

Результаты аппроксимации при различных p

p	Модель											
	SAO-5				SAO-6				GEM-10 B			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1,0	37	298,341	6378135,0	30,66	6	298,260	6378137,0	30,34	11	298,244	6378136,9	30,45
1,2	18	" 285	136,5	30,62	8	" 256	" 137,3	30,34	15	" 244	" 137,1	30,45
1,8	3	" 257	137,1	30,61	4	" 254	" 137,2	30,34	4	" 252	" 137,2	30,44
2,0	1	" 257	137,0	30,61	1	" 258	" 137,0	30,34	1	" 257	" 137,0	30,44
3,0	2	" 290	135,7	30,62	2	" 293	" 135,5	30,36	2	" 300	" 135,3	30,46
10,0	4	" 522	127,6	31,28	4	" 506	" 126,9	31,08	4	" 483	" 127,1	31,15
60,0	11	" 810	123,8	32,80	12	" 761	" 122,4	32,29	11	" 635	" 123,2	31,85
100,0	16	" 836	123,8	33,00	18	" 785	" 122,3	32,43	17	" 652	" 123,1	31,90
200,0	251	" 854	123,8	33,11	154	" 804	" 122,3	32,54	41	" 665	" 123,0	31,94
(5)∞	—	297,988	124,2	36,60	—	297,913	" 122,8	38,49	—	" 103	" 123,4	35,17

1 — число итераций ИМНК;

2 — знаменатель сжатия α ;

3 — большая полуось a ;

4 — среднеквадратическое отклонение геоида от эллипсоида;

5 — решение при $p \rightarrow \infty$ получено методами линейного программирования [3].

наиболее устойчивые результаты определения параметров ОЗЭ получены также при $p=2$: значение большой полуоси двухосного эллипсоида оказалось равным 6378137 м (отличие для разных моделей геопотенциала в пределах 1 м), а знаменатель сжатия — 298,257 (с различием в пределах 0,001), что полностью совпадает со значениями, рекомендованными МГТС в 1979 году.

Варианты счета, выполненные при $p \leq 600$, показали, что соответствующие значения a возрастают до максимального, равного 6378137,1 при $p=1,8$, а затем убывают; значение $1 : \alpha$ увеличивается до 299 при $p \approx 600$, затем уменьшается. В предельном случае $p = \infty$, $a = 6378123$, $\alpha = 1 : 298,0$.

Использование обобщенных методов оценивания открывает реальные возможности дальнейшего уточнения обсуждаемых параметров эллипсоида, что в первую очередь обуславливает необходимость установления по результатам измерительной информации оптимального значения p .

Список литературы: 1. Демиденко Е. З. Линейная и нелинейная регрессия. — М.: Финансы и статистика, 1981. 2. Закасов П. С. Курс высшей геодезии. — М.: Недра, 1976. 3. Зуховицкий С. И., Авдеева Л. И. Линейное и выпуклое программирование. — М.: Наука, 1964. 4. Мещеряков Г. А. О сферонде Клеро, обобщающем поверхность Марса. — В кн.: Картографирование Луны и Марса. М.: Недра, 1978. 5. Мудров В. И., Кушко В. Л. Методы обработки измерений. — М.: Сов. радио, 1976. 6. Скрыль В. А. О применении метода чебышевского приближения для уравнивательных вычислений. — В сб.: Проблемы математической обработки геодезических сетей. Новосибирск, 1979. 7. Kadař R. Rozwinięcie koncepcji niestandardowej metody estymacji, Geod. i kartogr., 1980, 29, N 3—4.

Статья поступила в редколлегию 25.03.82

УДК 528.11

И. И. МОНИН

К ОЦЕНИВАНИЮ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В практике геодезических работ для оценки надежности построения геодезических сетей применяют оценку точности наиболее ненадежного элемента. При обработке геодезических сетей коррелятным методом чаще всего оценивают дирекционный угол наиболее слабой стороны сети или ее длину. Если же сеть обрабатывают параметрическим методом, то оценке подвергают координаты точки, наиболее удаленной от жестких пунктов. В учебниках [1, 4] приводятся формулы, необходимые для оценки точности.

В настоящее время в связи с широким применением ЭВМ алгоритмы обработки и уравнивания записываются в матричной форме, так как это удобно для машинного счета и, кроме того, значительно сокращает изложение.

В книгах [2, 3] приведены формулы для оценки элементов в матричной записи. Выводы этих формул сложны и трудны для изучения. В учебнике [4] дан вывод формулы для определения

веса уравненных элементов триангуляции коррелятным методом в матричной форме. Вывод аналогичной формулы в параметрическом методе очень сложен и не всегда применим.

