

УДК 528.3

*Сергій Крячок, Валентин Потеруха***ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛОЇ ЕЛЕКТРОННОГО  
ТАХЕОМЕТРА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ***Сергей Крячок, Валентин Потеруха***ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТОЯННОЙ ПОПРАВКИ  
ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ***Serhiy Kryachok, Valentyn Poterukha***EXPERIMENTAL STUDY OF THE CONSTANT OF AN ELECTRONIC  
TACHOMETER IN THE FIELD CONDITIONS**

Виконано експериментальні дослідження з визначення сталої електронного тахеометра Trimble 3305 DR у парі з відбивачем світлодіадаметра СТ-5. Виконано 28 незалежних прийомів з її визначення за методикою безбазисного позастворного способу. Відстань між крайніми штативами сягала близько 20 м, нахил місцевості становив  $4^\circ$ , а відхилення середнього штатива від створної лінії крайніх досягало 20 см. Встановлено, що середні значення сталої, обчисленого за методикою безбазисного позастворного способу, становило 41,0 мм, за методикою безбазисного квазістворного способу – 41,1 мм, значення сталої, визначеної за методикою створного способу, становило 42,7 мм. Запропоновано виконувати вимірювання та опрацювання результатів за методикою безбазисного квазістворного способу, що зменшує час на проведення вимірювань на третину зі збереженням точності визначення сталої.

**Ключові слова:** геодезична мережа, стала електронного віддалеміра, точність вимірювання відстаней, електронний тахеометр.

Рис.: 4. Табл.: 1. Бібл.: 11.

Выполнены экспериментальные исследования по определению постоянной поправки электронного тахеометра Trimble 3305 DR в паре с отражателем светодальномера СТ-5. Выполнено 28 независимых приемов по ее определению по методике безбазисного внестворного способа. Расстояние между крайними штативами составляло около 20 м, уклон местности составлял  $4^\circ$ , а отклонение среднего штатива от створной линии крайних достигал 20 см. Установлено, что среднее значение постоянной поправки, рассчитанной по методике безбазисного внестворного способа, составило 41,0 мм, по методике безбазисного квазистворного способа – 41,1 мм, значение постоянной поправки, определенной по методике створного способа, составило 42,7 мм. Предложено выполнять измерения и обработку результатов по методике безбазисного квазистворного способа, что позволит уменьшить время на проведение измерений на треть с сохранением точности определения постоянной.

**Ключевые слова:** геодезическая сеть, постоянная электронного дальномера, точность измерения расстояний, электронный тахеометр.

Рис.: 4. Табл.: 1. Библ.: 11.

Experimental studies to determine the permanent amendment of the Trimble 3305 DR paired with reflector of the electronic rangefinder ST-5 were made. 28 independent determinations were done. The distance between the extreme tripods was about 20 m. Slope of the terrain was  $4^\circ$ , and deviation of the mean from a tripod line was about 20 m. Mean values of the constant amendments were calculated: - 41.1 mm - the procedure when tripods are arranged approximately in one line; - 41.0 mm - the procedure when the average tripod located outside the outer line of alignment; - 42.7 mm - when tripods are located in one line. It is suggested to perform the measurement and processing of the results of the first method. This will reduce the time to perform measurements by one third. Measurement accuracy is high.

**Key words:** surveys net, constant correction of electronic rangefinder, accuracy of measurement of lines, electronic total station.

Fig.: 4. Tabl.: 1. Bibl.: 11.

**Постановка проблеми.** Координатне забезпечення землеустрою, інженерно-геодезичних робіт має у своєму арсеналі передові методи. До них належать GNSS-технології. Методика та засоби визначення координат наземних пунктів постійно удосконалюються [1–3].

Спостерігається комплексне використання GNSS- технологій і традиційних методів, яке найбільш ефективно в населених пунктах з висотною забудовою, в лісистій та гірській місцевостях [4; 5].

