



УДК 528.48

THE METHOD OF HIGH-ACCURE MEASUREMENT OF DIRECTIONS WITH AN ELECTRONIC TACHOMETER
СПОСІБ ВИСОКОТОЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ НАПРЯМІВ ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ

Marushchak M.P. / Марушчак М.П.*c.t.s., as. prof. / к.т.н., доц.**Cherkasy Technological University,**Cherkasy, Shevchenka, 460**Черкаський державний технологічний університет**Черкаси, бул. Шевченка, 460*

Анотація. В роботі приводиться метод високоточного вимірювання напрямів електронним тахеометром. Пропонується відбивач тахеометра обладнати горизонтальним базисом та вимірювати напрями на три точки базису, що дозволить визначити поправки в напрями і таким чином підвищити їх точність.

Ключові слова: спосіб, електронний тахеометр, відбивач, горизонтальний базис, напрями, відстані, вимірювання, бокова рефракція, поправки,

Вступ.

Будівництво АЕС, ГЕС, ТЕЦ, телевізійних веж, радіотелескопів та інших споруд, монтаж технологічного обладнання, вимагають значного підвищення точності геодезичних робіт. Тенденції зростання точності вимірювань будуть зберігатись і в майбутньому. Тому розробка приладів і методів, направлених на підвищення точності вимірювань, є актуальною задачею інженерної геодезії.

На точність вимірювання кутів впливають похибки приладу, його центрування, відлічування по лімбу і зовнішнього середовища. Коливання візорних цілей і бокова рефракція понижують точність вимірювання кутів. Рефракцією називають непрямолінійність поширення світлового променя у неоднорідній за густиною атмосфери. В роботі [1, с.13] приведена емпірична формула для визначення величини бокової рефракції, за якою потрібно попередньо знати вертикальну рефракцію, температуру в окремих точках візорного променя, кути нахилу місцевості на окремих відрізках траси та інші параметри, що непросто виконати в польових умовах. Для зменшення впливу рефракції в [2, с.12] пропонується відбивач обладнати вертикальним базисом і вимірювати зенітні кути на його марки, що дозволяє визначити поправки до зенітних кутів і таким чином підвищити точність тригонометричного нівелювання.

Основний текст.

Впровадження у виробництво електронних тахеометрів вирішило проблему оперативного і точного вимірювання відстаней, що дозволяє розробляти нові високоточні способи вимірювання напрямів. Одним із способів може бути таким.

Якщо відбивач тахеометра обладнати горизонтальним базисом і виміряти напрями γ на три точки базису b та відстань d (рис.1), то можна обчислити поправки в напрями, врахування яких підвищить точність вимірювання.

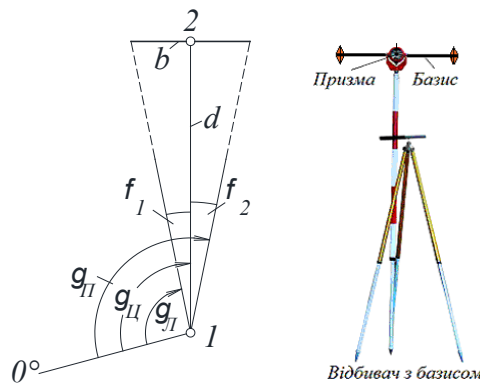


Рис.1. Схема вимірювання напрямів електронним тахеометром

Із рис.1 можна записати:

$$\varphi_1 = \gamma_{\text{Ц}} - \gamma_{\text{Л}}; \varphi_2 = \gamma_{\text{П}} - \gamma_{\text{Ц}}. \quad (1)$$

Невідповідність в обчислених через довжину базису b і виміряних відстаней d буде:

$$W_1 = \frac{1}{2} b c \operatorname{tg} \varphi_1 - d; W_2 = \frac{1}{2} b c \operatorname{tg} \varphi_2 - d. \quad (2)$$

Поправки у виміряні напрями можна обчислити за формулами:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{Ц}} &= -\frac{1}{3} \rho \left(\frac{W_1}{a} + \frac{W_2}{c} \right); \\ \varepsilon_{\text{Л}} &= -\frac{1}{3} \rho \left(\frac{W_2}{c} - \frac{2W_1}{a} \right); \\ \varepsilon_{\text{П}} &= -\frac{1}{3} \rho \left(\frac{W_1}{a} - \frac{2W_2}{c} \right), \end{aligned} \quad (3)$$

де $a = -\frac{1}{2} b \cos \varepsilon^2 \varphi_1$; $c = \frac{1}{2} b \cos \varepsilon^2 \varphi_2$; $\rho = 206265''$.

Контроль обчислення поправок:

$$\sum_3 \varepsilon = 0.$$

Оцінку точності визначення центрального напрямку можна виконати за наближеною формулою:

$$m_{\text{Ц}} \approx \frac{1}{2} m_{\varphi} \sqrt{\left(\frac{2d}{b} \sin 2\varphi_1 - \cos 2\varphi_1 \right)^2 + \left(\cos 2\varphi_2 - \frac{2d}{b} \sin 2\varphi_2 \right)^2},$$

де $m_{\text{Ц}}$, m_{φ} – середні квадратичні похибки визначення відповідно центрального напрямку $\gamma_{\text{Ц}}$ і кутів φ ; $\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2)$.

