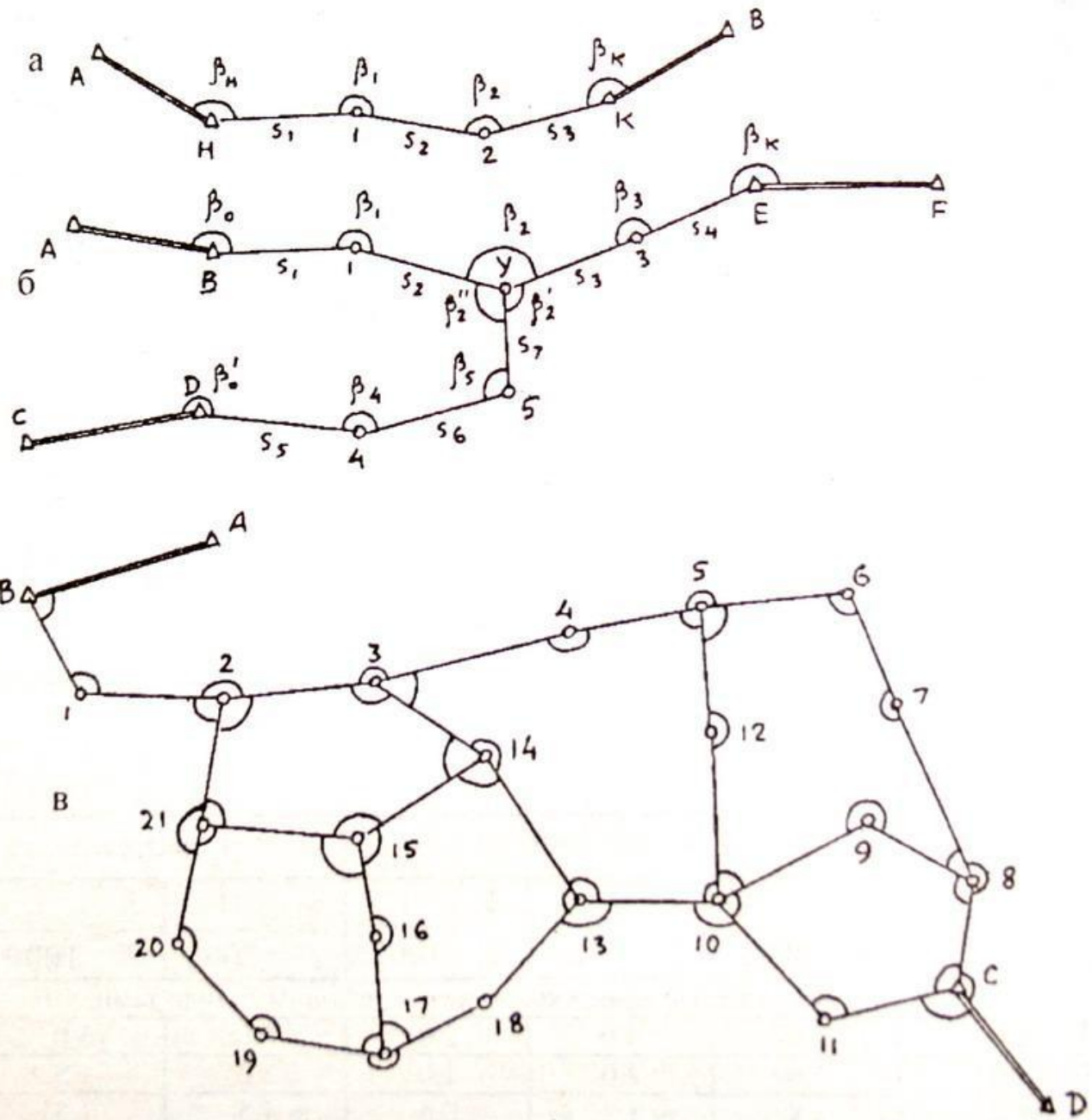
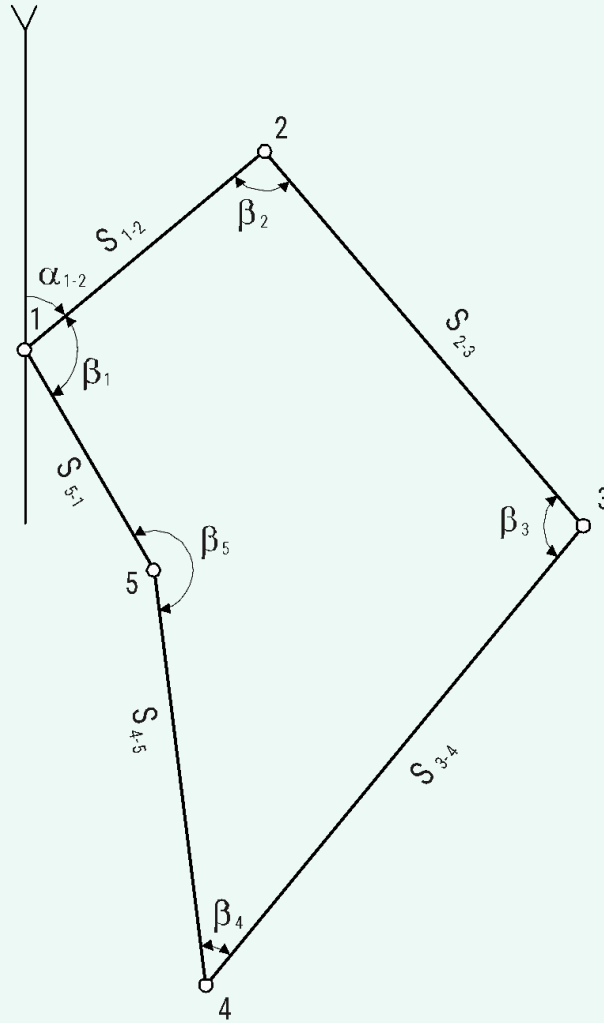


