

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ІНСТИТУТ
ЕКОНОМІКИ І УПРАВЛІННЯ**

Р.М. Літнарівч

**ПРОЕКТ
і дослідження геодезичної основи обласного
центру
методом несучільних спостережень триангуляції**

**Навчальний посібник з курсу
«Основні геодезичні роботи»**

Частина III

м. Чернігів, 2001

2

УДК 528.31/35:528.72

Літнарівч Р.М. Проект і дослідження геодезичної основи обласного центру методом несучільних спостережень триангуляції. Навчальний посібник з курсу «Основні геодезичні роботи» ЧДІЕ і У, Чернігів, 2001, -16с.

Затверджено на засіданні Вченої Ради ЧДІЕ і У, протокол № 6 від 27.06.01.

Рецензенти: Боровий В.О., д.т.н. професор
Войтенко С.П., д.т.н. професор
Канівець В.І. д.а.г.н. професор

З М І С Т

Введення	3
1. Постановка проблеми.....	4
2. Побудова моделі геодезичної мережі.....	5
3. Зрівноваження мережі коррелатним способом.....	8
4. Висновки.....	14
5. Література.....	15

Введення

У другій частині навчального посібника з курсу «Основні геодезичні роботи» розглядався проект і дослідження триангуляції обласного центру методом статистичних випробувань Монте-Карло. На території міста було запроєктовано 9 пунктів триангуляції на дахах високих будинків у вигляді центральної системи. На кожному із пунктів проводились кутові вимірювання. З високою точністю вимірювався базис АВ світловіддалеміром.

З часів Гаусса було прийнято в триангуляції вимірювати всі кути трикутників і інструкція регламентує допустиму нев'язку в трикутниках, яку розраховують по формулі Ферреро. Вважалось, що основним польовим контролем в триангуляції є визначення вільних членів умов фігур.

В даному проекті розглядається спосіб створення геодезичної опори методом триангуляції, але в ряді пунктів спостереження не ведуться.

Такий підхід був вперше запропонований автором даної роботи, опублікований в ряді робіт, апробований на ряді виробничих мереж і впроваджений в навчальний процес.

Але точність визначення координат пунктів знаходилась в межах 5-10см.

В даній роботі робиться спроба дослідити створення мережі несучільних спостережень обласного центру для забезпечення облікової одиниці площі в 1 кв.м з точністю визначення координат пунктів 5 мм.

Дана проблема ставиться і реалізується вперше.

1. Постановка проблеми

На відміну від центральної системи, запроєктованої в другій частині навчального посібника, пункти D та I запроєктуємо на місці розташування храмів по вулиці Золотіївській та вулиці Басівкутській відповідно.

Звичайно замість фазових циліндрів приймаються шпилі соборів, які добре видимі і цілком придатні для візування на них теодолітів.

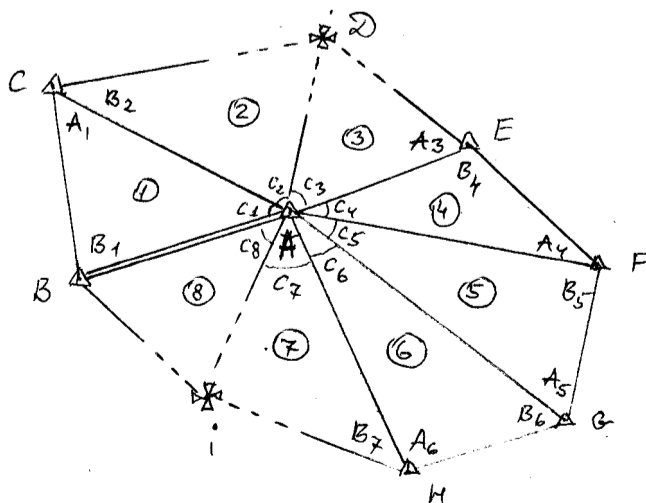
Фіксація пунктів на конструктивних елементах капітальних споруд забезпечує велику надійність їх збереження. Крім цього, їх видимість з різних частин міста дозволяє проводити прив'язку мереж згущення і орієнтування на них приладів.