Удосконалюється і такий традиційний метод координатного забезпечення, як полігонометрія. Використання сучасних електронних тахеометрів, що мають високу точність вимірювання відстаней, дозволяє створювати планові мережі рівної точності. У цьому випадку можна відмовитись від класичної схеми створення мереж згущення, коли нижчий клас чи розряд полігонометрії, спираючись на пункти старшого класу, втрачає в точності планового положення своїх пунктів [6; 7].

Технологія вимірювання відстаней електронними тахеометрами та електронними віддалемірами включає врахування постійної поправки, або сталої віддалеміра. Вона виникає через незбіг випромінюючої поверхні електронного віддалеміра та відбивної поверхні відбивача з осями обертання цих приладів, адже вони встановлюються над пунктами так, щоб вертикальні осі обертання приладів збігалися з центрами геодезичних пунктів. Стала має різне значення для різних моделей віддалемірів та може змінювати своє значення з часом у силу різних причин навіть для конкретної пари «електронний віддалемір – відбивач» [8]. Тому удосконалення способу визначення сталої електронного віддалеміра є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомо кілька способів визначення сталої, особливості яких наведено у праці [8]. Найбільш надійно стало можна отримати класичним способом на базисі з кількох ліній, на якому виконуються вимірювання відстаней електронним віддалеміром та у підсумку визначається стала як різниці між базисним значенням лінії та значенням, виміряним електронним віддалеміром. Але не завжди знайдеться такий високоточний базис навіть у обласних центрах. Тому заслуговує на увагу використання безбазисного способу, що має кілька модифікацій: безбазисний створний спосіб та безбазисний позастворний спосіб.

У першому випадку електронним віддалеміром вимірюються три лінії, розташовані у створі, а значення сталої віддалеміра обчислюється як різниці замикальної лінії та двох її складових. У другому випадку центральний штатив встановлюють поза створом двох крайніх та, крім трьох відстаней, вимірюють ще й два горизонтальні кути з крайніх штативів на середній. Сталу визначають як функцію виміряних відстаней та кутів [9]. В обох випадках вимірювання виконують на рівнинній місцевості. Цей спосіб удосконалено врахуванням не тільки позастворного положення середнього штатива у плані, а й по висоті [10]. Для цього на станції визначення сталої додатково вимірюються кути нахилу ліній, а сталу визначають як функцію виміряних відстаней горизонтальних кутів та кутів нахилу ліній. Це дозволяє визначати сталу, незважаючи на нахил та рельєф місцевості.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Подальшого удосконалення зазнав і безбазисний створний спосіб визначення сталої. Для цього було побудовано математичну модель та проведено математичне моделювання, за результатами якого визначено діапазон припустимих зміщень середнього штатива у плані та по висоті відносно створної лінії крайніх штативів для електронних віддалемірів з заданими параметрами точності. Запропоновано враховувати зміщення середнього штатива у плані та по висоті для обчислення сталої, що дозволяє розширити діапазон припустимих зміщень середнього штатива. Визначення сталої віддалеміра можна проводити як на рівнині, так і на похилій місцевостях без втрати точності її визначення [11]. У такий спосіб запропоновано квазістворний безбазисний спосіб визначення сталої електронних віддалемірів.

Для практичної реалізації теоретичних положень та результатів математичного моделювання були проведені експериментальні дослідження у польових умовах.

**Мета статі.** Головною метою цієї роботи є проведення за результатами експериментальних досліджень розрахунків сталої електронного тахеометра за наведеними вище способами.

**Виклад основного матеріалу.** Для проведення експериментальних досліджень було вибрано похилу місцевість, а саме: на ділянці тротуару по вулиці Проектній, поруч з мостом через Стрижень. Два крайні штативи були встановлені на відстані близько 20 м, а середній штатив – посередині між ними. Програмою експериментальних досліджень було передбачено визначення сталої віддалеміра електронного тахеометра Trimble 3305 DR за такою методикою. За відбивач було взято той, що входив до комплексу елект-

ронного віддалеміра СТ-5 «Блеск»; він встановлювався у підставку і складався з однієї призми відбиття. Перед початком вимірювань у меню тахеометра вносились дані про температуру і тиск повітря, які вимірювались на місці проведення експерименту, та значення сталої, яке приймалось рівним нулю. Підставки на штативах горизонтувались за допомогою електронного тахеометра.

