



Лабораторная работа №7. ОБРАБОТКА СЕТЕЙ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

Цель – вычислить координаты точек планового съёмочного обоснования, созданного системой теодолитных ходов: привязочного, замкнутого и диагонального.

Исходные данные – результаты геодезических измерений выдаются преподавателем по вариантам.

Ведомость вычисления координат заполняется по примеру исходных данных нулевого варианта (табл. 1.1).

Последовательность выполнения задания на примере нулевого варианта приведена ниже.

1. Составляем схему планового съёмочного обоснования, на которую наносим точки теодолитного полигона, привязочного и диагонального ходов, показав на ней их номера и значения измеренных углов (рис. 1.1).

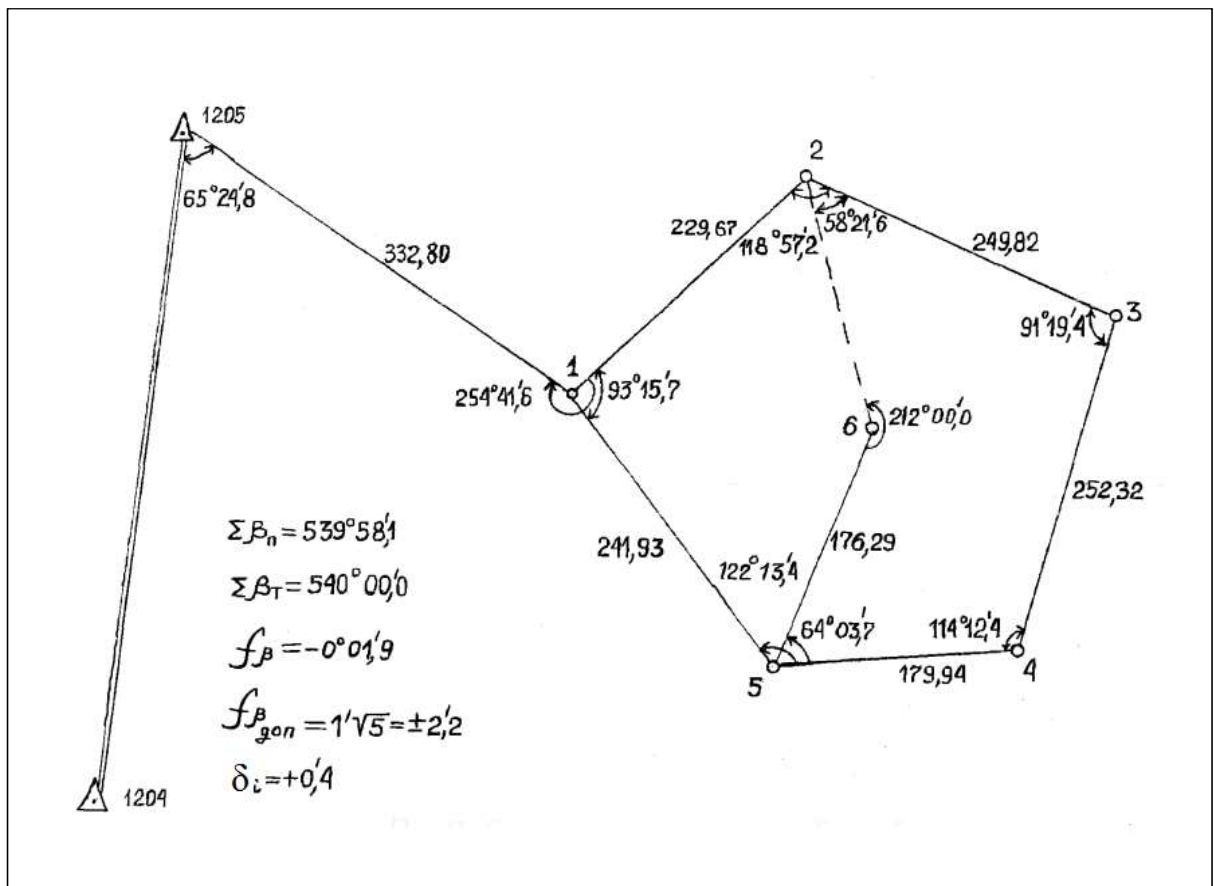


Рис. 1.1. Схема планового съёмочного обоснования

Таблица 1.1. Нулевой вариант

Номер точек	Измеренные углы	Длины линий, м	Координаты	
			X	Y

ПРИВЯЗОЧНЫЙ ХОД

1204			1200,00	920,00
1205	65° 24',8		1677,43	1005,33
		332,80		
1	254° 41',6			

ПОЛИГОН

ПОЛИГОН			Угол наклона
1	93° 15',7		
		229,67	
2	118° 57',2		
		249,82	
3	91° 19',4		
		252,32	2°50'
4	114° 12',4		
		179,94	
5	122° 13',4		
		241,93	
1			

ДИАГОНАЛЬНЫЙ ХОД

4		
5	64° 03',7	
		76,29
6	212° 00',0	
		–
2	58° 21',6	
3		

Данные для определения неприступного расстояния

