	130.00	310.00	245.00
2	220.00	110.00	210.00	270.00	290.00	130.00	310.00	240.00
3	220.00	110.00	210.00	265.00	290.00	130.00	310.00	235.00
4	220.00	110.00	210.00	260.00	290.00	130.00	310.00	230.00
5	220.00	110.00	210.00	255.00	290.00	130.00	310.00	225.00
6	220.00	110.00	210.00	250.00	290.00	130.00	310.00	220.00
7	220.00	110.00	210.00	245.00	290.00	130.00	310.00	215.00
8	220.00	110.00	210.00	240.00	290.00	130.00	310.00	210.00
9	220.00	110.00	210.00	235.00	290.00	130.00	310.00	205.00
10	220.00	110.00	210.00	230.00	290.00	130.00	310.00	200.00
11	225.00	115.00	215.00	235.00	305.00	135.00	325.00	205.00
12	225.00	115.00	215.00	240.00	305.00	135.00	325.00	210.00
13	225.00	115.00	215.00	245.00	305.00	135.00	325.00	215.00
14	225.00	115.00	215.00	250.00	305.00	135.00	325.00	220.00
15	225.00	115.00	215.00	255.00	305.00	135.00	325.00	225.00
16	225.00	115.00	215.00	260.00	305.00	135.00	325.00	230.00
17	225.00	115.00	215.00	265.00	305.00	135.00	325.00	235.00
18	225.00	115.00	215.00	270.00	305.00	135.00	325.00	240.00
19	225.00	115.00	215.00	275.00	305.00	135.00	325.00	245.00
20	225.00	115.00	215.00	280.00	305.00	135.00	325.00	250.00
21	235.00	125.00	225.00	245.00	335.00	145.00	355.00	215.00
22	235.00	125.00	225.00	250.00	335.00	145.00	355.00	220.00
23	235.00	125.00	225.00	255.00	335.00	145.00	355.00	225.00
24	235.00	125.00	225.00	260.00	335.00	145.00	355.00	230.00
25	235.00	125.00	225.00	265.00	335.00	145.00	355.00	235.00
26	235.00	125.00	225.00	270.00	335.00	145.00	355.00	240.00
27	235.00	125.00	225.00	275.00	335.00	145.00	355.00	245.00
28	235.00	125.00	225.00	280.00	335.00	145.00	355.00	250.00
29	235.00	125.00	225.00	285.00	335.00	145.00	355.00	255.00
30	235.00	125.00	225.00	290.00	335.00	145.00	355.00	260.00
31	230.00	120.00	220.00	285.00	320.00	140.00	340.00	255.00
32	230.00	120.00	220.00	280.00	320.00	140.00	340.00	250.00
33	230.00	120.00	220.00	275.00	320.00	140.00	340.00	245.00
34	230.00	120.00	220.00	270.00	320.00	140.00	340.00	240.00
35	230.00	120.00	220.00	265.00	320.00	140.00	340.00	235.00
36	230.00	120.00	220.00	260.00	320.00	140.00	340.00	230.00
37	230.00	120.00	220.00	255.00	320.00	140.00	340.00	225.00
38	230.00	120.00	220.00	250.00	320.00	140.00	340.00	220.00

39	230.00	120.00	220.00	245.00	320.00	140.00	340.00	215.00
40	230.00	120.00	220.00	240.00	320.00	140.00	340.00	210.00

Розрахункова схема розбиття проектних точок А і В від опорних точок І і ІІ приведені на рисунку 1.1.

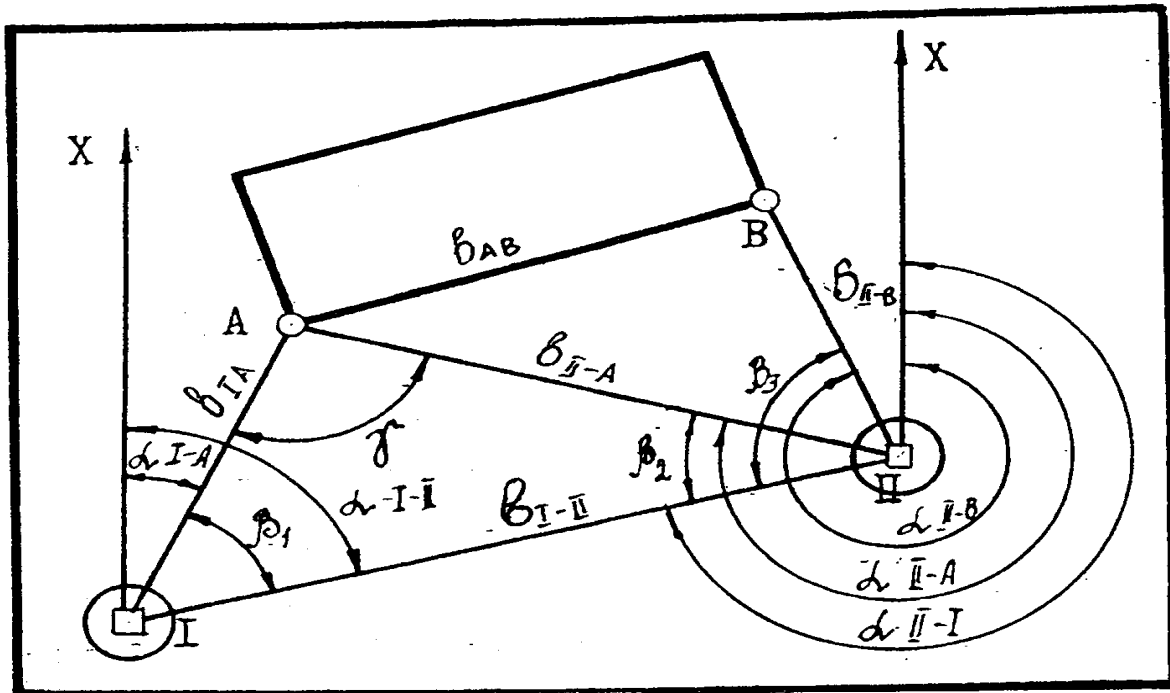


Рисунок 1.1 – Розрахункова схема розбиття

Геодезична підготовка для перенесення на місцевість контурів споруд. Обчислення необхідних даних до перенесення точок може бути зроблено прямою кутовою засічкою або полярним способом.