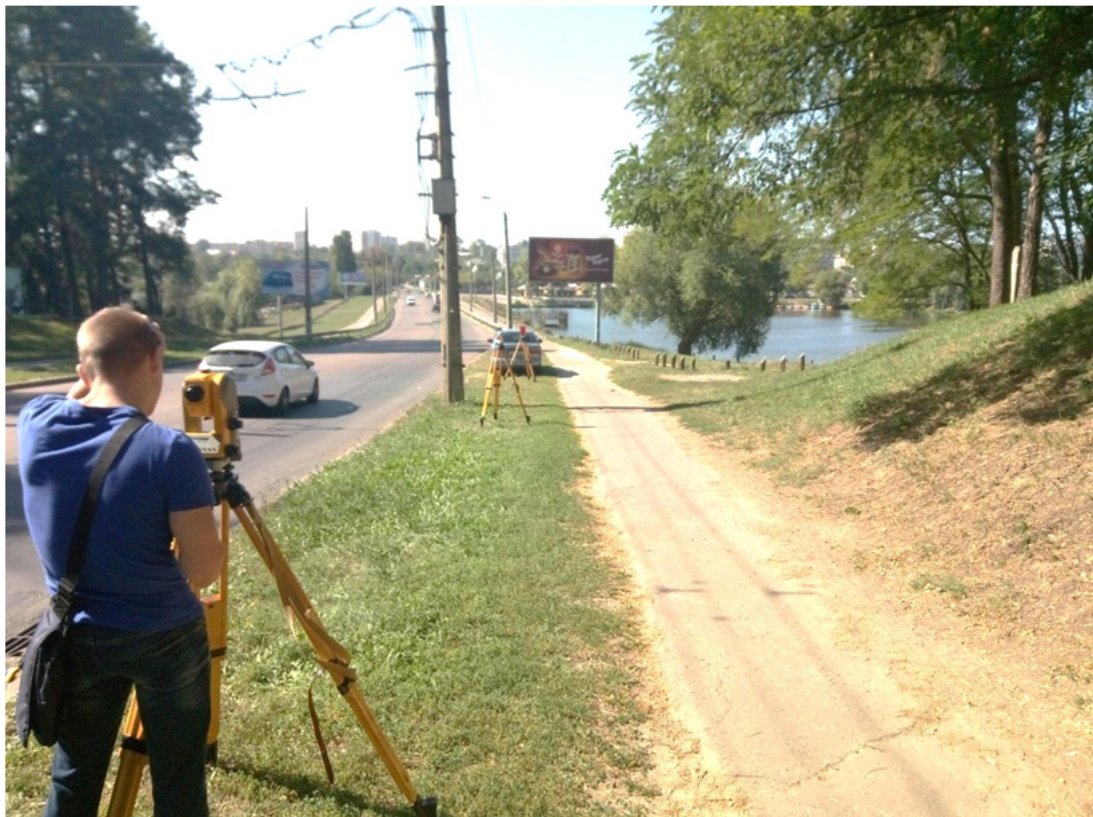


Рис. 1. Місце проведення експериментальних досліджень

Вимірювання параметрів з визначення сталої виконувалось як у випадку позастворного безбазисного способу [10], а саме: на першому крайньому штативі вимірювалась похила відстань  $S_{13}$ , визначався відлік по горизонтальному кругу  $\Gamma_{13}$  та відлік по вертикальному кругу  $B_{13}$  тахеометра на відбивач іншого крайнього штатива під № 3; похила відстань  $S_{12}$ ; визначався відлік по горизонтальному кругу  $\Gamma_{12}$  та відлік по вертикальному кругу  $B_{12}$  тахеометра на відбивач середнього штатива під № 2, який переносився зі штатива № 1 на штатив № 2. Це перший цикл вимірювань (рис. 2).