Формули (3) одержані за методом найменших квадратів. виправлені значення напрямів будуть:

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_{\text{Л}} &= \gamma_{\text{Л}} + \varepsilon_{\text{Л}}; \\ \bar{\gamma}_{\text{Ц}} &= \gamma_{\text{Ц}} + \varepsilon_{\text{Ц}}; \\ \bar{\gamma}_{\text{П}} &= \gamma_{\text{П}} + \varepsilon_{\text{П}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Через виміряні і виправлені поправками напрями можна обчислити горизонтальні кути:



$$\beta = \bar{\gamma}_{\alpha_3} - \bar{\gamma}_{\alpha_2} \tag{5}$$

При цьому схема вимірювання кутів буде такою (рис.2).

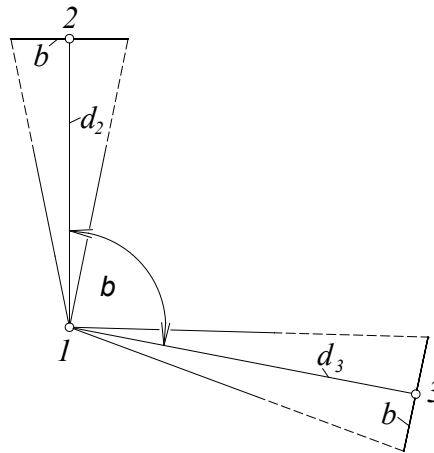


Рис.2. Схема вимірювання кута електронним тахеометром

Для перевірки вищевикладеного запропонованим способом вимірянні кути у трикутнику (рис.3), результати яких приведені у журналі.

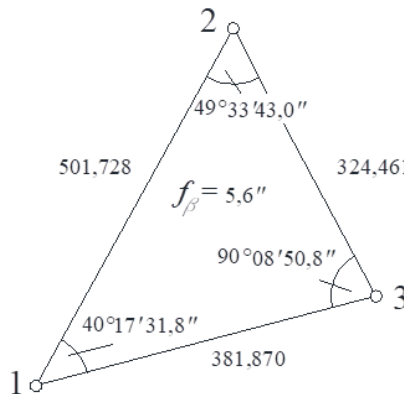


Рис.3. Вимірянні кути у трикутнику до виправлення

Журнал вимірювання кутів

$b = 1,0185$ м, $d_{1-2} = 501,728$ м, $d_{2-3} = 324,461$ м, $d_{3-1} = 381,870$ м.

Номер станцій		Середні відліки (напрями)	Кути φ	Поправки	Виправлені напрями	Горизонтальні кути
станцій	точок					
1	Л	160°47'53,8"	4'26,2"	-4,23"	160°52'24,37"	40°17'35,05"
	3 (Ц)	160°52'20,0"	4'39,5"	4,37"		
	П	160°56'59,5"		-0,14"		
	Л	120°31'21,2"	3'27,0"	-1,20"	120°34'49,32"	
	2 (Ц)	120°34'48,2"	3'30,4"	1,12"		
	П	120°38'18,6"		0,08"		



2	Л	317°24'18,3"	3'38,8"	5,12"	317°27'52,36"	49°33'36,27"
	1 (Ц)	317°27'57,1"	3'24,9"	-4,74"		
	П	317°31'22,0"		-0,38"		
	Л	267°48'51,6"	5'22,5"	0,75"	267°54'16,09"	
	3 (Ц)	267°54'14,1"	5'28,4"	1,99"		
	П	267°59'42,5"		-2,74"		
3	Л	208°17'14,4"	5'23,4"	-0,24"	208°22'37,90"	90°08'48,99"
	2 (Ц)	208°22'37,8"	5'23,7"	0,10"		
	П	208°28'01,5"		0,14"		
	Л	118°09'16,2"	4'30,8"	-2,29"	118°13'48,91"	
	1 (Ц)	118°13'47,0"	4'36,6"	1,91"		
	П	118°18'23,6"		0,38"		

$$\sum \beta = 180^{\circ}00'00,31''$$

Висновок. Так як до виправлення сума кутів у трикутнику склала $180^{\circ}00'05,6''$, а після введення поправок – $180^{\circ}00'00,31''$, то можна стверджувати про суттєве підвищення точності вимірювання кутів таким способом.

Література

1. Островський А.Л. Рефрактометрія. – Львівська політехніка. :Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2007, Вип. 69. – с. 5-15.
2. Марущак М.П. Способи тригонометричного нівелювання електронним тахеометром. – К. :Вісник геодезії та картографії. 2010, №6. – с. 11-14.

Abstract. The paper presents a method of high-precision direction measurement with an electronic tachometer. It is proposed to equip the tachometer reflector with a horizontal base and measure the directions at three points of the base, which will allow to determine direction corrections and thus increase their accuracy.

Key words: method, electronic tachometer, reflector, horizontal base directions, distance, measurement, lateral refraction, corrections,

Стаття відправлена 10.12.2023 р.
© Марущак М.П.