Обчислення необхідних даних для перенесення точки А прямою кутовою засічкою

Для виноса точки А прямою кутовою засічкою необхідно обчислити значення кутів β_1 і β_2 , відстань v між опорними точками І і ІІ (рисунку 1.1) і точність перенесення – середню квадратичну похибку m_3 .

Обчислення румбів відстаней I-II; I-A; II-A виконують за формулами:

$$r_{I-II} = \arctg \frac{Y_{II} - Y_I}{X_{II} - X_I} = \arctg \frac{\pm \Delta Y}{\pm \Delta X}; \quad (1.1)$$

$$r_{I-A} = \arctg \frac{Y_A - Y_I}{X_A - X_I} = \arctg \frac{\pm \Delta Y}{\pm \Delta X}; \quad (1.2)$$

$$r_{II-A} = \arctg \frac{Y_A - Y_{II}}{X_A - X_{II}} = \arctg \frac{\pm \Delta Y}{\pm \Delta X} \quad (1.3)$$

При обчисленні румбів відстаней необхідно проставити знаки прирощень координат ΔX і ΔY , за якими визначається номер чверті (I; II; III; IV) та її найменування (СВ; ЮВ; ЮЗ; СЗ = П_нС; П_дС; П_дЗ; П_нЗ).

Наприклад: $r_{I-II} = \arctg \frac{+\Delta Y}{-\Delta X} = \text{ЮВ(П}_{д}\text{С)}: 15^{\circ}48'$.

Обчислення дирекційних кутів

Дирекційні кути визначаються за обчисленими румбами в залежності від їх розташування у чвертях за знаками прирощень координат.

Залежність між дирекційними кутами та румбами

Таблиця 1.2 – Залежність між дирекційними кутами та румбами

Чверть	Назва чверті румба	Знаки прирощення координат		Формули та розрахунки
		ΔY	ΔX	
I	СВ(П _н С)	+	+	$\alpha_I = r_I$
II	ЮВ(П _д С)	-	+	$\alpha_{II} = 180^{\circ} - r_{II}$
III	ЮЗ(П _д З)	-	-	$\alpha_{III} = 180^{\circ} + r_{II}$
IV	СЗ(П _н З)	+	-	$\alpha_{IV} = 360^{\circ} - r_{IV}$

Обчислити значення таких дирекційних кутів α_{I-II} ; α_{I-A} ; α_{II-A} ; α_{II} , де

$$\alpha_{II-I} = \alpha_{I-II} \pm 180^\circ. \quad (1.4)$$

Обчислення горизонтальних кутів

Горизонтальні кути обчислюють як різницю дирекційних кутів (рисунок 1.1) за формулами:

$$\beta_1 = \alpha_{I-II} - \alpha_{I-A}; \quad (1.5)$$

$$\beta_2 = \alpha_{II-A} - \alpha_{II-I}; \quad (1.6)$$

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2). \quad (1.7)$$

Обчислення відстаней I-II; I-A; II-A; A-B

$$v_{I-II} = \sqrt{(X_{II} - X_I)^2 + (Y_{II} - Y_I)^2}; \quad (1.8)$$

$$v_{I-II} = \frac{Y_{II} - Y_I}{\sin \alpha_{I-II}}; \quad (1.9)$$

$$v_{I-II} = \frac{X_{II} - X_I}{\cos \alpha_{I-II}}. \quad (1.10)$$

Відстані v_{I-A} , v_{II-A} , v_{II-B} , v_{A-B} обчислюються за формулами (1.8) - (1.10).

Обчислення середньої квадратичної похибки

$$m_3 = \pm \frac{m'_\beta \cdot v}{\rho'} \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma}}, \quad (1.11)$$

де m'_β – точність побудови кута ($m'_\beta = 0,5'$);
 v – відстань між опорними точками I-II, м;

ρ' – радіан, хв ($\rho'=34^{\circ}38'$);

β_1, β_2, γ – горизонтальні кути (рисунок 1.1).

Обчислення необхідних даних до перенесення точки "В" полярним способом

Обчислення румба відстані - (II-B)

$$r_{II-B} = \arctg \frac{Y_B - Y_{II}}{X_B - X_{II}} = \arctg \frac{\pm \Delta Y_{B-II}}{\pm \Delta X_{B-II}}. \quad (1.12)$$

Обчислення дирекційних кутів відстаней $\alpha_{II-B}; \alpha_{II-I}$

Дирекційний кут відстані α_{II-B} обчислюється за формулами в залежності від знаків прирощень координат ΔX і ΔY (таблиця 1.2).

Дирекційний кут відстані α_{II-I} береться за результатами обчислень за формулою (1.4).

Обчислення горизонтального (полярного) кута β_3

Горизонтальний (полярний) кут β_3 обчислюється за формулою

$$\beta_3 = \alpha_{II-B} - \alpha_{II-I} \quad (1.13)$$

Обчислення полярної відстані ρ_{II-B}

Полярна відстань ρ_{II-B} від точки II до точки В обчислюється за формулами

$$\rho_{II-B} = \sqrt{(X_{II} - X_B)^2 + (Y_{II} - Y_B)^2}; \quad (1.14)$$

$$\rho_{II-B} = \frac{X_B - X_{II}}{\cos \alpha_{II-B}}; \quad (1.15)$$

$$\rho_{II-B} = \frac{Y_B - Y_{II}}{\sin \alpha_{II-B}}. \quad (1.16)$$

Обчислення середньої квадратичної похибки

$$m_n = \pm \sqrt{\left(\frac{m_\epsilon}{\epsilon}\right)^2 \cdot \epsilon_{II-B}^2 + \left(\frac{m'_\beta}{\rho'}\right)^2 \cdot \epsilon_{II-B}^2 + m_{cp}^2}, \quad (1.17)$$

де $\frac{m_\epsilon}{\epsilon} = \frac{1}{N}$ – відносна похибка побудови полярної відстані
 $\left(\frac{1}{N} = \frac{1}{2000}\right)$;

ϵ_{II-B} – полярна відстань, м;

m'_β – точність побудови кута ($m'_\beta = 0.5'$);

ρ' – радіан, хв ($\rho' = 34^\circ 48'$);

m_{cp} – середня квадратична похибка фіксування точки "В", м
($m_{cp} = \pm 0.5 \text{ см} = \pm 0.005 \text{ м}$).