Проблема заключається в побудові математичного апарату який би дав можливість строго по способу найменших квадратів провести обробку матеріалів і провести надійну оцінку точності даних матеріалів.

Відсутність умов фігур не дає можливості проведення оперативного польового контролю по визначенню вільних членів умовних рівнянь фігур.

Тому, польовим контролем буде визначення вільного члена умов полюса і порівняння його з допустимими значеннями. Крім цього, в запроєктованій мережі виникають 4 умовні рівняння фігур і умовне рівняння горизонту, що дає можливість надійно контролювати результати польових спостережень і виконати обробку матеріалів з оцінкою точності результатів.

Не має основи твердження про втрату інформації в таких мережах, тому, що в трилатерації в даному випадку виникає лише одне умовне рівняння горизонту



Мал.1 Схема мережі несучільних спостережень триангуляції обласного центру

Технічні умови.

1. Кути виміряні з похибкою 0,7”.
2. Якщо слаба сторона S_{AF} отримана з похибкою 1:500000, то необхідно вихідну сторону виміряти з похибкою 1:1000000 з тим, щоб похибки вихідних даних не впливали на точність визначення сторін і координат.

2. Побудова моделі геодезичної мережі.

Передача сторін в запроєктованій мережі виконується за формулою:

$$S'_{ав} = S_{ав} \frac{\sin B_1 \sin B_2 \sin [180^* - (A_3 + C_3)] \sin B_4 \sin B_5 \sin B_6 \sin B_7 \sin [180^* - (A_8 + C_8)]}{\sin A_1 \sin [180^* - (B_2 + C_2)] \sin A_3 \sin A_4 \sin A_5 \sin A_6 \sin [180^* - (B_7 + C_7)] \sin A_8} \quad (2,1)$$

де $S_{ав}$ - довжина виміряного базиса;

$S'_{ав}$ - розрахована довжина базиса при передачі сторін;

Полюсне умовне рівняння при цьому буде

$$\frac{10^6}{\rho''} [\text{ctg} B_1(B_1) + \text{ctg} B_2(B_2) + \text{ctg} [180^* - (A_3 + C_3)] [(A_3) - (-C_3)] + \text{ctg} B_4(B_4) + \text{ctg} B_5(B_5) + \text{ctg} B_6(B_6) + \text{ctg} B_7(B_7) + \text{ctg} [180^* - (A_8 + C_8)] [(-A_8) + (C_8)] - \text{ctg} A_1(A_1) - \text{ctg} [180^* - (B_2 + C_2)] [(-B_2) + (C_2)] - \text{ctg} A_3(A_3) - \text{ctg} A_4(A_4) - \text{ctg} A_5(A_5) - \text{ctg} A_6(A_6) - \text{ctg} [180^* - (B_7 + C_7)] [(-B_7) + (-C_7)] - \text{ctg} A_8(A_8) + W_{\text{пол}} = 0, \quad (2,2)$$

$$\text{де } W_{\text{пол}} = \frac{S'_{AB} - S_{AB}}{S_{AB}} 10^6$$

При виводі формули (2,2) і в загалі при визначенні коефіцієнтів умовних рівнянь в трикутниках триангуляції з одним невимірним кутом слід використовувати наступну теорему:

Теорема. Якщо в трикутнику триангуляції є один невимірний кут, то коефіцієнти умовних рівнянь, що відповідають даному куту, вводяться в два інші кути з протилежним знаком.

Доказом даної теореми буде виконання процедури врівноваження, що нам необхідно зробити.

В формулі (2,2) A_i , B_i , C_i виміряні кути (змодельовані), (A_i) , (B_i) , (C_i) - відповідні їм поправки корелатного способу зрівноваження.

