

УДК.528.П29

ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИЛАДІВ ТОПОГЕОДЕЗИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ТА СУЧАСНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ЗАДАЧ

І. Петлюк, В. Тимчук, С. Власенко, Т. Шевченко

Науковий центр Сухопутних військ Академії сухопутних військ, Львів

Ключові слова: топогеодезична прив'язка (ТГП), гірокомпас, гірокурсказивник, електронний тахеометр, гідростанція

Постановка проблеми

Головне завдання військових топогеодезичних підрозділів є незмінним – підвищення точності топогеодезичної прив'язки бойових порядків частин з одночасним скороченням її тривалості. З появою високоточної зброї (ВТЗ) передусім підвищуються вимоги до спеціальних геодезичних мереж (СГМ). З огляду на цю обставину та спираючись на результати сучасної точності пунктів Державної геодезичної мережі (ДГМ) [1], у працях [2, 3] рекомендовано зменшити помилки визначення координат пунктів СГМ -15, -30, -60 відповідно до 0,7 м, 1,5 м, 3,5 м замість наведених у [4] 1 м, 2 м і 5 м. Також відомо, що природні фактори (низькі температури, снігове покриття, болота, бездоріжжя, відсутність або недоступність пунктів СГМ і ДГМ) утруднюють, а іноді унеможливають своєчасну ТГП приладами, які мають підрозділи Сухопутних військ (СВ) Збройних сил (ЗС) України. Тим самим ставиться під загрозу виконання бойових завдань. Поява на світовому ринку спеціалізованих геодезичних приладів дає змогу розраховувати на те, що зросте ефективність ТГП за рахунок їх поєднання з наявними на озброєнні СВ України засобами ТГП, зокрема, підвищиться її точність і скоротиться час.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

Локальні війни і збройні конфлікти кінця ХХ – початку ХХІ століть свідчать, що перемагає той, хто використовує останні досягнення науки і технологій. Однією з таких технологій є поєднання різних за фізичними принципами дії навігаційних систем (давачів) в єдиному апаратно-програмному рішенні. Відповідні науково-прикладні дослідження ініційовані на рівні керівництва/командування Генерального штабу та Сухопутних військ ЗС України). Потенційно апаратура ТГП є однією зі складових комплексованої навігаційної системи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми в питаннях ТГП підрозділів [3–7], дає підстави стверджувати, що зусилля науковців спрямовані на пошук способів зменшення часу ТГП елементів бойових порядків Сухопутних військ з одночасним підвищенням її точності. Визначальним у

розвитку способів ТГП підрозділів є функціонування (розгортання) глобальних супутникових радіонавігаційних систем – “GPS” (США), “ГЛОНАСС” (РФ), “Галілео” (Євросоюз), “Compass” (КНР). Водночас передові держави не відмовились від удосконалення старих засобів, які використовуються для топогеодезичної прив'язки.

Невирішені частини загальної проблеми

Використання у топогеодезичних підрозділах СВ ЗС України приладів для топогеодезичної прив'язки (перископічної артилерійської бусолі ПАБ-2А, віддалемірної рейки, гірокомпасів 1Г17, 1Г25, 1Г40, віддалемірів ДСП-30 і 1Д11 (квантові), засобів навігаційної прив'язки 1Т121 та 1Т128) потребує в одному випадку посилення на пункт геодезичної мережі номера послання з віддалемірною рейкою, в іншому – заїзду топоприв'язника (командирської машини управління (КМУ), пересувного розвідувального пункту (ПРП)) на точку з відомими координатами з подальшим увімкненням апаратури.

Постановка завдання проблеми

Розглянемо можливість зменшення часу і збільшення точності ТГП елементів бойового порядку підрозділів у частинах СВ ЗС України, механізованих (танкових, ракетних, артилерійських) бригадах (мбр, тбр, рбр, абр) за рахунок використання новітніх електронних геодезичних приладів.

