

Р.М.Літнарвич

ПОЛЬОВИЙ КОНТРОЛЬ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ПЛАНОВОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ОСНОВИ МЕТОДОМ ПАРНИХ ЛАНОК ЗАСІЧОК

Принцип методу парних ланок засічок полягає в побудові і закріпленні на місцевості рядів геодезичних чотирикутників, вимірюванні горизонтальних кутів β_i тільки з двох пунктів парних чотирикутників (рис.1) [2-4].

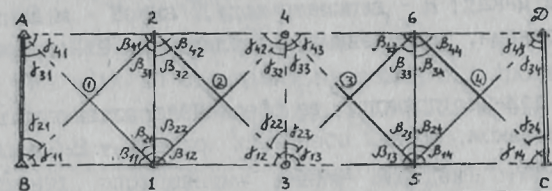


Рис.1. Ряд, що розвивається методом парних ланок засічок.

Невиміряні кути γ_i розраховують за формулами [4]

$$\gamma_{1i} = 180^\circ - \beta_{1i} + \omega_i, \quad (1)$$

$$\gamma_{2i} = \omega_i + \beta_{3i}, \quad (2)$$

$$\gamma_{3i} = \beta_{2i} - \omega_i, \quad (3)$$

$$\gamma_{4i} = 180^\circ - \omega_i - \beta_{4i}, \quad (4)$$

$$\operatorname{tg} \omega_i = \frac{(\operatorname{ctg} \beta_{1i} + \operatorname{ctg} \beta_{3i}) - (\operatorname{ctg} \beta_{2i} + \operatorname{ctg} \beta_{4i})}{\operatorname{ctg} \beta_{2i} \operatorname{ctg} \beta_{3i} - \operatorname{ctg} \beta_{1i} \operatorname{ctg} \beta_{4i}}. \quad (5)$$

Передачу зв'язуючих сторін виконують за формулами

$$S_n = S_{\text{вих}} \frac{t'_1 t'_2 t'_3 \dots t'_n}{t_1 t_2 t_3 \dots t_n}, \quad (6)$$

$$\sqrt{\left(\frac{1}{\operatorname{ctg} \beta_{2i} + \operatorname{ctg} \beta_{4i}} - \frac{1}{\operatorname{ctg} \beta_{1i} + \operatorname{ctg} \beta_{3i}} \right)^2 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \beta_{2i}}{\operatorname{ctg} \beta_{2i} + \operatorname{ctg} \beta_{4i}} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{1i}}{\operatorname{ctg} \beta_{1i} + \operatorname{ctg} \beta_{3i}} \right)^2}. \quad (7)$$

де t_i - коефіцієнти, які знаходять із розв'язку задачі Гансена, тобто при визначенні сторони, а кінцевих пунктів якої виконують спостереження напрямків; t'_i - коефіцієнти для визначення сторони, а кінцевих пунктів якої спостереження не ведуться; i - номер чотирикутника.

Так,

$$S_{12} - S_{AB} \frac{1}{t_1}, \quad (8)$$

$$S_{34} - S_{AB} \frac{t'_1}{t_1}, \quad (9)$$

$$S_{56} - S_{AB} \frac{t'_1}{t_1 t_2}, \quad (10)$$

$$S_{CD} - S_{AB} \frac{t'_1 t'_2}{t_1 t_2}, \quad (11)$$

Розрахунок сторони S_{CD} і порівняння її з вихідною і буде першим контролем, тобто

$$w_s - S_{CD} - S_{CD \text{ вих.}} \quad (12)$$

Відносна похибка передачі сторони $f_{\text{відн.}}$ і дасть інформацію про якість польових вимірів

$$f_{\text{відн.}} = \frac{w_s}{S_{CD}}, \quad (13)$$

Відтак порівнюють одержану похибку з допустимою для даного класу або рояду триангуляції

$$f_{\text{відн.}} \leq f_{\text{доп.}} \quad (14)$$

Другим польовим контролем буде розрахунок дирекційного кута α_{CD} вихідної сторони.

Передачу дирекційних кутів у раді, який розвивають методом парних ланок засічок, проводять за формулами

$$\alpha_{CD} = \alpha_{AB} + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4. \quad (15)$$

Вільний член умовного рівняння дирекційних кутів знаходять а виразу

$$w_\alpha = \alpha_{\text{кінц. вирах.}} - \alpha_{\text{кінц. вих.}} \quad (16)$$

Беручи до уваги, що середня квадратична похибка передачі дирекційних кутів врівноваженого ряду, прокладеного між двома

вихідними дирекційними кутами, розраховується за формулою

$$m_{\alpha} = 1,58\mu \sqrt{n}, \quad (17)$$

допустиме значення вільного члена умовного рівняння дирекційних кутів обчислюють агідно з виразом:

$$m_{\alpha} = 2,5m_{\alpha} \quad (18)$$

або

$$m_{\alpha} = 4\mu \sqrt{n}, \quad (19)$$

де n - кількість чотирикутників ряду; μ - середня квадратична похибка одиниці ваги.

