

В. И. МУХА, Б. Л. СКУИН  
Львовский политехнический институт

## УРАВНИВАНИЕ СЕТЕЙ С ИЗМЕРЕННЫМИ ДИРЕКЦИОННЫМИ УГЛАМИ

В последние годы получил большое распространение гироскопический метод ориентирования [2], к достоинствам которого можно отнести независимость наблюдений от погодных условий и сравнительную быстроту определения дирекционных

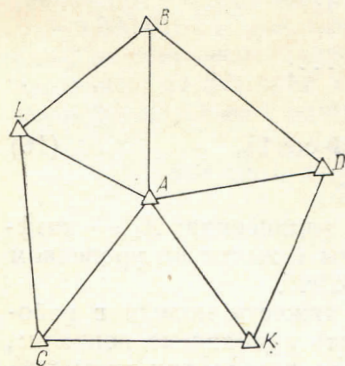


Схема сети.

углов. В связи с этим становится актуальным вопрос о построении геодезических сетей с измеренными дирекционными углами в районах, где отсутствуют пункты государственной основы. В настоящей статье на примере центральной системы (рисунок) рассмотрены некоторые вопросы уравнивания подобных построений коррелятным методом.

При подсчете количества и определения вида условных уравнений в данной сети необходимо помнить, что уравнивание должно привести к равенству прямых и обратных дирекционных углов и, как в обычной угловой сети, к удовлетворению полюсного условия и условия фигур.

Общий вид условия дирекционных углов

$$\alpha_{\text{пр}} - \alpha_{\text{обр}} \pm 180 = 0. \quad (1)$$

Переходя к условному уравнению, получаем

$$(\alpha_{\text{пр}}) - (\alpha_{\text{обр}}) + w = 0, \quad (2)$$

где  $(\alpha_{пр})$ ,  $(\alpha_{обр})$  — поправки в измеренные дирекционные углы;  
 $w = \alpha'_{пр} - \alpha'_{обр} \pm 180^\circ$  — свободный член;  $\alpha'_{пр}$ ,  $\alpha'_{обр}$  — измеренные значения дирекционных углов.

Покажем, что при соблюдении условия (1), условия фигур будут удовлетворены. В треугольнике АСК имеем следующие условия дирекционных углов:

$$\alpha_{СК} - \alpha_{КС} \pm 180 = 0; \alpha_{АС} - \alpha_{СА} \pm 180 = 0; \alpha_{КА} - \alpha_{АК} \pm 180 = 0. (3)$$

В то же время условие фигуры этого треугольника запишется в виде

$$[\alpha_{СК} - \alpha_{СА}] + [\alpha_{АС} - \alpha_{АК}] + [\alpha_{КА} - \alpha_{КС}] - 180 = 0. (4)$$

Нетрудно показать, что выражение (4) является суммой уравнений (3). Следовательно, при уравнивании сети по дирекционным углам условия фигур удовлетворяются автоматически.

Полюсное условное уравнение имеет обычный вид

$$\begin{aligned} & + \Delta_1 [(\alpha_{BA}) - (\alpha_{BD})] + \Delta_3 [(\alpha_{DA}) - (\alpha_{DK})] + \dots \\ & + \Delta_9 [(\alpha_{LA}) - (\alpha_{LB})] - \Delta_2 [(\alpha_{DB}) - (\alpha_{DA})] - \\ & - \Delta_4 [(\alpha_{KD}) - (\alpha_{KA})] - \dots - \Delta_{10} [(\alpha_{BL}) - (\alpha_{BA})] + w = 0, (5) \end{aligned}$$

где  $\Delta$  — изменение логарифма синуса угла при изменении угла на  $1''$ ;

$$\begin{aligned} w = & \lg \sin [\alpha'_{BA} - \alpha'_{BD}] + \lg \sin [\alpha'_{DA} - \alpha'_{DK}] + \dots \\ & + \lg \sin [\alpha'_{LA} - \alpha'_{LB}] - \lg \sin [\alpha'_{DB} - \alpha'_{DA}] - \\ & - \lg \sin [\alpha'_{KD} - \alpha'_{KA}] - \dots - \lg \sin [\alpha'_{BL} - \alpha'_{BA}] \end{aligned}$$

— свободный член.

Всего в данной сети десять условных уравнений дирекционных углов и одно полюсное. Из решения системы условных уравнений по методу наименьших квадратов получены поправки дирекционных углов (табл. 1). Кроме того, эта же сеть уравнивалась по направлениям и получены поправки  $V'$  (табл. 1). Здесь уместно отметить, что точность измерения дирекционных углов ( $m_\alpha = \pm 4,3''$ ) по результатам уравнивания согласуется с точностью гироскопических определений ( $m_A = \pm 5''$ ), полученной из сравнения с астрономическими наблюдениями [1].

