

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-79-2-2.3>

**АНАЛІЗ СЕРЕДНЬОКВАДРАТИЧНОГО ВІДХИЛЕННЯ
«БАЗАЛЬТ-М» ТА ПАК «КРОПИВА», «УКРОП», «ARTOS»
ВІДНОСНО КАТАЛОГУ КООРДИНАТ
ГЕОДЕЗИЧНИХ ПУНКТИВ**

Кравець Т. М.

*кандидат географічних наук,
викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки
факультету ракетних військ і артилерії
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Щерба А. А.

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської
розвідки факультету ракетних військ і артилерії
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного*

Семів Г. О.

*кандидат економічних наук,
доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння
факультету ракетних військ і артилерії
Національної академії сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного
м. Львів, Україна*

Вирішення різного роду військових завдань неможливе без використання космічних технологій та навігаційного забезпечення за рахунок використання глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС).

Космічні технології дають змогу з високою ймовірністю вирішувати військові завдання: оцінювання характеристик точності озброєння; забезпечення високої точності під час випробувань і застосування модернізованих і перспективних систем озброєння; функціонування систем зброї на «непідготовленому» полі бою; оперативного приведення систем озброєння в готовність до застосування; функціональної сумісності під час спільних дій у коаліційних збройних угрупованнях; забезпечення точних оперативних цілевказівок, можливостей точко-

вих ударів і мінімізації супутніх руйнувань; організації віртуальних полігонів і зниження витрат під час бойової підготовки підрозділів; упровадження диспетчерських інформаційних технологій та інформаційних систем (розвідки, навігації, систем зв'язку та передачі даних тощо). Проте, основою всіх цих переваг і функцій є визначення координат, на базі яких і відкриваються всі ці можливості.

На базі наявного доступу до супутникових навігаційних систем створено ряд приладів і програмного забезпечення, основою яких є визначення координат. Проте, порівняння точності визначення координат і перешкоди, які можуть вплинути на точність визначення координат чи часові показники зйомки, не розкрито належним чином в літературі. Інформація про особливості та точність визначення координат за допомогою програмно-апаратних комплексів (ПАК) «Кропива», «Укроп», «Artos» відсутня, а для «Базальт-М» потребує уточнення.

Для усунення цієї прогалини було здійснено аналіз ГНСС і ГІС у військових підрозділах на прикладі «Базальт-М» та ПАК «Кропива», «Укроп» і «Artos», зокрема порівняння точності визначення координат апаратурою відносно каталогу координат геодезичних пунктів та списку координат пунктів спеціальних геодезичних мереж.

Принцип визначення місцеположення об'єкта на земній поверхні з використанням ГНСС заснований на вимірюванні віддалі від НКА до приймача супутникових сигналів і обчисленні за цими віддальми координат об'єкта (просторова засічка). Дані сфери є сукупністю точок, розташованих на вимірній віддалі до одного з супутників. Точки перетину сфер і визначають місцеположення антени апаратури користувача ГНСС.

З метою встановлення дійсної точності визначення прямокутних координат точок «Базальт-М» та ПАК «Кропива», «Укроп», «Artos» за певних умов було проведено натурний експеримент. Суть експерименту полягав у визначенні прямокутних координат точки за допомогою «Базальт-М» та ПАК «Кропива», «Укроп», «Artos» за певних умов. Прямокутні координати цієї точки повинні бути визначені іншим методом (відомі) з точністю, вищою від роботи апаратури ПАК. Для цього було здійснено вибірку з каталогу координат геодезичних пунктів М-35-ХІХ розділу Б пункт полігонометрії за каталогом № 209 «Газовая, башня».

На точність визначення координат впливає декілька чинників: по-перше – алгоритм роботи ПАК; по-друге – характеристика апаратного засобу, який визначає координати; по-третє – сприятливість умов

спостереження (відкритість неба, альманах супутників, в момент виміру, інші джерела похибок).

Під час проведення експерименту було визначено, що характеристика апаратного засобу, на який встановлене програмне забезпечення, безпосередньо впливає на швидкість визначення координат. Так, одночасно запустивши програми визначення координат виявлено, що координати ПАК «Кропива» на телефоні Samsung A7 були визначені протягом 3 секунд, аналогічним програмним забезпеченням на планшеті Sigma координати були визначені через 1,5 хвилини. Всі прилади визначили координати від 1 хвилини до 3 хвилин після ввімкнення, за винятком телефону Samsung A7.

Увімкнувши усі прилади та програми, було зроблено 3 виміри на одній точці: перший – відразу після ввімкнення, другий – через 15 хв, третій – через 30 хв. Це було здійснено з метою підвищення достовірності та надійності вимірів, уникнення випадкових похибок визначення прямокутних координат.

