

РОЗДІЛ V. БУДІВНИЦТВО ТА ГЕОДЕЗІЯ

УДК 528.1

DOI: 10.25140/2411-5363-2020-2(20)-278-285

Сергій Крячок

ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ Й ТОЧНОСТІ СТАЛОЇ ВІДДАЛЕМІРА ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПРИВ'ЯЗКИ ДО ПОДВІЙНОГО СТІННОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗНАКУ

Актуальність теми дослідження. Нині виробники геодезичних приладів поставляють на ринок різноманітне геодезичне обладнання. Важливе місце в цьому асортименті належить електронним світловіддалемірам. Вони поєднують у своїй конструкції кутомірний пристрій, електронний віддалемір та процесор, який дозволяє вирішувати різноманітні геодезичні завдання на основі виконаних вимірювань.

Постановка проблеми. Для забезпечення достовірних даних про виміряні відстані необхідно періодично визначати сталу віддалемір електронного тахеометра. Особливо це актуально у випадку вимірювання відстані з використанням відбивача від електронного тахеометра іншої марки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатами прив'язки до подвійного стінного геодезичного знаку висвітлено в роботі [1]. Наведено технологію виконання вимірювань та формулу для визначення сталої.

Виділення недосліджених раніше частин загальної проблеми. У продовження тематики, наведеної в [1], доцільно виконати практичну реалізацію способу визначення сталої та встановити її точність.

Мета статті. Головною метою цієї статті є визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра на основі даних, отриманих під час прив'язки до подвійного стінного геодезичного знаку, а також виконати розрахунок її точності.

Вклад основного матеріалу. Наведено апробацію технології визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатними вимірювань, виконаних під час прив'язки до подвійного стінного знаку міської полігонометрії м. Чернігова. Використано електронний тахеометр Trimble 3305 DR та відбивач для прив'язки до стінних знаків, розроблений на кафедрі геодезії, картографії та землеустрою Чернігівського національного технологічного університету. У результаті отримано значення сталої $+22,6$ мм. Виведено формули для обчислення середньої квадратичної похибки сталої для різних варіантів прив'язки до подвійного стінного знаку та виконано розрахунки за цими формулами.

Висновки відповідно до статті. Виконано апробацію розробленої технології визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатами вимірювань, отриманих під час прив'язки до подвійного стінного знаку. Отримано формули та виконані розрахунки для визначення середньої квадратичної похибки сталої віддалеміра електронного тахеометра

Ключові слова: електронний тахеометр; стала електронного віддалеміра; стінні знаки.

Табл.: 3. Рис.: 3. Бібл.: 10.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатами прив'язки до подвійного стінного геодезичного знаку висвітлено в роботі [1]. Наведено технологію виконання вимірювань та формулу для визначення сталої.

Постановка проблеми. Для забезпечення достовірних даних про виміряні відстані необхідно періодично визначати сталу віддалемір електронного тахеометра. Особливо це актуально у випадку вимірювання відстані з використанням відбивача від електронного тахеометра іншої марки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спосіб визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатами прив'язки до подвійного стінного геодезичного знаку висвітлено в роботі [1]. Наведено технологію виконання вимірювань та формулу для визначення сталої.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. У продовження теми, наведеної в [1], доцільно виконати практичну реалізацію способу визначення сталої та встановити її точність.

Мета статті. Головною метою цієї статті є визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра на основі даних, отриманих під час прив'язки до подвійного стінного знаку, а також виконати розрахунок її точності.

Виклад основного матеріалу. На рис. 1 зображені марки 1, 3 подвійного стінного знаку та геодезичний пункт 2, центр якого прив'язується в плані до стінного знаку [1]. Під час прив'язки корпуси відбивачів 4 встановлюються конусоподібними наконечниками 5 на центри марок 1 та 3 і приводяться у вертикальне положення з використанням круглих рівнів 6. За допомогою електронного тахеометра 7 виконується вимірювання похилих відстаней S_{21} та S_{23} чи горизонтальних прокладень D_{21} , D_{23} та кутів нахилу вимірюваних ліній ν_{21} і ν_{23} на середини відбивачів 8. Горизонтальний кут β вимірюється електронним тахеометром на шпильки чи сірники, встановлені в отвори центрів марок 1 та 3 стінного знаку.

