

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° .

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° .

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.

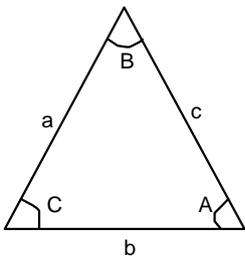
Формула визначення середньоквадратичної похибки дилатації виведена Н.П.Єсіковим у такому вигляді [2]:

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

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:

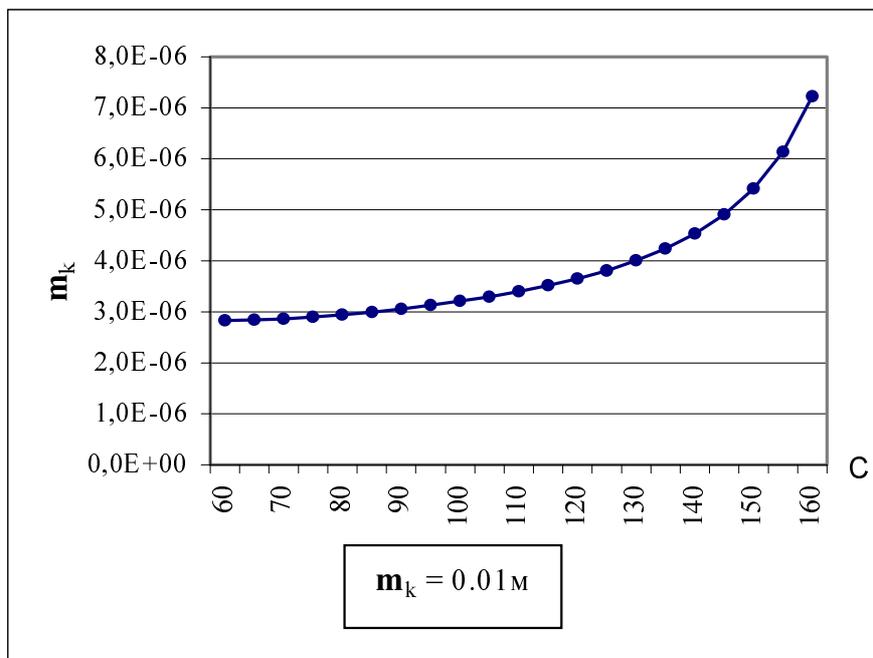
$$\left. \begin{aligned} b &= \frac{2S}{a \sin C}; & c &= \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}; \\ B &= \arccos \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}; & A &= 180 - (B + C). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Збільшуючи кут C, знайдемо інші сторони та кути трикутника, а також величини m_{Θ} 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 _k , (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 160^0 у 2,5 раза більші, ніж у рівносторонньому трикутнику, а вже при 95^0 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 90^0 .

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.