В настоящей статье изложен простой и общий вывод формул для оценки точности любых сетей с помощью матриц и приведены простейшие примеры вычислений. Идея вывода заключается в определении зависимости между истинной ошибкой функции уравненных величин и истинной ошибкой измеряемых величин.

Пусть L' , L_0 и l — истинное, вероятное и измеренное значения измеряемой в геодезической сети величины. Тогда $L' - l = \Delta$ — истинная ошибка, $L_0 - l = v$ — поправка, полученная из уравнения. Истинная ошибка уравненной функции определяется так:

$$\Delta_F = F(L') - F(L_0),$$

$$\text{или } \Delta_F = F(l + \Delta) - F(l + v) = F(l) + \sum_1^n \frac{\partial F}{\partial l} \Delta + \dots - \\ - F(l) - \sum_1^n \frac{\partial F}{\partial l} v - \dots \approx \sum_1^n \frac{\partial F}{\partial l} (\Delta - v), \quad \frac{\partial F}{\partial l} = f.$$

В матричной записи эта формула примет вид:

$$\Delta_F = f^T (\Delta - V), \quad (1)$$

где

$$f^T = (f_1 f_2 \dots f_n), \quad \Delta = \begin{bmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \vdots \\ \Delta_n \end{bmatrix}, \quad V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}.$$

В параметрическом методе поправки V равны:

$$V = -A(A^T A)^{-1} A^T L + L,$$

где A — матрица коэффициентов уравнений поправок

$$AX + L = V,$$

L — матрица-столбец свободных членов, X — матрица-столбец поправок в координаты определяемых пунктов.

Если использовать истинные поправки, то уравнение поправок будет

$$A\Delta_x + L = \Delta \text{ или } \Delta - A\Delta_x = L.$$

Подставив эти выражения в (1), получим

$$\Delta_F = f^T \{ \Delta + A(A^T A)^{-1} A^T (\Delta - A\Delta_x) - \Delta + A\Delta_x \} = f^T \{ A(A^T A)^{-1} A^T \} \Delta.$$

Так как $\Delta_F^2 = \frac{1}{P_F} \Delta^2$, где P_F — вес функции, легко получить

$$\frac{1}{P_F} = f^T A(A^T A)^{-1} A^T f. \quad (2)$$

В коррелятном методе поправки V определяются по формулам:

$$V = A^T K, \quad K = -(AA^T)^{-1} W;$$

$$V = -A^T (AA^T)^{-1} W,$$

где A — матрица коэффициентов условных уравнений (другая, чем в параметрическом методе) $AV + W = 0$, W — матрица-столбец свободных членов, K — матрица-столбец коррелят, A^T — транспонированная матрица, AA^T — матрица нормальных уравнений, $(AA^T)^{-1}$ — обратная матрица.

Выразим W через Δ . Для этого в точные условные уравнения подставим $L' = l + \Delta$ и, разложив их в ряд, получим:

$$A\Delta + W = 0, \quad W = -A\Delta;$$

$$V = A^T (AA^T)^{-1} A\Delta,$$

а подставляя это в (1), найдем

$$\Delta_F = f^T \{ I - A^T (AA^T)^{-1} A \} \Delta.$$

Поступая так же, как и раньше,

$$\frac{1}{P_F} = f^T \{ I - A^T (AA^T)^{-1} A \} \{ I - A^T (AA^T)^{-1} A \} f = \\ = f^T \{ I - 2A^T (AA^T)^{-1} A + A^T (AA^T)^{-1} AA^T (AA^T)^{-1} A \} f = \\ = f^T \{ I - A^T (AA^T)^{-1} A \} f,$$

получим

$$\frac{1}{P_F} = f^T \{ I - A^T (AA^T)^{-1} A \} f. \quad (3)$$

Таким образом, формулы (2) и (3) позволяют вычислять обратный вес любой функции уравненных величин в параметрическом и коррелятном методах уравнивания геодезических сетей. Формула (3) совпадает с аналогичной формулой, полученной С. Г. Могильным [4]. А формула (2) отличается от соответствующей формулы С. Г. Могильного: она общая и получена значительно проще.

Проиллюстрируем применение формул (2) и (3) на простейших примерах.