Системы ходов

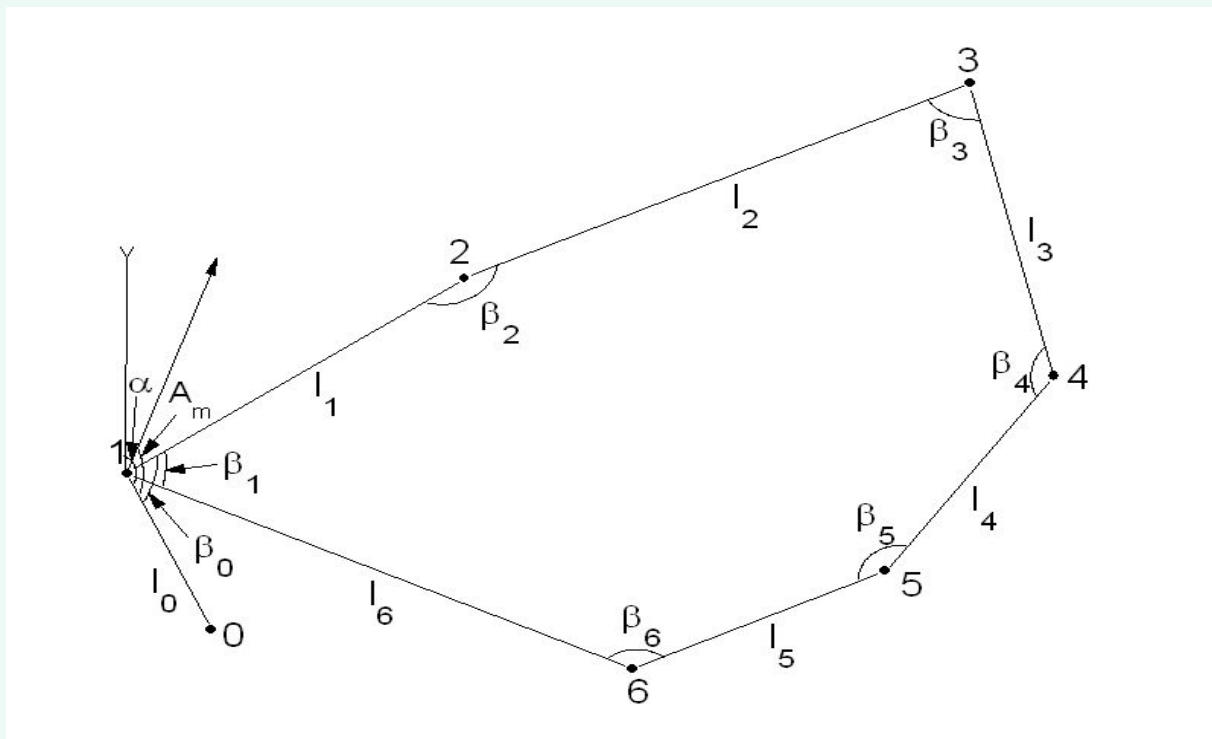


Виды теодолитных ходов

1. Замкнутые



Обработка замкнутого теодолитного хода

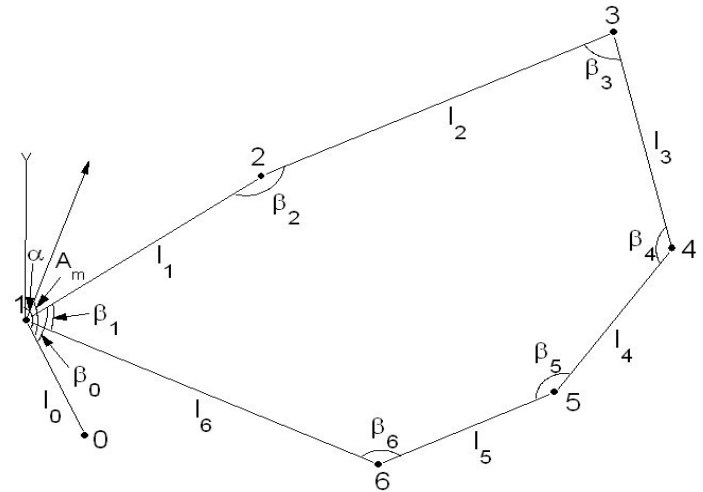


- **Измерены**
- Горизонтальные углы β , магнитный азимут A_{m0} .
- Расстояния по линиям l
- Вертикальные углы ν или превышения Δh для линий.