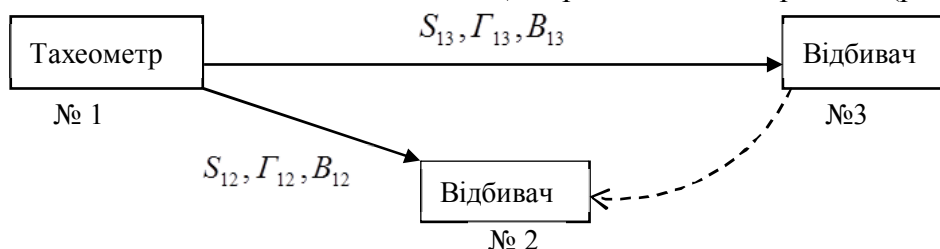


Рис. 2. Перший цикл вимірювань на станції визначення сталої

У другому циклі (рис. 3) тахеометр переносився на штатив № 3, з якого вимірювалась похила відстань  $S_{32}$ , визначався відлік по горизонтальному кругу  $\Gamma_{32}$  та відлік по вертикальному кругу  $B_{32}$  тахеометра на відбивач штативу № 2 та визначався відлік по горизонтальному кругу  $\Gamma_{31}$  на відбивач штативу № 1, перенесеного зі штативу № 2. За візирну ціль для вимірювання кутів використовувалась точка перетину ребер призми ві-

дбиття, яка розташована в центрі відбивача. Кожна відстань  $S_{ij}$  вимірювалась тричі та визначалось середнє значення. Вимірювання кутів виконувалось при одному крузі. Наведенні вимірювання та маніпуляції з відбивачем і тахеометром склали один прийом з визначення сталої, або одну станцію. Було виконано 28 прийомів. Між прийомами штативи № 3 та № 2 переставлялись поруч з попереднім місцем розташування, щоб забезпечити принцип незалежності вимірювань для визначення сталої на кожній станції. Було визначено місце нуля вертикального круга тахеометра, яке становило кілька кутових секунд і приймалось рівним нулю – для визначення кутів нахилу ліній з огляду на короткі відстані між штативами. Вимірювання почалися о 12:00, а закінчилися о 16:10, тобто тривали 4 години та 10 хвилин.

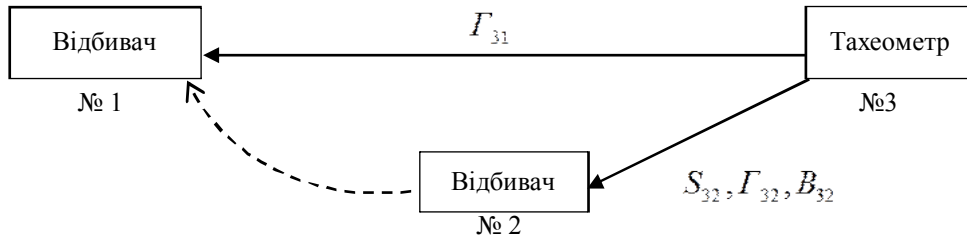


Рис. 3. Другий цикл вимірювань на станції визначення сталої

Обчислення сталої на станції її визначення виконувалось за такою формулою [10]

$$c = \frac{S_{12} \cos v_{12} \cos \beta_1 + S_{32} \cos v_{32} \cos \beta_3 - S_{13} \cos v_{13}}{\cos v_{13} - \cos v_{12} \cos \beta_1 - \cos v_{32} \cos \beta_3}, \tag{1}$$

де  $v_{ij} = B_{ij} - MO$ ,  $MO$  – місце нуля вертикального круга (у цьому випадку  $MO=0$ ),  $\beta_1 = \Gamma_{12} - \Gamma_{13}$ ,  $\beta_2 = \Gamma_{31} - \Gamma_{32}$ . Значення сталої, обчисленої за формулою (1), враховує просторове положення вимірюваних ліній.