Виклад основного матеріалу проблеми

Для ТГП елементів бойового порядку топогеодезичні підрозділи, підрозділи КМУ і ПРП мбр (тбр, рбр, абр) використовують такі засоби:

- прилади для орієнтування: ПАБ-2А, 1Г17, 1Г25, 1Г40, візир орієнтування;
- прилади для вимірювання віддалей: ПАБ-2А з віддалемірною рейкою, ДСП-30, 1Д11, а також теодоліта Т10В;
- прилади для обчислення: обчислювачі типів СТМ і 1В520, артилерійська логарифмічна лінійка;
- навігаційна апаратура прив'язки 1Т121 та 1Т128, установлена на топоприв'язниках, КМУ та ПРП.

Названі засоби потребують порівняно значного часу на підготовку до роботи і характеризуються порівняно низькою точністю вимірів, тимчасом як в електронних геодезичних приладах відповідні характеристики кращі, що буде показано нижче. У табл. 1 наведено основні характеристики кутомірних і віддалемірних приладів зі штатного озброєння топогеодезичних підрозділів, а в табл. 2 – гірокомпасів, які є базовими складовими навігаційної апаратури.

Таблиця 1

Основні характеристики кутомірних і віддалемірних приладів

Характеристика	ПАБ-2А	1Д11	ДСП-30	Т10В
Середні помилки визначення: – координат, м – азимута дирекційного кута орієнтирного напрямку (ДК ОН), п.к.	8...10* 0-02	10 0-02	10 –	3...6* 0-03
Час, хв., с: – приведення приладу у бойове положення – визначення азимута ДК ОН	3'40"...4'50" 4'10"...5'50"	3'30"...4' 3'***	1' –	3'40"...4'50" 4'
<i>Примітки:</i> * – дані, які отримані з використанням віддалемірної рейки (оберненої засічки); ** – у разі орієнтування приладу за раніше відомим ДК ОН (взаємним візуванням)				

Таблиця 2

Основні характеристики гірокомпасів

Характеристика	1Г17	1Г25	1Г40
Середні помилки визначення азимута (за двома точками реверсії) мін, с	20"	1,8'	1,8'
Час визнач. азимута, хв	12	10	6

Зазначимо, що критичною стала така властива всім гірокомпасам вада, як відхилення з часом головної осі гірокурсовказівника. Зумовлені цим помилки для апаратури 1Т121 можуть сягати 0-17, для апаратури 1Т128 і „Маяк-2” – 0-12 за годину роботи або через пересування на віддалі до 5 км. При цьому середня помилка визначення приростів координат становитиме 0,4–0,6 % від пройденого шляху на рівнинній місцевості, на горбистій та гірській місцевості такі помилки збільшуються в 1,5–2 рази.

Отже, висновок про те, що навігаційна апаратура військових топогеодезичних підрозділів і топогеодезичних підрозділів мбр (тбр, рбр, абр), КМУ і ПРП Сухопутних військ ЗС України не відповідає вимогам сьогодення за часом та точністю визначення координат, є цілком адекватним. Понад це, наявна апаратура ТГП не дає змоги автоматично визначати висоту позицій або точок прив'язки.

Отже, застарілі та громіздкі прилади ТГП характеризуються обмеженістю функцій застосування та через габаритні та масові показники потребують залучення обслуги у складі кількох осіб. Назване не

лише збільшує тривалість ТГП елементів бойового порядку підрозділів і уможлиблює зменшення часу на підготовку до ведення бойових дій, а й створює навантаження на кадровий ресурс військових підрозділів.

В умовах, коли розвідувані засоби противника, за якими здійснюється підготовка даних для їх ураження, перебувають на позиціях та нанесенням вогневого удару впродовж 2...6 хв, нашим підрозділам лише на топогеодезичну прив'язку необхідно до 20 хв (табл. 3), що невиправдано.

Одним із можливих способів подолання зазначених вище обмежень підрозділів ТГП та апаратури ТГП може стати використання новітніх електронних геодезичних приладів. Розглянемо їхні функціональні можливості та характеристики.