Стала c віддалеміра електронного тахеометра обчислюється за формулою [1]

$$c = \frac{1}{a} \{ b \cdot D_{21} + d \cdot D_{23} + [a \cdot D_{13}^2 - (D_{21} \cdot \cos \nu_{23} - D_{23} \cdot \cos \nu_{21})^2 \cdot \sin^2 \beta]^{\frac{1}{2}} \}, \quad (1)$$

де $a = \cos^2 \nu_{21} + \cos^2 \nu_{23} - 2 \cos \nu_{21} \cdot \cos \nu_{23} \cdot \cos \beta$, $b = \cos \nu_{23} \cdot \cos \beta - \cos \nu_{21}$,

$d = \cos \nu_{21} \cos \beta - \cos \nu_{23}$.

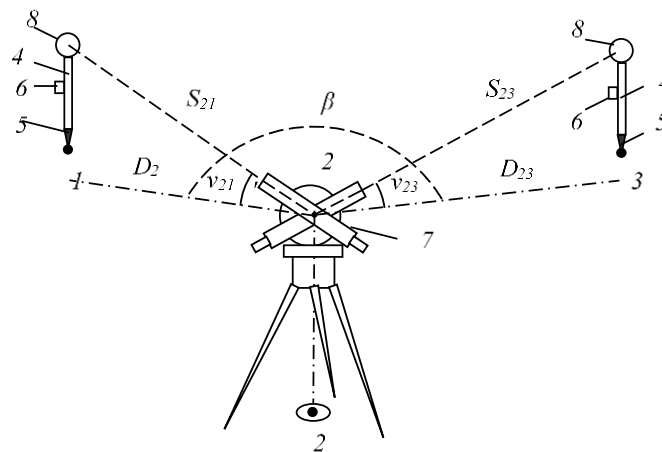


Рис. 1. До виконання прив'язки до подвійного стінного знаку з використанням електронного тахеометру та для визначення сталої

Для апробації розробленої технології була виконана прив'язка до подвійного стінного знаку № 4787 міської полігонометричної мережі м. Чернігова з координатами його центрів: $x_1 = 7343,009$ м; $y_1 = 4673,751$ м – позиція центру 1 на рис. 1; $x_3 = 7334,284$ м; $y_3 = 4671,849$ м – позиція центру 3 на рис. 1. Вимірювання виконувались з використанням електронного тахеометра Trimble 3305 DR.

Для вимірювання відстаней до центрів марок стінного знаку та вертикальних кутів було використано спеціальний відбивач, розроблений на кафедрі геодезії, картографії та землеустрою Чернігівського національного технологічного університету [2] (рис. 2).

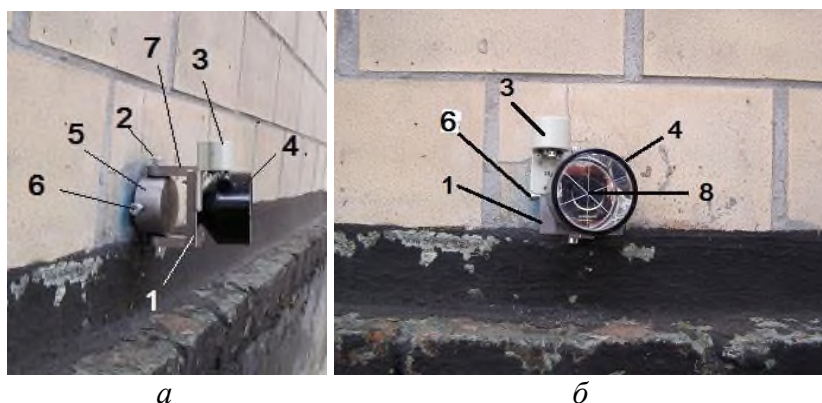


Рис. 2. Зовнішній вигляд віддалемірного пристрою, встановленого на стінний знак: а – вигляд з боку; б – вигляд з переду

Пристрій містить корпус 1 із закріпним гвинтом 2, який має конусоподібний наконечник, що вгвинчується в отвір центра стінного знаку, та круглий рівень 3. Відбивач виготовлено у вигляді тріпель-призми 4 з комплекту світловіддалеміра СТ5 «Блеск». Насадка 5 містить усередині порожнину, якою накриває корпус стінного знаку. Закріпні гвинти 6, які містяться з обох боків насадки, загвинчуються та утримують пристрій на стінному знаці в робочому положенні. Рухомі важелі 7 дозволяють орієнтувати тріпель-призму 4 у напрямку тахеометра в секторі 180°. Вертикальні кути та відстань вимірюються на центр 8 тріпель-призми 4, утворений перетином граней оптичних елементів призми.