Обработка теодолитного хода

- 1) Вычисляют измеренную
 - сумму внутренних углов

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = S_{\beta}^m$$



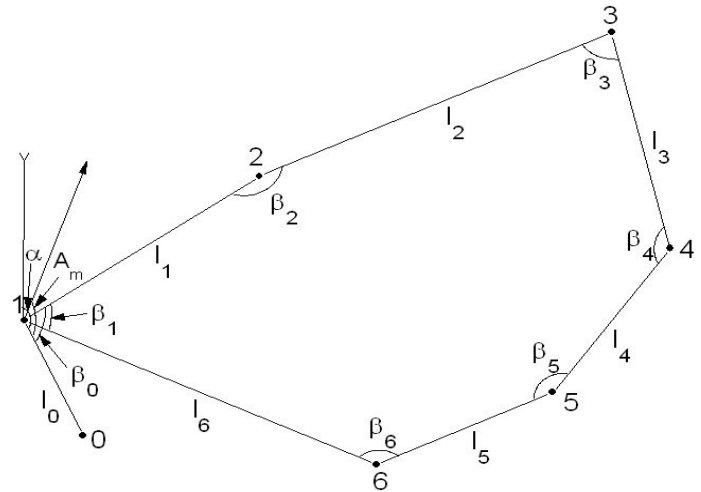
- 2) Теоретическую сумму
- внутренних углов
- 3) Невязку углов по ходу
- 4) Предельную невязку углов
- 5) Проверяют соответствие невязки

$$180 \times (n - 2) = S_{\beta}^t$$
$$f_{\beta} = \left| S_{\beta}^t - S_{\beta}^m \right|$$
$$f_{\beta}^l = c \times \sqrt{n}$$
$$f_{\beta}^l > f_{\beta}$$

Обработка теодолитного хода

- 7) Исправляют углы β за
- невязку углов

$$\beta_i = \beta_i - \frac{\frac{1}{l_i} + \frac{1}{l_{i-1}}}{2 \times \sum_{i=1}^n \frac{1}{l_i}} f_{\beta}$$



- 8) Вычисляют дирекционный
- угол α_0 начального направления
- 9) Дирекционные углы
- остальных направлений
- 10) Горизонтальные проложения
- всех линий

$$\alpha_0 = A_{m0} + \delta + \gamma$$

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + 180 - \beta_i$$

$$s_i = l_i \times \cos(v_i)$$

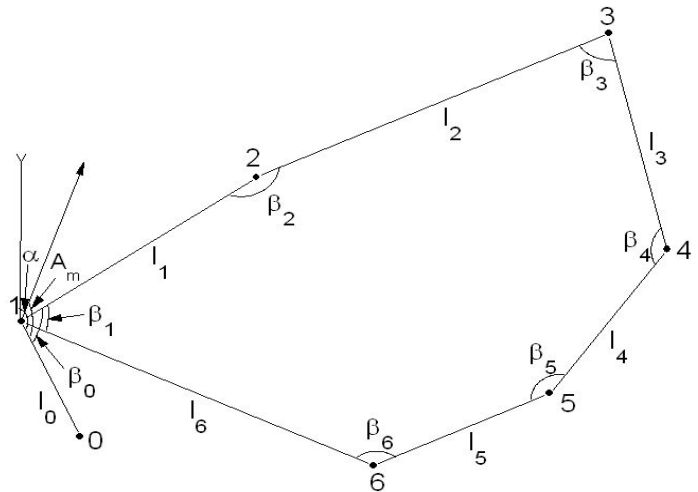
$$s_i = \sqrt{l_i^2 - \Delta h_i^2}$$

Обработка теодолитного хода

- 11) Вычисляют приращения
- координат на всех линиях

$$\Delta x_i = s_i \times \cos(\alpha_i)$$

$$\Delta y_i = s_i \times \sin(\alpha_i)$$



- 12) Невязки по x и y для
- линий замкнутого хода
- 13) Полную невязку хода
- 14) Относительную ошибку по
- ходу и проверяют ее соответствие
- Требованиям точности съемки

$$\sum_{i=1}^n \Delta x_i = f_x, \quad \sum_{i=1}^n \Delta y_i = f_y$$

$$f_l = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

$$f = \frac{f_l}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

Обработка теодолитного хода

- 15) Исправляют приращения координат за невязки

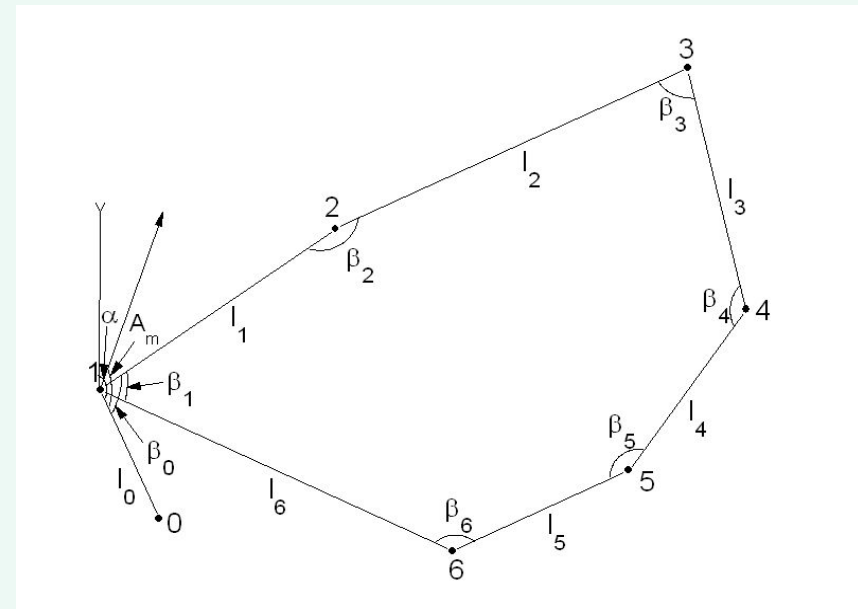
$$\Delta x_i = \Delta x_i - \frac{l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} f_x$$

$$\Delta y_i = \Delta y_i - \frac{l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} f_y$$