b_1	b_2	$A1$	$A2$	$B1$	$B2$	$C1$	$C2$
118,43	126,07	61° 47',3	61° 36',3	35° 19',7	37° 55',9	82° 53',9	80° 26',5

Угловая засечка

$G1$	$G2$
62° 35'	31° 40'

2. Для стороны 3–4 полигона вычисляем горизонтальное проложение по формуле

$$S = D \cdot \cos v = 249,82 \cdot \cos 2^\circ 50' = 249,51 \text{ м.} \quad (1.1)$$

Для остальных линий полигона, привязочного и диагонального ходов углы наклона линий меньше 2° , поэтому горизонтальные проложения для них не вычисляем.

Линию 6–2 диагонального хода вычисляем, как неприступное расстояние.

Данные для решения взяты из табл. 1.1, где угол при точке 6 обозначен $C1$ ($C2$); угол при точке 2 – $B1$ ($B2$).

Для решения необходимо составить схему, показанную на рис. 1.2.

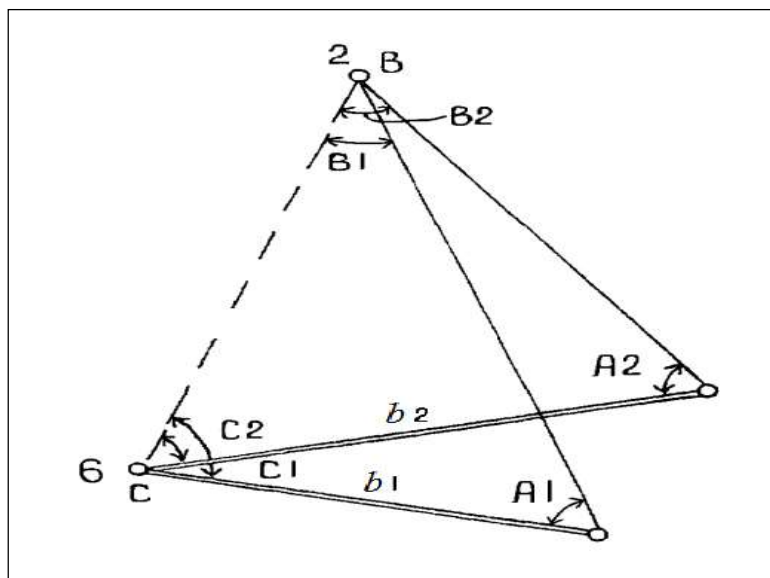


Рис. 1.2. Схема определения недоступного расстояния

Увязываем углы в треугольниках (для этого составляем табл. 1.2) и вычисляем дважды расстояния b_{2-} по следующим формулам:

$$S'_{6-2} = b_1 \frac{\sin A1}{\sin B1} = 118,43 \frac{\sin 61^\circ 47',0}{\sin 35^\circ 19',4} = 180,49 \text{ м}, \quad (1.2)$$

$$S''_{6-2} = b_2 \frac{\sin A2}{\sin B2} = 126,07 \frac{\sin 61^\circ 36',7}{\sin 37^\circ 56',3} = 180,40 \text{ м}. \quad (1.3)$$

При допустимой относительной погрешности длину линии b_{2-} будем считать равной среднему значению 180,44 м.

