

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 (Блеск) 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.

УДК 528.481

Демус Р.Т.

НУ “Львівська політехніка”, кафедра вищої геодезії та астрономії

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОХИБОК ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ВІД КОНФІГУРАЦІЇ МЕРЕЖІ

© Демус Р.Т., 2000

*В статье на модели определен характер и величины изменения ошибок дилатации в зависимости от конфигурации геодезической сети. Сделан вывод, что при построении плановых геодезических сетей на геодинамических полигонах необходимо, чтобы углы в треугольниках по возможности не превышали  $90^\circ$ .*

*In this article the nature of the value of change of the dilatation mistakes which depends on the configuration of the geodetic network was defined using a model. The conclusion was made that when building a plain geodetic network on the geodynamic grounds the angles in the triangles should be less than  $90^\circ$ .*

Поле векторів переміщень земної поверхні, в якій би локальній системі координат воно не було задане, визначає собою одне і те ж поле деформації. Якщо в межах території, яка вивчається, відбуваються повільні деформації, що призводять до спотворення всієї мережі, то найефективнішими в цьому випадку є методи диференційного опису деформацій, які застосовують в теорії пружності [1]. Таку форму описання деформацій, які визначаються за змінами координат геодезичних пунктів, з кінця 20-х років використовують японські геодезисти. Саме вони ввели її в практику геодезичних робіт. В СРСР її активно пропагував Н.Єсіков. Подальше удосконалення цієї методики у застосуванні до

аналізу горизонтальних деформацій на основі повторних кутових вимірювань в мережах триангуляції зроблено американським геофізиком Ф.Френком. І, нарешті, з єдиних позицій ці методи детально викладені в [1].

Загальний процес деформування земної кори є накладенням деформацій різного масштабу, і питання, – “де взяти рецепт вибору масштабу деформації” [2] – надалі залишається невирішеним. Проте цілком реально зменшити похибки, які при цьому виникають, побудувавши планові мережі на геодинамічних полігонах у вигляді трикутників, максимально наближених до рівносторонніх.

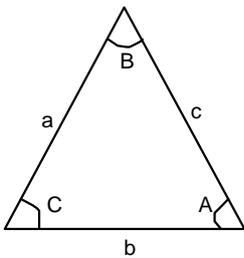
Формула визначення середньоквадратичної похибки дилатації виведена Н.П.Єсіковим у такому вигляді [2]:

$$m_{\Theta}^2 = \frac{m_k^2}{2S_n^2} \sum_1^3 D_i^2, \quad (1)$$

де  $m_k$  – похибка визначення координат (причому  $m_x = m_y = m_k$ ),  $\sum D_i^2$  – сума квадратів сторін вихідного трикутника.

Зі збільшенням довжини сторін між пунктами зростатимуть як значення самих параметрів деформацій, так і їхні похибки, причому характер зміни останніх зберігається. При однаковій площі та точності визначення координат пунктів в міру відхилення форми трикутників від рівносторонніх, похибка дилатації залежатиме тільки від суми квадратів його сторін (див. (1)).

Отримувані параметри горизонтальних деформацій земної поверхні, а також їхні похибки – це безрозмірні величини відносно площі, на відміну від відносної помилки, яка розраховується відносно довжини лінії. Зважаючи на цю обставину, були підраховані значення похибок дилатації для трикутників різної форми, але однакової площі при заданій точності визначення координат пунктів.



Нехай маємо рівносторонній трикутник ABC з довжиною сторін 10000 м. Визначимо, як буде змінюватися значення середньоквадратичної похибки дилатації у нерівносторонньому трикутнику такої ж площі.

Задавши один з кутів та залишивши постійною одну зі сторін трикутника та площу (нехай це буде кут C та сторона  $a=10000$  м), розв'яжемо трикутник:

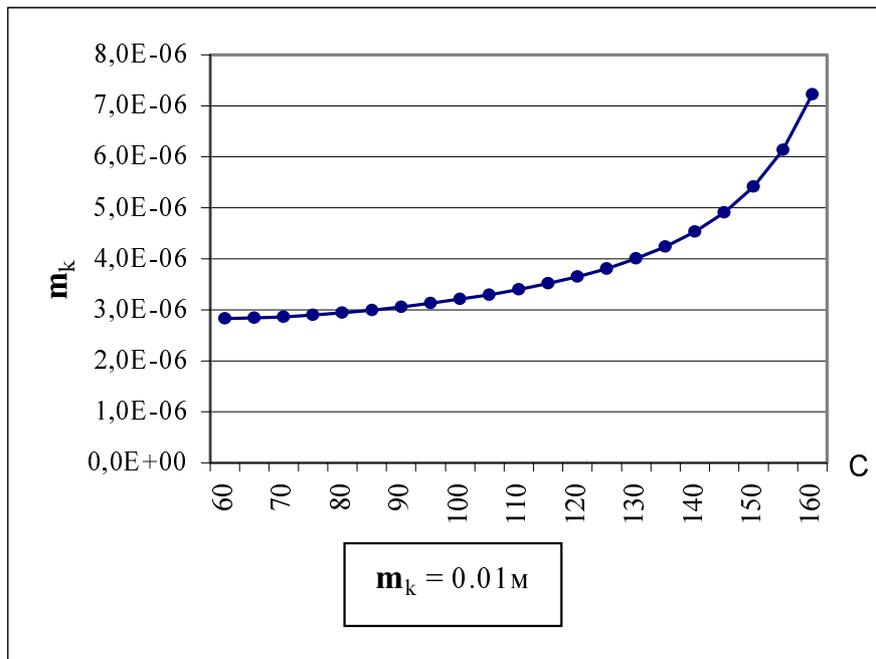
$$\left. \begin{aligned} b &= \frac{2S}{a \sin C}; & c &= \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}; \\ B &= \arccos \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}; & A &= 180 - (B + C). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Збільшуючи кут C, знайдемо інші сторони та кути трикутника, а також величини  $m_{\Theta}$  для заданої точності визначення координат пунктів  $m_k$ . Результати обчислень наведені у таблиці.