Рассмотрим сеть на рисунке. 1. Пусть все углы приблизительно равны между собой и равны 30° ; $c_{34} = c_{14} = c_{13} \approx 1$, $c_{12} = c_{42} = c_{32} = \frac{1}{\sqrt{3}}$. Оценим углы и стороны, уравнивая сеть параметрическим

и коррелятным методами. Для примера вычисления будем производить для угла 3 и стороны c_3 .

Уравнения поправок в параметрическом методе:

$$v_1 = -a_{42} \xi_2 - b_{42} \eta_2 + l_1,$$

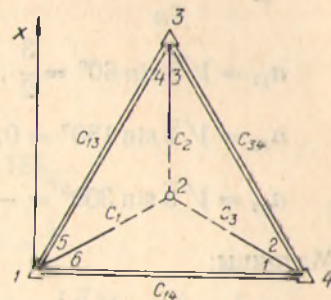


Рис. 1. Схема к примеру 1.

$$\begin{aligned}v_2 &= a_{42}\xi_2 + b_{42}\eta_2 + l_2, \\v_3 &= -a_{32}\xi_2 - b_{32}\eta_2 + l_3, \\v_4 &= a_{32}\xi_2 + b_{32}\eta_2 + l_4, \\v_5 &= -a_{12}\xi_2 - b_{12}\eta_2 + l_5, \\v_6 &= a_{12}\xi_2 + b_{12}\eta_2 + l_6.\end{aligned}$$

$$a_{ik} = \frac{\sin A_{ik}}{c_{ik}},$$

$$b_{ik} = -\frac{\cos A_{ik}}{c_{ik}},$$

$$a_{12} = \sqrt{3} \sin 60^\circ = \frac{3}{2},$$

$$b_{12} = -\sqrt{3} \cos 60^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2},$$

$$a_{32} = \sqrt{3} \sin 180^\circ = 0,$$

$$b_{32} = -\sqrt{3} \cos 180^\circ = \sqrt{3},$$

$$a_{42} = \sqrt{3} \sin 300^\circ = -\frac{3}{2},$$

$$b_{42} = -\sqrt{3} \cos 300^\circ = -\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Матрицы:

$$A = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 3 & \sqrt{3} \\ -3 & -\sqrt{3} \\ 0 & -2\sqrt{3} \\ 0 & 2\sqrt{3} \\ -3 & \sqrt{3} \\ 3 & -\sqrt{3} \end{pmatrix}, \quad A^T = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 3 & -3 & 0 & 0 & -3 & 3 \\ \sqrt{3} & -\sqrt{3} & -2\sqrt{3} & 2\sqrt{3} & \sqrt{3} & -\sqrt{3} \end{pmatrix},$$

$$A^T A = \begin{pmatrix} 90 \\ 09 \end{pmatrix}, \quad (A^T A)^{-1} = \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{9} E.$$

Весовые функции для углов:

$$dF_1 = (1) \quad dF_4 = (4)$$

$$dF_2 = (2) \quad dF_5 = (5)$$

$$dF_3 = (3) \quad dF_6 = (6)$$

$$f^T = (001000),$$

$$f^T = (001000),$$

$$f^T A = (0 - \sqrt{3}),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} = \frac{1}{9} (0 - \sqrt{3}),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} A^T = +\frac{1}{2} \left(-\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, -\frac{2}{3}, -\frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right),$$

$$\frac{1}{P_3} = f^T A (A^T A)^{-1} A^T f = \frac{1}{3}.$$

Весовые функции для сторон в сети 1:

$$dF_{c_1} = \frac{1}{3} \{2(4) - (5)\},$$

$$dF_{c_1} = \frac{1}{3} \{2(5) - (4)\},$$

$$dF_{c_2} = \frac{1}{3} \{2(4) + 3(6) - (5) - 3(1)\},$$

$$f^T = \frac{1}{3} (-3, 0, 0, 2, -1, 3),$$

$$f^T A = \frac{1}{6} (3, -3\sqrt{3}),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} = \frac{1}{54} (3, -3\sqrt{3}),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} A^T = \frac{1}{108} (0, 0, 8, -18, -18, 18),$$

$$\frac{1}{P_{c_1}} = f^T A (A^T A)^{-1} A^T f = \frac{-36 + 18 + 54}{324} = \frac{1}{9}.$$