Типовий електронний тахеометр поєднує функціональні можливості кутомірного і віддалемірного приладів з комп'ютером.

Він дає змогу:

- визначати віддалі до орієнтирів і об'єктів без застосування віддалемірних рейок і відбивача;
- знаходити кути на орієнтири і об'єкти;
- визначати координати приладу (машини), орієнтирів, об'єктів у будь-який час доби за доступними для спостереження пунктами з відомими координатами;
- розв'язувати топогеодезичні задачі та контролювати їх виконання;
- працювати в різних режимах, зокрема супутникової та інерціальної навігації.

Таблиця 3

Час ТГП елементів бойового порядку топогеодезичними підрозділами мбр (тбр, рбр, абр) своїми силами та засобами [5]

Умови виконання (спосіб прив'язки)	Орієнтовний час, хв., с	Примітки
1. Час визначається з моменту отримання наказу на розгортання до доповіді про готовність до ведення вогню. Рух у район позицій у розрахунок часу не входить. ТГП виконують за картою за допомогою: – бусолі; – гірокомпаса; – апаратури 1Т121 (1Т128)	12'30"/16'30"... 16'/21'30" 11'/12"...14'20"/17' 7'40"/12"...9'35"/15'35"	чисельник – день, знаменник – ніч; відсутність знаку “/” – час однаковий
2. Час визначається з моменту виходу підрозділів у район позицій до доповіді координат старшому начальнику. ТГП виконують за картою за допомогою: а) навігаційної апаратури і з визначенням ДК ОН за допомогою: – гірокомпаса; – гірокурсовказівника; – бусолі	10'10"...13'10" 2'05"...2'40" 6'30"/6'45"...8'25"/9'40"	
б) бусолі у разі відсутності прямої видимості контурних точок віддалення від них не повинно перевищувати 0,5 км	9'/14"...14'/21'	чисельник – взвод; знаменник – рота (батарея)

Розглянемо визначення віддалей і кутів за допомогою тахеометра.

Якщо недостатньо пунктів ДГМ і СГМ, як відомо, прив'язку можна здійснити за віддаленим орієнтиром. У цьому разі тахеометр розміщується на позиції і забезпечує оперативне визначення віддалі, азимута та відповідне розв'язання оберненої геодезичної задачі.

У разі відсутності будь-яких орієнтирів тахеометр може визначити координати позиції, на якій розміщений, за допомогою даних супутникової радіонавігаційної системи. Щоправда, точність залежатиме від часу спостереження сузір'я супутників і може сягати кільканадцяти хвилин.

Тахеометр можна застосувати для топогеодезичної підготовки місцевості. Так, нарощування артилерійської топогеодезичної мережі є по суті еквівалентною задачею тахеометра – тахеометричного знімання місцевості. У термінах останньої говорять про “набір пікетів”. Пікетом в геодезії називають точку місцевості, яка отримана геодезичними або електронними приладами, координати і висота якої обчислені. Точка, що визначається, називається сусідньою точкою наведення.

Для прикладу, тахеометри фірми Geotronics (Швеція) типу Geodimeter 510, 520, 540 мають високий рівень автоматизації та складаються зі стаціонарної базової станції та рухомої станції [8]. Необхідна умова функціонування системи – наявність оптичної видимості між базовою та рухомою станціями (останню встановлюють на пікетах).

Систему може обслуговувати одна людина. Базову станцію встановлюють на вибраному пункті, вводять його координати та висоту і такі самі дані – для сусідньої точки наведення (пікета). Після цього тахеометр на базовій станції наводять на пікет, в якому встановлено відбивач рухомої станції для автоматичного відстежування. Коли оптичні осі станцій суміщаються, вмикається режим вимірювання віддалей і кутів. Горизонтальні та вертикальні кути вимірюють із середньою квадратичною помилкою (СКП) 2", віддалі у точному режимі – з СКП $\pm(2 \text{ мм} + 2 \times 10^{-6} L)$, у стандартному – з СКП $\pm(3 \text{ мм} + 3 \times 10^{-6} L)$, у режимі відстежування – з СКП $\pm(10 \text{ мм} + 3 \times 10^{-6} L)$ [6], де символом L позначена віддалі до точки наведення.