Результати вимірювань наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Виміряні величини

$S_{21}, м$	v_{21}	$D_{21}, м$	$S_{23}, м$	v_{23}	$D_{23}, м$	β
7,9531	-0°50'42"	7,9522	7,8347	-0°42'29"	7,8341	68°16'33"

У результаті обчислень за формулою (1) отримано значення сталої $c = + 62,6$ мм. Під час вимірювань в пам'яті тахеометра залишалось введеною значення постійної призми – 40 мм, оскільки тахеометр до цього використовувався з іншим типом відбивача. Тому фактичне значення сталої складе +22,6 мм.

Для оцінки точності визначення сталої були виконані підготовчі обчислення за умови, що [3]:

- середня квадратична похибка (СКП) вимірювання вертикального кута за допомогою електронного тахеометра Trimble 3305 DR складає $m_v = 5''$;

- СКП вимірювання відстані

$$m_s = 2_{мм} + 2_{мм} \cdot S_{км}.$$

(2)

Оскільки в якості візирних цілей для вимірювання горизонтального кута β використовувались шпильки, наведення на які сітки ниток тахеометра виконувалось з коротких дистанцій, то було виконано 6 прийомів його вимірювання та виконано оцінку точності (табл. 2).

Таблиця 2

До розрахунку СКП вимірювання горизонтального кута β

№ прийому	β_i	v_i	v_i^2
1	68°16'34"	+ 1"	1
2	20"	- 13"	169
3	42"	+ 9"	81
4	34"	+ 1"	1
5	35"	+ 2"	4
6	33"	0	0
Середнє / сума	68°16'33"	0	256

$$\text{СКП визначення кута } \beta - m_\beta = 7,16''$$

СКП вимірювання горизонтального кута β одним прийомом визначалась за відомою формулою [4]

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}}, \quad (3)$$

де n – число прийомів, v_i – відхилення величин β_i від середнього значення в прийомі.

СКП визначення відстаней від тахеометра до стінних знаків (табл. 1) $S \approx 8$ м = 0,008 км становила за формулою (2): $m_S = 2\text{мм} + 2\text{мм} \cdot 0,008_{\text{км}} = 2,02\text{ мм}$.

Відстань D_{13} між центрами марок визначена за координатами цих центрів, а саме

$$D_{13} = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}. \quad (4)$$

Після знаходження часткових похідних за формулою (4) та за умови, що точність визначення ординат і абсцис однакова, вираз для визначення СКП D_{13} має вигляд

$$m_{D_{13}} = \sqrt{2} m_{x,y}, \quad (5)$$

де $m_{x,y}$ - СКП визначення абсцис або ординат центрів подвійного стінного знаку. Координування центрів подвійних стінних знаків після їх закладки повинно виконуватись відносно тимчасових робочих центрів з СКП $m_{x,y} = 2\text{мм}$ [5]. Тому згідно з (5) $m_{D_{13}} = \sqrt{2} \cdot 2\text{мм} = 2,83\text{ мм}$.

У табл. 3 наведено вихідні дані для розрахунку СКП сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з розробленим відбивачем.

Таблиця 3

Вихідні дані для розрахунку СКП сталої

a	b	d	B	$D_{13}, \text{м}$	$m_S, \text{мм}$	$m_{D_{13}}, \text{мм}$	m_ν	m_β
+ 1,2595	- 0,62978	- 0,62938	10,0213	8,930	2,02	2,83	5"	7",16

Були знайдені часткові похідні формули (1) за аргументами: S_{21} , S_{23} , S_{13} , ν_{21} , ν_{23} , β та виконані розрахунки для визначення впливу складових вказаних похідних на СКП визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра.