Крім умовного рівняння полюса в даній мережі повинна задовольнятися умова горизонту, якщо вимірюються кути або напрямки

$$(C_1) + (C_2) + (C_3) + (C_4) + (C_5) + (C_6) + (C_7) + (C_8) + W_i = 0, \quad (2,3)$$

де (C_i) - поправки в центральні кути C_i

$$\text{При цьому } W_i = \sum C_i - 360^\circ \quad (2,4)$$

В даній мережі повинні задовольнятися чотири умовні рівняння фігур

$$(A_1) + (B_1) + (C_1) + W_1 = 0; \quad (2,5)$$

$$(A_4) + (B_4) + (C_4) + W_4 = 0; \quad (2,6)$$

$$(A_5) + (B_5) + (C_5) + W_5 = 0; \quad (2,7)$$

$$(A_6) + (B_6) + (C_6) + W_6 = 0; \quad (2,8)$$

$$\text{де } W_i = A_i + B_i + C_i - 180^\circ \quad (2,9)$$

В вихідній моделі повинні задовольнятися всі ці умови. Тоді в даній мережі можна прийняти всі її елементи за істинні величини і в подальшому створювати цю ідеальну модель, генеруючи істинні похибки на персональному комп'ютері в залежності від точності польових робіт. В нашому випадку ми будемо генерувати істинні похибки, рівні точності вимірювання горизонтальних кутів в триангуляції першого класу. З метою забезпечення більшої точності і зменшення похибок округлень модель створимо на програмованому мікрокалькуляторі для наукових розрахунків CITIZEN SRP-175, який забезпечує 10 значущих цифр.

Програма 1. Рішення трикутників триангуляції і знаходження вільного члена базисного умовного рівняння. Виконання польового контролю на CITIZEN SRP-175.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
00	1	exp	4	x	π	=	°	36	x^2	=
10	°	5	=	sto	1	x	HLT	[x]	→DEG	sto
20	4	tan	1/x	ON	=	HLT	+	RCL	0	=
30	sto	0	RCL	3	HLT	°	RCL	4	sin	HL T
40	=	ON	sto	7	x	HLT	[x]	→DEG	sin	HL T
50	=	HLT	[x]	→DEG	sto	6	tan	1/x	ON	X
60	RCL	1	=	HLT	+	RCL	0	=	sto	0
70	RCL	6	sin	HLT	x	RCL	7	=	sto	3
80	HLT	INV	Goto	+/-	0	Mode	1			

Протокол № 1 розрахунку по програмі

№ п.п	Введення даних	Результат (Run)	Позначення	№ п.п	Введення даних	Результат (Run)	Позначення
1	Mode 7			22.	Run	-001-	
2	Mode 1			23.	6743'26,17		A_2
3	2900/000		S_{AB}	24.	Run	1.986	δ_{A2on}
4	STO 0			25.	Run	3009,525567	S_{AC}
5	Ru 7	4,848136811	106/ ρ''	26.	Run	0,9253681607	$\sin A_2$
6	Run	-001-		27.	Run	3252,246722	$q = a/\sin A$
7	6243'26,17 Run		A_1	28.	Run	-002-	
8		2,4997	δ_{13n}	29.	75°		C_2
9	Run	2900,000	S_{AB1}	30.	Run	0,9659258263	$\sin C_2$

10	Run	0,8888087624	SinA ₁	31.	Run	3141,429102	S _{CD}
11	Run	3262,7941	q	32.	Run	-003-	
12	Run	-002-		33.	37°16'33,83' t''		D ₂
13	Run	2499,445309	S _{BC}	36.	Run	1969,742829	S _{AD}
14	Run	-003-		37.	Run	4,848136811	$\frac{10^6}{\rho''}$
15	67°16'33,83 Run		B ₁	38.			
16		2,030399757 Run	$\delta_{чис}$				
17		0,9223767913	Sin B ₁				
18		3009,525567	S _{AC}				
19	Run	4,848136811	$\frac{10^6}{\rho''}$				

Таблиця 1. Побудова істинної моделі.