Електронні тахеометри фірми Sokkia (Японія) [8, 9] серії 30R забезпечують вимірювання без відбивача віддалі до 350 м. Прилади серії відрізняються тільки СКП вимірювання кутів: для SET1030R – 1", для SET2030R – 2", для SET3030R – 3". Завдяки збільшеній площі дисплею можна одночасно контролювати великий обсяг інформації. Деякі характеристики електронного тахеометра SET2030R наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Технічні дані електронного тахеометра SET2030R

СКП вимірювання кутів (горизонтального і вертикального)	2"
Збільшення зорової труби, кратність	30 ^x
Межі дії двоосьового компенсатора	±3'
Максимальна вимірювальна віддалі без відбивача, м	350
Точність вимірювання віддалей без відбивача в діапазоні L , мм: – 0,3...200 м – 200...350 м	$\pm(3+2 \text{ ppm} \times L)$ $\pm(5+10 \text{ ppm} \times L)$
Маса з акумулятором, кг	5,9
Час видавання показів	реальний

Наведені характеристики показують, що електронні прилади забезпечують надійне та оперативне визначення координат і абсолютних висот елементів бойового порядку підрозділів мбр (тбр, рбр, абр) незалежно від природних факторів і доби, сезонних змін місцевості, наявності або відсутності супутникового зв'язку.

Фірми Leica (Швейцарія) і Trimble (США) [8] є також знаними виробниками електронних тахеометрів, серед яких є прилади, що без відбивачів вимірюють віддалі: тахеометри фірми Leica серій TC 400 і TC 800. Прилади серій аналогічно відрізняються між собою точністю вимірювань кутів (2...7), а також точністю приведення вертикальної осі приладу у прямовисний стан. Ці тахеометри забезпечують вимірювання без відбивача віддалей до 300 м з точністю $\pm(3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$.

Свою чергою, тахеометр Trimble 5600, з віддалемірними системами DR 200+, DR 300+ дає змогу вимірювати без відбивача віддалі до 600 м з точністю $\pm(5 \text{ мм} + 3 \text{ ppm})$.

Технічні характеристики електронних тахеометрів наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Характеристики електронних тахеометрів [8]

Показники	Sokkia SRX1	Sokkia NET 05	Topson GPT 7501	Leica TC 802	Trimble 3602 DR
СКП вимірювання кута (горизонтального і вертикального)	1"	0,5"	1"	2"	2"
<i>Характеристика зорової труби</i>					
збільшення, крат	30 ^x	30 ^x	30 ^x	30 ^x \ 42 ^x	30 ^x
найменша віддалі візування, м	1,3	1,3	1,3	1,7	1,5
<i>Двоосьовий компенсатор</i>					
точність встановлення вертикальної осі приладу прямовисно	0,5"	0,5"	1"	1"	
<i>Вимірювання віддалей без відбивача:</i>					
вимірювана віддалі, м	500	200	2000	500-1000	500
точність вимірювання, мм	3+2ppm	3+1ppm	10+10ppm	2+2ppm 4+2ppm	3+2ppm
час роботи акумулятора, год	3	3	4	8	11
Вага, кг	7,7	7,7	6,8	6,4 (6,7)	5,5

Тахеометр Trimble 5600 забезпечує автоматизоване наведення на ціль на віддалі до 120 м та здатен працювати у режимі відстеження на віддалі до 2400 м. У приладі передбачене інтегрування програмного забезпечення тахеометра і GPS-приймача і передавання до тахеометра інформації GPS-знімання.

Аналогічні характеристики у тахеометрів фірми Leica серії TC 1200+, які можуть вимірювати без відбивача віддалі до 1000 м з точністю (4 мм+2ppm), а з відбивачем – (1 мм+1,5ppm).

