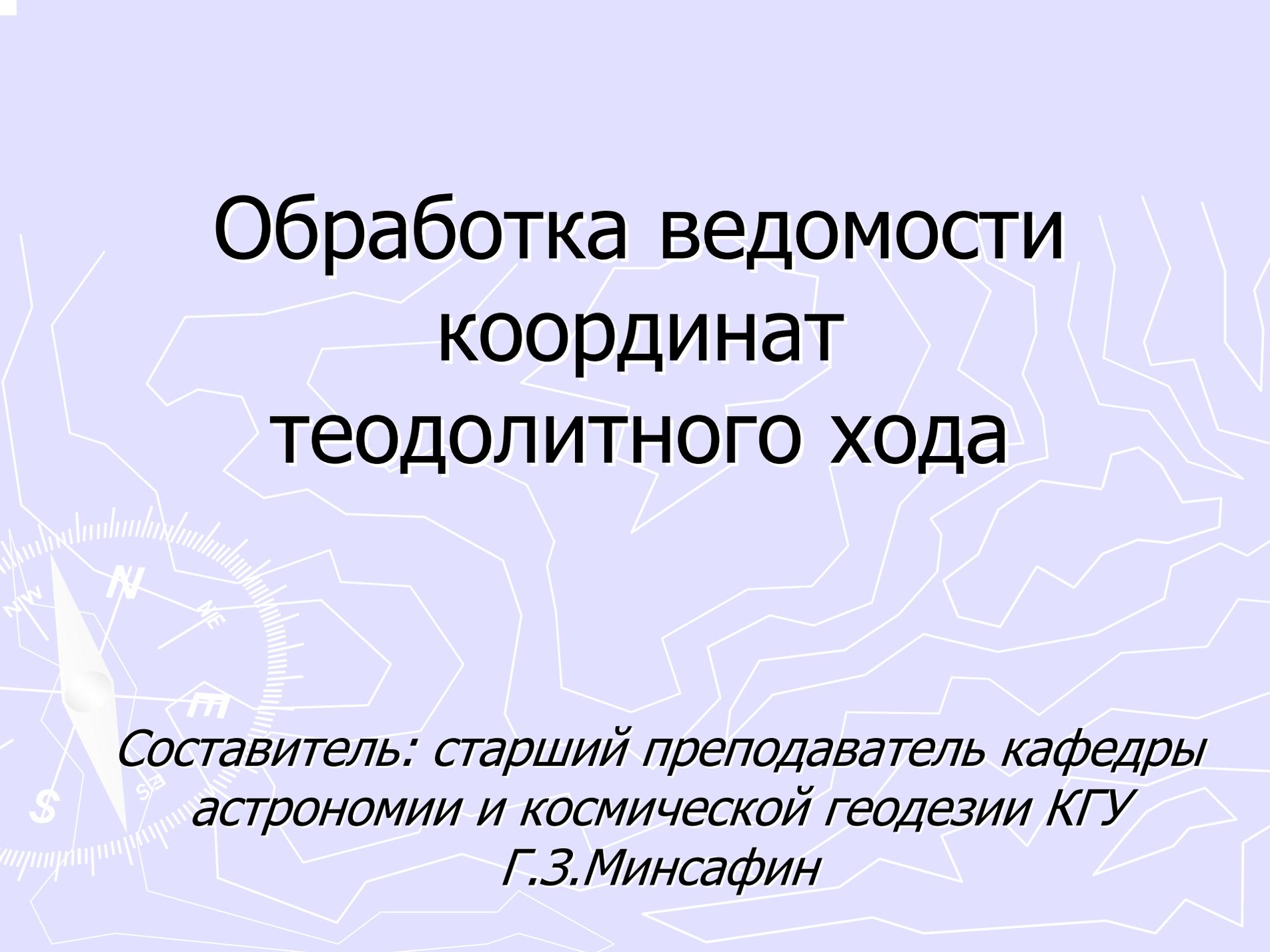


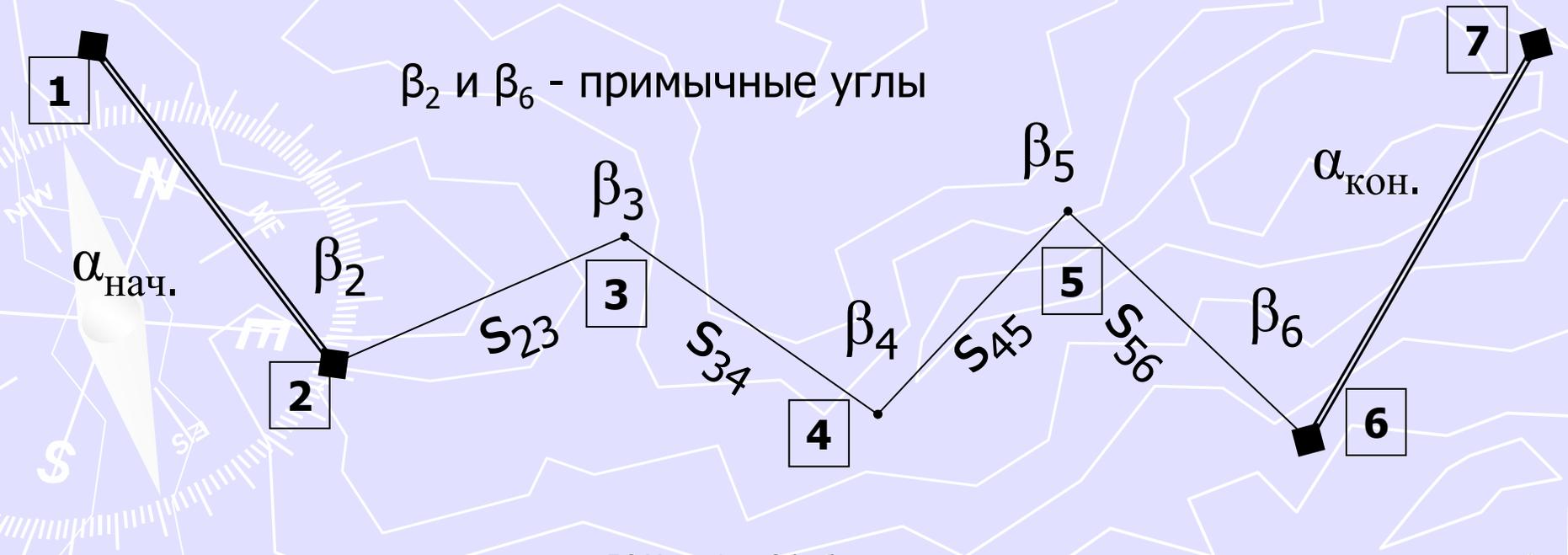
Обработка ведомости координат теодолитного хода