Провівши порівняння вимірів та визначення відхилення від еталонних даних різним програмним забезпеченням, зауважуємо, що відразу після включення MilChat надає похибку – 3 м, «Базальт-М» – 9 м, «Кропива» – 15 м, «Artos» – 14 м, «Укроп» – 28 м.

Найменша похибка відразу після ввімкнення програмного забезпечення MilChat, проте потрібно врахувати, що «Кропива» надала на телефоні координати в 1-2 рази швидше від всіх інших приладів, та точність не зазнала значного відхилення від інших програм.

Провівши порівняння вимірів та визначення відхилення через 15 хвилин після ввімкнення, MilChat надає похибку – 3 м, «Базальт-М» – 1 м, «Кропива» – 1,5 м, «Artos» – 3 м, «Укроп» – 22 м. Отже, MilChat продовжив індикацію даних з такою ж похибкою, «Базальт-М» покращив точність визначення координат з 9 м до 1 м, «Кропива» – з 15 м до 1,5 м, «Artos» – з 14 м до 3 м, а «Укроп» – з 28 м до 22 м. Всі прилади, працюючи на точці 15 хв. покращили точність визначення координат, за винятком MilChat.

Через 30 хв. після ввімкнення MilChat надає похибку – 2,5 м, «Базальт-М» – 1 м, «Кропива» – 0,75 м, «Artos» – 3 м, «Укроп» – 20 м. Отже, MilChat, «Базальт-М» і «Artos» не змінили точності визначень, «Кропива» покращила точність до 0,75 м, а «Укроп» з 22 до 20 метрів.

Проаналізувавши результати вимірів, можна скласти залежність тривалості виконання вимірів на точці і точності визначення координат. Проте, після 30 хв. показники не змінюються і залишаються стабільними не зважаючи на тривалість вимірів, для цього було продов-

жено вимірювання з фіксацією точності в часових інтервалах 45 хв., 1 год. і 1 год. 30 хв., проте дані приладів не змінилися.

Отже, до 30 хвилин точність визначення координат змінюється, особливо помітні зміни у результатах після увімкнення (так званого «холодного старту») з результатами через 30 хв. роботи. З часом точність визначення координат зростає. Це обумовлено кількістю НКА, сигнали з яких прийняті приймачем до роботи і величиною G-DOP – фактором геометричного розташування робочого сузір'я супутників.

На основі проведених досліджень з'ясовано, що зовнішні фактори впливають на точність та час визначення координат. Дані результати задовольняють вимоги щодо топогеодезичної прив'язки позицій, постів і пунктів ракетних військ і артилерії. Істотне значення має відкритість небесної сфери. Робота приладу в населених пунктах густої забудови, в ущелині або в інших умовах закритості неба можлива нестабільна точність визначень. При виборі точки, координати якої визначаються, командир повинен забезпечити максимальну відкритість небесної сфери, та при оцінці точності визначення координат керуватися вирахованою приладом серединною помилкою. За аналізом точності визначення координат найвищу точність продемонстрували СН-3003М «Базальт-М» та ПАК «Кропива», інші засоби відповідають вимогам щодо точності топогеодезичної прив'язки, але показали дещо гірший результат.

Література:

1. Бовда Е.М., Плуговий Ю.А., Романюк В.А. Концептуальні основи синтезу автоматизованої системи управління зв'язком військового призначення. *Збірник наукових праць ВІПІ*. 2016. № 1. С. 6–18.
2. Бойко В. М. Напрямки удосконалення організаційно-технічної основи системи забезпечення єдності навігаційно-часових вимірювань в Збройних Силах України. *Метрологія та прилади*. 2012. № 5. С. 59–64.
3. Бойко В.М., Гаврилов А.Б., Рондін Ю.П. До питання технічного оснащення робочого місця з перевірки (атестації) супутникової навігаційної апаратури споживачів у ЗС України. *Метрологія та прилади*. 2013. № 1. С. 56–61.
4. Водяних А.А., Тимчук В.Ю., Кондратюк І.О., Заруднев Д.І. Технічна характеристика навігаційної апаратури СН23003М «Базальт». *Військово-технічний збірник*. 2011. № 1. С. 198–205.
5. Гаврилов А.Б., Красинський С.В. Деякі погляди на проблемні питання організації метрологічного забезпечення через призму метрологічної експертизи документації на озброєння та військову техніку, що розробляється (модернізується). *Системи озброєння і військова техніка*. 2010. № 1. С. 48–54.