При сопоставлении результатов уравнивания дирекционных углов и направлений обращает на себя внимание значительное различие в точности измеренных величин. Это объясняется тем, что измеренные дирекционные углы кроме погрешностей направлений отягощены погрешностями гироскопического ориентирования. Считая эти погрешности постоянными на каждом пункте и меняющимися от пункта к пункту случайным образом, определяем их как дополнительные неизвестные из урав-



Значение поправок дирекционных углов и направлений

| Направление | V      | V'     | Направление | V      | V'     | Направление | V      | V'     |
|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------------|--------|--------|
| CK          | +0,18" | -2,02" | BA          | +1,36" | +0,49" | AK          | -1,00" | +0,85" |
| CA          | +1,69  | +0,29  | BD          | -0,68  | +1,12  | AC          | -2,21  | -0,17  |
| CL          | +4,12  | +1,73  | DB          | +3,32  | -1,74  | AL          | -2,21  | -0,18  |
| LC          | -2,47  | -2,12  | DA          | +4,94  | +0,79  | KC          | +1,58  | +1,60  |
| LA          | -0,51  | +0,83  | DK          | +6,48  | +0,95  | KA          | -1,00  | -0,37  |
| LB          | +0,67  | +1,29  | AB          | -2,84  | -0,13  | KD          | -5,32  | -1,23  |
| BL          | +0,67  | -1,61  | AD          | -6,76  | -0,36  |             |        |        |

Примечание. Средняя квадратическая погрешность измерения дирекционного угла  $m_{\alpha} = \pm 4,30''$ ; средняя квадратическая погрешность измерения направления  $m_{N'} = \pm 2,15''$ .

нивания. Для этого представим поправку дирекционного угла следующим образом:

$$(\alpha_{ij}) = V''_{ij} + \delta_i, \quad (6)$$

где  $V''_{ij}$  — поправка в направление  $ij$ ;  $\delta_i$  — поправка гироскопического ориентирования на пункте  $i$ .

Таблица 2

Значения поправок  $V''$  направлений и поправок  $\delta$  гироскопического ориентирования

| Пункт | Направление | V''    | $\delta$ | Пункт | Направление | V''    | $\delta$ |
|-------|-------------|--------|----------|-------|-------------|--------|----------|
| C     | CK          | -1,82" | +0,71"   | D     | DB          | -0,25" | +4,69"   |
|       | CA          | +0,25  |          |       | DA          | +2,15  |          |
|       | CL          | +2,28  |          |       | DK          | +2,79  |          |
| L     | LC          | -2,27  | -1,34    | K     | KC          | +1,83  | -1,54    |
|       | LA          | +0,17  |          |       | KA          | -0,58  |          |
|       | LB          | +0,76  |          |       | KD          | -2,78  |          |
| B     | BL          | -0,75  | +0,17    | A     | AB          | -0,67  | -2,69    |
|       | BA          | +0,66  |          |       | AD          | -2,16  |          |
|       | BD          | +0,27  |          |       | AK          | +0,57  |          |
|       |             |        |          |       | AC          | -0,25  |          |
|       |             |        | AL       | -0,18 |             |        |          |

Примечание. Средняя квадратическая погрешность измерения направления  $m_{N''} = \pm 2,02''$ ; средняя квадратическая погрешность гироскопического ориентирования на пункте  $m_G = \pm 2,60''$ .

Тогда условное уравнение дирекционных углов запишем в виде

$$V''_{ij} + \delta_i - V''_{ij} - \delta_j + \omega = 0. \quad (7)$$

Полюсное условие останется без изменений. В табл. 2 приведены значения поправок  $\delta$  гироскопического ориентирования и поправок направлений  $V''$ .

Незначительное расхождение средних квадратических погрешностей  $m_{N'}$  и  $m_{N''}$  измерения направления подтверждает правомерность выделения постоянной погрешности гироскопического ориентирования на пункте.

Список литературы: 1. Сидорик Р. С., Русин М. И. О точности определения астрономического азимута гиротеодолитом ГИ-Б2. — «Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка», 1973, № 1. 2. Найденов Х. Р. По вопросу замядриването на гиротеодолита *Gi—B2* в геодезическата практика. — «Сб. научн. докл. и сообщ. НИИ геод. и картогр. Юбилейна научна сесия», София, 1970.

Работа поступила 24 мая 1977 года. Рекомендована кафедрой геодезии Львовского политехнического института.