*Составитель: старший преподаватель кафедры
астрономии и космической геодезии КГУ
Г.З.Минсафин*

Теодолитный ход

- ▶ **Теодолитный ход** – это геодезическое построение в виде ломаной линии, вершины которой закрепляются на местности, и на них измеряются горизонтальные углы β_i между сторонами хода и длины сторон S_{ij} . Закрепленные на местности точки называют точками теодолитного хода.



Теодолитный ход

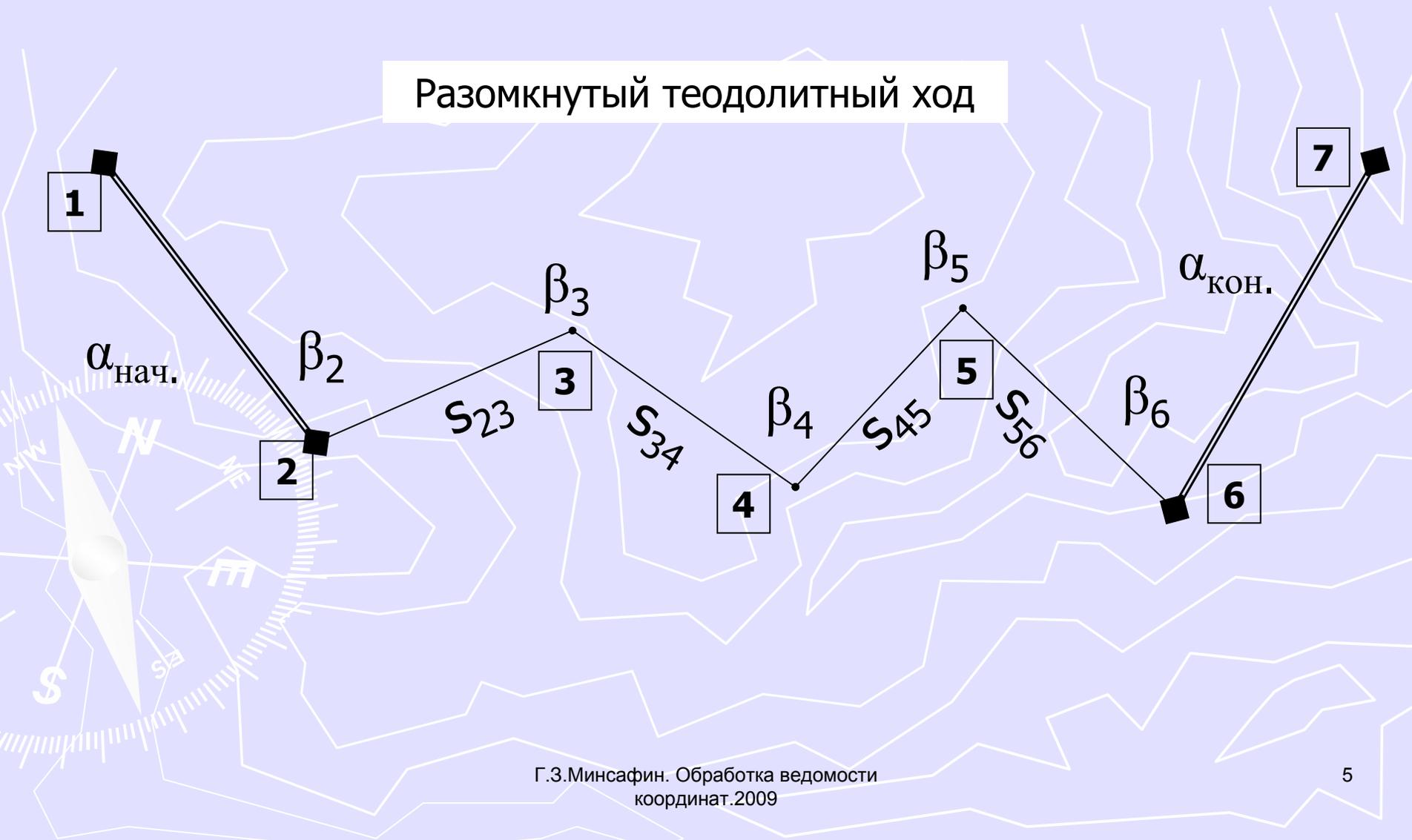
- ▶ Длины сторон в теодолитных ходах не должны быть менее 20 метров и более 350 метров.
- ▶ Поворотные точки теодолитного хода выбираются с расчетом обеспечения удобства постановки геодезического прибора и хорошего обзора местности для проведения съемки.

Геометрия построения

- ▶ Теодолитные ходы бывают:
 - разомкнутые,
 - замкнутые,
 - висячие.
- ▶ Наиболее предпочтительным вариантом теодолитного хода является разомкнутый ход (по возможности более вытянутый).