Значення сталої на станції її визначення обчислювалось за такими формулами [8; 11; 10]:

$$c = S_{13} - S_{12} - S_{32}, \tag{2}$$

в якій не враховано просторове положення ліній та

$$c = S_{13} - S_{12} - S_{32} + \frac{\Delta_\Gamma^2}{2} \left( \frac{1}{S_{12}} + \frac{1}{S_{32}} \right) + \frac{(\Delta'_B)^2}{2} \left( \frac{1}{S_{12}} + \frac{1}{S_{32}} \right), \tag{3}$$

де  $\Delta_\Gamma = S_{12} \cos v_{12} \sin \beta_1$  – поперечний зсув середнього штатива відносно створної лінії крайніх у плані,  $\Delta'_B = \frac{S_{13}}{2} \operatorname{tg}(v_{13} - v_{12})$  – зсув середнього штатива відносно створної лінії крайніх по висоті. Причому в останньому випадку перший цикл вимірювань виконується згідно з рис. 2, другий цикл є спрощеним (рис. 4). З нього виключають вимірювання:  $\Gamma_{32}$ ,  $\Gamma_{31}$ ,  $B_{32}$  і така маніпуляція, як перенесення відбивача зі штатива № 2 на штатив № 1.

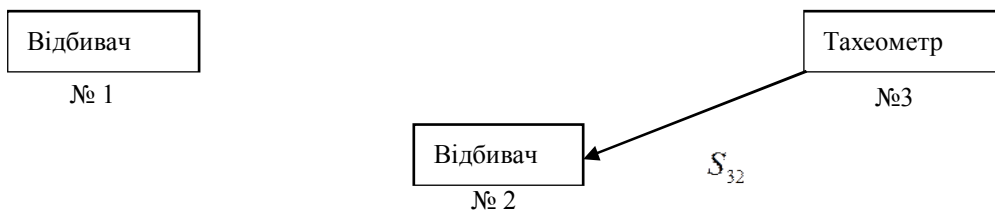


Рис. 4. Другий цикл вимірювань на станції визначення сталої для квазістворного безбазисного способу визначення сталої

Практично, у цьому випадку на станції визначення сталої економиться третина часу. З огляду на тривалість вимірювань – 4 години 10 хвилин за методикою позастворного способу – економія часу становить 1 годину 20 хвилин. Тому 28 прийомів за скороченою методикою вимагало б 2 години 50 хвилин.

У таблиці наведено результати розрахунків сталої віддалеміра для електронного тахеометра Trimble 3305 DR та відбивача для електронного віддалеміра СТ-5 «Блеск». Значення  $c_{1i}$  на кожній станції визначаються за формулою (2), що відповідає створному безбазисному способу; значення  $c_{2i}$  визначаються за формулою (3), що відповідає квазістворному безбазисному способу; значення  $c_{3i}$  визначаються за формулою (1), що відповідає безбазисному позастворному способу визначення сталої. Кут нахилу створної лінії, яка з'єднувала прилади на крайніх штативах, не перевищував  $3,7^\circ$ . Найбільше зміщення середнього штатива у плані та по висоті відносно створної лінії крайніх штативів зафіксовано на станції № 26 (табл.), яке становило у просторі  $\Delta = \sqrt{\Delta_G^2 + (\Delta'_B)^2} = \sqrt{141^2 + 126^2} = 189$  (мм). У таблиці значення  $c_{ji}$  вказані за абсолютною величиною. В наведених умовах проведення вимірювань середні значення сталої віддалеміра становили: для створного безбазисного способу  $c_{1cep.} = -42,66$  мм; для квазістворного безбазисного способу  $c_{2cep.} = -41,14$  мм; для безбазисного позастворного способу  $c_{3cep.} = -41,04$  мм.

Таблиця

Результати розрахунків сталої віддалеміра для електронного тахеометра Trimble 3305 DR та відбивача для електронного віддалеміра СТ-5, мм