Побудова розбивочного креслення

Розбивне креслення будується на аркуші А-4 у масштабі 1:1000 (1 см=10 м) по координатах точок І; ІІ; А; В. На розбивному кресленні показують усі розміри кутів і відстаней.

Зведена відомість результатів обчислень

Усі результати обчислень румбів (r), дирекційних кутів (α), горизонтальних кутів (β, γ), відстаней (ϵ) та похибок (m_α, m_n) записуються у зведену відомість (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Зведена відомість результатів обчислення

Найменування	Скорочені найменування
1 Румби	r_{I-II}

	Γ_{I-A}
	Γ_{II-A}
	Γ_{II-B}
2 Дирекційні кути	α_{I-II}
	α_{I-A}
	α_{II-A}
	α_{II-B}
3 Горизонтальні кути	β_1
	β_2
	β_3
	γ
4 Відстані	ϑ_{I-II}
	ϑ_{I-A}
	ϑ_{II-A}
	ϑ_{II-B}
	ϑ_{A-B}
5 Похибки	m_3
	m_n

Контрольні питання

- 1 Який спосіб кращий: перенесення кутовою засічкою чи спосіб полярних координат?
- 2 Як обчислюються лінійні розміри?
- 3 Як обчислюються кутові розміри?
- 4 У якому масштабі будується розбивне креслення?

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА №2

Геодезична підготовка до перенесення на місцевість елементів залізничних кривих

Загальні положення Параметри залізничних кривих та їх утримання мають велике значення для безпечного руху поїздів зі встановленою швидкістю.

Радіуси кривих залежать від категорії залізниці.

Способи розбиття кривих використовуються при

будівництві та реконструкції земляного полотна й верхньої будови колії.

Знання елементів залізничних кривих необхідно як для будівництва та реконструкції, так і для експлуатації залізниць.

Об'єм завдання: обчислюються основні елементи кругової кривої та кривої з перехідними кривими, а також головні точки кривої.

Для даного радіуса кривої провадиться детальне розмічування кривої різноманітними способами та робляться висновки.

Мета роботи: навчитися виконувати розрахунки даних для перенесення на місцевість точок залізничних кривих способом прямокутних координат, кутів та подовжених хорд.

Вихідні дані: радіус кривої R , довжина перехідної кривої l , кут повороту траси α , пікетажне значення вершини кута повороту VU беруться з таблиці 2.1 за варіантами.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Варіант	Радіус кривої, R	Довжина перехідної кривої, l	Кут повороту, α	Пікетажне значення вершини кута повороту, VU
1	1000	100	10°12'	ПК 18+72
2	800	120	12°10'	ПК 9+16
3	700	100	14°36'	ПК 11+38
4	600	80	8°56'	ПК 10+28
5	1000	60	9°45'	ПК 8+84

6	1000	80	10°48'	ПК 10+96
7	600	60	11°24'	ПК 9+28
8	700	100	9°18'	ПК 9+45
9	800	80	10°30'	ПК 11+31
10	600	80	11°10'	ПК 11+83
11	800	60	12°15'	ПК 12+46
12	1000	80	10°18'	ПК 14+16
13	700	60	9°51'	ПК 14+56
14	1000	60	8°48'	ПК 15+58
15	1200	80	10°18'	ПК 15+34
16	1000	60	12°16'	ПК 15+45
17	800	100	14°45'	ПК 13+16
18	700	80	8°34'	ПК 12+25
19	600	60	9°15'	ПК 11+75
20	1000	80	10°24'	ПК 10+15
21	800	100	11°46'	ПК 9+85
22	800	60	10°08'	ПК 10+88
23	1000	100	12°16'	ПК 8+64
24	800	80	14°45'	ПК 10+98
25	600	80	8°34'	ПК 11+66
26	1000	60	9°15'	ПК 19+50
27	800	60	10°24'	ПК 16+46
28	600	80	11°46'	ПК 15+28
29	1000	80	9°45'	ПК 14+38
30	800	60	10°08'	ПК 10+18
31	700	60	11°32'	ПК 12+46
32	600	60	12°19'	ПК 10+35
33	1000	80	10°33'	ПК 9+48
34	800	80	9°31'	ПК 18+52
35	700	80	8°21'	ПК 10+56

Головні точки й основні елементи кругової кривої і кривої з перехідними кривими показані на рисунках 2.1 і 2.2.

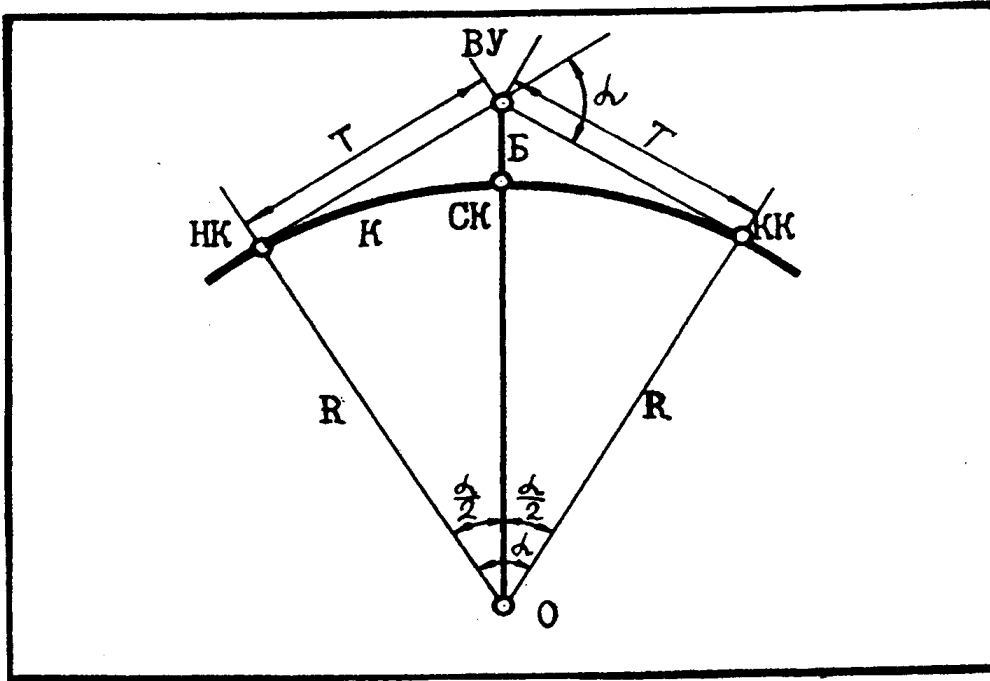


Рисунок 2.1 – Кругова крива (без перехідних кривих)