У підсумку отримана формула для розрахунку СКП визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра у вигляді

$$m_c = \frac{1}{a} \sqrt{\left(\frac{a \cdot D_{13}}{B}\right)^2 m_{D_{13}}^2 + (b \cdot \cos \nu_{21})^2 m_{S_{21}}^2 + (d \cdot \cos \nu_{23})^2 m_{S_{23}}^2}, \quad (6)$$

де $B = [a \cdot D_{13}^2 - (D_{12} \cos \nu_{23} - D_{23} \cos \nu_{21})^2 \sin^2 \beta]^{\frac{1}{2}}$; $m_{D_{13}}$ - СКП визначення горизонтального прокладення D_{13} ; $m_{S_{21}}$, $m_{S_{23}}$ - СКП вимірювання відстаней S_{21} та S_{23} , відповідно.

У формулі (6) відсутні члени, пов'язані з СКП вимірюванням горизонтального кута та кутів нахилу вимірюваних ліній, оскільки їхніми значеннями можна знехтувати в порівнянні зі значеннями СКП вимірювання відстаней.

Якщо врахувати короткі відстані до подвійних стінних знаків S_{21} та S_{23} (в декілька метрів чи до пари десятків метрів), то згідно з (2) $m_{S_{21}} \approx m_{S_{23}} = m_S$ і формула (6) набуде вигляду

$$m_c = \frac{1}{a} \sqrt{\left(\frac{a \cdot D_{13}}{B}\right)^2 m_{D_{13}}^2 + [(b \cdot \cos \nu_{21})^2 + (d \cdot \cos \nu_{23})^2] m_S^2}. \quad (7)$$

Коли ж відстані до марок стінного знаку близькі за значенням $S_{21} \approx S_{23} = S$ та з урахуванням того, що марки подвійного стінного знаку знаходяться в цоколі споруди чи на її стіні практично на одній висоті, то $\nu_{21} \approx \nu_{23} = \nu$. У цьому випадку: $b = d = \cos \nu (\cos \beta - 1)$

, $a = 2 \cos^2 \nu (1 - \cos \beta)$, $B = [2 D_{13}^2 \cos^2 \nu (1 - \cos \beta)]^{\frac{1}{2}}$, і підстановка наведених значень у вираз (7) дозволяє отримати більш спрощену формулу

$$m_c = \sqrt{\left(\frac{m_{D_{13}}}{2 \cos \nu \cdot \sin \frac{\beta}{2}} \right)^2 + \frac{m_s^2}{2}} \quad (8)$$

За даними табл. 3 згідно з формулами (7) та (8), які підпадають до застосування, та за даними табл. 1 і для середнього значення кутів нахилу вимірюваних ліній $V = -0^\circ 46' 36''$, СКП визначення сталої складе $m_c = 2,90$ мм.

Необхідно уточнити розбіжності у поняттях «стала віддалеміра» та «постійна призма». Так в джерелі [6] надано таке пояснення «приладова поправка віддалеміра» (приборная поправка дальномера – рос.): виникає тому, що половина шляху електромагнітних хвиль, який визначають віддалеміром, не дорівнює віддалі між вертикальними осями обертання прийомопередавача та відбивача світловіддалеміра. Цю поправку називають також *постійною*. Визначення її зводиться до вимірювання відрізків базису взірцевого, довжина яких відома з вищою у 2–4 рази точністю від точності вимірювання відстаней віддалеміром». Наведене наглядно ілюструє рис. 3 [7]. З рис. 3 видно, що відстань між точками A та B , яку потрібно визначити та на які центрують електронний віддалемір (приймодопередавач) і відбивач своїми осями обертання, дорівнює

$$S = \frac{c \cdot \tau}{2} + K_1 + K_2 = S_B + K_1 + K_2 \quad (9)$$

де S_B – безпосередньо вимірювана відстань електронним віддалеміром за відомою швидкістю електромагнітних хвиль c та вимірним часом τ знаходження сигналу на дистанції, K_1 , – відстань між віссю обертання та поверхнею віддалеміра, яка безпосередньо випромінює електромагнітні хвилі на дистанцію, K_2 – відстань між віссю обертання та поверхнею відбивача, яка відбиває електромагнітні хвилі в напрямку віддалеміра. Тоді K – називають *постійною світловіддалеміра* [7]