№ n/n	$C_{1i}$	$C_{2i}$	$C_{3i}$	$\Delta_{Gi}$	$\Delta'_{Bi}$	$S_{13i}$	$S_{12i}$	$S_{32i}$
1	39,34	39,09	39,12	10	78	20454,00	10127,67	10365,67
2	41,97	41,13	41,07	66	68	20475,67	10085,00	10432,67
3	42,86	42,45	42,27	58	75	20483,67	10108,33	10418,67
4	42,67	42,26	42,27	1	65	20494,00	10116,67	10420,00
5	42,33	41,97	41,79	21	58	20478,00	10232,33	10228,00
6	41,66	40,92	40,8	41	78	20489,00	10100,33	10430,33
7	41	39,65	39,68	71	94	20498,00	10026,00	10513,00
8	41,67	40,09	40,01	95	84	20495,00	10067,00	10469,67
9	39,96	39,11	39,2	43	85	20494,67	10001,33	10533,33
10	43,03	40,54	40,52	133	87	20523,33	9482,67	10583,67
11	44,63	43,59	43,54	50	92	20532,67	9919,00	10658,33
12	48	46,1	46,08	105	93	20526,67	9894,00	10680,67
13	44,33	41,14	41,16	156	93	20615,00	10016,00	10643,33
14	46,37	45,13	45,04	61	93	20669,33	10006,67	10709,00
15	43,67	42,6	41,67	48	93	20707,00	9989,67	10761,00
16	43	40,55	40,51	130	92	20749,00	10074,00	10718,00
17	42,34	41,38	41,37	34	87	20714,00	10007,67	10748,67
18	42	39,01	39,06	138	109	20694,00	9915,00	10821,00
19	41,03	38,74	38,23	108	108	20686,33	10114,33	10613,00
20	41,97	40,77	40,48	46	103	20732,67	10289,00	10701,67
21	40	38,26	38,29	84	105	20695,00	10128,00	10607,00
22	40,97	39,29	39,25	85	102	20755,67	10194,67	10602,00
23	44,33	42,14	42,17	105	109	20779,00	10217,33	10606,00
24	40,7	39,38	39,14	34	111	20779,33	10243,67	10576,33
25	45,34	43,57	43,58	9	135	20819,00	10223,67	10640,67
26	44,67	41,23	41,11	141	126	20795,00	10227,67	10612,00
27	42,33	40,3	40,27	61	132	20810,00	10270,00	10582,33
28	42,3	41,39	41,44	5	99	20698,67	10265,67	10475,33
$C_{cep}$	- 42,66	- 41,14	- 41,04					

За найбільш достовірне значення сталої віддалеміра приймається  $c_{3сер.} = -41,04$  мм, оскільки для його визначення враховано просторові положення ліній  $S_{ij}$ . Найбільш близьке до нього є  $c_{2сер.} = -41,14$  мм з різницею між ними  $c_{2сер.} - c_{3сер.} = -41,14 + 41,04 = -0,10 = -0,1$  мм, де частково враховане просторове положення ліній, та наближеним є значення  $c_{1сер.} = -42,66$  мм з різницею, що дорівнює  $c_{1сер.} - c_{3сер.} = -42,66 + 41,04 = -1,64 = -1,6$  мм, для визначення якого взагалі не враховувалось просторове положення ліній. Тобто вважалось, що виміряні лінії знаходяться на одній прямій. Звернемо увагу, що середній штатив не знаходився строго по середині між крайніми. Нерівність плечей досягала 1,1 м на станції № 10, а значення сталої  $c_{2,10} = -40,54$  мм, що не є тим значення, яке найбільше відрізняється від  $c_{3сер.} = -41,04$  мм (табл.).

Були виміряні просторові параметри ліній ще на одній станції, результати яких не враховувались для визначення середніх значень сталої. Значення параметрів становили:  $S_{13} = 20\,617,3$  мм;  $S_{12} = 10\,225,33$  мм;  $S_{32} = 10\,448,67$  мм;  $\Delta_G = 220$  мм;  $\Delta'_B = 300$  мм; ( $\Delta = 372$  мм). Отримано:  $c_{1,10} = -56,70$  мм;  $c_{2,10} = -43,27$  мм;  $c_{3,10} = -43,16$  мм. У цьому випадку для значного відхилення середнього штатива від створної лінії крайніх, яке становить близько 40 см, створний спосіб визначення сталої дає взагалі неприйнятні результати. Водночас, значення сталої, визначене за методикою квазістворного способу, близьке до значення сталої, отриманого за методикою позастворного безбазисного способу, як найбільш точного серед наведених способів.