Таблица 1.2. Увязка углов в треугольниках

1-й треугольник				2-й треугольник			
Номер вершины	Углы	Поправки в углах	Исправленные углы	Номер вершины	Углы	Поправки в углах	Исправленные углы
B1	35°19',7	-0,3'	35°19',4	B2	37°55',9	+0,4'	37°56',3
A1	61°47',3	-0,3'	61°47',0	A2	61°36',3	+0,4'	61°36',7
C1	82°53',9	-0,3'	82°53',6	C2	80°26',9	+0,5'	80°27',0
$\sum \beta_n =$		$\sum \delta = -0',9$		$\sum \beta_n = 179^\circ 58',7$		$\sum \delta = +1',3$	
$\sum \beta_m =$		$\sum \beta_{исп}$		$\sum \beta_m = 180^\circ 00',0$		$\sum \beta_{исп} =$	
$f_\beta = 0^\circ 00',9$ $f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1',7$ $\delta_i = -0,3$				$f_\beta = -1',3$ $f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1',7$ $\delta_i = +0,4$			

$$|\Delta S| = S' - S'' = 0,09 \text{ м}; \quad S_{ср} = 180,44 \text{ м}, \quad (1.4)$$

$$\frac{|\Delta S|}{S_{\text{ср}}} = \frac{0,09}{180,44} = \frac{1}{2005} < \frac{1}{2000}. \quad (1.5)$$

3. В ведомость вычисления координат (табл. 1.3) записываем номера точек (графа 1) и измеренные горизонтальные углы (графа 2) из табл. 1.1 последовательно для привязочного хода, полигона и диагонального хода. Для удобства дальнейших вычислений значения измеренных углов в ведомости вычисления координат запишем в градусах с точностью до $0,001^\circ$.

В графы 11 и 12 ведомости вычисления координат записываем из табл. 1.1 значения прямоугольных координат пунктов триангуляции № 1204 и № 1205, которые взяты в качестве исходных при создании планового съемочного обоснования.

4. Находим из решения обратной геодезической задачи исходный дирекционный угол линии 1204–1205. Решение выполняем в табл. 1.4.

Значение дирекционного угла линии 1204–1205 записываем в ведомость вычисления координат (графа 6).

5. Выполняем увязку углов полигона, для чего находим сумму всех пяти измеренных углов ($\sum \beta_n = 539^\circ 58',1$). Далее следует установить теоретическую сумму углов по формуле

$$\sum \beta_m = 180^\circ (n - 2) = 540^\circ 00',0 \quad (1.6)$$

и допустимую угловую невязку полигона по формуле

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 2t' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{5} = \pm 2',2 = \pm 0^\circ,037. \quad (1.7)$$

(Примечание: $\pm 2t' \sqrt{n}$ используется для технических теодолитов.)

Определяем невязку полигона по формуле

$$f_{\beta} = \sum \beta_n - \sum \beta_m = 539^\circ 58',1 - 540^\circ 00',0 = -0^\circ 01',9. \quad (1.8)$$

Если угловая невязка допустима, то вычисляют значения поправок по формуле

$$\delta_i = \frac{-f_{\beta}}{n}, \quad (1.9)$$

где n – количество углов полигона.

Сумма вычисленных поправок должна равняться невязке с обратным знаком. Вычисленные поправки записываем в графу 2 ведомости вычисления координат (см. табл. 1.3).