З таблиці видно, що зі збільшенням максимального кута у трикутнику при однаковій величині  $m_k$  середньоквадратична похибка дилатації суттєво зростає у трикутниках із тупими кутами. Наведемо графік зміни середньоквадратичної похибки дилатації залежно від розміру найбільшого кута у трикутнику (див. рисунок) однакової площі, якщо похибка визначення координат пунктів  $m_k = 0.01$  мм.

### Визначення похибок дилатації у трикутниках із різними кутами

b, (м)	c, (м)	C°	B°	A°	m <sub>k</sub> , (м)		
					0.005	0.01	0.02
10000.000	10000.000	60	60.0	60.0	1.41E-06	2.83E-06	5.66E-06
9555.533	10513.865	65	55.5	59.5	1.42E-06	2.84E-06	5.67E-06
9216.050	11040.565	70	51.7	58.3	1.43E-06	2.86E-06	5.72E-06
8965.755	11574.740	75	48.4	56.6	1.45E-06	2.90E-06	5.79E-06
8793.852	12115.738	80	45.6	54.4	1.47E-06	2.94E-06	5.88E-06
8693.335	12665.725	85	43.1	51.9	1.50E-06	2.99E-06	5.99E-06
8660.254	13228.757	90	40.9	49.1	1.53E-06	3.06E-06	6.11E-06
8693.335	13810.415	95	38.8	46.2	1.56E-06	3.13E-06	6.25E-06
8793.852	14417.787	100	36.9	43.1	1.60E-06	3.21E-06	6.41E-06
8965.755	15059.712	105	35.1	39.9	1.65E-06	3.30E-06	6.59E-06
9216.050	15747.288	110	33.4	36.6	1.70E-06	3.40E-06	6.80E-06
9555.533	16494.698	115	31.7	33.3	1.76E-06	3.52E-06	7.03E-06
10000.000	17320.508	120	30.0	30.0	1.83E-06	3.65E-06	7.30E-06
10572.218	18249.693	125	28.3	26.7	1.91E-06	3.81E-06	7.62E-06
11305.159	19316.908	130	26.6	23.4	2.00E-06	4.00E-06	8.01E-06
12247.449	20571.949	135	24.9	20.1	2.12E-06	4.24E-06	8.47E-06
13472.964	22089.331	140	23.1	16.9	2.26E-06	4.53E-06	9.06E-06
15098.692	23986.100	145	21.2	13.8	2.45E-06	4.91E-06	9.82E-06
17320.508	26457.513	150	19.1	10.9	2.71E-06	5.42E-06	1.08E-05
20491.907	29855.615	155	16.9	8.1	3.07E-06	6.13E-06	1.23E-05
25320.889	34885.878	160	14.4	5.6	3.61E-06	7.23E-06	1.45E-05



Графік залежності похибок дилатації від максимального кута у трикутнику

Похибки при максимальному куті у трикутнику  $160^{\circ}$  у 2,5 раза більші, ніж у рівносторонньому трикутнику, а вже при  $95^{\circ}$  похибки зростають більше ніж на 10%. За умови рівноточних вимірювань в обидві епохи спостережень похибки відносних зсувів по осях X і Y дорівнюють похибці дилатації, похибка відносного обертання  $m_{\omega} = \frac{m_{\theta}}{2}$ , а похибка головних деформацій  $m_E = \frac{m_{\theta}}{\sqrt{2}}$  [3]. Отже, спотворені геодезичні побудови аналогічно впливатимуть і на значення похибок цих параметрів горизонтальних деформацій земної кори. Отже, враховуючи цю обставину та отримані вище результати, при побудові планових геодезичних мереж на геодинамічних полігонах необхідно, щоб кути в утворених пунктами трикутниках не перевищували  $90^{\circ}$ .

1. Дмитроченков В.Н., Злотин В.В., Остац О.М. Геодезические методы изучения деформаций земной коры на геодинамических полигонах. М., 1985. 2. Есиков Н.П. Тектонофизические аспекты анализа современных движений земной поверхности. Новосибирск, 1979. 3. Демус.Р.Т. Точність визначення параметрів деформацій на геодинамічних полігонах // Наук.-техн. симп. "Геомоніторинг-99", 13-16 листопада 1999р., Моршин. Львів. С.131–136.

УДК 528.286

Денисов О.М.

НУ "Львівська політехніка", кафедра вищої геодезії та астрономії

## ДО ПИТАННЯ ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ ПРОХОДЖЕНЬ ЗІРОК

© Денисов О.М., 2000

*В статье рассмотрены частные вопросы использования методики фотоэлектрической регистрации прохождений звезд при высокоточных определениях координат пунктов и азимутов направлений. На основании проведенных исследований автор рекомендует: а) лично-инструментальную разность при использовании данной методики все же определять; б) все материалы наблюдений проверять на предмет выявления ошибочных моментов наблюдений с использованием разработанной автором методики. В статье приведены полученные автором значения погрешностей моментов наблюдений звезд при использовании указанной методики.*

*In the article are considered a private questions of using a method of photoelectric registrations the passing of stars under high exact determinations the coordinates of points and azimuths of directions. On the grounds of conducting studies an author recommends: a) personally-instrumental difference when using a given method all to define; b) all material of observing to test for the subject of revealing the wrong moments of observing with use by developing author of method. In the article are brought received by the author the value of inaccuracy of moments of observing the stars when using a specified method.*