**Висновки.** В результаті експериментальних досліджень були підтверджені теоретичні положення та аналітичні розрахунки, покладені в основу удосконаленого безбазисного способу визначення сталої електронного віддалеміра, що дістав назву безбазисного квазістворного способу. Для відстані між крайніми штативами близько 20 м, кута нахилу місцевості близько  $4^\circ$ , відхилення у просторі середнього штатива відносно створної лінії крайніх до 20 см середнє значення сталої віддалеміра, отримане з 28 прийомів її визначення за методикою безбазисного квазістворного способу, становило 41,1 мм для пари: електронний тахеометр Trimble 3305 DR – відбивач світловіддалеміра СТ-5. Воно збігається зі значенням сталої, отриманої за методикою безбазисного створного способу з точністю до 0,1 мм. Застосування в таких умовах методики безбазисного створного способу не доцільно.

Використання квазістворного безбазисного способу визначення сталої електронного віддалеміра дозволяє зменшити на третину час польової реалізації в порівнянні з безбазисним створним способом без втрати точності з визначення сталої за умови дотримання встановлених [11] допусків.

### Список використаних джерел

1. Терещук О. І. Досвід функціонування перманентної GNSS-станції «Чернігів» (CNIV) у мережі EPN / О. І. Терещук, І. О. Нисторяк // Технічні науки та технології. – 2015. – № 1. – С. 130–140.
2. Практичні дослідження точності визначення координат за супутниковими технологіями у реальному часі / Р. В. Шульц, О. І. Терещук, А. О. Анненков, І. О. Нисторяк // Інженерна геодезія. – 2014. – № 61. – С. 58–77.
3. Терещук О. І. Дослідження конструкції опори антени перманентної GPS-станції «Чернігів» / О. І. Терещук, В. В. Суравець, В. І. Мовенко // Вісн. геодез. та картогр. – 2006. – № 3. – С. 8–10

4. Патент 82874 Україна. ПМК G01C 7/00 Спосіб побудови геодезичної опорної фігури / В. Г. Бурачек, І. О. Нисторьяк, О. І. Терещук, ЧДІЕУ. – № u 2012 08638 ; заявл. 12.07.2012 ; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 16.
5. Терещук О. І. Відновлення міських полігонометричних мереж сучасними супутниковими технологіями / О. І. Терещук, І. О. Нисторьяк, Р. В. Шульц // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2015. – Вип. 82. – С. 59–72.
6. Патент. 93119 Україна. МПК (2011.01), G01C7/00. Спосіб згущення геодезичної мережі / Байса Д. Ф., Боровий В. О., Бурачек В. Г., Крельштейн П. Д., Крячок С. Д. – № а 2009 06037 ; заявл. 11.06.2009 ; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.
7. Крячок С. Д. Побудова полігонометричних мереж зустрічними ходами / С. Д. Крячок, Л.С. Мамонтова // Вісн. геодез. і та картограф. – 2014. – № 5. – С. 9–12.
8. Крячок С. Д. До визначення постійної поправки електронних віддалемірів / С. Д. Крячок // Вісн. геодез. та картогр. – 2015. – № 2. – С. 4–7.
9. Ворошилов А. П. Определение постоянной поправки дальномера электронного тахеометра / А. П. Ворошилов // Геопрофи. – 2005. – № 4. – С. 46–47.
10. Крячок С. Д. К вопросу определения постоянной поправки электронного дальномера в полевых условиях / С. Д. Крячок // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 16 (1). – С. 175–180.
11. Крячок С. Д. Удосконалення безбазисного створного способу визначення сталої електронного віддалеміра / С. Д. Крячок // Технічні науки та технології. – 2016. – №1 (3). – С. 130–139.