$$K = K_1 + K_2 \quad (10)$$

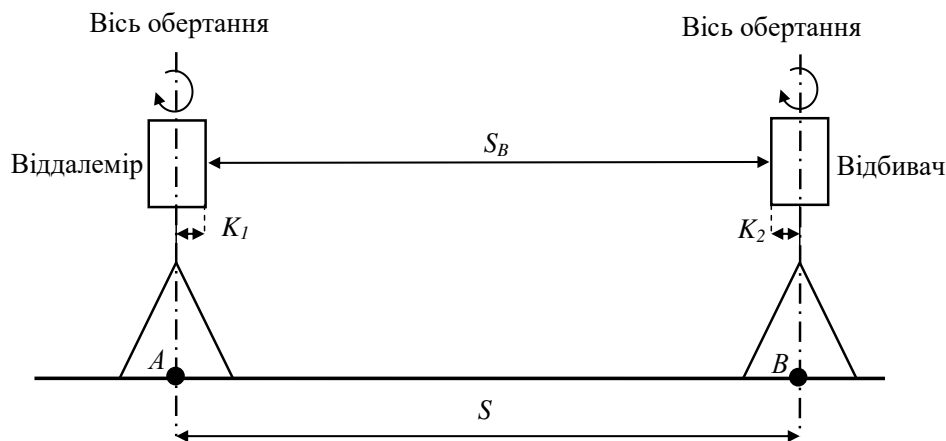


Рис. 3. До поняття «постійна (стала) електронного віддалеміра»

Отже, «приладова поправка віддалеміра» – калька з російської «приборная поправка дальномера», а тому в [6] її називають «постійною» та яку також можна називати «сталою». Зрозуміло, що треба вказати, до якої категорії приладів вона належить, а тому «постійна світловіддалеміра» або «стала світловіддалеміра» чи врешті «стала віддалеміра електронного тахеометра», коли мова йде про електронний тахеометр, в якому вбудовано світловіддалемір. Крім того, як вказано у наведених джерелах [6; 7] та згідно з формули (10), стала містить обидві складові K_1 та K_2 .

Термін «постійна призми» або «константа призми» [3] конкретно вказує на складову K_2 , що входить до сталої світловіддалеміра K та стосується лише відбивача, яким є призма у випадку світловіддалеміра. Це стосується конкретних типів електронних тахеометрів, в яких складова K_1 конструктивно зведена до нуля, або яка хоч і існує, але введена в пам'ять процесора тахеометра, який автоматично враховує її значення у виміряну відстань. Ця ситуація стосується і електронного тахеометра Trimble 3305 DR та відбивача, які було використано для прив'язки до стінних знаків в даній статті. Однак, згідно з джерелом [8], хоча стала самого світловіддалеміра конструктивно зведена до нуля під час виготовлення приладу, але потребує періодичних уточнень оскільки може змінюватись.

Для визначення значення сталої віддалеміра, як наведено в джерелі [6], необхідно мати взірцевий базис з кількома відрізками, точність яких у 2 – 4 вище точності вимірювання відстаней самим світловіддалеміром. Такий взірцевий базис існує в місті Києві, але не існує, наприклад, в місті Чернігові. Отже, для польових визначень сталої світловіддалеміра і застосовують методики, наведені в працях, наприклад, [1], [8], [9] та керівництві користувача [3]. Щоб підвищити точність отримання сталої, можна виконати n прийомів з її визначення, число яких обчислюються за формулою [4]

$$n = \left(\frac{m_c}{m'_s} \right)^2, \quad (11)$$

де m'_s - підвищена точність вимірювання лінії.

Щоб підвищити точність визначення сталої віддалеміра хоча б 2 рази, в порівнянні з точністю вимірювання короткої лінії, то в даному випадку для мінімальної відстані у кілька метрів можна прийняти за формулою (2) $m_s = 2$ мм, а $m'_s = 2$ мм / 2 = 1 мм. Число прийомів у цьому випадку за формулою (11) складе $n = (2,9 \text{ мм} / 1 \text{ мм})^2 = 8,4 \approx 8$.

Відомо, що точність вимірювання лінії світловіддалеміром з урахуванням точності визначення сталої віддалеміра дорівнює [9]

$$M_s = \sqrt{m_s^2 + m_c^2}. \quad (12)$$

Тому для наведених вище значень $M_s = \sqrt{2^2 + 1^2} = 2,2 \text{ мм}$. Залишок в 0,2 мм становить 1/10 частку від точності вимірювання короткої відстані цим електронним тахеометром, отже, не є суттєвим.