Висновки

Як бачимо, сучасні електронні тахеометри можуть працювати в режимах GPS або інерціальному, що дає змогу надійно і оперативно визначати координати і висоти елементів бойових порядків Сухопутних військ, дирекційні кути орієнтирних напрямів незалежно від часу доби, пори року, рельєфу місцевості.

Наступне технологічне досягнення – комбінований прилад у складі теодоліта, віддалеміра і комп'ютера (електронного тахеометра) та гіроскопічного орієнтатора – гіростанції [9, 10]. Такі гіростанції забезпечують час визначення азимута за чотирима точками реверсії приблизно 15 хв, СКП визначення азимута – не більше ніж 20'' з одного пуску.

Гіростанції випускають фірми Sokkia, Leica, Trimble.

Оцінювання можливостей засобів, що використовуються для ТПП у військових підрозділах Сухопутних військ ЗС України, та сучасних електронних геодезичних приладів дає підстави стверджувати, що в сучасному локальному швидкоплинному бою ефективними можуть виявитися останні розробки електронних приладів.

Подальшим напрямом досліджень має стати техніко-економічний аналіз заміни, а також детальніше вивчення ефективності приладів у особливих умовах.

Література

1. Топографо-геодезична діяльність. Законодавчі та нормативні акти / Ч. 1 – К. : Укргеодезкартографія, 2000. – 405 с.
2. Навігаційне забезпечення військ / [Багмет А.П., Кравчук О.В., Міхно О.Г та ін.; Довідник. – К. : ЦУВТН ГУОЗ КСП ЗСУ, 2006. – 416 с.
3. Мокроцкий М.Ю. Средства топогеодезической привязки артиллерийских подразделений Сухопутных войск Вооруженных сил Украины: перспективы развития / М.Ю. Мокроцкий // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2009. – № 1. – С. 37–42.
4. Руководство по астрономо-геодезическим работам при топогеодезическом обеспечении войск. Геодезические работы. – Ч. 1. – М.: РИО ВТС. 1980. – 421 с.
5. Курс підготовки артилерії Збройних сил України. – К.: К СВ ЗСУ, 2007. – 159 с.
6. Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії. Дивізіон, батарея, взвод, гармата. – К.: К СВ ЗСУ, 2008. – 249 с.
7. Руководство по боевой работе подразделений РВ и А СВ. – М.: Воениздат, 1982. – 145 с.
8. Шевченко Т.Г. Геодезичні прилади / Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз, І.С. Тревого. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту Львівська політехніка, 2009. – 482 с.
9. Sokkia giro station GP3-130. htm. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.accuracy-control.com/index.htm>.
10. Leica total station. html. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.accuracy-control.com/index.htm>

Оцінювання можливостей приладів топогеодезичних підрозділів та сучасних геодезичних приладів для розв'язання військових задач

І. Петлюк, В. Тимчук, С. Власенко, Т. Шевченко

Порівняно можливості засобів ТПП підрозділів Сухопутних військ ЗС України і сучасних електронних геодезичних приладів. Запропоновано поетапну заміну застарілих приладів ТПП на нові з перепідготовкою особового складу підрозділів.

Оценка возможностей приборов топогеодезических подразделений и современных геодезических приборов для решения военных задач

И. Петлюк, В. Тимчук, С. Власенко, Т. Шевченко

Сравниваются возможности средств ТПП подразделений Сухопутных войск ВС Украины и современных электронных геодезических приборов. Предлагается поэтапная замена устаревших приборов ТПП новыми с переподготовкой личного состава подразделений.

Estimation of possibilities of devices of topogeodesic units and modern geodesic devices for solving military tasks

I. Petlyuk, V. Timchuk, S. Vlasenko, T. Shevchenko

Possibilities of capabilities of TG devices of military units of the Army of the Ukrainian Armed Forces and modern electronic geodesic devices are compared. Stage-by-stage replacement of out-of-date TG devices with new ones and retraining of the military units personnel.