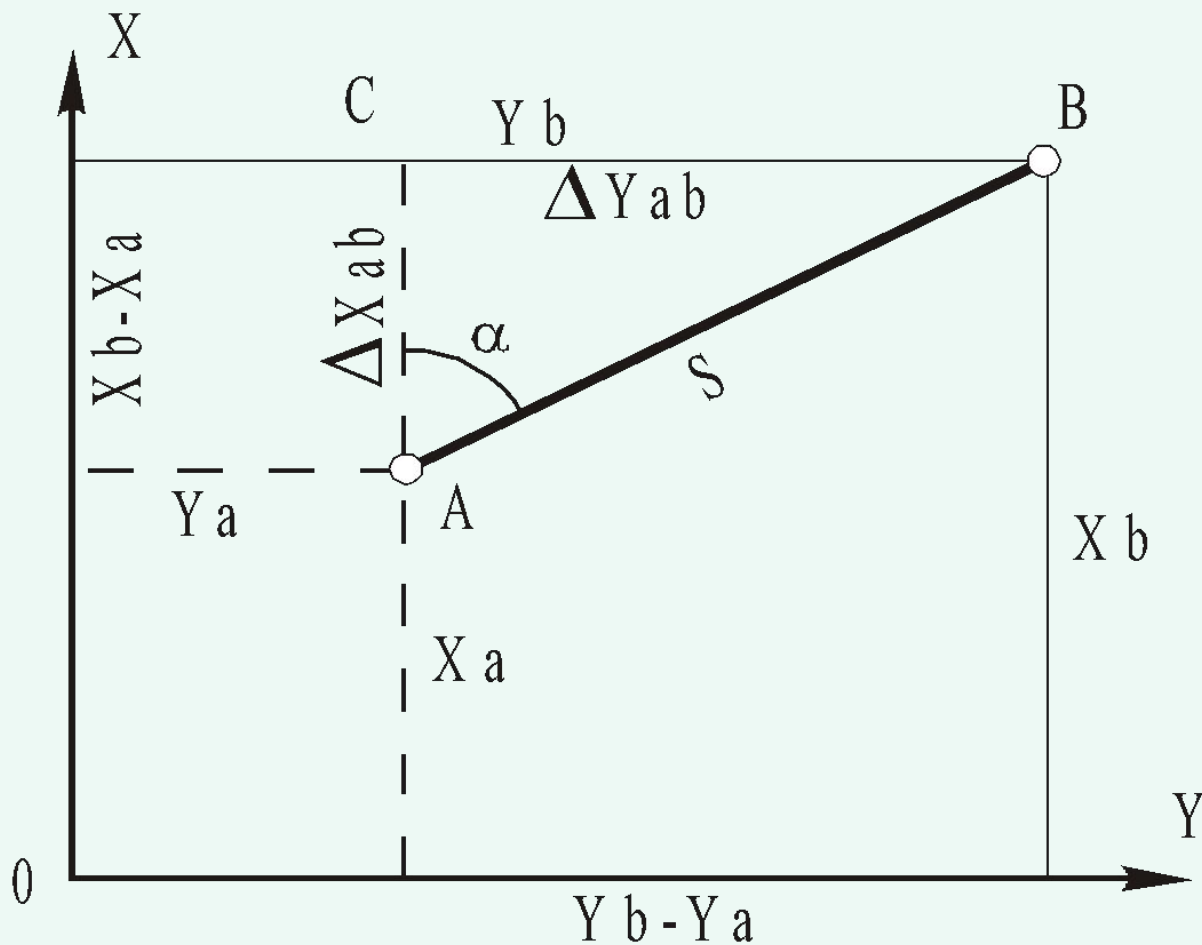
- 16) Вычисляют прямоугольные координаты точек ☺

$$x_{i+1} = x_i + \Delta x_i$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$$



Определение плановых координат точек на местности



$$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$$

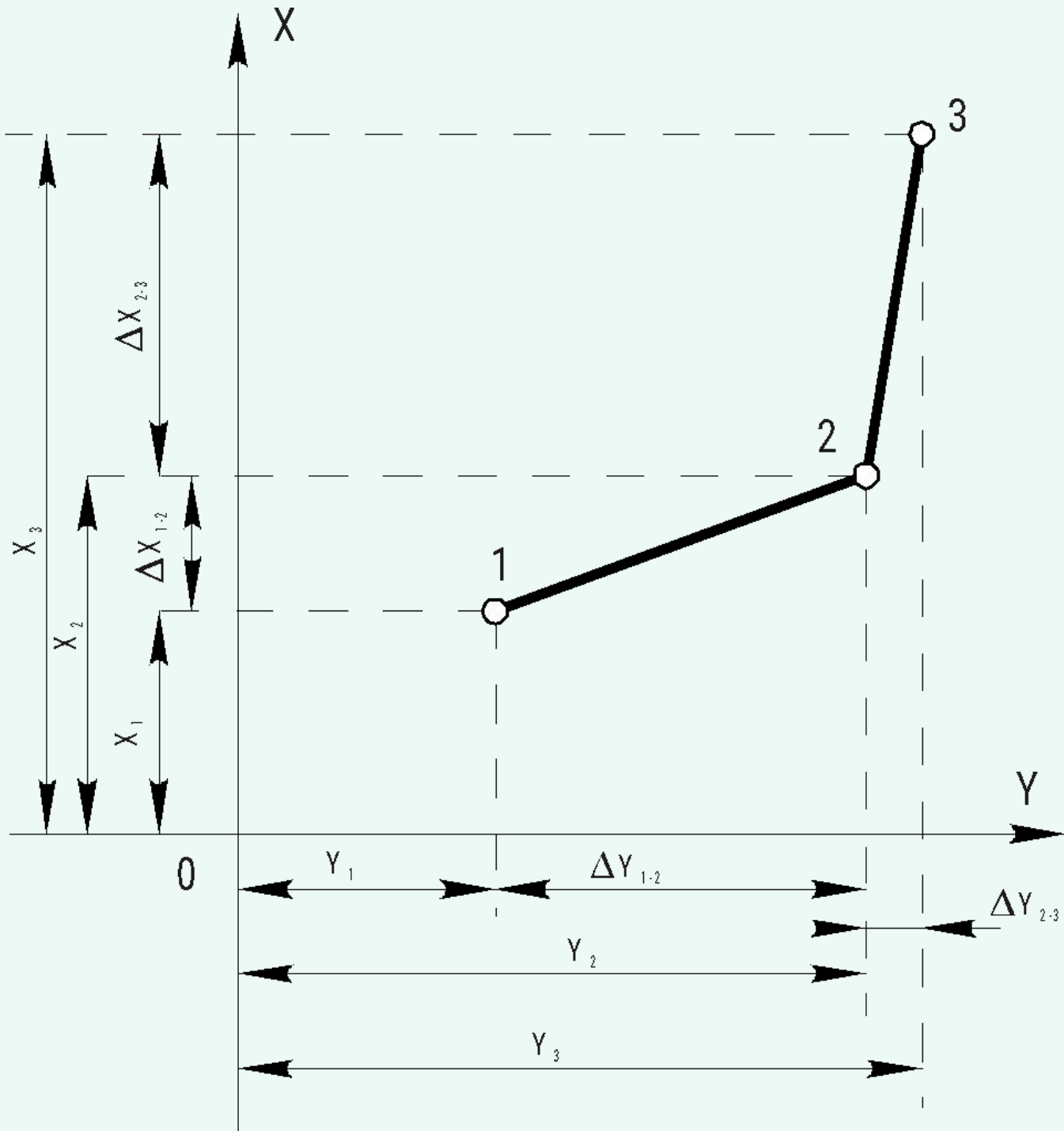
$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