№ тр.ик	Назва кутів	Кут з другого наближення	sin	Сторони	Поправка	Істинні значення кутів	sin	Істинні сторони
1	A ₁	62°43'26,17''	0,8888087624	2900,000000	-18,0488''	62°43'08,1212''	0,8887686582	2900,000000
	C ₁	50°	0,7660444431	2499,445302		50°	0,7660444431	2499,558085
	B ₁	67°16'33,83	0,9223767913	3009,525567	+18,0488	+67°16'51,8788	0,9224105895	3009,771648
	?	180°00'00,00						
2	A ₂	67°43'26,17	0,9253681607	3009,525567	-18,0488	67°43'08,1212	0,9253349875	3009,771648
	C ₂	75°	0,9659258263	3141,429102		75°	0,9659258263	3141,798598
	B ₂	37°16'33,83	0,6056560273	1969,74289	+18,0488	37°16'51,8788	0,6057256534	1970,200979
	?	180°00'00,00						
3	A ₃	63°43'26,17	0,8966714513	1969,74289	-18,0488	63°43'08,1212	0,8966327106	1970,200979
	C ₃	43°	0,6819983601	1498,164548		43°	0,6819983601	1498,577758
	B ₃	73°16'33,83	0,9577023624	2103,811111	+18,0488	73°16'51,8788	0,9577275387	2104,446684
	?	180°00'00,00						
4	A ₄	49°43'26,17	0,7629384686	2103,811111	-18,0488	49°43'08,1212	0,7628818975	2104,446684
	C ₄	44°	0,6946583705	1915,527998		44°	1915,527998	1916,248779
	B ₄	86°16'33,83	0,9978885719	2751,68857	+18,0488	86°16'51,8788	0,9978942514	2752,739651
	?	180°00'00,00						
5	A ₅	56°43'26,17	0,8360366504	2751,68857	-18,0488	56°43'08,1212	0,8359886366	2752,739651
	C ₅	33°	0,544639035	1792,59597259		33°	0,544639035	1793,384984
	B ₅	90°16'33,83	0,9999883924	3291,311007	+18,0488	90°16'51,8788	0,9999879669	3292,755914
	?	180°00'00,00						
6	A ₆	71°43'26,17	0,9495565695	3291,311007	-18,0488	71°43'08,1212	0,9495291253	3292,755914
	C ₆	27°	0,4539904997	1573,601802		27°	0,4539904997	1574,338125
	B ₆	81°16'33,83	0,9884306092	3426,054485	+18,0488	81°16'51,8788	0,9884438774	3427,703623
	?	180°00'00,00						
7	A ₇	98°43'26,17''	0,9884306092	3426,054485	-18,0488	98°43'08,1212	0,9884438774	3427,703623
	C ₇	32°	0,5299192642	1836,782729		32°	0,5299192642	1837,642201
	B ₇	49°16'33,83''	0,7578618468	2626,867233	+18,0488	49°16'51,8788	0,7579189323	2628,294362
	?	180°00'00,00''						
8	A ₈	56°43'26,17''	0,8360366504	2626,867233	-18,0488	56°43'08,1212	0,8359886366	2628,294362
	C ₈	56°	0,8290375726	2604,875795		56°	0,8290375726	2606,440665
	B ₈	67°16'33,83	0,9223767913	2898,152095	+18,0488	67°16'51,8788	0,9224105895	2899,999409
	?	180°00'00,00	W=-637,2087103	W=-637,2087103				W=-0,203

V''=+0,0057''