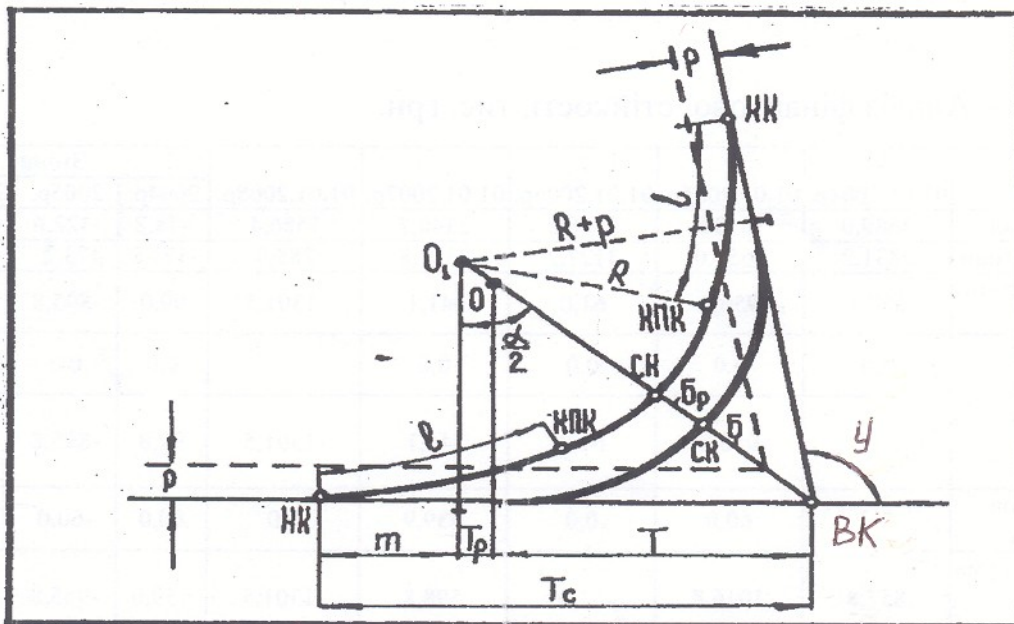


Рисунок 2.2 – Кругова крива з перехідними кривими (складна)

Основні елементи кругової кривої визначаються з формул:

$$\text{тангенс кривої} \quad T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad (2.1)$$

$$\text{довжина кривої} \quad K = \frac{\pi R \alpha}{180}; \quad (2.2)$$

$$\text{домір} \quad D = 2T - K; \quad (2.3)$$

$$\text{бісектриса} \quad B = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left(\frac{\alpha}{\sec \alpha} - 1 \right). \quad (2.4)$$

За наявності перехідних кривих необхідно обчислити поправки до основних елементів за формулами:

$$m \cong \frac{l}{2} \left(1 - \frac{l^2}{120 R^2} \right); \quad (2.5)$$

$$p = \frac{l^2}{24R} \cdot \left(1 - \frac{l^2}{112R^2} \right); \quad (2.6)$$

$$T_p = p \cdot \operatorname{tg} \frac{l}{2}; \quad (2.7)$$

$$D_p = 2T_p - (0.5l - m); \quad (2.8)$$

$$B_p = \frac{p}{\cos \frac{\alpha}{2}}; \quad (2.9)$$

де m – розмір зсуву точки НК по осі X;
 p – розмір зсуву кругової кривої по осі Y;
 T_p – приріст тангенса зсуву p ;
 B_p – приріст бісектриси;
 D_p – приріст доміра.

Основні елементи кривої з урахуванням поправок від перехідних кривих обчислюються за формулами:

$$T_c = T + T_p + m; \quad (2.10)$$

$$K_c = K + l; \quad (2.11)$$

$$D_c = D + D_p; \quad (2.12)$$

$$B_c = B + B_p. \quad (2.13)$$

Пікетажне значення головних точок кривої – початок кривої НК, кінець кривої КК, середина кривої СК, від вершини кута повороту ВУ - обчислюється за формулами:

$$НК = ВУ - T_c; \quad (2.14)$$

$$КК = НК + K_c. \quad (2.15)$$

Контроль обчислення кінця кривої

$$КК = ВУ + T_c - D_c, \quad (2.16)$$

середини кривої $СК = НК + \frac{K_c}{2}. \quad (2.17)$

Усі обчислення основних елементів кривих та головних точок зводяться у таблицях 2.2 – 2.6.

Наприклад:

Таблиця 2.2 - Вихідні дані

Найменування	Значення
R	1000 м
α	18°15'
l	60 м
$ВУ$	ПК 8+72.00

Таблиця 2.3 - Основні елементи кругової кривої

Тангенс кривої $T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 160.62$
Довжина кривої $K = \frac{\pi R \alpha}{180} = 318.52$
Домір $D = 2T - K = 2.72$

$$\text{Бісектриса } B = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = 12.82$$

Таблиця 2.4 - Поправки для перехідної кривої

$l=60$
$m \cong \frac{l}{2} \left(1 - \frac{l^2}{120} R^2 \right) = 30.00$
$p = \frac{l^2}{24R} \cdot \left(1 - \frac{l^2}{112R^2} \right) = 0.15$
$T_p = p \cdot \operatorname{tg} \frac{l}{2} = 0.02$
$D_p = 2T_p - (0.5l - m) = 0.04$
$B_p = \frac{p}{\cos \frac{\alpha}{2}} = 0.15$

Таблиця 2.5 - Основні елементи кривої з урахуванням перехідної кривої

$T_c = T + T_p + m = 190.64$
$K_c = K + l = 378.52$
$D_c = D + D_p = 2.76$
$B_c = B + B_p = 12.67$
$\frac{K_c}{2} = 189.26$

Таблиця 2.6 - Головні точки складної кривої (з перехідними кривими)

Формули	Значення
$НК = ВУ - T_c$	ПК 6+81,36
$КК = НК + K_c$	ПК 10+59,88
Контроль $КК = ВУ + T_c - D_c$	ПК 10+59,88
$СК = НК + \frac{K_c}{2}$	ПК 8+70,62

Детальне розбиття кривої

Спосіб прямокутних координат

Обчислення розбиття виконується від початку кривої до середини і від кінця кривої до середини.

