

ности измерения сторон сетей радиодальномерами. Астрономические определения необходимо делать на 2—3 связующих сторонах на каждом краю сети, а если в одном ряду сети много треугольников, то дирекционные углы необходимо определять также в середине сети на связующих сторонах, по два-три через каждые 10 треугольников.

**Список литературы:** 1. Бронштейн Г. С. К вопросу об оценке точности ряда трилатерации. — Инж.-строит. изыскания. М.: Стройиздат, 1974, № 1 (34). 2. Костецкая Я. М. Учет исходных дирекционных углов при оценке точности сетей трилатерации. — Труды конференции «50 лет ленинского декрета об учреждении ВГУ». Изд-во Львов. ун-та, 1970. 3. Костецкая Я. М. О влиянии твердых дирекционных углов сторон ряда трилатерации на точность положения пунктов. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1977, вып. 25. 4. Костецкая Я. М. К вопросу оценки точности сплошных сетей трилатерации. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1967, вып. 6.

Статья поступила в редакцию 29.01.81

УДК 528.33.35

В. В. ЛОЗИНСКИЙ

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДВОЙНОГО ЛИНЕЙНО-УГЛОВОГО СВОБОДНОГО РЯДА

Известно, что в последнее время создание специальных сетей на гидротехнических сооружениях, крупных промышленных площадках, геодинамических полигонах и т. д. выполняется не только методом триангуляции, но и методами трилатерации и линейно-угловой триангуляции.

В статьях [1—4] предложены формулы для определения обратных весов уравненных элементов свободного ряда из центральных систем (или сдвоенного ряда из равносторонних треугольников) со всеми измеренными сторонами и углами.

Цель этой работы — получить формулы для подсчета обратных весов дирекционного угла конечной стороны, длины и направления диагонали свободного ряда из центральных систем с измеренными углами и связующими сторонами  $b_i, b'_i$  (см. рисунок), а также изучить распределение погрешностей в сдвоенных линейно-угловых рядах с различным сочетанием измеренных сторон.

При уравнивании такого ряда по методу условных измерений возникает  $4N+2$  условных уравнений виду

$$(3i-2) + (3i-1) + (3i) + w_{\phi} = 0; \quad (1)$$

одно условное уравнение сторон

$$\delta(2) - \delta(3) - \delta(2') + \delta(3') + \left( \frac{b_1}{b_1} \right) - \left( \frac{b'_1}{b'_1} \right) + w_a = 0; \quad (2)$$

$N$  условных уравнений сторон, при нечетных  $i$  ( $3 \leq i \leq n$ )

$$-\delta(3i-2) + \delta(3i-1) + \delta(3i-2') - \delta(3i-1') + \left( \frac{(b_{i-1})}{b_{i-1}} \right) - \left( \frac{(b'_{i-1})}{b'_{i-1}} \right) + w_a = 0; \quad (3)$$

$4N+2$  условных уравнений сторон

$$-\delta(3i-2) + \delta(3i) + \left( \frac{(b_{i-1})}{(b_{i-1})} \right) - \left( \frac{(b_i)}{b_i} \right) + w_b = 0. \quad (4)$$

$N$  условных уравнений горизонтов:

$$(3i-2) + (3i-1) + (3i) + (3i)' + (3i-1)' + (3i-2)' + w_c = 0, \quad (5)$$

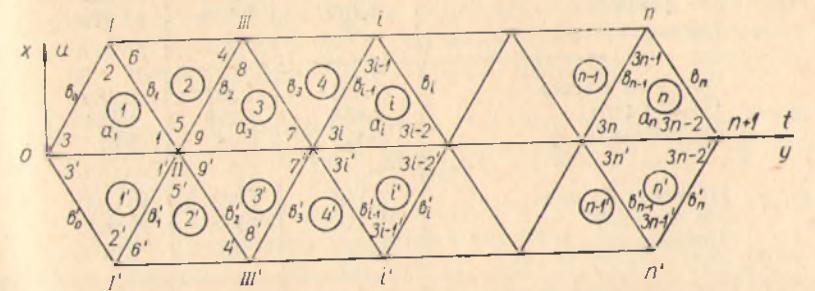


Схема линейно-углового ряда из центральных систем.

где  $N$  — число центральных систем в ряду;  $i$  — порядковый номер треугольника в верхнем ряду;  $(3i)$ ,  $(b_i)$  — вероятнейшие поправки к углам и связующим сторонам;  $\delta = 1/\sqrt{3}$ ;  $w$  — свободные члены условных уравнений.

Весовые функции записывались в таком же виде, как и в работах [1—4].