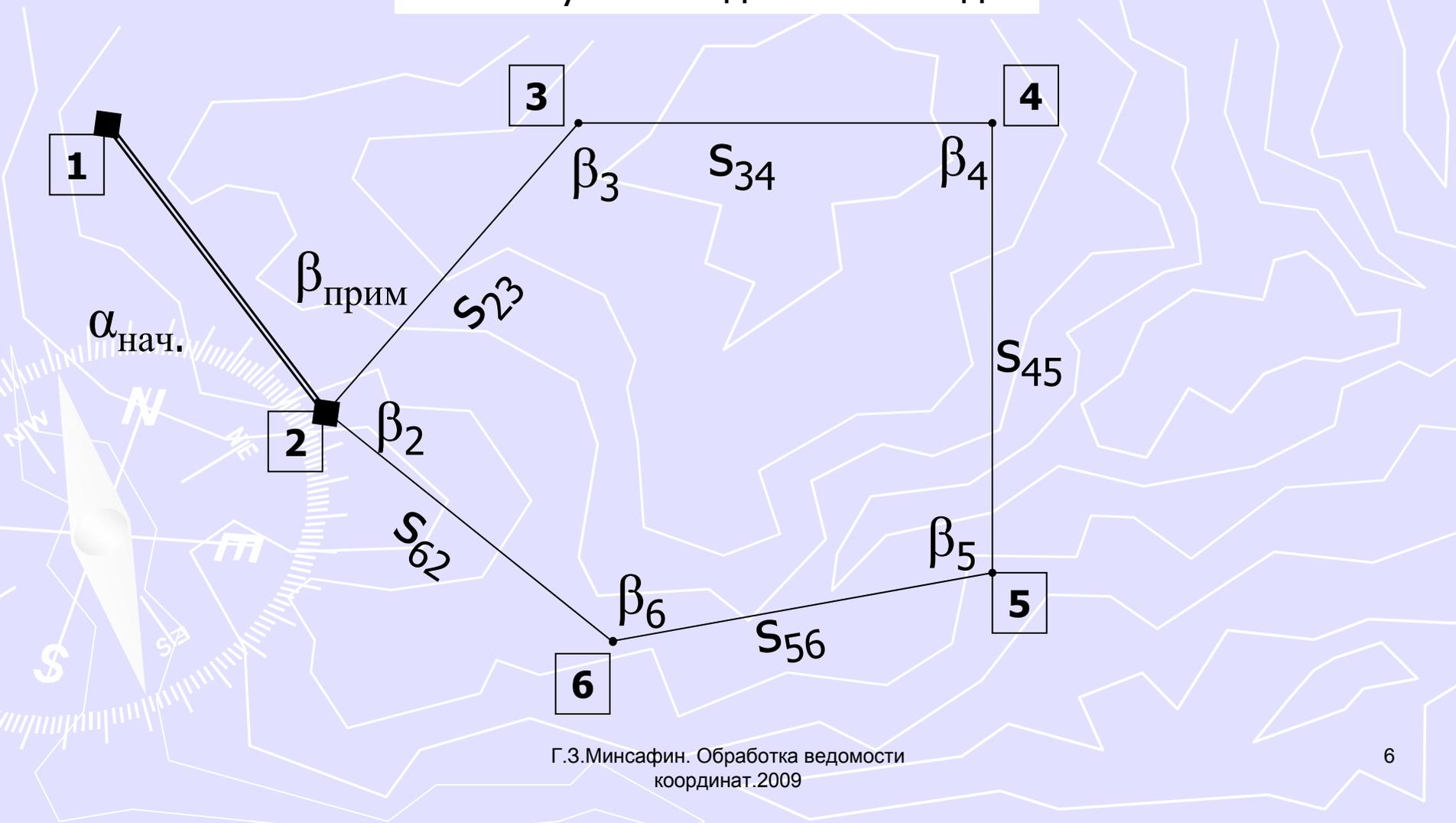
Геометрия построения

Разомкнутый теодолитный ход



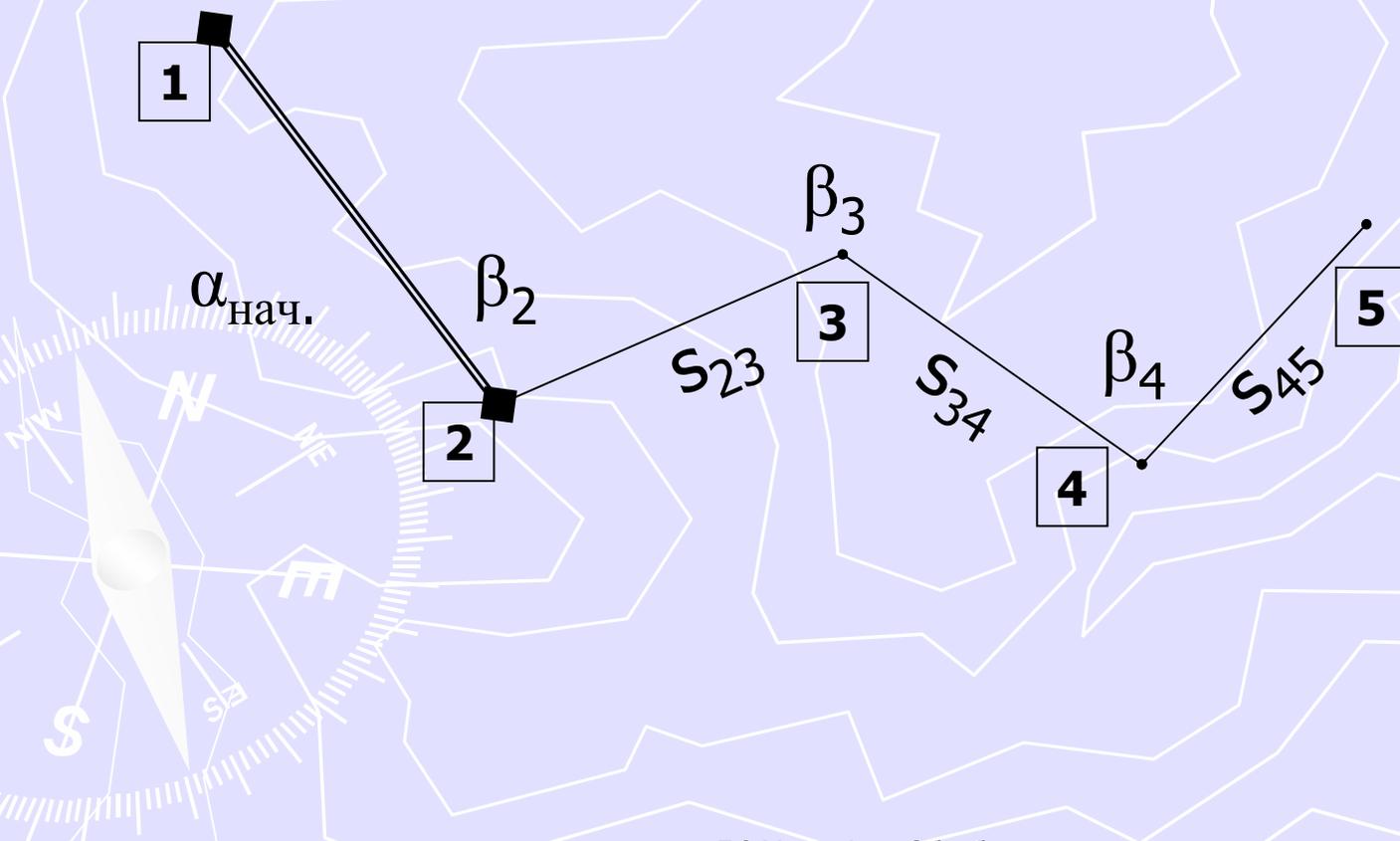
Геометрия построения

Замкнутый теодолитный ход



Геометрия построения

Висячий теодолитный ход



Точность теодолитного хода

- ▶ Теодолитные ходы подразделяются по точности на разряды.
- ▶ Ходы 1 разряда прокладываются с относительной погрешностью 1:2000.
- ▶ Ходы 2 разряда имеют относительную погрешность 1:1000.
- ▶ В предусмотренных техническими проектами случаях могут прокладываться теодолитные ходы повышенной точности 1:3000.

Средства измерений



- ▶ Название теодолитного хода связано с применением теодолитов как средства угловых измерений.
- ▶ Длины линий измеряли с помощью лент или рулеток, позже с помощью оптических дальномеров и светодальномеров.

Средства измерений

▶ В настоящее время в топографо-геодезических работах основным средством для угловых и линейных измерений в теодолитных ходах является комбинированный геодезический прибор - **электронный тахеометр**, включающий угломерную часть и светодальномер.

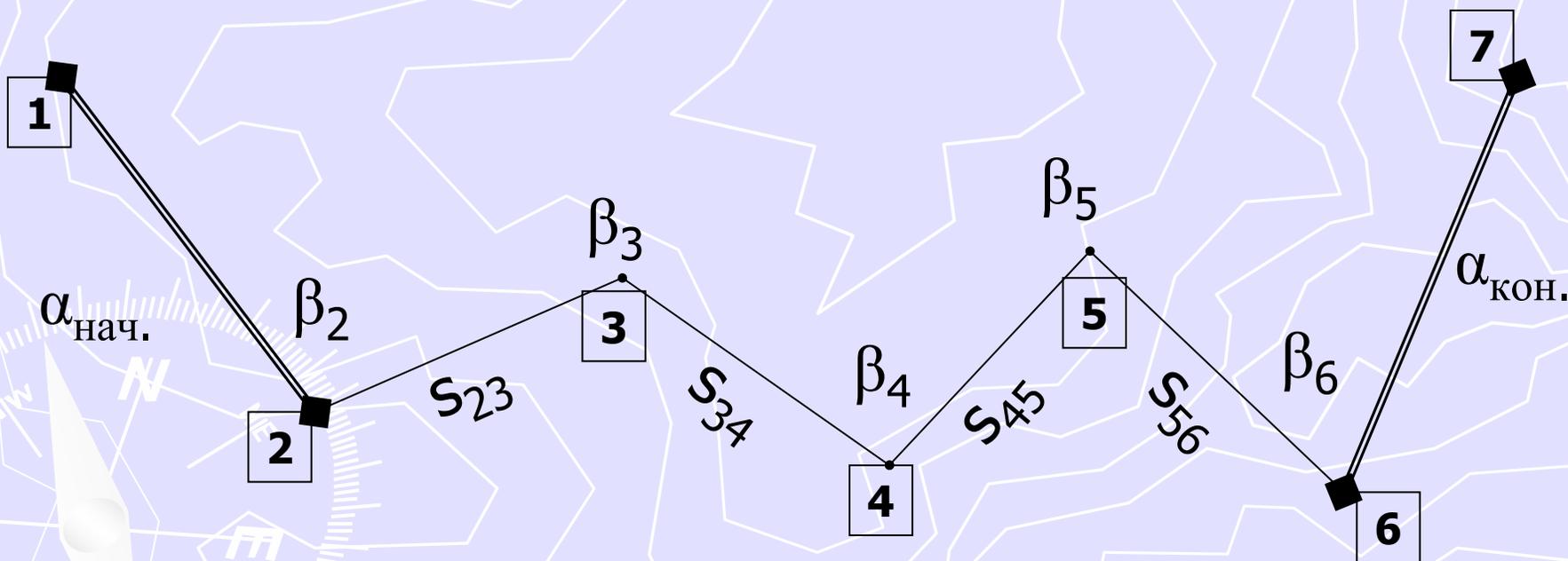


Обработка теодолитного хода

- ▶ Математическая обработка результатов измерений в теодолитном ходе выполняется, как правило, упрощенным методом.
- ▶ Процесс математической обработки оформляется на специальном унифицированном бланке – **ведомости координат теодолитного хода.**

Схема теодолитного хода

В ходе измерены «левые» углы β_i и углы наклона линий v_{ij}



β_2 и β_6 - примычные углы

Точки 1, 2 и 6, 7 –
исходные пункты

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|-----------------|-------------------|---------------------------------|-------|------------------------|-------------|-----|---|-----|--------------|-----|----|-----|-------------------------|-------------------------|
| | | | | | | + | Δ x | - | Δ y | + | Δ x | - | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | | | α_{12} | | | | | | | | | | | X_1 | Y_1 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | X_2 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | α_{67} | | | | | | | | | | | X_6 | Y_6 |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | X_7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

