

УДК 528

Дегтярьова Л.В, Костецька Я.М.

НУ “Львівська політехніка”, кафедра інженерної геодезії і кадастру

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГ СТОРІН ПРИ ВРІВНОВАЖЕННІ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

© Дегтярьова Л.В., Костецька Я.М., 2000

Выведена формула зависимости между допустимой ошибкой веса стороны и диапазоном значений длин сторон, которые можно считать равноточными. Определены такие диапазоны длин сторон, измеренные разными приборами при допустимой ошибке веса сторон 20 %.

The dependence of weight admissible error of side and side magnitude. Both factors is an equal precision. The magnitude of sides have been measured of equal instrumen, while admissible accuracy of weight error is 20 %.

Врівноважуючи мережі полігонометрії та трилатерації, враховують ваги виміряних сторін. Точність сторін, виміряних світловіддалемірами та електронними тахеометрами, залежить від їх довжин. Загальноприйнято вважати, що середня квадратична помилка (СКП) виміряної цими приладами сторони є лінійною функцією від довжини сторони, тобто

$$m = a + b \cdot S \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

де m – середня квадратична помилка виміряної сторони завдовжки S ; a і b – коефіцієнти, які подаються у паспорті кожного віддалеміра або тахеометра.

Під час врівноваження найчастіше обчислюють середню квадратичну помилку сторони, яка має середню довжину для всієї мережі, і за нею обчислюють вагу, яку присвоюють всім сторонам. Це забезпечує достатньо точне визначення ваги тільки тоді, коли сторони мереж мають майже однакову довжину.

Встановимо діапазон значень довжин сторін, виміряних електронними віддалемірами, які можна вважати рівноточними.

Вагу виміряної сторони визначають за формулою [1]

$$P = C/m^2, \quad (2)$$

де C – константа, яка дорівнює квадрату середньоквадратичної помилки одиниці ваги. Поставимо вимогу, щоб ваги сторін визначались з помилкою, не більшою, ніж 20 %, тобто з відносною помилкою [2]

$$\Delta_P/P = 0,2. \quad (3)$$

Зважаючи на цю вимогу, отримаємо граничну помилку Δm СКП сторони, яка відповідає такій точності визначення ваги.

На основі формули (2) запишемо для середньоквадратичної помилки ваги

$$m_P = 2 \cdot C \cdot m \cdot m_m,$$

де m_m – середньоквадратична помилка середньоквадратичної помилки довжини сторони.

Перейдемо до граничних помилок ваги сторони:

$$\Delta_P = 2 \cdot C \cdot m \cdot \Delta_m.$$

Тоді відносна помилка ваги

$$\Delta_P / P = 2 \cdot \Delta_m / m.$$

Прирівнявши праву частину цього рівняння і (3), матимемо

$$\Delta_m / m = 0,1. \quad (4)$$

Отже, для виконання умови (3) необхідно, щоб відносна помилка СКП сторони не перевищувала 1/10.

Таблиця 1

**Діапазони довжин сторін, виміряних світловіддалеміром СТ5,
які можна вважати рівноточними
СКП сторін $m = 10_{мм} + 5 \cdot S \cdot 10^{-6}$, радіус дії віддалеміра 5 км**

$S, м$	$m, мм$	$(S - \Delta S), м$	$(S + \Delta S), мм$
200	11,0	000	420
500	12,5	250	750
1000	15,0	700	1300
1500	17,5	1150	1850
2000	20,0	1600	2400
2500	22,5	2050	2950
3000	25,0	2500	3000
3500	27,5	2950	4050
4000	30,0	3400	4600
4500	32,5	3850	5150

Таблиця 2

**Діапазони довжин сторін, виміряних світловіддалеміром Гранат,
які можна вважати рівноточними
СКП сторін $m = 4_{мм} + 1 \cdot S \cdot 10^{-6}$, радіус дії віддалеміра 20 км**