Условные уравнения в коррелятном методе:

$$(1) + (2) + W_1 = 0,$$

$$(3) + (4) + W_2 = 0,$$

$$(5) + (6) + W_3 = 0.$$

$$-(1) + (2) - (3) + (4) - (5) + (6) + W_4 = 0.$$

Матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}, \quad A^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad AA^T = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix},$$

$$(AA^T)^{-1} = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$f^T = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0), \quad f^T f = 1$$

$$f^T A^T = (0, 1, 0, -1),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} = \left(0, \frac{1}{2}, 0, -\frac{1}{6}\right), \quad f^T A^T (AA^T)^{-1} A =$$

$$= \frac{1}{6} (1, -1, 4, 2, 1, -1),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} A f = \frac{2}{3}.$$

$$\frac{1}{P_3} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3};$$

$$f^T = \frac{1}{3}(-3, 0, 0, 2, -1, 3), \quad f^T f = \frac{23}{9},$$

$$f^T A^T = \frac{1}{3}(-3, 2, 2, 9),$$

$$f^T A^T (A A^T)^{-1} = \frac{1}{18}(-9, 6, 6, 9);$$

$$f^T A^T (A A^T)^{-1} A = \frac{1}{18}(-18, 0, -3, 15, -3, 15);$$

$$f^T A^T (A A^T)^{-1} A f = \frac{132}{54} = \frac{22}{9};$$

$$\frac{1}{P_3} = \frac{23}{9} - \frac{22}{9} = \frac{1}{9}.$$

Рассмотрим сеть на рис. 2. Пусть все углы примерно равны между собой и равны 45° ; $c_{12}=c_{13}=c_3=c_4 \approx 1$, $c_1=c_2=c_4=c_5 \approx \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Оценим стороны и углы на примере угла 3 и стороны c_3 .
Уравнения поправок в параметрическом методе

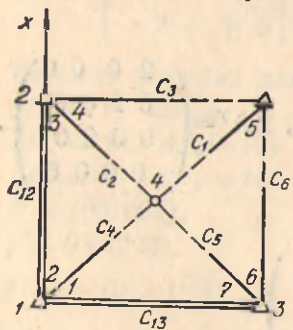


Рис. 2. Схема к примеру 2.

$$a_{14} = \frac{2}{\sqrt{2}} \sin 45^\circ = 1$$

$$a_{24} = \frac{2}{\sqrt{2}} \sin 135^\circ = 1,$$

$$a_{34} = \frac{2}{\sqrt{2}} \sin 315^\circ = -1,$$

$$a_{25} = 1 \cdot \sin 90^\circ = 1,$$

$$v_1 = a_{14}\xi_4 + b_{14}\eta_4 + l_1,$$

$$v_2 = -a_{14}\xi_4 - b_{14}\eta_4 + l_2,$$

$$v_3 = a_{24}\xi_4 + b_{24}\eta_4 + l_3,$$

$$v_4 = -a_{24}\xi_4 - b_{24}\eta_4 + a_{25}\xi_5 + b_{25}\eta_5 + l_4,$$

$$v_5 = -a_{54}\xi_4 - b_{54}\eta_4 + (a_{54} - a_{53})\xi_5 + (b_{54} - b_{53})\eta_5 + l_5,$$

$$v_6 = a_{34}\xi_4 + b_{34}\eta_4 - a_{35}\xi_5 - b_{35}\eta_5 + l_6,$$

$$v_7 = -a_{34}\xi_4 - b_{34}\eta_4 + l_7;$$

$$b_{14} = -\frac{2}{\sqrt{2}} \cos 45^\circ = -1$$

$$b_{24} = -\frac{2}{\sqrt{2}} \cos 135^\circ = 1,$$

$$b_{34} = -\frac{2}{\sqrt{2}} \cos 315^\circ = -1,$$

$$b_{25} = -1 \cdot \cos 90^\circ = 0,$$

$$a_{35} = 1 \cdot \sin 0^\circ = 0,$$

$$a_{54} = \frac{2}{\sqrt{2}} \sin 225^\circ = -1,$$

$$b_{35} = -1 \cdot \cos 0^\circ = -1,$$

$$b_{54} = -\frac{2}{\sqrt{2}} \cos 225^\circ = 1.$$

Матрицы:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 1 \\ -1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad A^T = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A^T A = \begin{pmatrix} 7 & 1 & -2 & -1 \\ 1 & 7 & 0 & -1 \\ -2 & 0 & 2 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (A^T A)^{-1} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 3 & 0 & 3 & 3 \\ 0 & 2 & 0 & 2 \\ 3 & 0 & 9 & 3 \\ 3 & 2 & 3 & 17 \end{pmatrix};$$

$$f^T = (0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0),$$

$$f^T A = (1, 1, 0, 0),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} = \frac{1}{12}(3, 2, 3, 5),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} A^T = \frac{1}{12}(1, -1, 5, -2, -2, 0, 5),$$