Вычисляем исправленные углы полигона по формуле

Таблица 1.3. Ведомость вычисления координат

Номер точки	Углы		Дирекционный угол	Румб	Длина линии, м	Приращения координат				Координаты точки	
	измеренные	исправленные				вычисленные		исправленные		X	Y
						ΔX	ΔY	ΔX	ΔY		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Привязочный ход											
1204										1200,00	920,00
			10°08',0	СВ:10°08',0	484,99	+477,43	+85,33				
1205	65°24',8	65°24',8								1677,43	1005,33
			124°43',2	ЮВ:55°16',8	332,80	-189,55	+273,54				
1	254°41',6	254°41',6								1487,88	1278,87
			50°01',6								
Полигон											
	+0',3										
1	93°15',7	93°16',0								1487,88	1278,87
						0,06	0,07				
			50°01',6	СВ:50°01',6	229,67	+147,55	+176,01	+147,49	+176,08		
	+0',4										
2	118°57',2	118°57',6								1635,37	1454,95
						-0,06	+0,08				
			111°04',0	ЮВ:68°56',0	249,51	-89,69	+232,83	-89,75	+232,91		
	+0',4										
3	91°19',4	91°19',8								1545,62	1687,86
						-0,06	+0,08				
			199°44',2	ЮЗ:19°44',2	252,32	-237,50	-85,21	-237,56	-85,13		
	+0',4										
4	114°12',4	114°12',8								1308,06	1602,73
						-0,04	+0,06				
			265°31',4	ЮЗ:85°31',4	179,94	-14,04	-179,39	-14,08	-179,33		
	+0',4										
5	122°13',4	122°13',8								1293,98	1423,40
						-0,06	+0,08				
			323°17',6	СЗ:36°42',4	241,93	+193,96	-144,61	+193,90	-144,53		
										1487,88	1278,87

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Диагональный ход											
4			265°31',4	ЮЗ:85°31',4							
	+0',07										
5	64°03',7	64°04',4								1293,98	1423,40
						-0,04	+0,08				
			21°27',0	СВ:21°27',0	176,29	+164,08	+64,47	+164,04	+64,55		
	+0',07										
6	212°00',0	212°00',7								1458,03	1487,95
						-0,04	+0,08				
			349°26',3	СЗ:10°33',7	180,45	+177,39	-33,08	+177,35	-33,00		
	+0',07										
2	58°21',6	58°22',3								1635,37	1454,95
			111°04',0	ЮВ:68°56',0							
3											
$\begin{aligned} \sum \beta_n &= 334^\circ 25',3 & \sum \Delta X_n &= +341,47 \text{ м} & \sum \Delta Y_n &= +31,39 \text{ м} \\ \sum \beta_m &= 334^\circ 27',4 & P &= 356,74 \text{ м} & \sum \Delta X_m &= +341,39 \text{ м} & \sum \Delta Y_m &= +31,55 \text{ м} \\ f_\beta &= -02',1 & & & f_x &= +0,08 \text{ м} & f_y &= -0,16 \\ f_{\beta \text{ доп}} &= \pm 2',2 & & & & & & \\ \delta &= +0',07 & & & & & & \\ f_{\text{абс}} &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,08^2 + 0,16^2} = 0,18 \text{ м} \\ f_{\text{отн}} &= \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,18 \text{ м}}{356,74 \text{ м}} = \frac{1}{1994} < \frac{1}{1500} \end{aligned}$											

Таблица 1.4. Вычисление дирекционного угла

Обозначение	Значение
X1205	1677,43
X1204	1200,00
ΔX	+477,43
Y1205	1005,33
Y1204	920,00
ΔY	+85,33
$\text{tgr} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	10,133°
$r = \text{arctg}(r)$	СВ:10,133° = 10° + 0,133 · 60' = 10°08',0
α	10°08',0

$$\beta_{\text{исп}} = \beta_{\text{изм}} + \delta_i. \quad (1.10)$$

Записываем их значения против соответствующих точек в графу 3 ведомости вычисления координат. Контролем правильности вычисления исправленных углов является равенство их суммы теоретической сумме углов. Сумму исправленных углов записываем в графу 3 ведомости вычисления координат.

