

В. И. МУХА, В. В. НИКИФОРОВ

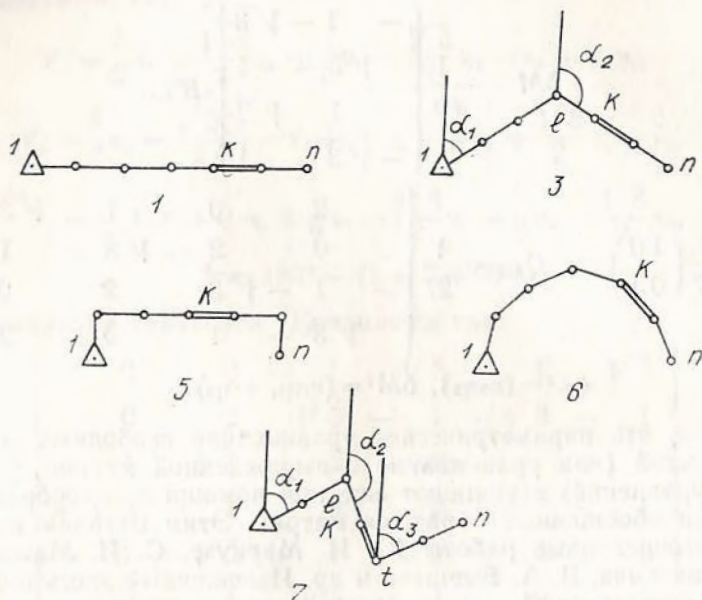
ОБ ОПТИМАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АЗИМУТА СТОРОНЫ В СВОБОДНЫХ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДАХ

Современными гиротеодолитами можно определять азимут направления с точностью $10 \dots 15''$, что не позволяет применять их при выполнении основных геодезических работ. Однако гиротеодолитные измерения можно использовать для уменьшения погрешности положения конечной точки свободного полигонометрическо-

го хода, углы в котором измерены с помощью теодолита. Необходимость в прокладке таких ходов возникает в маркшейдерии, а также при выполнении линейных изысканий.

В свободных полигонометрических ходах погрешность положения конечной точки описывается формулой [1]

$$M_1^2 = \sum_{i=1}^{n-1} m_{S_i}^2 + \sum_{i=1}^n \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} D_{n,i}^2 \quad (1)$$



Геометрические формы ходов.

Здесь m_s , m_β — ошибки измерения стороны и угла соответственно; n — число вершин хода; $D_{n,i}$ — расстояние между последней и i -й точкой хода. При измерении азимута одной из сторон погрешность положения конечной точки хода можно найти из выражения

$$M^2 = \sum_{i=1}^{n-1} m_{S_i}^2 + \sum_{i=1}^k \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} D_{k,i}^2 + \frac{m_a^2}{\rho^2} D_{n,k}^2 + \sum_{i=k+1}^n \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} D_{n,i}^2 \quad (2)$$

где k — номер вершины, в которой измерен азимут.

Для определения оптимального положения стороны с дополнительным азимутом, при котором погрешность положения конечной точки хода минимальна, выражение (2) минимизировано. После выполнения преобразований получены выражения для определения в ходах различных геометрических форм (см. рисунок) в соответствии с классификацией, принятой в [2]:

а) для хода с двумя изломами (форма хода 7)

$$k = \frac{2u^2 \{t + (n-t) \cos(\alpha_2 - \alpha_3)\} + t(t-1)}{2\{u^2 + (t-1) + (n-t) \cos(\alpha_2 - \alpha_3)\}} + \frac{l(l-1) \{1 - \cos(\alpha_2 - \alpha_1)\} + (2t-1)(n-t) \cos(\alpha_2 - \alpha_3) + (n-t)^2}{2\{u^2 + (t-1) + (n-t) \cos(\alpha_2 - \alpha_3)\}} \quad (3)$$

б) для хода с одним изломом (форма хода 3)

$$k = \frac{2nu^2 + l(l-1) + n(n-1) - l(l-1) \cos(\alpha_2 - \alpha_1)}{2u^2 + 2(n-1)}; \quad (4)$$

в) для «П»-образного хода (форма хода 5)

$$k = \frac{2u^2 t + t(t-1) + l(l-1) + (n-t)^2}{2\{u^2 + (t-1)\}}; \quad (5)$$

г) для вытянутого хода (форма хода 1)

$$k = \frac{2nu^2 + n(n-1)}{2\{u^2 + (n-1)\}}. \quad (6)$$

В формулах (3)—(6) $u = m_\alpha : m_\beta$ — соотношение точности азимутальных и угловых измерений; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ — дирекционные углы первой, второй и третьей вставок соответственно; n — число вер-