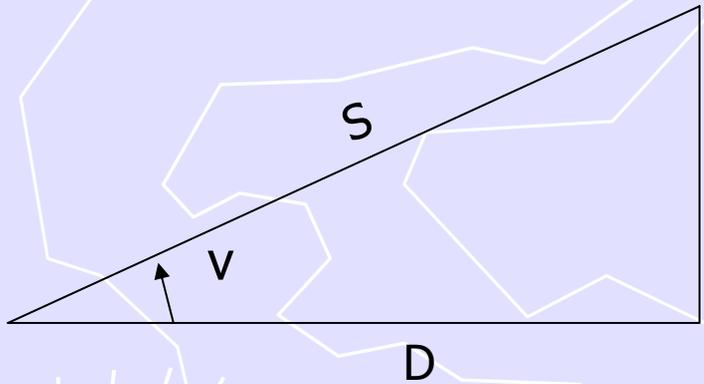
Шаг 3: Записываем в столбец 4 начальный и конечный дирекционные углы.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|------------|---------|
| | | | | | | + - 7 | Δx 8 | + - 9 | Δy 10 | + - 11 | Δx 12 | + - 13 | Δy 14 | x 15 | y 16 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | | | α_{12} | R_{12} | | | | | | | | | | X_1 | Y_1 |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | X_2 | Y_2 |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | X_6 | Y_6 |
| 7 | | | α_{67} | R_{67} | | | | | | | | | | X_7 | Y_7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 4: Записываем в столбец 5 начальный и конечный румбы.

Вычисление горизонтальных проложений



$$D = S \cdot \cos v$$

или

$$D^2 = S^2 - h^2$$



ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|---|------------|------------|--------------|----|------------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δx | Δy | + | - | Δx | Δy | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | β_3 | | | | D_{23} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | | | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | | | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | | | | D_{56} | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 6: Записываем в столбец 6 горизонтальные проложения сторон хода.

Вычисление угловой невязки

$$f_{\beta} = \Sigma\beta_{\text{изм}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}$$

$\Sigma\beta_{\text{теор}}$ - в замкнутом теодолитном ходе вычисляется по формуле суммы внутренних углов выпуклого многоугольника

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180 \cdot (n - 2)$$

- где n – количество внутренних углов.

В разомкнутом теодолитном ходе

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = \alpha_{\text{кон.}} - \alpha_{\text{нач.}} + 180 \cdot n$$

- где n – количество измеренных углов.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|-------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | | | | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | | | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | | | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | | | | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | | | | | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 9: Вычисляем и записываем значение угловой невязки хода.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|-------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | | | | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | | | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | | | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | | | | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | | | | | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 10: Вычисляем и записываем значение допустимой угловой невязки.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|-------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | | | | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | | | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | | | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | | | | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | | | | | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 11: Если $f_\beta \leq \text{доп } f_\beta$, то вычисляем поправки $\Delta\beta$ в измеренные углы.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|-------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | | | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | | | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | | | | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 12: Вычисляем исправленные углы по формуле $\beta_{испр} = \beta_{изм} + \Delta\beta$ и записываем в столбец 3.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|---|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a₁₂ | R₁₂ | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β₂ | β₂ | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | β₃ | β₃ | | | D₂₃ | | | | | | | | | | |
| 4 | β₄ | β₄ | | | D₃₄ | | | | | | | | | | |
| 5 | β₅ | β₅ | | | D₄₅ | | | | | | | | | | |
| 6 | β₆ | β₆ | | | D₅₆ | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | a₆₇ | R₆₇ | — | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | Σβ_{изм} | Σβ_{испр} | | | | | | | | | | | | | |
| | Σβ_{теор} | | | | | | | | | | | | | | |
| | f_β = Σβ_{изм} - Σβ_{теор} | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп f_β = 1'√n | | | | | | | | | | | | | | |
| | Δβ = -f_β/n | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 13: Контролем исправления углов является равенство: $(\Sigma\beta_{испр} - 180 \cdot n) = \Sigma\beta_{теор}$.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | | | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | | |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ | | |
| 2 | β_2 | β_2 | } | ↑ | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ | | |
| 3 | β_3 | β_3 | | | D_{34} | | | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | | | D_{45} | | | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | | | D_{56} | | | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | | | α_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ | | |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 14: Вычисляем дирекционные углы сторон хода:

для «левых» углов: $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_{испр} - 180^\circ$

для «правых» углов: $\alpha_{i+1} = \alpha_i + 180^\circ - \beta_{испр}$.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 15: Контролем правильности вычислений является получение известного дирекционного угла конечной стороны по тем же формулам:

для «левых» углов: $a_{i+1} = a_i + \beta_{испр} - 180^\circ$

для «правых» углов: $a_{i+1} = a_i + 180^\circ - \beta_{испр}$.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|---|-----|-----|--------------|----|-----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | | | | | | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | | | | | | | | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | | | | | | | | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | | | | | | | | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | | | | | | | | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | | | | | | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