Слід зазначити, що у формулах (18) і (19) не враховані похибки вихідних дирекційних кутів.

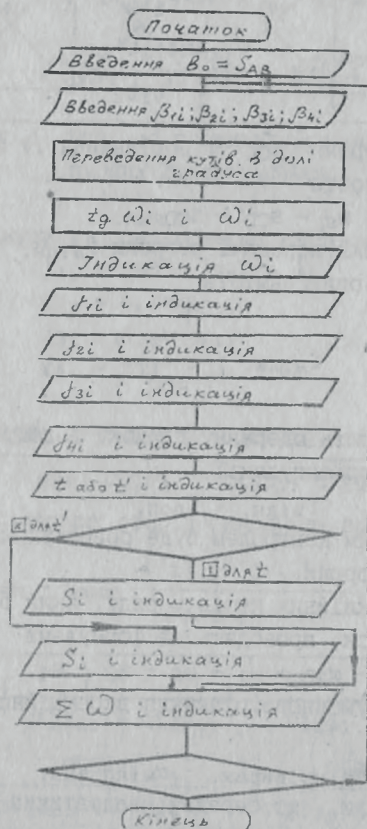


Рис.2. Блок-схема програми.

Вищенаведені теоретичні положення практично реалізовані на програмованих мікрокалькуляторах МК-61 і МК-52 (рис.2).

Програма виконання польового контролю
при розвитку ряду методом парних ланок завічок

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
00	5	хп4	4	хп0	с/п	ко'''	Ftg	F1/x	ххп4	FLO
10	04	пх7	пх8	х	пх6	пх9	х	-	хп1	пх6
20	пх8	+	пх7	пх9	+	-	пх1	:	Ftg ⁻¹	ко'''
30	с/п	ко'''	хп1	пха	ко'''	-	1	8	0	+
40	ко'''	с/п	пх1	пхс	ко'''	+	ко'''	с/п	пхв	ко'''
50	пх1	-	ко'''	с/п	1	8	0	пх1	-	пхd
60	ко'''	-	ко'''	с/п	пх6	пх8	+	F1/x	хне	пх7
70	пх9	+	F1/x	хп2	пхе	-	Fx ²	хпо	пх2	пх7
80	х	пхе	пх6	х	-	Fx ²	пх0	+	F [√]	пх6
90	пх5	пх4	с/п	хп5	с/п	пх1	пх3	+	хп3	ко'''
100	с/п									

ІНСТРУКЦІЯ

1. Перед початком рахунку ввести вихідний бааис SAB у ре-гістр 5 (SAB хп5).
2. Вводять виміряні кути в геодезичному чотирикутнику (градуси, мінути, секунди) β_{1i} хпа, с/п; β_{2i} хпв, с/п; β_{3i} хпс, с/п; β_{4i} хпd, с/п.
3. Індикація на дисплеї мікрокалькулятора послідовно через натиск клавіші с/п: ω_i ; γ_{1i} ; γ_{2i} ; γ_{3i} ; γ_{4i} в градусах, мінутах і секундах.
4. Індикація t_i або t'_{i1} .
5. Натиск клавіші $\square$ (ділення), якщо визначають сторону, а кінцевих пунктів якої виконують спостереження або клавішу $\times$ (множення), якщо визначають недоступну сторону.
6. Зчитують довжину зв'язуючої сторони.
7. Двічі натискають клавішу с/п і зчитують $\Sigma\omega_i$ в градусах, мінутах і секундах.

8. Двічі натискують клавішу с/п і набирають кути другого чотирикутника.

9. В новому рахунку (для другого ряду) необхідно обнулити регістр 3 (0 хп3).