Розрахункова схема приведена на рисунку 2.3.

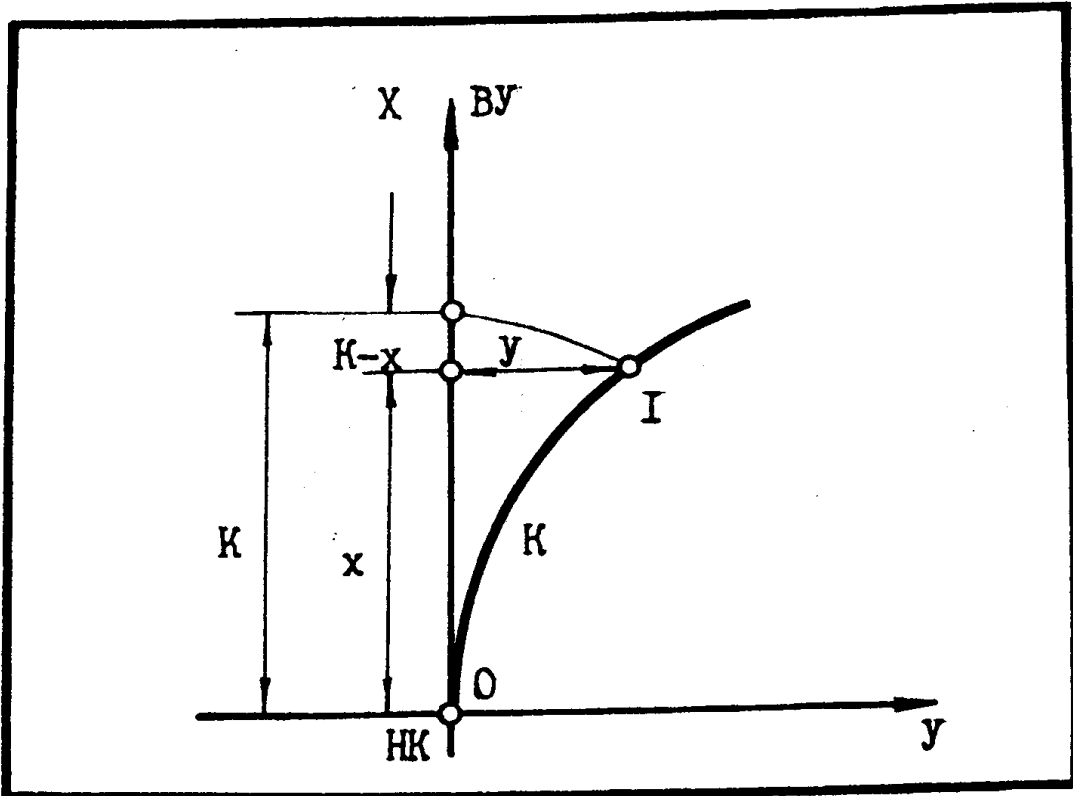


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема розбиття кривої способом прямокутних координат

Результати обчислень наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Детальне розбиття кривої

Точк а	Крива у пикетажних значеннях	Крива у відрiзкa x K	K-X	Ординат и Y	Абсциса X у пикетажних значеннях
1	2	3	4	5	6

	НК ПК6+81,36	0	0	0	ПК6+81,36
1	ПК7+00	18,64	0	0,02	ПК7+00
2	ПК7+01,36	20	0	0,02	ПК7+01,36
3	ПК7+21,36	40	0	0,18	ПК7+21,36
4	ПК7+41,36	60	0,01	0,60	ПК7+41,35
5	ПК7+61,36	80	0,02	1,40	ПК7+61,34
6	ПК7+81,36	100	0,06	2,60	ПК7+81,30
7	ПК8+00	118,64	0,11	4,00	ПК7+99,89
8	ПК8+01,36	120	0,12	4,20	ПК8+01,24
9	ПК8+21,36	140	0,22	6,19	ПК8+21,14
10	ПК8+41,36	160	0,37	8,59	ПК8+41,99
11	ПК8+61,36	180	0,56	11,38	ПК8+60,80
12	СК ПК8+70,62	189,26	0,62		ПК8+70,62
12	СК ПК8+70,62	189,26	0,62	11,38	ПК8+70,62
11	ПК8+79,88	180	0,56	11,38	ПК8+80,44
10	ПК8+99,88	160	0,37	8,59	ПК9+00,25
9	ПК9+00	159,88	0,35	8,45	ПК9+00,35
8	ПК9+19,88	140	0,22	6,19	ПК9+20,00
7	ПК9+39,88	120	0,12	4,20	ПК9+40,00
6	ПК9+59,88	100	0,06	2,60	ПК9+59,94
5	ПК9+79,88	80	0,02	1,40	ПК9+79,90
4	ПК9+99,88	60	0,01	0,60	ПК9+99,89
3	ПК10+00	59,88	0,01	0,59	ПК10+00,01
2	ПК10+19,88	40	0	0,18	ПК10+19,88
1	ПК10+39,88	20	0	0,02	ПК10+39,88
	КК ПК10+59,88	0	0	0	ПК10+59,88

Величини K - X і Y обчислюються з використанням формул:

$$\varphi = \frac{180^\circ \cdot K}{\pi \cdot R}; \quad (2.18)$$

$$X = R \cdot \sin \varphi; \quad (2.19)$$

$$Y = R(1 - \cos \varphi), \quad (2.20)$$

де K – інтервал розбиття (20,40,60...м);

R – радіус кривої, м;

Φ – кут дуги інтервала розбиття, градуси;

Інтервал детального розбиття кривої беруть 20 м або 10 м, у залежності від радіуса кривої.

Під час розбиття кривої за напрямком тангенса відкладають відрізки, дорівнюють інтервалу розмічування.

Відрізки зменшують на $K-X$ і відкладають під прямим кутом Y .

Спосіб кутів

Розрахункова схема способу кутів приведена на рисунку 2.4.