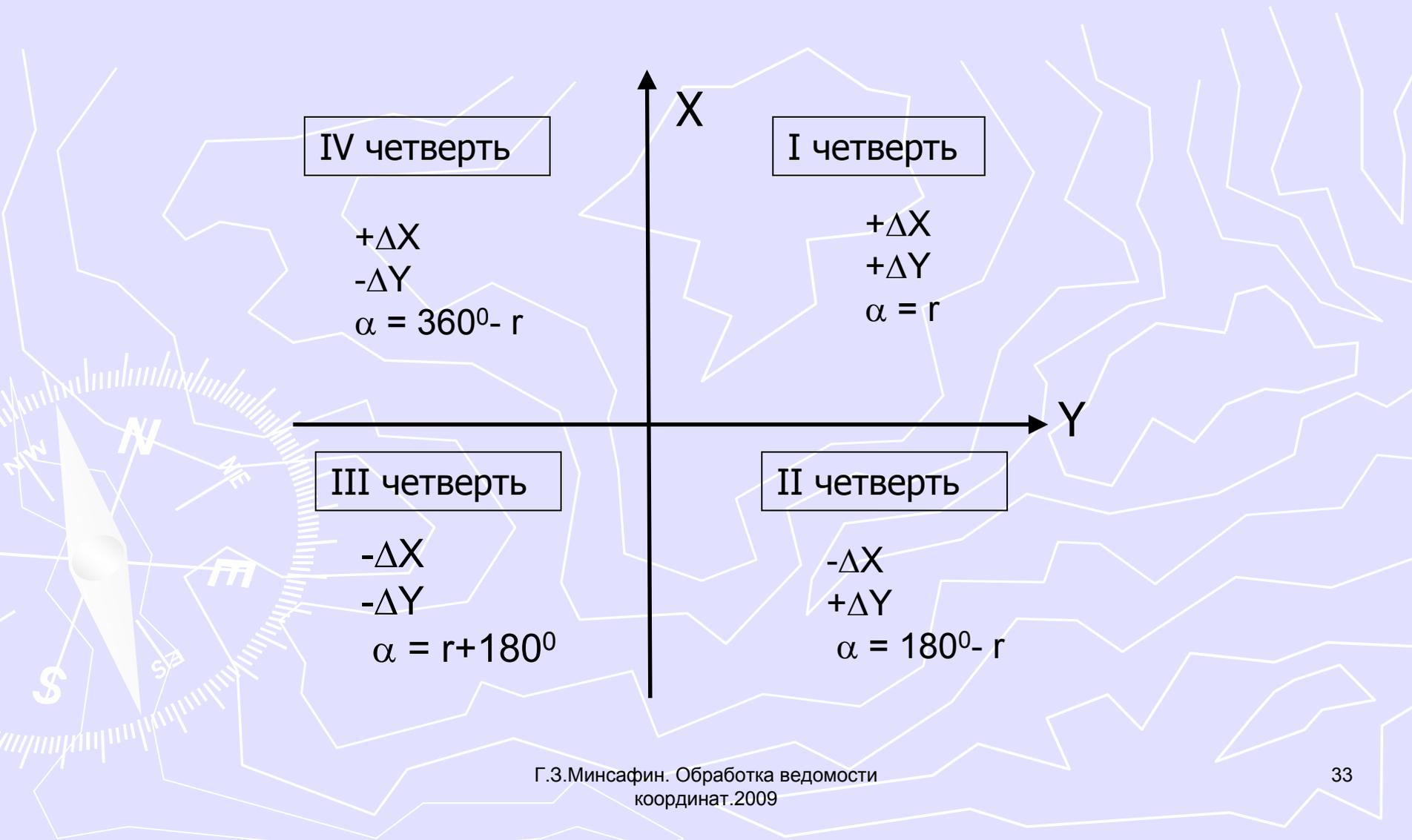
Шаг 16: Для дополнительного контроля правильности вычисления дирекционных углов (при ручном счете) вычисляем и записываем в столбец 5 румбы сторон хода.

Румбы или табличные углы

- ▶ Румбом называется острый угол, отсчитываемый от ближайшего направления осевого меридиана до заданного направления.
- ▶ Численные значения румбов без указания четвертей называются табличными углами.

| Четверти и их наименования | Дирекционные углы | Формула связи | Знак ΔX | Знак ΔY |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|
| I - СВ | $0 - 90^\circ$ | $\alpha = r$ | + | + |
| II - ЮВ | $90^\circ - 180^\circ$ | $\alpha = 180^\circ - r$ | - | + |
| III - ЮЗ | $180^\circ - 270^\circ$ | $\alpha = 180^\circ + r$ | - | - |
| IV - СЗ | $270^\circ - 360^\circ$ | $\alpha = 360^\circ - r$ | + | - |

Связь дирекционных углов с румбами (табличными углами)



ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|------------|--------|------------|--------------|------------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + - | Δx | + - | Δy | + - | Δx | + - | Δy | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | - | | - | | - | | - | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | α_{23} | R_{23} | D_{23} | \pm | | \pm | | \pm | | \pm | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | α_{34} | R_{34} | D_{34} | \pm | | \pm | | \pm | | \pm | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | α_{45} | R_{45} | D_{45} | \pm | | \pm | | \pm | | \pm | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | α_{56} | R_{56} | D_{56} | \pm | | \pm | | \pm | | \pm | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | α_{67} | R_{67} | — | \pm | | \pm | | \pm | | \pm | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | - | | - | | - | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 17: В соответствии с четвертями дирекционных углов указываем знаки приращений координат в столбцах 7, 9, 11, 13.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|-----------------|---|-----------------|--------------|-----|----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | Δ x | + | Δ y | + | Δ x | + | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | | | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | | ± | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | | ± | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | | ± | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | | ± | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | | | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 18: Вычисляем приращения координат по формулам:

$$\Delta X = D \cdot \cos \alpha; \Delta Y = D \cdot \sin \alpha$$

и записываем в столбцы 8 и 10:

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|----------------------------|-------|----------------------------|--------------|-----|-------|-----|------------|-------|
| | | | | | | + | Δ x | - | Δ y | + | Δ x | - | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | | - | | X_1 | Y_1 |
| 2 | β_2 | β_2 | α_{23} | R_{23} | D_{23} | \pm | ΔX_{23} | \pm | ΔY_{23} | \pm | | \pm | | X_2 | Y_2 |
| 3 | β_3 | β_3 | α_{34} | R_{34} | D_{34} | \pm | ΔX_{34} | \pm | ΔY_{34} | \pm | | \pm | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | α_{45} | R_{45} | D_{45} | \pm | ΔX_{45} | \pm | ΔY_{45} | \pm | | \pm | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | α_{56} | R_{56} | D_{56} | \pm | ΔX_{56} | \pm | ΔY_{56} | \pm | | \pm | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | α_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | | - | | X_6 | Y_6 |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X_7 | Y_7 |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1'\sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 19: Записываем суммы вычисленных приращений координат $\Sigma\Delta X_{выч.}$, $\Sigma\Delta Y_{выч.}$ и теоретические суммы приращений координат $\Sigma\Delta X_{теор.}$, $\Sigma\Delta Y_{теор.}$

Вычисление теоретических сумм

В замкнутом
теодолитном ходе:

$$\Sigma \Delta X_{\text{теор.}} = 0;$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{теор.}} = 0.$$