V''=+18,0487614

Таблиця 2. Зрівноваження спотвореної моделі. 7

№ тр.ик	Назва кутів	Вимірювані В' Куті = 0,7	V'	B'+V'	sin	Незрівноважені сторони	V''	Брівноважені кути	sin	Брівноважені сторони
1	A1	62°43'07,58''	-0,07	62°43'7,51''	0,88876729	2900,0000	-0,17	62°43'7,34''	0,88876692	2900,0000
	C1	50°00'02,1''	-0,07	50°00'0,14''	0,76604489	2499,563	+0,02	50°00'00,16''	0,76604492	2499,564
	B1	67°16'2,41''	-0,06	67°16'2,35''	0,9224115	3009,779	+0,15	67°16'52,50''	0,92241173	3009,781
	?	180°00'00,20''	-0,20	180°00'00,20''				180°00'00,00''		
2	A2	67°43'08,29''		67°43'08,29''	0,9253353	3009,779		67°43'08,29''	0,9253353	3009,781
	C2	75°00'00,42''		75°00'0,42''	0,96592636	3141,807	-0,22	75°00'00,20''	0,96592610	3141,808
	B2	37°16'51,29''		37°16'1,29''	0,60572334	1970,198	+0,22	37°16'51,51''	0,60572415	1970,202
	?			180°00'00,00''				180°00'00,00''		
3	A3	63°43'08,10''		63°43'08,10''	0,89663271	1970,198	-0,09	63°43'08,01''	0,89663241	1970,202
	C3	42°59'59,94		42°59'59,94''	0,68199816	1498,575	+0,09	43°00'00,03''	0,68199858	1498,579
	B3	73°16'51,96		73°16'51,96''	0,95772767	2104,443		73°16'51,96''	0,95772767	2104,448
	?			180°00'00,00''				180°00'00,00''		
4	A4	49°43'08,74	-0,32	49°43'08,42''	0,76288282	2104,443	-0,21	49°43'08,21''	0,76288218	2104,448
	C4	44°00'00,29	-0,32	43°59'59,97''	0,69465829	1916,243	+0,10	44°00'00,07''	0,69465863	1916,250
	B3	86°16'51,93	-0,32	86°16'51,61''	0,99789421	2752,732	+0,11	86°16'51,72''	0,99789423	2752,7405
	?	180°00'00,96	-0,96	180°00'00,00''				180°00'00,00''		
5	A5	56°43'08,77	-0,35	56°43'08,42''	0,83598943	2752,732	-0,16	56°43'08,26''	0,83598903	2752,7405
	C5	32°59'59,75	-0,35	32°59'59,40''	0,54463659	1793,370	+0,09	32°59'59,49''	0,54463688	1793,377
	B5	90°16'52,53	-0,35	90°16'52,18''	0,99998797	3292,743	+0,07	90°16'52,25''	0,99998797	3292,755
	?	180°00'01,05	-1,05	180°00'00,00''				180°00'00,00''		
6	A6	71°43'08,72	-0,25	71°43'08,47''	0,9495263	3292,743	-0,10	71°43'08,37''	0,94952950	3292,755
	C6	27°00'00,05	-0,25	26°59'59,80''	0,45398960	1574,328	+0,03	26°59'59,83''	0,45398972	1574,334
	B6	81°16'51,98	-0,25	81°16'51,73''	0,98844376	3427,688	+0,07	81°16'51,80''	0,98844381	3427,701
	?	180°00'00,75''	-0,75	180°00'00,00''				180°00'00,00''		
7	A7	98°43'7,49		98°43'7,49''	0,98844435	3427,688		98°43'07,49''	0,98844435	3427,701
	C7	32°00'00,28		32°00'00,28''	0,5292041	1837,637	-0,14	32°00'00,14''	0,52991980	1837,642
	B7	49°16'52,23		49°16'52,23''	0,75792009	2628,285	+0,14	49°16'52,37''	0,75792043	2628,296
	?			180°00'00,00''				180°00'00,00''		
8	A8	56°43'08,34		56°43'08,36''	0,83598925	2628,285	-0,12	56°43'08,24''	0,83598900	2628,296
	C8	55°59'59,94		55°59'59,96''	0,82903749	2606,429	+0,12	56°00'00,08''	0,82903779	2606,442
	B8	67°16'51,68		67°16'51,68''	0,922410023	2899,9858		67°16'51,68''	0,92241023	2899,9991
	?		0,8756	180°00'00,00''		W=-4,90		180°00'00,00''		W=-0,30
						V''=+0,138''				V''=+0,00849''

Таблиця 3. Коефіцієнти умовних рівнянь і поправки зрівноваження кутів.