6. Вычисляем значения дирекционных углов стороны (1205–1) привязочного хода и стороны линии 1–2 полигона в соответствии с формулой для правых измеренных углов:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^\circ - \beta_{\text{пр}}. \quad (1.11)$$

Записываем их в графу 4 ведомости вычисления координат. При этом следует обратить внимание на то, что вычисления дирекционных углов привязочного хода не контролируются, поэтому их следует произвести дважды.

7. Вычисляем дирекционные углы всех сторон полигона по формуле (1.11). Контролем правильности вычислений является вычисление дирекционного угла линии 1–2.

8. Вычисляем румбы сторон полигона по формулам в соответствии с рис. 1.3 и записываем их значения в графу 5.

9. Вычисляем приращения координат ΔX и ΔY по формулам

$$\Delta X = S \cdot \cos \alpha, \quad (1.12)$$

$$\Delta Y = S \cdot \sin \alpha \quad (1.13)$$

и записываем их соответственно в графы 7 и 8.

Знаки приращений координат ставим в зависимости от четверти (рис. 1.3) и заносим их соответственно в графу 7 по оси X и графу 8 по оси Y .

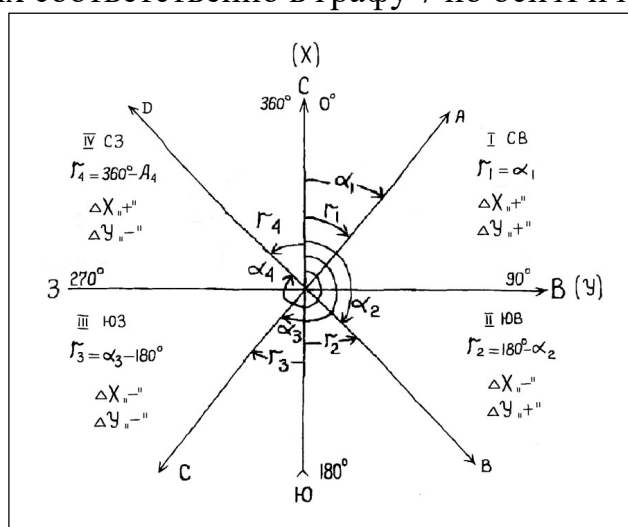


Рис. 1.3. Зависимость между дирекционными углами и румбами

10. Выполняем увязку приращений координат полигона. Для этого находим сумму всех вычисленных приращений по оси абсцисс X ($\sum \Delta X_n = +0,28$ м) и по оси ординат Y ($\sum \Delta Y_n = -0,37$ м).

Теоретическая сумма приращений координат ($\sum \Delta X_m$ и $\sum \Delta Y_m$) равна нулю, поэтому значения невязок определяем по следующим формулам:

$$f_x = \sum \Delta X_n, \quad (1.14)$$

$$f_y = \sum \Delta Y_n. \quad (1.15)$$

Находим абсолютную невязку в периметре полигона по формуле

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,28^2 + 0,37^2} = 0,46 \text{ м}. \quad (1.16)$$

и относительную невязку периметра полигона:

$$f_{\text{отн}} = \frac{f_{\text{абс}}}{P} = \frac{0,46 \text{ м}}{1153,68 \text{ м}} = \frac{1}{2486} < \frac{1}{2000}, \quad (1.17)$$

где P – периметр полигона.

Если невязка ($f_{\text{отн}}$) допустима, вычисляем поправки в приращения координат по формулам

$$\delta_{\Delta X_i} = \frac{-f}{P} S_i, \quad (1.18)$$

$$\delta_{\Delta Y_i} = \frac{-f}{P} S_i \quad (1.19)$$

и записываем их значения соответственно в графы 7 и 8, при этом сумма поправок по оси X должна равняться значению невязки f_x с обратным знаком, а по оси Y – значению невязки f_y с обратным знаком.