Поэтому:

$$f_x = \Sigma \Delta X_{\text{выч.}};$$

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{\text{выч.}}$$

В разомкнутом
теодолитном ходе:

$$\Sigma \Delta X_{\text{теор.}} = X_{\text{кон}} - X_{\text{нач.}};$$

$$\Sigma \Delta Y_{\text{теор.}} = Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач.}};$$

Поэтому:

$$f_x = \Sigma \Delta X_{\text{выч.}} - (X_{\text{кон}} - X_{\text{нач.}});$$

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{\text{выч.}} - (Y_{\text{кон}} - Y_{\text{нач.}}).$$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|----------------------------|---|----------------------------|--------------|-----|----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | Δ x | - | Δ y | + | Δ x | - | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | | ± | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | | ± | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | | ± | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | | ± | | X₆ | Y₆ |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm f_x$ | | $\pm f_y$ | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 20: Вычисляем и записываем линейные невязки f_x и f_y .

$$f_x = \Sigma\Delta X_{выч.} - \Sigma\Delta X_{теор.}; f_y = \Sigma\Delta Y_{выч.} - \Sigma\Delta Y_{теор.}$$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|----------------------------|--------|----------------------------|--------------|------------|--------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + - | Δx | + - | Δy | + - | Δx | + - | Δy | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | α_{23} | R_{23} | D_{23} | \pm | ΔX_{23} | \pm | ΔY_{23} | \pm | | \pm | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | α_{34} | R_{34} | D_{34} | \pm | ΔX_{34} | \pm | ΔY_{34} | \pm | | \pm | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | α_{45} | R_{45} | D_{45} | \pm | ΔX_{45} | \pm | ΔY_{45} | \pm | | \pm | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | α_{56} | R_{56} | D_{56} | \pm | ΔX_{56} | \pm | ΔY_{56} | \pm | | \pm | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | α_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm f_x$ | | $\pm f_y$ | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1 \cdot \sqrt{n}$ | | | | | | $f_{абс.}$ | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 21: Вычисляем абсолютную невязку хода $f_{абс} = \sqrt{(f_x^2 + f_y^2)}$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|------------|---------|
| | | | | | | + - 7 | Δx 8 | + - 9 | Δy 10 | + - 11 | Δx 12 | + - 13 | Δy 14 | x 15 | y 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X_1 | Y_1 |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | \pm | ΔX_{23} | \pm | ΔY_{23} | \pm | | \pm | | X_2 | Y_2 |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | \pm | ΔX_{34} | \pm | ΔY_{34} | \pm | | \pm | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | \pm | ΔX_{45} | \pm | ΔY_{45} | \pm | | \pm | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | \pm | ΔX_{56} | \pm | ΔY_{56} | \pm | | \pm | | | |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X_6 | Y_6 |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X_7 | Y_7 |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | | | | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $f_{абс}$ | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 22: Вычисляем относительную невязку хода $f_{отн} = f_{абс} / \Sigma D$ и записываем в виде правильной дроби (1/число):

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|------------------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|-------------------------------------|---|--|--------------|-----|----|-----|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | Δ x | + | Δ y | + | Δ x | + | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | | ± | | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | | ± | | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | | ± | | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | | ± | | X₆ | Y₆ |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | | - | | X₇ | Y₇ |
| | | | | | | | $\pm \Sigma \Delta X_{\text{выч.}}$ | | $\pm \Sigma \Delta Y_{\text{выч.}}$ | | | | | | |
| | $\Sigma \beta_{\text{изм}}$ | $\Sigma \beta_{\text{испр}}$ | | | | | $\pm \Sigma \Delta X_{\text{теор}}$ | | $\pm \Sigma \Delta Y_{\text{теор}}$ | | | | | | |
| | $\Sigma \beta_{\text{теор}}$ | | | | | | $f_{\text{абс}}$ | | | | | | | | |
| | $f_{\beta} = \Sigma \beta_{\text{изм}} - \Sigma \beta_{\text{теор}}$ | | | | | | | | $f_{\text{отн}} = 1 / (\Sigma D / f_{\text{абс}})$ | | | | | | |
| | доп $f_{\beta} = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | $f_{\text{доп}} = 1/2000$ | | | | | | |
| | $\Delta \beta = -f_{\beta} / n$ | | | | | | | | $f_{\text{доп}} = 1/1000$ | | | | | | |

Шаг 23: Сравниваем относительную невязку хода с допустимой невязкой $f_{\text{доп}}$, которая для хода 1 разряда равна 1:2000, для хода 2 разряда равна 1:1000.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|-------------|--|-----|----------------------|--------------|------------------|----|------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | + | - | Δ y | + | - | Δ x | + |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a ₁₂ | R ₁₂ | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₁ | Y₁ |
| 2 | β ₂ | β ₂ | a ₂₃ | R ₂₃ | D ₂₃ | ± | ΔX ₂₃ | ± | ΔY ₂₃ | ± | ΔX ₂₃ | ± | ΔY ₂₃ | X₂ | Y₂ |
| 3 | β ₃ | β ₃ | a ₃₄ | R ₃₄ | D ₃₄ | ± | ΔX ₃₄ | ± | ΔY ₃₄ | ± | ΔX ₃₄ | ± | ΔY ₃₄ | | |
| 4 | β ₄ | β ₄ | a ₄₅ | R ₄₅ | D ₄₅ | ± | ΔX ₄₅ | ± | ΔY ₄₅ | ± | ΔX ₄₅ | ± | ΔY ₄₅ | | |
| 5 | β ₅ | β ₅ | a ₅₆ | R ₅₆ | D ₅₆ | ± | ΔX ₅₆ | ± | ΔY ₅₆ | ± | ΔX ₅₆ | ± | ΔY ₅₆ | | |
| 6 | β ₆ | β ₆ | a ₆₇ | R ₆₇ | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | Σβ _{изм} | Σβ _{испр} | | | | | ±ΣΔX _{выч.} | | ±ΣΔY _{выч.} | | | | | | |
| | Σβ _{теор} | | | | | | ±ΣΔX _{теор} | | ±ΣΔY _{теор} | | | | | | |
| | | | | | | | f _{абс} | | | | | | | | |
| | | | | | | | f _{отн} =1/(ΣD/f _{абс}) | | | | | | | | |
| | | | | | | | f _{доп} =1/2000 | | | | | | | | |
| | | | | | | | f _{доп} =1/1000 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 24: Если относительная невязка в пределах допустимой невязки, вычисляем исправленные приращения координат по формулам:

$$\Delta X_{испр} = \Delta X_{выч} + D \cdot (-f_x) / \Sigma D; \quad \Delta Y_{испр} = \Delta Y_{выч} + D \cdot (-f_y) / \Sigma D.$$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|-----------------------------------|-----|-----------------------------------|--------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | | |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | | |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | X₆ | Y₆ |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₇ | Y₇ |
| | | | | | | | $\pm \sum \Delta X_{\text{выч.}}$ | | $\pm \sum \Delta Y_{\text{выч.}}$ | | $\pm \sum \Delta X_{\text{исп}}$ | | $\pm \sum \Delta Y_{\text{исп}}$ | | |
| | $\sum \beta_{\text{изм}}$ | $\sum \beta_{\text{испр}}$ | | | | | $\pm \sum \Delta X_{\text{теор}}$ | | $\pm \sum \Delta Y_{\text{теор}}$ | | | | | | |
| | $\sum \beta_{\text{теор}}$ | | | | | | $f_{\text{абс}}$ | | | | | | | | |
| | $f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | доп $f_{\beta} = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | $\Delta \beta = -f_{\beta}/n$ | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Шаг 25: Контролем вычислений является равенство суммы исправленных приращений теоретической сумме приращений координат: $\sum \Delta X_{\text{испр}} = \sum \Delta X_{\text{теор}}$; $\sum \Delta Y_{\text{испр}} = \sum \Delta Y_{\text{теор}}$.

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|----------------------------------|-------|----------------------------|--------------|---------------------------|-------|---------------------------|------------|-------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X_1 | Y_1 |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | \pm | ΔX_{23} | \pm | ΔY_{23} | \pm | ΔX_{23} | \pm | ΔY_{23} | X_2 | Y_2 |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | \pm | ΔX_{34} | \pm | ΔY_{34} | \pm | ΔX_{34} | \pm | ΔY_{34} | X_3 | Y_3 |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | \pm | ΔX_{45} | \pm | ΔY_{45} | \pm | ΔX_{45} | \pm | ΔY_{45} | X_4 | Y_4 |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | \pm | ΔX_{56} | \pm | ΔY_{56} | \pm | ΔX_{56} | \pm | ΔY_{56} | X_5 | Y_5 |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X_6 | Y_6 |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X_7 | Y_7 |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta X_{исп}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{исп}$ | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $f_{абс}$ | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1' \sqrt{n}$ | | | | | | $f_{отн} = 1/(\Sigma D/f_{абс})$ | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | $f_{доп} = 1/2000$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | $f_{доп} = 1/1000$ | | | | | | | | |

Шаг 26: Вычисляем координаты определяемых точек:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{испр} ; Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{испр}.$$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|----------|--|----------------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|----------------------------------|-----|----------------------------|--------------|---------------------------|-----|---------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | - | Δ x | Δ y | + | - | Δ x | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | a_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | a_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | a_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | X₃ | Y₃ |
| 4 | β_4 | β_4 | a_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | X₄ | Y₄ |
| 5 | β_5 | β_5 | a_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | X₅ | Y₅ |
| 6 | β_6 | β_6 | a_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta X_{исп}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{исп}$ | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $f_{абс}$ | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1'\sqrt{n}$ | | | | | | $f_{отн} = 1/(\Sigma D/f_{абс})$ | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | $f_{доп} = 1/2000$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | $f_{доп} = 1/1000$ | | | | | | | | |

Шаг 27: Контролем вычислений является получение известных координат конечной точки хода по тем же формулам:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{испр} ; Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{испр}.$$

ВЕДОМОСТЬ КООРДИНАТ

| №№ точек | Углы измеренные | Углы исправленные | Азимуты или дирекц. углы | Румбы | Горизонт. проложе- ния | Вычисленные | | | | Исправленные | | | | Координаты | |
|-------------|--|----------------------|-----------------------------------|----------|------------------------------|-------------|----------------------------------|---|----------------------------|--------------|---------------------------|----|---------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | + | Δ x | - | Δ y | + | Δ x | - | Δ y | x | y |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | — | — | α_{12} | R_{12} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₁ | Y₁ |
| 2 | β_2 | β_2 | α_{23} | R_{23} | D_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | ± | ΔX_{23} | ± | ΔY_{23} | X₂ | Y₂ |
| 3 | β_3 | β_3 | α_{34} | R_{34} | D_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | ± | ΔX_{34} | ± | ΔY_{34} | X₃ | Y₃ |
| 4 | β_4 | β_4 | α_{45} | R_{45} | D_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | ± | ΔX_{45} | ± | ΔY_{45} | X₄ | Y₄ |
| 5 | β_5 | β_5 | α_{56} | R_{56} | D_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | ± | ΔX_{56} | ± | ΔY_{56} | X₅ | Y₅ |
| 6 | β_6 | β_6 | α_{67} | R_{67} | — | - | - | - | - | - | - | - | - | X₆ | Y₆ |
| 7 | — | — | | | | | | | | | | | | X₇ | Y₇ |
| | $\Sigma\beta_{изм}$ | $\Sigma\beta_{испр}$ | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{выч.}$ | | $\pm\Sigma\Delta X_{исп}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{исп}$ | | |
| | $\Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $\pm\Sigma\Delta X_{теор}$ | | $\pm\Sigma\Delta Y_{теор}$ | | | | | | |
| | $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор}$ | | | | | | $f_{абс}$ | | | | | | | | |
| | доп $f_\beta = 1'\sqrt{n}$ | | | | | | $f_{отн} = 1/(\Sigma D/f_{абс})$ | | | | | | | | |
| | $\Delta\beta = -f_\beta/n$ | | | | | | $f_{доп} = 1/2000$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | $f_{доп} = 1/1000$ | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Обработка ведомости координат завершена