Так как вывод формул для определения обратных весов дирекционных углов связующих сторон, продольного и поперечного сдвигов указанного ряда выполнялся по методу, изложенному в работах [1—3], с использованием принятых там обозначений, то окончательные выражения для обратных весов запишем без вывода

1) дирекционных углов

$$\frac{1}{P_a} = 0,4994 N + 0,6594; \quad (6)$$

2) продольного сдвига

$$\frac{1}{P_t} = (0,375 N + 0,530) S^2, \quad (7)$$

3) поперечного сдвига

$$\frac{1}{P_u} = (0,1669 N^3 + 0,5765 N^2 + 0,6649 N + 0,5174) S^2, \quad (8)$$

где  $S$  — длина стороны треугольника.

В таблице приведены значения обратных весов перечисленных элементов, вычисленные по формулам (6—8) и полученные из решения нормальных уравнений по схеме Гаусса для различного числа центральных систем в ряде.

Значения обратных весов

Действие	Дирекционный угол	Сдвиги	
		продольный	поперечный
По схеме Гаусса	1,159	0,905	1,926
По формуле	1,159	0,905	1,926
Погрешность, %	0	0	0
По схеме Гаусса	1,665	1,281	5,489
По формуле	1,658	1,280	5,488
Погрешность, %	0,42	0,08	0,02
По схеме Гаусса	2,159	1,655	12,208
По формуле	2,158	1,655	12,207
Погрешность, %	0,05	0	0,01
По схеме Гаусса	2,657	2,029	23,084
По формуле	2,657	2,030	23,083
Погрешность, %	0	0,05	0,04
По схеме Гаусса	3,156	2,404	39,116
По формуле	3,156	2,405	39,117
Погрешность, %	0	0,04	0,002
По схеме Гаусса	3,656	2,779	61,305
По формуле	3,656	2,780	61,311
Погрешность, %	0	0,04	0,01

Если в указанном линейно-угловом ряде измерить еще дополнительно диагональ  $0, n+1$ , то формулы для обратных весов будут иметь вид:

1) для дирекционных углов связующих сторон

$$\frac{1}{P_a} = 0,4963 N + 0,6183; \quad (9)$$

2) для длины диагонали ряда

$$\frac{1}{P_t} = (0,2723 N + 0,3506) S^2; \quad (10)$$

3) для направления диагонали ряда

$$\frac{1}{P_u} = (0,1666 N^3 + 0,5525 N^2 + 0,604 N + 0,4999) S^2. \quad (11)$$

В результате исследований были получены формулы для оценки точности таких линейно-угловых построений:

- 1) ряда с измеренными всеми сторонами и углами [1—3];
- 2) ряда с измеренными всеми углами, связующими сторонами и диагональю (9—11);
- 3) ряда с измеренными всеми углами и связующими сторонами (6—8).

Выполнив проверку и анализ приведенных формул для предвычисления точности уравненных элементов вышеуказанных линейно-угловых рядов можно сделать следующие выводы:

1. В свободных рядах для второго и третьего построений погрешности дирекционного угла конечной связующей стороны ряда практически одинаковы и увеличиваются по сравнению с такими же погрешностями для первого построения примерно в 1,5—2 раза;

2. Для второго и третьего варианта рядов поперечный сдвиг также практически одинаков и выше от поперечного сдвига для первого построения почти на 20—50%;

3. Продольный сдвиг для третьего построения наибольший по сравнению с двумя первыми построениями;

4. Если основным условием построения геодезического обоснования служит минимальный разброс значений продольного и поперечного сдвигов этой точки, то геодезическую сеть необходимо строить с измерением всех сторон и углов, а если не считать продольный сдвиг за существенный фактор, то в сети можно измерять лишь связующие стороны и все углы;

5. Приведенные формулы можно считать строгими, так как они позволяют вычислять обратные веса функций уравненных элементов ряда из центральных систем с погрешностью, не превышающей 0,5%, а поэтому рекомендуются для предварительной оценки рассматриваемых построений.

**Список литературы:** 1. Лозинский В. В. Ошибка дирекционного угла связующих сторон рядов из центральных систем линейно-угловой триангуляции. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1979, вып. 29. 2. Лозинский В. В. Продольный сдвиг линейно-углового ряда из центральных систем. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1979, вып. 29. 3. Лозинский В. В. Поперечный сдвиг линейно-углового ряда из центральных систем. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1979, вып. 30. 4. Мостомин И. Ф. Предвычисление точности рядов из центральных систем линейно-угловой триангуляции. — Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1976, вып. 24.

Статья поступила в редакцию 23.12.80