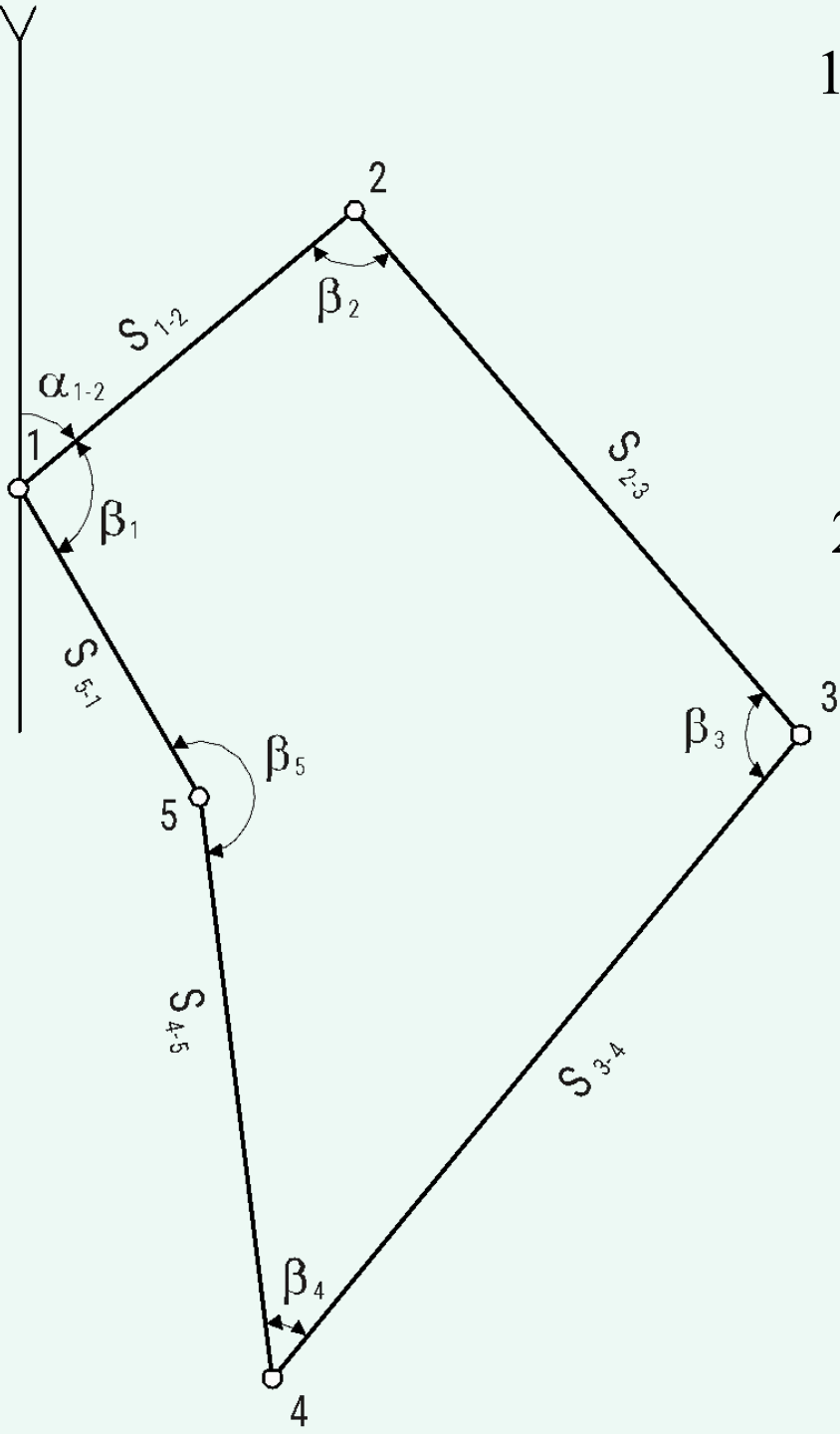
$$X_{AB} = S \cos \alpha,$$

$$Y_{AB} = S \sin \alpha$$

$$X_B = X_A + S \cos \alpha,$$

$$Y_B = Y_A + S \sin \alpha$$





1. Нарисовать схему теодолитного хода и нанести на неё значения измеренных горизонтальных углов и вычисленных горизонтальных проложений
2. Выписать в ведомость значения измеренных горизонтальных углов и приведённых к горизонту измеренных расстояний из полевых журналов