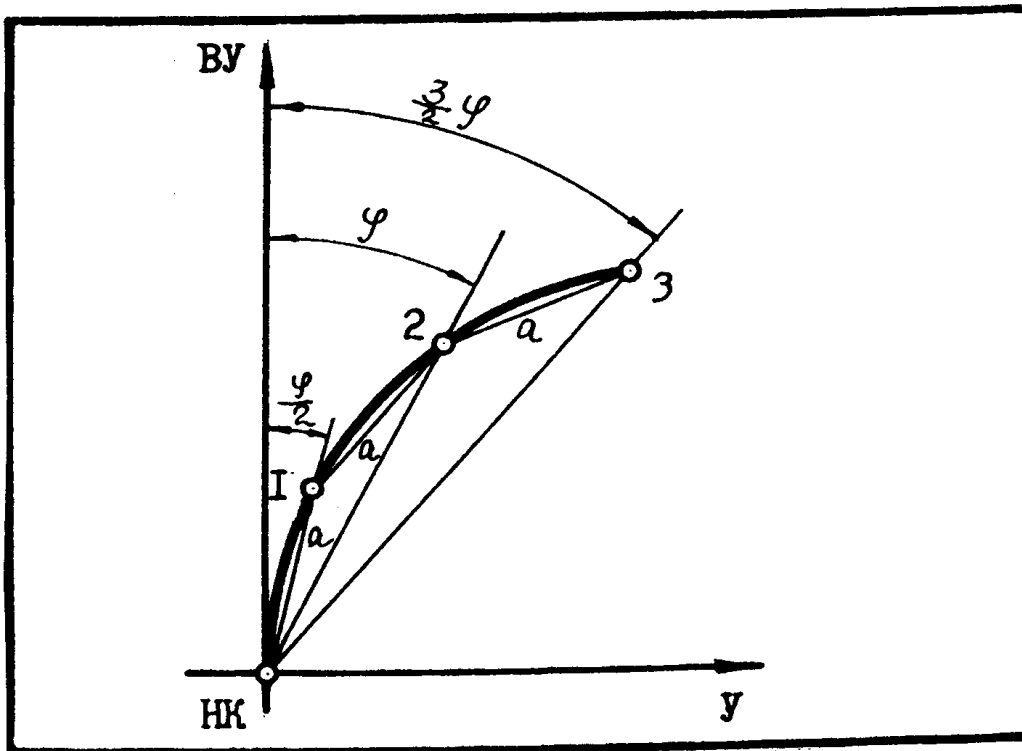


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема розбиття кривої способом кутів

Значення кутів φ до розбиття обчислюють за формулами:

$$\sin \varphi = \frac{a}{2R}; \quad (2.21)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{2R}; \quad (2.22)$$

$$\frac{\varphi}{2} = \arcsin \frac{a}{4R}. \quad (2.23)$$

де a – довжина хорди по інтервалу розбиття, м;
 R – радіус розбиття кривої, м.

Приклад обчислення приводиться в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Обчислення значення кутів φ до розбиття

Точка	Відстан і від НК до точок (М)	Значення кута, φ	Значенн я кута, φ	Радіус кривої (М)	Примітк а
0	0	0	0		НК
1	20	0°11'10"	0,28648	R=1000	$\varphi/2$
2	40	0°34'20"	0,572967	-	Φ
3	60	0°51'30"	0,85945	-	$\frac{3}{2}\varphi$
4	80	1°08'40"	1,145934	-	2φ
5	100	1°25'50"	1,432414	-	$\frac{5}{2}\varphi$
6	120	1°43'00"	1,718894	-	3φ

Значення обчислюють від початку кривої НК до середини кривої СК і від кінця кривої КК до середини кривої СК.

Спосіб подовжених хорд

Розрахункова схема способу приведена на рисунку 2.5.

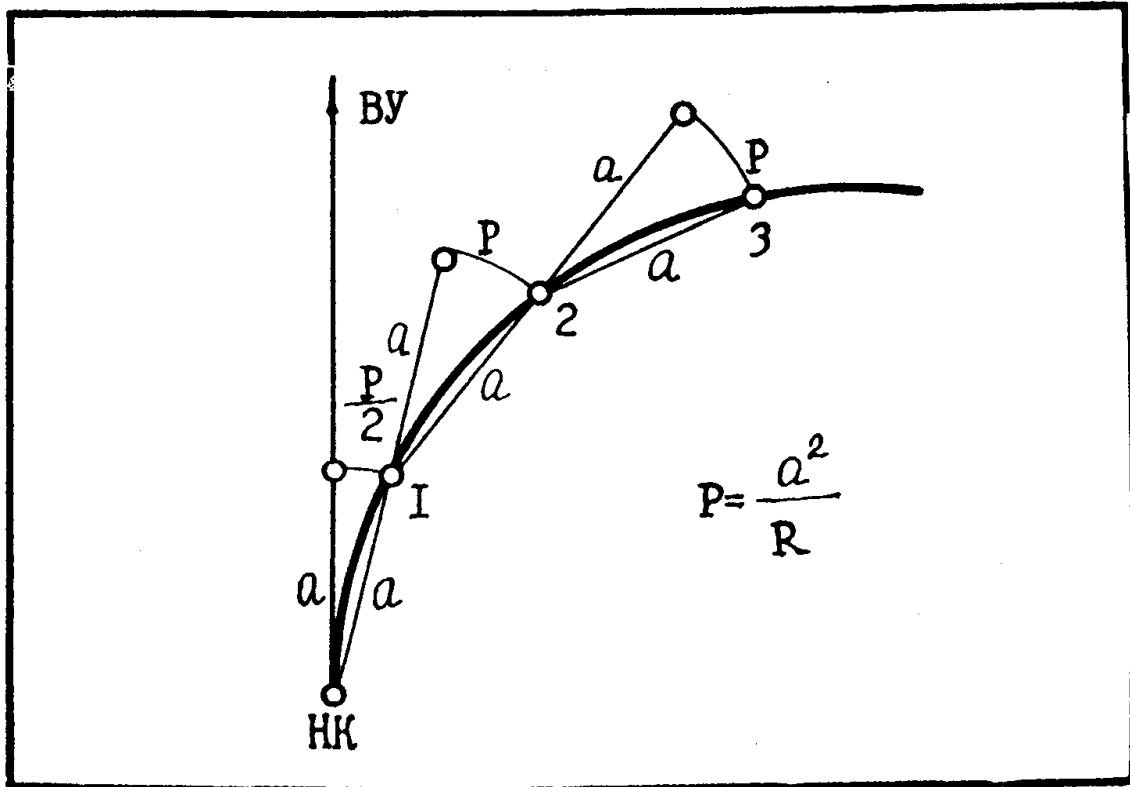


Рисунок 2.5 – Розрахункова схема розбиття кривої способом подовжених хорд

Величина зміщення подовжених хорд обчислюється за формулою

$$P = \frac{a^2}{R}, \quad (2.23)$$

де a – довжина хорди (10 м або 20 м);
 R – радіус кривої, м.