Назва заправок	Умовні рівняння фігур								α гор	β пол	Вагові функції		A1=a1	B1=b1	Fa	Fs	Вторинні поправки
	1	2	3	4	5	6	7	8			fα	fβ					
(A1)	1									-2,50		-2,50	-0,333	-2,343	-0,333	-2,343	-0,17
(C1)	1							+1			+1	0	+0,666	+0,157	+0,666	+0,157	+0,02
(B1)	1									+2,03		+2,03	-0,333	+2,186	-0,333	+2,186	+0,15
(A2)																	
(C2)								+1		+1,99	+1	+1,99	-0,500	-3,185	+0,500	-3,185	-0,22
(B2)		0								+8,36		+8,36	-0,500	+3,185	-0,500	+3,185	-0,22
(A3)		0								-3,85		-3,85	-0,500	-1,195	-0,500	-1,195	0,09
(C3)			0					+1		-1,46	+1	-1,46	-0,500	+1,195	+0,500	+1,195	+0,09
(B3)																	
(A4)				1						-4,11		-4,11	-0,333	-2,846	-0,333	-2,846	-0,21
(C4)				1				+1			+1	0	-0,666	+1,263	+0,666	+1,263	+0,10
(B4)				1						+0,32		+0,32	-0,333	+1,583	-0,333	+1,583	+0,11
(A5)					1					-3,18			0,333	-2,113	0	0	-0,16
(C5)					1			+1					-0,666	+1,067	0	0	+0,09
(B5)					1					-0,02			-0,333	+1,046	0	0	+0,07
(A6)						1				-1,60			-0,333	-1,313	0	0	-0,10
(C6)						1		+1					0,666	+0,286	0	0	+0,03
(B6)						1				+0,74			-0,333	+1,027	0	0	+0,07
(A7)																	
(C7)							0	+1		-0,74			-0,500	-2,085	0	0	-0,14
(B7)							0			+3,43			-0,500	+2,085	0	0	+0,14
(A8)							0			-5,21			-0,500	-1,59	0	0	-0,12
(C8)							0	+1		-2,03			-0,500	+1,59	0	0	+0,12
(B8)																	
W									-0,09	-4,90			-0,09	-4,90			

Умовні рівняння фігур мають вигляд:

$$(A_1)+(B_1)+(C_1)+0,20''=0 \quad (3,1)$$

$$(A_4)+(B_4)+(C_4)+0,96''=0 \quad (3,2)$$

$$(A_5)+(B_5)+(C_5)+1,05''=0 \quad (3,3)$$

$$(A_6)+(B_6)+(C_6)+0,75''=0 \quad (3,4)$$

Для другого трикутника з невимірним кутом A₂ маємо:

$$+1-1+1-1+0=0$$

При цьому коефіцієнт при невиміряному куті A_2 з оберненим знаком введено в коефіцієнти кутів C_2 і B_2 .

Для полюсного умовного рівняння коефіцієнт при поправці (B_2) буде $+6,37+1,99=8,36$

де $+6,37$ коефіцієнт при поправці (B_2), $\alpha - 1,99$ є коефіцієнт при невиміряному куті (A_2), який з оберненим знаком вводиться в коефіцієнти при поправках (C_2) і (B_2).

Аналогічно для коефіцієнта (A_3) одержимо $-2,39=1,46=3,85$
при поправці (B_7) $+4,17=0,74=+3,43$
при поправці (A_8) $-3,18-2,03=-5,21$

Таким чином, полюсне умовне рівняння набуде виду:

$$-2,50(A_1)+2,03(B_1)+1,99(C_2)+8,36(B_2)-3,85(A_3)-1,46(C_3)-4,11(A_4)+0,32(B_4)-3,18(A_5)-0,02(B_5)-1,60(A_6)+0,74(B_6)-0,74(C_7)+\text{№.43}(B_7)-5,21(A_8)-2,03(C_8)-4,90=0(3,5)$$