3. Просуммировать измеренные горизонтальные углы

66° 28′

95° 25′

144° 31′

41° 28′

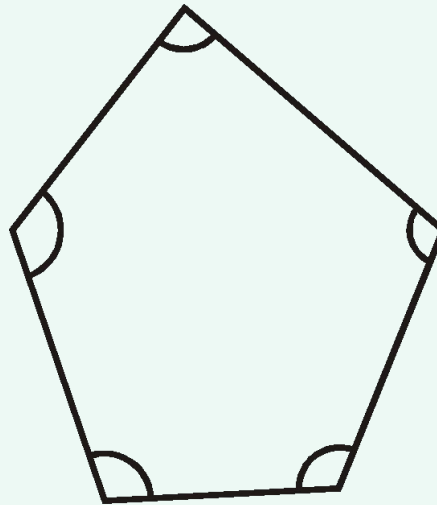
192° 10′

538° 122′

540° 02′

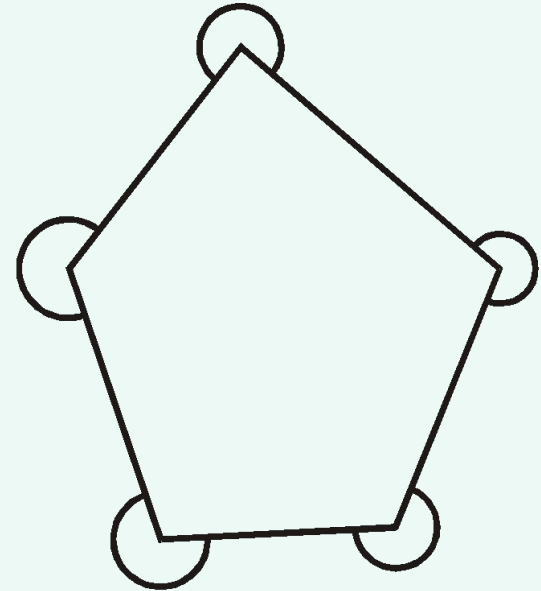
4. Определить теоретическую сумму углов

Внутренние углы



$$\sum \beta_{\text{T}} = 180^{\circ} (n - 2)$$

Внешние углы



$$\sum \beta_{\text{T}} = 180^{\circ} (n + 2)$$

$$\sum \beta_{\text{T}} = 540^{\circ} 00′$$

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измеренные	Поправка	Углы исправленные	Дирекционные углы	Длины сторон	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'				58,43								
2	95° 25'				70,25								
3	144° 31'				61,17								
4	41° 28'				83,85								
5	192° 10'				44,82								
1													

$$\sum \beta_{\text{пр}} = 540^{\circ}02'$$

$$\sum \beta_{\text{т}} = 540^{\circ}00'$$

5. Определение практической угловой невязки

$$f_{\beta_{\text{пр}}} = \sum \beta_{\text{пр}} - \sum \beta_{\text{т}}$$

6. Определение допустимой угловой невязки

$$f_{\beta_{\text{д}}} = \pm 2t\sqrt{n}$$

где t – приборная точность измерения углов
 n – число измеряемых углов

Так как у теодолита Т30 точность $30''$,
а измеренных углов в полигоне 5

то

$$f_{\beta_{\text{д}}} = \pm 1'\sqrt{5}$$

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измеренные	Поправка	Углы исправленные	Дирекционные углы	Длины сторон	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'				58,43								
2	95° 25'				70,25								
3	144° 31'				61,17								
4	41° 28'				83,85								
5	192° 10'				44,82								
1													

$$\sum \beta_{пр} = 540^{\circ}02'$$

$$\sum \beta_{т} = 540^{\circ}00'$$

$$\sum \beta_{пр} = +2'$$

$$\sum \beta_{доп} = \pm 2,2'$$

7. Определение значений поправок в измеренные углы
8. Вычисление исправленных горизонтальных углов
9. Выписать значение исходного дирекционного угла

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измерен- ные	По- прав ка	Углы исправ- ленные	Дирекци- онные углы	Длины сторон	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек			
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43										
2	95° 25'	-1'	95° 24'												
3	144° 31'		144° 31'			70,25									
4	41° 28'		41° 28'			61,17									
5	192° 10'		192° 10'			83,85									
1						44,82									