Перше зміщення від $НК$ дорівнює половині зміщень

$$\frac{p}{2} = \frac{a^2}{2R} \quad (2.24)$$

Результати обчислень приведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Результати обчислень

Точка	Величина зміщень P	Довжина хорди $a = m$	Радіус кривої $R, (m)$	Головні точки кривої
0	0	0	-	НК
1	$P/2=0,20$	$a=20$	$R=1000$	
2	$P=0,40$	$a=20$	$R=1000$	
3	$P=0,40$	$a=20$	$R=1000$	
4	$P=0,40$	$a=20$	$R=1000$	до СК

Розрахунки проводять від НК до СК.

Способи подовжених хорд і кутів використовують для детального розбивки тільки кругових кривих.

Перехідні криві розбиваються тільки способом прямокутних координат.

Контрольні питання

- 1 Способи детального розбиття кривих.
- 2 Переваги і недоліки способів розбиття кривих.
- 3 Область використання кожного способу розбивки кривих.
- 4 Особливі примітки.

Спосіб кутів і подовжених хорд у середині кривої дає похибку, що розподіляється по точках згідно з рисунком 2.6.

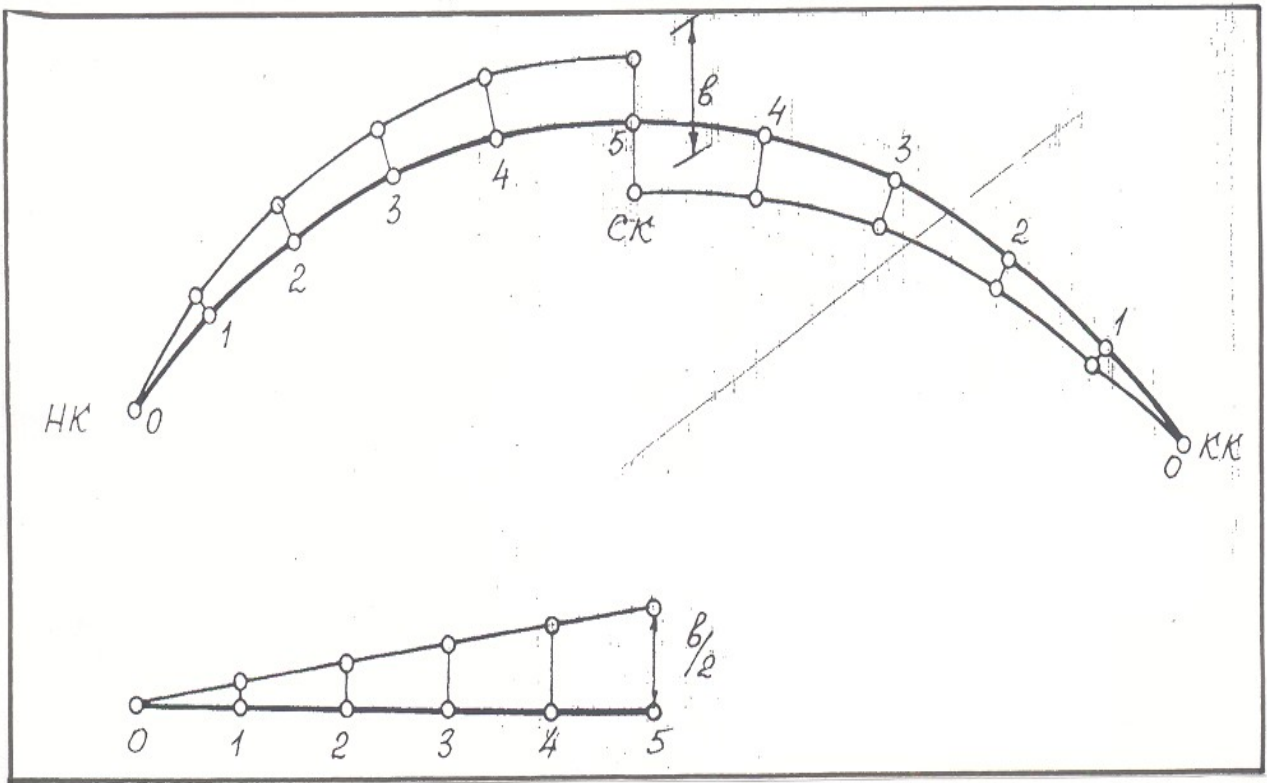


Рисунок 2.6 – Розподілення похибки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Геодезія /За ред. С.Г. Могильного, О.П. Войтенко. Чернігів, 2002. – ч. 1-2.
- 2 Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 2000. – 464 с.
- 3 Бронштейн Г.С., Власов В.Д., Зайцева Н.С. и др. Инженерная геодезия. /Под ред. С.И. Матвеева. – М.: УМК МПС России, 1999. – 455 с.
- 4 Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высшая школа, 1999. – 300 с.
- 5 СНиП 1.02.07.87. Инженерные изыскания для строительства. – М.: Госстрой: ГУГК, 1988.
- 6 Правила технічної експлуатації залізниць України (ЦРБ - 0004).
- 7 Інструкція з сигналізації на залізницях України (ЦШ - 001).
- 8 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ЦД – 0001).
- 9 Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт (ЦП - 0067).
- 10 Інструкція з улаштування утримання колії залізниць України (ЦП - 0138). – К., 2006.
- 11 Інструкція по складанню технічно-розпорядних актів станцій (ЦД - 0002).
- 12 Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірвальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії (ЦП - 0020). - К., 2005.
- 13 Інструкція з підготовки даних про колійну інфраструктуру для комп'ютеризованого колієвимірвального вагона (ЦП - 0115). – К., 2005.
- 14 Щербина Ю.В., Гетман В.И. Методические указания лабораторным работам по спецкурсу «Инженерная геодезия». – ч. 5. – Харьков: ХИИТ, 1993.