Результати контрольного обрахунку

N	Введення даних	Результати	Позначення	N	Введення даних	Результати	Позначення
1	2	3	4	5	6	7	
1	519,548хп5		SAB				
2	в/о, с/п	4					
3	111°44'57,2"		β ₁₁	35	88°30'24,2"		β ₁₃
4	хпа с/п			36	хпа с/п		
5	36°29'56,6"		β ₂₁	37	49°50'12,2"		β ₂₃
6	хпв с/п			38	хпв с/п		
7	32°10'05,0"		β ₃₁	39	51°02'26,1"		β ₃₃
8	хпс с/п			40	хпс с/п		
9	105°10'27,8"		β ₄₁	41	86°13'29,7"		β ₄₃
10	хпд с/п			42	хпд с/п		
11		3°06'22,88"	ω ₁	43		-6°18'35,24"	ω ₃ [^]
12	с/п	71°21'25,78"	γ ₁₁	44	с/п	85°11'00,56"	γ ₁₃
13	с/п	35°16'27,87"	γ ₂₁	45	с/п	44°43'50,85"	γ ₂₃
14	с/п	33°23'33,71"	γ ₃₁	46	с/п	56°08'47,44"	γ ₃₃
15	с/п	71°43'09,41"	γ ₄₁	47		100°05'05,5"	γ ₄₃
16	с/п	1,5883644	t ₁	48		0,90171772	t ₂
17	:	327,096	S ₁₂	49	:	328,634	S ₅₆
18	с/п, с/п	3°06'22,88	Σω	50	с/п, с/п	4°10'02,57"	Σω
	с/п, с/п				с/п, с/п		
19	92°20'17,2"		β ₁₂	51	100°00'44,0"		β ₁₄
20	хпа с/п			52	хпа с/п		
21	41°15'14,0"		β ₂₂	53	41°50'31,8"		β ₂₄

1	2	3	4	5	6	7	
22	хпв с/п			55	хпв с/п		
23	32°17'10,8"		β32	55	37°02'35,4"		β34
24	хпс с/п			56	хпс с/п		
25	80°29'45,2"		β42	57	100°01'02,6"		β44
26	хпд с/п			58	хпд с/п		
27		7°22'14,93"	ω2	59	с/п	8°10'56,0"	ω4^
28	с/п	95°01'57,76"	γ12	60	с/п	88°10'12,07"	γ14
29	с/п	39°39'25,73"	γ22	61	с/п	45°13'31,40"	γ24
30	с/п	33°52'59,06"	γ32	62	с/п	33°39'35,80"	γ34
31	с/п	92°07'59,88"	γ42	63		71°48'01,51"	γ44
32	с/п	0,9059284	t1	64	с/п	1,3554125	t2
33	х	296,326	S34	65	х	445,420	SCD
	с/п с/п			66	с/п с/п		
34		10°28'37,82"	Σω	67		12°20'58,57"	Σω

На основі одержаного розрахунку відносна похибка визначення сторони СД становить

$$f_{\text{відн.}} = \frac{445,420 - 445,404}{445,41} = \frac{0,016}{445,41} = \frac{1}{27000},$$

що цілком задовольняє триангуляцію 2 розряду.

Вихідний дирекційний кут сторони ВА $\alpha_{\text{ВА}} = 1^\circ 30' 01,0''$, розрахунковий дирекційний кут сторони CD $\alpha_{\text{CD}} = 1^\circ 30' 01,0'' + 12^\circ 20' 58,57'' = 13^\circ 50' 59,57''$. Вихідний дирекційний кут сторони CD $\alpha_{\text{CDв.}} = 13^\circ 51' 09,0''$, тобто вільний член умовного рівняння дирекційних кутів $\omega_\alpha = -10,57''$.

При середній квадратичній похибці вимірювання кутів у триангуляції 2 розряду, яка дорівнює $10''$ [1], допустиме значення $\omega_{\text{доп.}} = 1' 20''$.

Розроблена методика польового контролю дає змогу на останній станції спостереження протягом декількох хвилин виконати надійний польовий контроль.

Безпідставні твердження про слабкість польового контролю через відсутність умовних рівнянь фігур. У полігонометрії і трилатерації вони також відсутні, але дані методи є в арсеналі геодезії.

Особливо актуальним є розвиток даних мереж при спостереженнях за деформаціями і асувами, де необхідно щоквартально або щомісячно визначати координати пунктів. За даною методикою в найкоротший час спостерігається мережа, на ряд пунктів якої доступ ускладнений.

1. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:1000 и 1:500 / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М., 1985. С.152. 2. Литнарович Р.Н. Разработка метода создания планового геодезического обоснования парными звеньями засечек. Автореф. дисс. ... канд.техн.наук. М., 1983. 3. Литнарович Р.Н. Исследование метода создания планового геодезического обоснования парными звеньями засечек. М., 1984. Ч.1. С.182. Ч.II. С.210. Рукопись деп. в ВНИИТИ, N 5076-84, N 4096-84. 4. Литнарович Р.М. Розрахунок невимірних кутів при створенні планової геодезичної основи методом парних ланок засічок для спостережень на меліоративній системі // Тез. доп. наук.-техн.конф., Рівне, 1992. С.31-32.