-2' 540° 00'

$$\sum \beta_{\text{пр}} = 540^{\circ} 02'$$

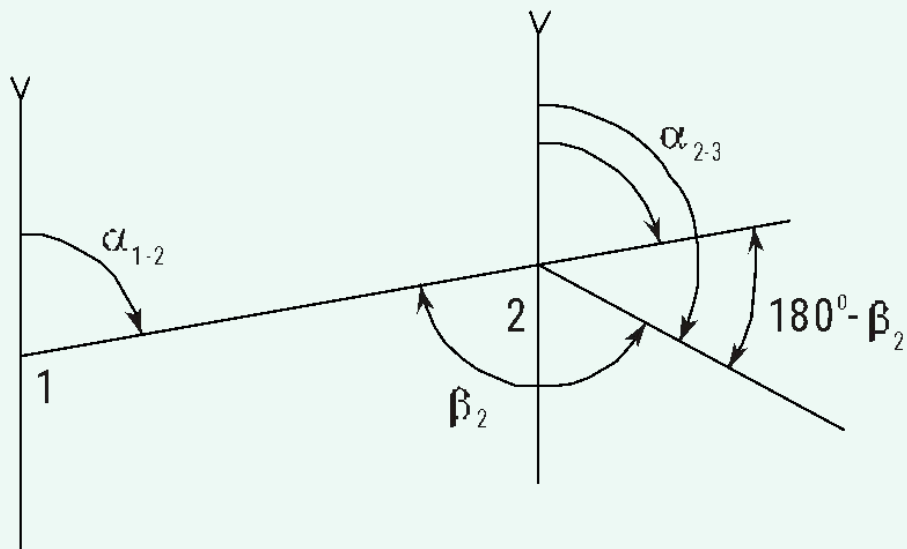
$$\sum \beta_{\text{т}} = 540^{\circ} 00'$$

$$\sum \beta_{\text{пр}} = +2'$$

$$\sum \beta_{\text{доп}} = \pm 2,2'$$

10. Вычисление значений остальных дирекционных углов

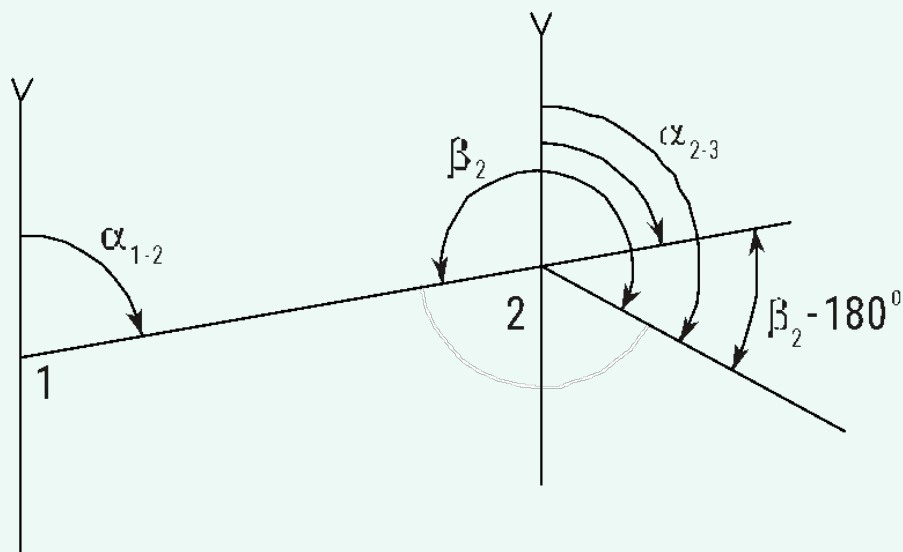
а)



Правые по ходу углы

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2$$

б)



Левые по ходу углы

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} - 180^\circ + \beta_2$$

$$\begin{array}{r}
 \text{ИСХОДНЫЙ} \quad 80^{\circ} \ 20' \\
 + \quad 180^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 260^{\circ} \ 20' \\
 - \quad 95^{\circ} \ 24' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\alpha_{2-3} = \begin{array}{r}
 164^{\circ} \ 56' \\
 + \quad 180^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 344^{\circ} \ 56' \\
 - \quad 144^{\circ} \ 31' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\alpha_{3-4} = \begin{array}{r}
 200^{\circ} \ 25' \\
 + \quad 180^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 380^{\circ} \ 25' \\
 - \quad 41^{\circ} \ 28' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\alpha_{4-5} = 338^{\circ} \ 57'$$

$$\alpha_{4-5} = \begin{array}{r}
 338^{\circ} \ 57' \\
 + \quad 180^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 528^{\circ} \ 57' \\
 - \quad 192^{\circ} \ 10' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\alpha_{5-1} = \begin{array}{r}
 326^{\circ} \ 47' \\
 + \quad 180^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 506^{\circ} \ 47' \\
 - \quad 66^{\circ} \ 27' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 440^{\circ} \ 20' \\
 - \quad 360^{\circ} \ 00' \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\alpha_{1-2} = 80^{\circ} \ 20' \quad \text{ИСХОДНЫЙ}$$

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измерен- ные	По- прав ка	Углы исправ- ленные	Дирекци- онные углы	Длин ы сторо н	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43								
2	95° 25'	-1'	95° 24'										
3	144° 31'		144° 31'	164° 56'	70,25								
4	41° 28'		41° 28'	200° 25'	61,17								
5	192° 10'		192° 10'	338° 57'	83,85								
				326° 47'	44,82								
1				80° 20'									

-2' 540° 00'

$$\sum \beta_{\text{пр}} = 540^{\circ} 02'$$

$$\sum \beta_{\text{т}} = 540^{\circ} 00'$$

$$\sum \beta_{\text{пр}} = +2'$$

$$\sum \beta_{\text{доп}} = \pm 2,2'$$

11. Определение вычисленных приращений координат

$$\Delta X = S \cos \alpha$$

$$\Delta Y = S \sin \alpha$$

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измерен- ные	По- прав ка	Углы исправ- ленные	Дирекци- онные углы	Длин ы сторо н	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43	9,81		57,60					
2	95° 25'	-1'	95° 24'										
3	144° 31'		144° 31'	164° 56'	70,25	-67,84		18,26					
4	41° 28'		41° 28'	200° 25'	61,17	-57,33		-21,34					
5	192° 10'		192° 10'	338° 57'	83,85	78,00		-30,02					
				326° 47'	44,82	37,5		-24,55					
1				80° 20'									