ДОДАТОК А

Програми до МК "Casio"

1 Обчислення румбів

$$r_{I-II} = \operatorname{arctg} \frac{Y_{II} - Y_I}{X_{II} - X_I}.$$

Y_{II}	-	Y_I	=	$X \rightarrow$	X_{II}	-	X_I	=	2nd	1/	x	R	2nd	t	r_{I-II}
				M					F	x		M	F	g	

2 Обчислення відстаней

$$\sigma_{I-II} = \sqrt{(X_{II} - X_I)^2 + (Y_{II} - Y_I)^2}.$$

X_{II}	-	X_I	=	X^2	$X \rightarrow$	Y_{II}	-	Y_I	=	X^2	M	R	\sqrt	в
					M						+	M		

$$\sigma_{I-II} = \frac{X_{II} - X_I}{\cos \alpha_{I-II}}.$$

X_{II}	-	X_I	=	$X \rightarrow$	α_{I-II}	Cos	2ndF	1/X	x	RM	=	в
----------	---	-------	---	-----------------	-----------------	------------	-------------	------------	-----	-----------	---	----------

$$\sigma_{I-II} = \frac{Y_{II} - Y_I}{\sin \alpha_{I-II}}.$$

Y_{II}	-	Y_I	=	$X \rightarrow$	α_{I-II}	sin	2nd	1/X	x	RM	=	в
				M			F					

3 Обчислення похибок

$$m_3 = \pm \frac{m'_\beta \cdot \sigma}{\rho'} \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4 \gamma}}.$$

β_1	sin	X^2	$X \rightarrow$	β_2	Sin	X^2	M+	Γ	sin	X^2	X^2	2ndF
-----------	------------	-------	-----------------	-----------	------------	-------	-----------	----------	------------	-------	-------	-------------

1/X	x	RM	=	\sqrt	$X \rightarrow$	m'_β	x	B	\div	ρ'	=	x	RM	= m_3
					M									

$$m_n = \pm \sqrt{\left(\frac{m_\sigma}{\sigma}\right)^2 \cdot \sigma_{II-B}^2 + \left(\frac{m'_\beta}{\rho'}\right) \cdot \sigma_{II-B}^2 + m_\phi^2}.$$

1	÷	2000	=	X ²	X→ M	B	x	X ²	RM	=	X→M	m'β	÷
---	---	------	---	----------------	---------	---	---	----------------	----	---	-----	-----	---

ρ'	=	X ²	x	ε	X ²	=	M+	m'φ	X ²	M+	RM	√	m _p
----	---	----------------	---	---	----------------	---	----	-----	----------------	----	----	---	----------------

4 Обчислення елементів кривої

4.1 Тангенс кривої

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

α°'	deg	÷	2	=	tg1/2	x	R	=	T
-----	-----	---	---	---	-------	---	---	---	---

4.2 Довжина кривої

$$K = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ}$$

α°'	deg	x	R	x	π	÷	180	=	K
-----	-----	---	---	---	---	---	-----	---	---

4.3 Бісектриса кривої

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R$$

α°'	deg	÷	2	=	cosa/ 2	2nd F	1/ X	x	R	-	R	=	B
-----	-----	---	---	---	------------	----------	---------	---	---	---	---	---	---

$$m \cong \frac{l}{2}$$

l	÷	2	=	M
---	---	---	---	---

$$\rho = \frac{l^2}{24R}$$

l	x	l	÷	24	÷	R	=	P
---	---	---	---	----	---	---	---	---

$$T_p = p \cdot \operatorname{tg} \frac{l}{2}$$

α	deg	÷	2	=	Tg	x	P	=	T _p
---	-----	---	---	---	----	---	---	---	----------------

$$B_p = \frac{P}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

α	<i>deg</i>	\div	2	=	cos	$\frac{2nd}{F}$	$\frac{1}{X}$	x	P	=	B_p
----------	------------	--------	----------	----------	------------	-----------------	---------------	----------	----------	----------	----------------------

5 Елементи кривих з перехідними кривими

$$T_c = T + T_p + m.$$

T_c	=	T	+	T_p	+	m
----------------------	----------	----------	----------	----------------------	----------	----------

$$K_c = K + l.$$

K	+	L	=	K_c
----------	----------	----------	----------	----------------------

$$D_c = 2T_c - K_c.$$

2	x	T_c	-	K_c	=	D_c
----------	----------	----------------------	----------	----------------------	----------	----------------------

$$B_c = B + B_p.$$

B	+	B_p	=	B_c
----------	----------	----------------------	----------	----------------------

$$\varphi = \frac{180^\circ \cdot K}{\pi \cdot R}$$

$\frac{2ndF}{K}$	π	$\frac{2ndF}{R}$	$\frac{1}{X}$	x	180	x
	\div		=	$\varphi^\circ,$	<i>deg</i>	$''$

$$X = R \cdot \sin \varphi$$

$\varphi^\circ,$	<i>sin</i>	X	R	=	X
------------------	------------	----------	----------	----------	----------

$$Y = R(1 - \cos \varphi).$$

$\varphi^\circ,$	cos	-	1	x	R	=	-Y
------------------	------------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------

$$\varphi = \arcsin \frac{a}{2R}$$

A	\div	2	\div	R	=	φ	$\frac{2ndF}{sin}$	φ
----------	--------	----------	--------	----------	----------	-----------	--------------------	-----------

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{1}{2}\varphi.$$

φ	\div	2	=	$1/2 \cdot \varphi$
-----------	--------	----------	----------	---------------------

$$P = \frac{a^2}{R}; \quad \frac{P}{2} = \frac{a^2}{2R}.$$

a	x	a	\div	R	=	P	\div	2	=	P/2
----------	----------	----------	--------	----------	----------	----------	--------	----------	----------	------------

Переведення градусів у радіан і радіан у градуси

$$1Rad = \frac{180^\circ}{\pi} = 57,2957795^\circ.$$

2ndf	π	2ndf	1/X	X	180°	=	57,2957795°
-------------	-------------------------	-------------	------------	----------	-------------	----------	--------------------

Переведення градусів n° у радіани

57,296 °	2ndf	1/X	0.01745 3	X→M	X	n°	=	n рад
---------------------------	-------------	------------	----------------------------	------------	----------	-----------	----------	--------------

Переведення радіан у градуси

$$n_{рад} \times 1_{рад} = n^\circ.$$

$n_{рад}$	x	57,2957795°	=	n°
-----------------------------	----------	--------------------	----------	-----------------------------

$$\rho' = 57,2958^\circ \times 60' = 3438';$$

$$\rho'' = 3437,804389 \times 60'' = 206268''.$$