Умова горизонту

$$(C_1)+(C_2)+(C_3)+(C_4)+(C_5)+(C_6)+(C_7)+(C_8)-0,09=0$$

Таблиця 4. Коефіцієнти нормальних рівнянь

	A]	B]	F α]	F s]	W	Σ
A]	4,6613	+0,28552	+2,3307	0,5714	-0,09	+6,6158
B]		68,9467	-0,5714	+45,6382	-4,90	+109,3987
F α]			2,3307	-0,0714	0	+3,5186
F s]				45,6382	0	+90,1336

$$K_1=+0,01495 \quad K_2=+0,071007$$

Таблиця 5. Рішення нормальних рівнянь по схемі Гаусса.

Умова горизонту	Умова полюса	F α	F s	W	Σ	Контроль
4,6613	+0,2852	+2,3307	-0,5714	-0,09	+6,6158	
-1	-0,0612	-0,50001	+0,1226	+0,01931	-1,4193	-1,4193
	68,9467	-0,5714	+45,6382	-4,90	+109,3987	
	-0,0174	-0,1426	+0,0350	+0,055	-0,4048	
	68,9293	-0,7140	+45,6732	-4,8945	+108,9938	
	-1	+0,0104	=-,6626	+0,071007	-1,5812	-1,5812
		2,3307	45,6382			
		-1,16537	-0,0699			
		-0,0074	-30,2631			
	$\underline{1}=+1,1579$	$\underline{1}=15,3052$				
	R α	P s				
$K_1=+0,014954$	$K_2=+0,07'007$					

Нами приміненний двугруповий спосіб зрівноваження Крюгера-Урмаєва.

Коефіцієнти умовних рівнянь другої групи розраховались по формулі:

$$A_i = a_i - \sum_3 a_i \quad (3,7)$$

$$B_i = b_i - \sum_3 b_i \quad (3,8)$$

Для трикутників з усіма виміряними кутами.

По програмі № 2 розраховались коефіцієнти умовних рівнянь другої групи на МК-61 для трикутників з одним невиміряним кутом.

F _{ПРГ}	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
00	С/П	ХП1	С/П	ХП2	+	2	°	ХП3	ХП1	↔
10	-	С/П	ПХ2	ХП2	ПХ3	-	С/П	БП	00	F _{АВТ}

Програма реалізує формулу

$$A_i = a_i - \sum_2 a_i \quad (3,9)$$

$$B_i = b_i - \sum_2 b_i \quad (3,10)$$

Таблиця 4. Розрахунок координат пунктів. Порівняльний аналіз. Оцінка точності

Назва пункт	Формули кутів	Значення кутів	Дирекційні кути	Сторони	X	Y
A					10000.000	10000.000
B	-B ₁	67°16'52.50	234°00'00,00''	2900.000	8295.423	7653.851
C	-(A ₁ +B ₂)	99°59'58.84	346°43'07.50	2499.564	10728.134	7079.623
D	-(A ₂ +B ₃)	141°00'00.25	66°43'08.66	3141.808	11969.901	9965.618
E	-(A ₃ +B ₄)	149°59'59.70	105°43'08.41	1498.579	11969.901	995.618
F	-(A ₄ +B ₅)	140°00'00.47	135°43'08.71	1916.250	11563.9065	11408.154
G	-(A ₅ +B ₆)	138°00'00.07	175°43'08.24	1793.377	10192.0145	12746.0348
H	-(A ₆ +B ₇)	121°00'00.75	217°43'08.17	1574.334	8403.6411	12879.9083
I	-A ₇	98°43'07.49	276°43'07.42	1837.642	7158.3094	11916.7489
A	+C ₈	56°00'00.07	357°59'59.93	2628.296	7373.3050	10091.7270
B			234°00'00,00''		9999.9999	9999.9988