Такої високої точності вимірювань відстаней потребує переважно геодезичний супровід будівництва. Для вимірювання ліній у геодезичних мережах згущення та знімання місцевості точність вимірювання відстаней дещо зменшується. Наприклад, згідно з [10] максимальна відстань між пунктами полігонометрії другого розряду 500 м повинна бути виміряна з СКП 1 см. Якщо визначити сталу електронного тахеометра Trimble 3305 DR у комплекті з відбивачем двома прийомами, що необхідно для контролю визначення сталої та координат пункту прив'язки, то середнє значення сталої з двох прийомів підвищить її точність на $\sqrt{2} \approx 1,41$. Таким чином, СКП визначення сталої складатиме $2,90/1,41 = 2,1$ мм. Відстань 500 м даним тахеометром, згідно з (2), буде виміряна з точністю 3 мм, а з врахування точності визначення сталої двома прийомами згідно з формулою (12) $M_s = \sqrt{3^2 + (2,1)^2} = 3,7 \text{ мм}$, що значно менше нормативного значення 1 см.

Крім того, аналіз складових формули (8) показує, що підвищити точність визначення сталої можна, якщо горизонт інструменту електронного тахеометра практично співпадає з горизонтами центрів марок стінного знаку ($v \approx 0$), а тахеометр встановлюється якнайближче до створу центрів марок (β прямує до 180°). Останнє не суперечить прив'язці до стінних знаків, виконаної оберненою лінійно-кутовою засічкою, яка відповідає схемі, наведеній на рис. 1, що підтверджується дослідженнями, опублікованим в джерелі [5]. За

попередніх умов, але для $\beta = 120^\circ$ за формулою (8) $m_c = 2,17$ мм, а з двох прийомів $m_c = 2,17/1,41 = 1,5$ мм. Тоді результуюча точність вимірювання короткої відстані становитиме $M_s = \sqrt{2^2 + (1,5)^2} = 2,5$ мм.

Таким чином, в залежності від вимог щодо точності вимірювання ліній і точності їх вимірювання конкретним типом електронного тахеометра, розраховують і необхідне число прийомів з визначення сталої віддалеміра, користуючись наведеними формулами.

Висновки відповідно до статті. Виконано апробацію розробленої технології визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра за результатами вимірювань, отриманих під час прив'язки до подвійного стінного знаку. Отримано формули та виконані розрахунки для визначення середньої квадратичної похибки сталої віддалеміра електронного тахеометра

Список використаних джерел

1. Крячок С., Мамонтова Л., Беленок В. Визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра під час прив'язки до стінних знаків. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2 (16). С. 197-202.
2. Пристрій для прив'язки до стінних знаків: пат. 115048 Україна: МПК 2017.01 G01C 3/00, G03B. № u 2016 11780; заявл. 21.11.16; опубл. 27.03.17, Бюл. № 6.
3. Trimble 3305 DR. Руководство пользователя. Программное обеспечение «ТОРО»: вебсайт. URL: <chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojfohoefgiehjai/index.html>.
4. Войтенко С. П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2003. 216 с.
5. Тревого И. С., Шевчук П. М. Городская полигонометрия. Москва: Недра, 1986. 199 с.
6. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. Львів: Євро світ, 2001. 668 с.
7. Островський А. Л., Мороз О. І., Тарнавський В. Л. Геодезія: підручник для вузів. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2007. Ч. II. 508 с.
8. Бронштейн Г. С. Комбинированные способы измерения расстояний. Москва: Недра, 1991. 92 с.
9. Ворошилов, А. П. Определение постоянной поправки дальнометра электронного тахеометра. *Геопрофи*. 2005. № 4. С. 46-47.
10. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000.-1:500 (ГКНТА-2.04-02-98): затв. наказом Головн. управління геодезії, картографії та кадастру від 9 квітн. 1998 р. № 56.