### References

1. Tereshchuk, O.I. & Nystoriak, I.O. (2015). Dosvid fvnkcyonuvania permanentnoi GNSS-stantcii «Chernihiv» (CNIV) u merezhi EPN [Experience in the operation of permanent GNSS-station "Chernihiv" (CNIV) in the network EPN]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 1, pp. 130–140 (in Ukrainian).
2. Chultc, R.V., Tereshchuk, O.I., Annenkov, I.O., Nystoriak, I.O. (2014). Praktichni doslidzhenia tochnosti viznachenia koordinat za suputnikovimi teshnolohiiami u realnomu chasi [Practical investigation of accuracy of definition of coordinates over satellite technology in real time]. *Inzhenerna heodeziia – Engineering Geodesy*, no. 61, pp. 58–77 (in Ukrainian).
3. Tereshchuk, O.I., Surovets, V.V., Movenko, V.I. (2006). Doslidzhenia konstruktcii opori anteni permanentnoi GNSS-stantcii «Chernihiv» [Study of the design of the antenna support of a permanent GPS – station "Chernihiv"]. *Visnik heodezii ta kartohrafiu – Journal of Geodesy and Cartography*, no. 3, pp. 8–10 (in Ukrainian).
4. Burachek, V.H., Nystoriak, I.O. & Tereshchuk, O.I. (2013). *Sposib pobudovi heodezichnoi opornoj fihuri [The method of constructing geodetic reference figure]*. Patent Ukrain No. 82874.
5. Tereshchuk, O.I., Nystoriak, I.O. & Chultc, R.V. (2015). Vidnovlenia miskikh polihonometrichnykh merezh cuhsnimi suputnikovimi tekhnolohiiami [The restoration of urban polygonometries networkes of modern satellite technology]. *Heodeziia, kartohrafiia i aerofotoznimania – Geodesy, cartography and aerial photography*, issue 3, pp. 59–72 (in Ukrainian).
6. Baisa, D.F., Borovii, V.O., Durachek, V.H., Krelshtein, P.D. & Kryachok, S.D. (2011). *Sposib zhushchenia heodezichnoi merezhi [The method of thickening of geodetic network]*. Patent Ukraine No. 93119.
7. Kryachok, S.D. & Mamontova, L.S. (2014). Pobudova poligonometrychnykh merezh zustrichnymy khodamy [Building of polygonal networks by counter-moves]. *Visnyk heodezii ta kartohrafiu - Journal of Geodesy and Cartography*, no 5, pp. 9-12 (in Ukrainian).
8. Kryachok S.D (2015). Do vyznachennia postiynoi popravky elektronnyh viddalemiriv [To determination of constant correction electronic rangefinder]. *V Visnik heodezii ta kartohrafiu – Journal of Geodesy and Cartography*, no. 2, pp. 4–7 (in Ukrainian).
9. Voroshylov, A.P. (2005). Opredelenie postoyannoy popravki dalnomera elektronnoho takheometra [Determination of constant amendments of EDM Total Station]. *Geoprofi – Geoprofi*, no. 4, pp. 46–47 (in Russian).
10. Kryachok, S.D (2015). K voprosu opredeleniia postoyannoi popravki elektronnoho dalnomera v polevykh usloviiah [On the determination of constant correction electronic rangefinder in field conditions]. *Vesnik Polotskogo gosudarstvenogo universiteta. Serii F. Stroitelstvo. Prikladnyie nauki*

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

– *Herald of the Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Science*, no. 16 (1), pp. 175–180 (in Russian).

11. Kryachok, S.D (2016). Udoskonalennia bezbazysnoho stvornoho sposobu vyznachennia staloi elektronnoho viddalemira [Improvement of method determining constant correction electronic rangefinder with installation of the devices in line]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical sciences and technologies*, no. 1 (3), pp. 130–139 (in Ukrainian).

**Крячок Сергій Дмитрович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14097, Україна).

**Крячок Сергей Дмитриевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии, картографии и землеустройства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14097, Украина).

**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 Shevchenka Str., 14097 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** kryachock.serg@yandex.ru

**Потеруха Валентин Олександрович** – магістрант, студент 6-го курсу, групи МЗК-111, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14097, Україна).

**Потеруха Валентин Александрович** – магистрант, студент 6-го курса, группы МЗК-111, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14097, Украина).

**Poterukha Valentyn** – master student, student of 6th year, the group MZK-111, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14097 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** valentin.poteruxa@gmail.com