$$\frac{1}{P_3} = f^T A (A^T A)^{-1} A^T f = \frac{5}{12}.$$

Весовые функции для сторон в сети 2:

$$dF_{c_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \{(1) - (5) + (6)\},$$

$$dF_{c_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \{(2) - (3) + (7)\},$$

$$dF_{c_3} = (1) - (4) - (5) + (6),$$

$$dF_{c_4} = \frac{1}{\sqrt{2}}(7),$$

$$dF_{c_5} = \frac{1}{\sqrt{2}}(1),$$

$$dF_{c_6} = (1) - (5),$$

$$f^T = (1, 0, 0, -1, -1, 1, 0),$$

$$f^T A = (0, 0, 0, 1),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} = \frac{1}{12} (3, 2, 3, 17),$$

$$f^T A (A^T A)^{-1} A^T = \frac{1}{12} (1, -1, 5, -2, -2, 12, 5),$$

$$\frac{1}{P_{c_3}} f^T A (A^T A)^{-1} A^T f = \frac{17}{12}.$$

Условные уравнения в коррелятном методе:

$$(1) + (2) + W_1 = 0,$$

$$(3) - (7) + W_2 = 0,$$

$$(2) + (4) + (5) + (7) + W_3 = 0.$$

Матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} A^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$AA^T = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \\ 1 & -1 & 4 \end{pmatrix} (AA^T)^{-1} = \frac{1}{12} \begin{pmatrix} 7 & -1 & -2 \\ -1 & 7 & 2 \\ -2 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$f^T = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0), \quad f^T f = 1$$

$$f^T A^T = (0, 1, 0),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} = \frac{1}{12} (-1, 7, 2),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} A = \frac{1}{12} (1, 3, 7, 2, 2, 0, -5),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} A f = \frac{7}{12},$$

$$\frac{1}{P_{c_3}} = 1 - \frac{7}{12} = \frac{5}{12}$$

$$f^T = (1, 0, 0, -1, -1, 1, 0), \quad f^T f = 4,$$

$$f^T A^T = (1, 0, -2),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} = \frac{1}{12} (11, -5, -10),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} A = \frac{1}{12} (11, 1, -5, -10, -10, 0, -5),$$

$$f^T A^T (AA^T)^{-1} A f = \frac{31}{12},$$

$$\frac{1}{P_{c_3}} = 4 - \frac{31}{12} = \frac{17}{12}.$$

Обратные веса всех уравненных элементов в обоих примерах сведены в таблицу.

Отметим, что формула (2) пригодна для оценки любой функции уравненных элементов. Если в ней принять

$$\frac{\partial F}{\partial x} = f_x = \frac{\partial F}{\partial l} A = fA,$$

то получим формулу Могиляного. Последняя удобна при вычислении веса по схеме Гаусса.

Список литературы: 1. Большаков В. Д., Гайдаев П. А. Теория математической обработки геодезических измерений. — М.: Недра, 1977. 2. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. — М.: Госиздат физ.-мат. литературы, 1958. 3. Машимов М. М. Уравнивание геодезических сетей. — М.: Недра, 1979. 4. Папазов М. Г., Могиляный С. Г. Теория ошибок и способ наименьших квадратов. — М.: Недра, 1968.

Статья поступила в редколлегию 25.02.82

УДК 528.024.4

С. А. ОСТРОВСКАЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ НА МАЛЫЕ РАССТОЯНИЯ С УЧЕТОМ РЕФРАКЦИИ МЕТОДОМ РЕФРАКЦИОННОГО БАЗИСА

Тригонометрическое нивелирование является ускоренным методом определения высот точек местности по сравнению с методом геометрического нивелирования. Основной причиной ограниченного применения его, особенно при крупномасштабных съемках, ко-

Обратные веса уравненных углов и сторон

Углы	Сеть 1		Сеть 2	
	Коррелятивный	Параметрический	Коррелятивный	Параметрический
1	1:3	1:3	5:12	5:12
2	1:3	1:3	5:12	5:12
3	1:3	1:3	5:12	5:12
4	1:3	1:3	2:3	2:3
5	1:3	1:3	2:3	2:3
6	1:3	1:3	1	1
7			5:12	5:12
Стороны				
C ₁	1:9	1:9	7:8	7:8
C ₂	1:9	1:9	5:24	5:24
C ₃	1:9	1:9	17:24	17:24
C ₄			5:24	5:24
C ₅			5:24	5:24
C ₆			3:4	3:4