Таблиця 5. Порівняльна таблиця істинних і зрівноважених координат пунктів

Назва пункт	ΔX	$X_{зрівн}$	$X_{іст}$	Δy	$Y_{зрівн}$	$Y_{іст}$
A	0	10000,000	10000,000	0	10000,000	10000,000
B	0	8295,423	8295,423	0	7653,851	7653,851
C	+0,004	10728,134	10728,130	-0,008	7079,623	7079,631
D	0	11969,901	11969,901	+0,003	9965,618	9965,615
E	-0,003	11563,906	11563,909	+0,004	11408,154	11408,150
F	-0,006	10192,015	10192,021	+0,001	12746,035	12746,034
G	+0,001	8403,641	8403,640	-0,001	12879,908	12879,909
H	+0,004	7158,309	7158,305	+0,001	11916,749	11916,748
I	-0,002	7373,305	7373,307	+0,001	10091,727	10091,726

$$\sum \Delta x^2 = 82$$

$$\sum \Delta y^2 = 93$$

Середня квадратична похибка одиниці ваги

$$\mu = \sqrt{\frac{0,8756}{4} + \frac{0,3534}{2}} = -0,63''$$

Середня квадратична похибка дирекційного кута слабкої сторони

$$m_{\alpha_{AF}} = 0,63'' \sqrt{1,1579} = -0,68$$

Середня квадратична похибка слабкої сторони

$$m_{S_{AF}} = 0,63 \cdot 3,91 = 2,46$$

$$m_{S_{AF}} = 2,46 \frac{2752,74}{10^6} = 0,0067 \text{ м}$$

Відносна похибка

$$f_{\text{відн.}} = \frac{1}{\frac{2752,74}{0,0067}} = \frac{1}{410857}$$

ВИСНОВКИ

Таким чином, похибка сторони в слабому місці мережі складає 6,7мм. А середня квадратична похибка сторони взагалі складає $6,7:2,5=2,68$ мм \approx 3 мм.

Середня квадратична похибка координат

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{\sum \Delta x^2 + \sum \Delta y^2}{18}} = \sqrt{\frac{82+93}{18}} = 3,118 \text{ мм}$$

Таким чином, на основі проведених нами досліджень ми стверджуємо, що при створенні опорної геодезичної мережі обласного центру при $m_{\beta} = 0,7''$, методом не суцільних спостережень буде забезпечена середня квадратична похибка координат пунктів 3 мм. при вимірюванні вихідного базиса з точністю 1:1000000.

ЛІТЕРАТУРА

1. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР-М: Недр 1966,-340с.
2. “Положення по земельно-кадастровій інвентаризації земель населених пунктів” Київ, 1997,-14с.
3. Літнарівч Р.М. Дослідження точності геодезичних робіт для забезпечення облікової одиниці площі при інвентаризації земель. Навчальний посібник з курсу “Методи наукових досліджень” Частина I. Рівне, УДАВГ, 1998р.-14с.
4. Літнарівч Р.М. Методи наукових досліджень. Навчальний практикум для студентів землевпорядного профілю. Частина 1. Рівне, 1998р.-36с.
5. Літнарівч Р.М. Методи наукових досліджень. Навчальний практикум для студентів землевпорядного профілю. Частина II, Рівне , 1998р.-28с.
6. Літнарівч Р.М. Методи наукових досліджень. Навчальний практикум для студентів землевпорядного профілю. Частина III, Рівне, УДАВГ, 1998р.-24с.

Літнарівч Руслан Миколайович

**ПРОЕКТ
і дослідження геодезичної основи обласного
центру
методом несучільних спостережень тріангуляції**

**Навчальний посібник з курсу
«Основні геодезичні роботи»**

Частина III

**Комп’ютерний набір і редагування тексту у видавничому
редакторі Word® for Windows ® Мартиненко Діана В’ячеславівна**

**ЧЕРНІГІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ІНСТИТУТ
ЕКОНОМІКИ І УПРАВЛІННЯ**

М. Чернігів

вул. Стрілецька,1

[URL:www.geci.cn.ua](http://www.geci.cn.ua)

E-mail:rector@geci.cn.ua

Тел.: (0462) 179-308

(04622) 5-61-70

(04622) 5-66-97