$S, м$	$m, мм$	$(S - \Delta S), м$	$(S + \Delta S), мм$
500	4,5	50	950
1000	5,0	500	1500
2000	6,0	1400	2600
3000	7,0	2300	3700
4000	8,0	3200	4800
5000	9,0	4100	5900
6000	10,0	5000	7000
7000	11,0	5900	8100
8000	12,0	6800	9200
9000	13,0	7700	10300
10000	14,0	8600	11400
12000	16,0	10400	13600
14000	18,0	12200	15800
16000	20,0	14000	18000
18000	22,0	15800	20200

Із (1) випливає, що гранична помилка СКП довжини сторони

$$\Delta m = b \cdot \Delta S \cdot 10^{-6},$$

де ΔS – зміна довжини сторони, яка викличе граничну помилку її СКП. Підставивши це значення граничної помилки в (4), маємо

$$b \cdot \Delta S \cdot 10^{-6} / m = 0,1.$$

Тепер визначимо граничне відхилення ΔS від довжини сторони S , СКП якої дорівнює m , при якому вага сторін відрізняється між собою не більше ніж на 20 %.

$$\Delta S = (m/b) \cdot 10^5 (\text{мм}) = (m/b) \cdot 10^2 (\text{м}). \quad (5)$$

За цією формулою ΔS отримаємо в тих самих одиницях, що і СКП m .

Таблиця 3

**Діапазони довжин сторін, вимірюваних тахеометром ТС400,
які можна вважати рівноточними
СКП сторін $m = 3_{\text{мм}} + 3 \cdot S \cdot 10^{-6}$, радіус дії віддалеміра 2 км**

$S, \text{м}$	$m, \text{мм}$	$(S - \Delta S), \text{м}$	$(S + \Delta S), \text{мм}$
200	3,6	80	320
400	4,2	260	540
600	4,8	440	760
800	5,4	620	980
1000	6,0	800	1200
1200	6,6	980	1420
1400	7,2	1160	1640
1600	7,8	1340	1860
1800	8,4	1520	2080

Таблиця 4

**Діапазони довжин сторін, вимірюваних тахеометром ТС800,
які можна вважати рівноточними
СКП сторін $m = 2_{\text{мм}} + 2 \cdot S \cdot 10^{-6}$, радіус дії віддалеміра 5 км**

$S, \text{м}$	$m, \text{мм}$	$(S - \Delta S), \text{м}$	$(S + \Delta S), \text{мм}$
200	2,4	80	320
400	2,8	260	540
600	3,2	440	760
800	3,6	620	980
1000	4,0	800	1200
1500	5,0	1250	1750
2000	6,0	1700	2300
2500	7,0	2150	2850
3000	8,0	2600	3400
3500	9,0	3050	3950
4000	10,0	3500	4500
4500	11,0	3950	5050

Отже, для всіх сторін, довжини яких знаходяться в діапазоні $\{(S - \Delta S), (S + \Delta S)\}$, можна при врівноваженні приймати вагу, яка дорівнює $P = C/m^2$, де m – СКП сторони завдовжки S . При цьому помилка ваги не перевищуватиме 20 %.

Для прикладу визначимо діапазони довжин сторін, виміряних віддалемірами СТ5 (Блєск) і Гранат та тахеометрами ТС 400 і ТС 800. Обчислені значення діапазонів довжин зведені в таблицях.

Під час врівноваження геодезичних мереж потрібно вибрати найдовшу і найкоротшу з виміряних сторін. Якщо сторони вимірювались одним із розглянутих вище приладів, за допомогою відповідної таблиці можна за довжинами згрупувати сторони і для кожної з груп за середньою довжиною її сторони обчислити СКП і вагу. Отримані ваги груп сторін потрібно враховувати при врівноваженні мережі.

1. Большаков В.Д. Маркузе Ю.И. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений. М., 1984. 2. Зайцев А.К. Трилатерация. М., 1989.