References

1. Kryachok, S. D., Mamontova, L. S., Belenok V. Yu. (2017). Vyznachennya staloyi peredachi elektronnoho takheometra pid sazheyu do stinnykh znakiv [A device for binding to wall signs]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohiyi – Technical sciences and technologies*, 2 (16), 197-202 [in Ukrainian].
2. Kryachok, S. D., Mamontova, L. S., Belenok V. Yu., Horlova H. M. (2018). Пристрій для прив'язки до стінних знаків [A method for determining the remote distance meter of an electronic station]. Patent Ukrainian No. 115048.
3. Trimble 3305 DR. Rukovodstvo polzovatelya. Programmnoe obespechenie «TORO» [Trimble 3305 DR. User's manual. Software "TORO"]. Retrieved from <chrome-extension://mhjfbmdgcfjbbpaeojfohoefgiehjai/index.html>.
4. Voytenko, S. P. (2003). *Matematychna obrobka heodezychnykh vymiriv. Teoriya pokhybok vymiriv [Mathematical processing of geodetic measurements. Measurement error theory]*. Kyiv: KNUBA [in Ukrainian].
5. Trevogo, I. S., Shevchuk, P. M. (1986). *Gorodskaia poligonometriia [City polygonometry]*. Moscow: Nedra [in Russian].
6. Litynskyi, V. (Ed.). (2001). *Heodezychnyy entsyklopedychnyy slovnyk [Geodetic encyclopedic dictionary]*. Lviv: Yevro svit [in Ukrainian].
7. Ostrovskyi, A. L., Moroz, O. I., Tarnavskyi, V. L. (2007). *Heodeziia [Geodesy]. (Vol. II)*. Lviv: Lviv Polytechnic National University [in Ukrainian].
8. Bronshteyn, G. S. (1991). *Kombinirovannyye sposoby izmereniya rasstoyaniy. [Combined methods of measuring distances]*. Moscow: Nedra [in Russian].

9. Voroshilov, A. P (2005).. *Opredeleniye postoyannoy popravki dalnometra elektronnoy takheometra* [Determination of the constant correction of the range finder of an electronic total station]. *Geoprofi. – Geoprofi*, 4, 46-47 [in Russian].

10. *Instruktsiya z topografichnoho znimannya v masshtabi 1: 5000.-1: 500. HKNTA-2.04-02-98* [Instructions for topographical scans on a scale of 1: 5000.-1: 500. GKNTA-2.04-02-98]. № 56 (April 9, 1992). [in Ukrainian].

UDC 528.1

Serhiy Kryachok

DETERMINATION OF THE MAGNITUDE AND ACCURACY OF THE RANGE FINDER CONSTANT CORRECTION OF AN ELECTRONIC TOTAL STATION FROM THE RESULTS OF BINDING TO A DOUBLE GEODETIC WALL SIGN

Urgency of the research. Now manufacturers of geodetic instruments supply a variety of geodetic equipment to the market. An important place in this assortment belongs to electronic range finders. They combine in their design a goniometer, an electronic rangefinder and a processor that allows to solve various geodetic tasks based on the measurements.

Target setting. To ensure reliable data on the measured distance, it is necessary to periodically determine the constant correction of the range finder of the electronic total station. This is especially true in the case of measuring distance using a reflector from an electronic total station of a different brand.

Actual scientific researches and issues analysis. The method for determining the constant correction of the range finder of an electronic total station based on the results of binding to a double geodetic wall sign is described in [1]. The technology of measurements and the formula for determining the constant are shown.

An unexplored parts of a common problem. In continuation of the topics given in [1], it is advisable to carry out a practical implementation of the method for determining the constant correction and establish its accuracy.

The research objective. The main goal of this article is to determine the constant correction of the range finder of an electronic total station based on the data obtained from the results of binding to a double geodetic wall sign, and also to calculate its accuracy.

The statement of basic materials. The approbation of the technology for determining the constant correction of the range finder of an electronic total station for the results of measurements made during binding to the double wall sign of the city polygonometry of Chernihiv is presented. The Trimble 3305 DR total station and reflector for binding to wall signs, developed at the Department of Geodesy, Cartography and Land Management of the Chernihiv Polytechnic National University, were used. As a result, a constant correction value of +22.6 mm was obtained. Formulas for calculating the mean square error of the constant correction for various options for binding to a double wall sign are derived and calculations are performed using these formulas.

Conclusions. The developed technology was tested for determining the constant correction of the range finder of an electronic total station according to the measurement results obtained during binding to a double wall sign. Formulas are obtained and calculations are performed to determine the mean square error of the constant correction of the range finder of an electronic total station

Keywords: electronic total station; constant correction of the range finder of the electronic total station; wall sign.

Table: 3. Fig.: 3. References: 10.

Крячок Сергій Дмитрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

Kryachok Serhiy – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of geodesy, cartography and land management, Chernihiv national University of Technology (95 Shevchenko Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: geodesist2015@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5633-1501>

ResearcherID: N-3061-2016