-2' 540° 00'

$$\sum \beta_{\text{пр}} = 540^{\circ} 02'$$

$$\sum \beta_{\text{т}} = 540^{\circ} 00'$$

$$\sum \beta_{\text{пр}} = +2'$$

$$\sum \beta_{\text{доп}} = \pm 2,2'$$

12. Определение сумм ΔX и ΔY , при этом

$$\sum \Delta X = f_X \quad \sum \Delta Y = f_Y$$

13. Определение абсолютной и относительной линейных невязок теодолитного хода

$$f_{\text{абс}} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} \quad f_{\text{отн}} = \frac{1}{L / f_{\text{абс}}}$$

где L – периметр полигона

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измерен- ные	По- прав ка	Углы исправ- ленные	Дирекци- онные углы	Длин ы сторо н	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43	9,81		57,60					
2	95° 25'	-1'	95° 24'	164° 56'	70,25	-67,84		18,26					
3	144° 31'		144° 31'	200° 25'	61,17	-57,33		-21,34					
4	41° 28'		41° 28'	338° 57'	83,85	78,00		-30,02					
5	192° 10'		192° 10'	326° 47'	44,82	37,5		-24,55					
1				80° 20'									

-2' 540° 00'

L=318,25

$$\sum \Delta X = +0,14$$

$$\sum \Delta Y = -0,05$$

$$\sum \beta_{пр} = 540^{\circ} 02'$$

$$\sum \beta_{т} = 540^{\circ} 00'$$

$$\sum \beta_{пр} = +2'$$

$$\sum \beta_{доп} = \pm 2,2'$$

$$f_{абс} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} = \sqrt{0,14^2 + 0,05^2} = 0,15$$

$$f_{отн} = \frac{1}{L / f_{абс}} = \frac{1}{318,25 / 0,15} = \frac{1}{2122} \leq \frac{1}{2000}$$

14. Увязка приращений координат

Необходимо разбросать невязки по ΔX и ΔY пропорционально длинам сторон хода и с обратным знаком

$$v_{X_i} = \frac{f_X}{L} S_i \quad v_{Y_i} = \frac{f_Y}{L} S_i$$

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измеренные	Поправка	Углы исправленные	Дирекционные углы	Длины сторон	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек					
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43	9,81	-0,03	57,60	0,01			100,00	100,00				
2	95° 25'	-1'	95° 24'														
3	144° 31'		144° 31'			164° 56'	70,25	-67,84	-0,03	18,26	0,01						
4	41° 28'		41° 28'			200° 25'	61,17	-57,33	-0,03	-21,34	0,01						
5	192° 10'		192° 10'			338° 57'	83,85	78,00	-0,04	-30,02	0,01						
						326° 47'	44,82	37,5	-0,02	-24,55	0,01						
1						80° 20'		$\Sigma=$	-0,14	$\Sigma=$	0,05						

-2' 540° 00'

L=318,25

$$\sum \Delta X = +0,14$$

$$\sum \Delta Y = -0,05$$

$$\sum \beta_{пр} = 540^{\circ} 02'$$

$$\sum \beta_{т} = 540^{\circ} 00'$$

$$\sum \beta_{пр} = +2'$$

$$\sum \beta_{доп} = \pm 2,2'$$

$$f_{абс} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} = \sqrt{0,14^2 + 0,05^2} = 0,15$$

$$f_{отн} = \frac{1}{L / f_{абс}} = \frac{1}{318,25 / 0,15} = \frac{1}{2122} \leq \frac{1}{2000}$$

16. Вычисление уравненных приращений координат

17. Вычисление координат точек полигона

Ведомость уравнивания теодолитного хода

№	Углы измеренные	Поправка	Углы исправленные	Дирекционные углы	Длины сторон	Приращения вычисленные				Приращения исправленные		Координаты точек	
						ΔX	U_x	ΔY	U_y	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	66° 28'	-1'	66° 27'	80° 20'	58,43	9,81	-0,03	57,60	0,01	9,78	57,61	100,00	100,00
2	95° 25'	-1'	95° 24'									109,78	157,61
3	144° 31'		144° 31'	164° 56'	70,25	-67,84	-0,03	18,26	0,01	-67,87	18,27	41,91	175,88
4	41° 28'		41° 28'	200° 25'	61,17	-57,33	-0,03	-21,34	0,01	-57,36	-21,33	-15,44	154,55
5	192° 10'		192° 10'	338° 57'	83,85	78,00	-0,04	-30,02	0,01	77,96	-30,01	65,52	124,54
				326° 47'	44,82	37,5	-0,02	-24,55	0,01	37,48	-24,54		
1				80° 20'		$\Sigma=$	-0,14	$\Sigma=$	0,05	$\Sigma=0,0$	$\Sigma=0,0$	100,00	100,00

$-2' \quad 540^\circ 00'$

$L=318,25$

$$\sum \Delta X = +0,14$$

$$\sum \Delta Y = -0,05$$

$$\sum \beta_{пр} = 540^\circ 02'$$

$$\sum \beta_{т} = 540^\circ 00'$$

$$\sum \beta_{пр} = +2'$$

$$\sum \beta_{доп} = \pm 2,2'$$

$$f_{абс} = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2} = \sqrt{0,14^2 + 0,05^2} = 0,15$$

$$f_{отн} = \frac{1}{L / f_{абс}} = \frac{1}{318,25 / 0,15} = \frac{1}{2122} \leq \frac{1}{2000}$$