Находим значения исправленных приращений координат по формулам

$$\Delta X_{\text{исп } i} = \Delta X_{\text{выч } i} + \delta_{\Delta X_i}, \quad (1.20)$$

$$\Delta Y_{\text{исп } i} = \Delta Y_{\text{выч } i} + \delta_{\Delta Y_i} \quad (1.21)$$

и записываем их соответственно в графы 9 и 10. Контролем правильности вычислений является получение сумм ΔX и ΔY , равных нулю.

11. Вычисляем значения координат точек полигона по формулам

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{\text{исп } i}, \quad (1.22)$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{\text{исп } i} \quad (1.23)$$

и записываем их соответственно в графы 11 и 12. Контролем правильности вычислений координат является вычисление координат точки 1.

12. Вписываем исходные значения дирекционных углов ($\alpha_{4-5} = \alpha_n$) и ($\alpha_{2-3} = \alpha_k$) сторон полигона в графу 4 диагонального хода между соответствующими точками.

13. Вычисляем значения угловой невязки диагонального хода по формуле

$$f_{\beta} = \sum \beta n - (\alpha_n + 180^\circ \cdot n - \alpha_k), \quad (1.24)$$

где α_n и α_k – соответственно начальный и конечный дирекционные углы; n – число измеренных углов ($n = 3$).

Вычисляем значения допустимой невязки по формуле

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 2' \sqrt{n} = \pm 3',4. \quad (1.25)$$

14. Вычисляем значения поправок в измеренные углы по формуле (1.9) и исправленных углов по формуле (1.10) и записываем их соответственно в графы 2 и 3 диагонального хода. Результаты контроля вычисления поправок и суммы исправленных углов записываем в соответствующие графы ведомости вычисления координат.

15. Вычисляем значения дирекционных углов по формуле (1.11) и записываем их между соответствующими точками диагонального хода в графу 4.

16. Вычисляем значения приращений координат по формулам (1.12) и (1.13), полученные результаты записываем в графы 7 и 8.

Далее необходимо найти практические суммы приращений координат ($\sum \Delta X_n = 341,47$ м, $\sum \Delta Y_n = 31,39$ м) и теоретические суммы приращений координат диагонального хода по формулам

$$\sum \Delta X_m = X_k - X_n = X_2 - X_5 = 1635,38 - 1293,99 = +341,39 \text{ м}, \quad (1.26)$$

$$\sum \Delta Y_m = Y_k - Y_n = Y_2 - Y_5 = 1454,95 - 1423,40 = +31,55 \text{ м}. \quad (1.27)$$

Вычисляем невязку в приращениях координат диагонального хода по формулам

$$f_x = \sum \Delta X_n - \sum \Delta X_m, \quad (1.28)$$

$$f_y = \sum \Delta Y_n - \sum \Delta Y_m. \quad (1.29)$$

Устанавливаем их допустимость по формулам (1.16) и (1.17), находим значения поправок в приращения координат по формулам (1.18), (1.19) и записываем их значения соответственно в графы 7 и 8 диаго-

нального хода, проконтролировав, чтобы их сумма равнялась невязке с обратным знаком. Суммы поправок по осям X и Y записываем в соответствующие графы ведомости.

Находим значения исправленных приращений координат диагонального хода по формулам (1.20), (1.21) и записываем их в графы 9 и 10 соответственно. Вычисляем сумму исправленных приращений, которая должна равняться теоретической сумме. Записываем в соответствующие графы ведомости.

17. Вычисляем значения координат точек диагонального хода по формулам (1.22), (1.23) и записываем их соответственно в графы 11 и 12. Контролем правильности расчета координат является вычисление координат точки 2.