Таблица 1
Значения погрешностей для ходов с двумя изломами

Число вершин хода n	Оптимальное полсжение азимута стороны		Соотношение U	M_1 , см	M , см	Улучшение, %	Номер вершины поворота хода		Дирекционный угол вставки		
	из вычислений	по формуле					l	t	α_1	α_2	α_3
9	8	7—8	5	3,1	3,0	3	7	60°	120°	60°	
	6—7	6—7	3	4,1	3,8	7					
	5—6	5—6	2	4,1	3,6	12					
10	13—14	12—13	5	5,8	5,6	3	5	14	60	120	60
	12	11—12	3	10,6	8,3	22					
	10—11	10—11	2	10,6	7,5	29					
20	19—20	19—20	5	9,1	8,1	11	8	22	60	120	60
	17—18	17—18	3	19,4	13,6	30					
	16	15—16	2	19,4	12,2	37					
30	25—26	25—26	5	13,2	11,0	17	10	29	60	120	60
	22	22—23	3	29,9	19,8	34					
	20—21	20—21	2	29,9	18,0	40					
40	30—32	30—31	5	17,5	14,1	19	13	37	60	120	60
	27	27—28	3	41,9	26,5	37					
	25—26	25—26	2	41,9	24,3	42					

шин хода; l, t — номера вершин первого и второго изломов хода соответственно.

Определение оптимального положения стороны с дополнительным азимутом производили на равносторонних ходах принятых геометрических форм при $u=5, u=3, u=2$ ($m_\alpha=10$ и $15''$; $m_\beta=2$ и $5''$).

Погрешность положения конечной точки хода без дополнительного азимута M_1 находили по (1). В дальнейшем вычисления

Таблица 2
Значения погрешностей для ходов разных геометрических форм ($n=49$)

Форма хода	Оптимальное положение азимута стороны		Соотношение, u	M_1 , см	M , см	Улучшение, %	Номер вершины поворота хода		Дирекционный угол вставки		
	из вычислений	по формуле					l	t	α_1	α_2	α_3
3	38—40	39—40	5	14,2	11,6	18	25		30°	150°	
	36—37	36—37	3	31,8	21,7	32					
	35	35—36	2	31,8	20,4	36					
3	36—38	37	5	16,4	13,1	20	25		45	135	
	34	33—34	3	37,9	25,4	33					
	33	32—33	2	37,9	23,9	37					
3	34—36	34—35	5	18,4	14,2	22	25		60	120	
	31	31	3	43,1	27,8	36					
	29—30	29—30	2	43,1	25,9	40					
5	27—29	28—29	5	13,5	12,9	4	15	35			
	26	25—26	3	29,7	23,4	22					
	24—25	24—25	2	29,7	21,5	28					
1	32—34	32—33	5	20,1	15,1	25					
	28—29	28—29	3	47,8	29,3	39					
	26—27	26—27	2	47,8	26,8	44					
6	33—37		5	16,2	14,1	13					
	29—30		3	37,3	27,3	27					
	25—28		2	37,3	25,2	32					

выполняли по (2), полагая, что измерение азимута стороны производилось последовательно от второй до $(n-1)$ точки хода. Моделировали хода с длинами сторон $S=100$ м ($m_s=1$ см) и числом вершин $n=9-49$.

В табл. 1 приведены значения M_1, M и оптимальное положение азимута стороны в ходах формы 7, а в табл. 2 — в ходах формы 1, 3, 5, 6 при $n=49$.

Анализ данных, приведенных в табл. 1 и 2, показывает, что оптимальное положение стороны с дополнительным азимутом зависит от соотношения точности угловых и азимутальных измерений. Аналогичный вывод получен в [3], где автором приведена приближенная формула для определения оптимального положения стороны с дополнительным азимутом в вытянутом ходе. При $u \geq 5$ погрешность положения конечной точки хода уменьшается незначительно, а в коротких ходах возрастает по сравнению с

угломерным ходом без дополнительного азимута стороны. В длинных ходах различной формы измерение дополнительного азимута стороны приводит к повышению точности конечной точки хода на 30...40% (при $u \leq 3$).

Предлагаемые формулы можно использовать для предвычисления оптимального положения дополнительного азимута стороны в свободных полигонометрических ходах.

Для определения оптимального положения дополнительного азимута стороны в дугообразном ходе (форма хода б) можно применять формулу (6).

1. Данилов В. В. Точная полигонометрия. М., 1953. 2. Конусов В. Г. Предвычисление точности полигонометрических ходов. М., 1966. 3. Tarczy-Hornoch O. Über die Zwischenorientierung von offenen Theodolit-polygonzügen durch Kreiselmessungen // Acta Geodaet. 1975. Bd. 10(03). S. 357—368.