

засобів і технологій обробки інформації створює передумови для істотного підвищення ефективності процесу управління військами при веденні бойових дій.

Список літератури

1. Стратегічний оборонний бюлетень України на період до 2015 року (Біла книга). – К.: МОУ, 2004. – 59 с.
2. Державна програма розвитку ЗСУ на 2006-2011 роки. – К.: МОУ, 2005. – 40 с.
3. Щорічник «Біла Книга – 2008: Оборонна політика України». – К.: МОУ, 2009. – 100 с.
4. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка

эффективности / Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. – Севастополь: СНИИЯЭ и П, 2004. – 320 с.

5. Пермяков О.Ю. Застосування сучасних інформаційних технологій в роботі органів управління ч.2. / О.Ю. Пермяков // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2006. – № 1. – С. 39-45.

6. Алтухов П.К. и др. Основы теории управления войсками./ Под общ. ред. П.К. Алтухова. – М.: Воениздат, 1984. – 221 с.

Надійшла до редакції 27.08.2009 р.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.С. Тревого, Академія сухопутних військ, Львів.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТІ КОМАНДИРА, ШТАБА ПРИ ПРИНЯТТІ РЕШЕНЬ НА ОПЕРАЦІЮ (БОЕВІ ДІЯВАННЯ)

Р.В. Гуминский, Е.В. Рыжов, О.В. Королёва

В статті проаналізовані деякі підходи до автоматизації процесу діяльності командира (штаба), пропонується новий підхід до прийняття рішень, удосконалення інформаційно-аналітичного забезпечення організації операцій (бойових дій) за рахунок використання інформаційно-моделюючої середовища.

Ключові слова: прийняття рішень, модель, бойові дії, інформаційно-моделююче середовище.

AUTOMATION OF COMMANDER AND STAFF'S ACTIVITIES IN THE PROCESS OF DECISION MAKING FOR OPERATION (COMBAT ACTIONS)

R.V. Guminskiy, E.V. Ryzhov, O.V. Korolyova

The article provides analysis of new approaches to automation of commander and staff's working process. New approach to decision producing, improvement of information and analytic support of operations organization (combat actions) through employment of information modeling environment has been offered.

Keywords: decision making, model, combat actions, information modeling environment.

УДК 528.3, 358

Р.В. Сергієнко

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КООРДИНАТНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ДИРЕКЦІЙНИХ КУТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНИКОВИХ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Досліджено показники ефективності визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів координатним методом (розрахунком оберненої геодезичної задачі) по даних, отриманих за допомогою приймачів супутникових навігаційних сигналів «Базальт». Запропоновано мінімальні віддалі між точками, що утворюють орієнтирний напрям, та допустимі розходження при здійсненні контролю способом, що розглядається.

Ключові слова: дирекційний кут орієнтирного напрямку, серединна помилка, супутникова навігаційна система.

Вступ

Постановка завдання. Бурхливий розвиток супутникових радіонавігаційних систем спричинив прийняття їх на озброєння та використання в

інтересах топогеодезичної підготовки ведення бойових дій підрозділів ракетних військ і артилерії. Однією з найважливіших складових топогеодезичної підготовки та вінцем її проведення є здійснення топогеодезичної прив'язки елементів бойового

порядку артилерії, що, в свою чергу, включає визначення координат точки, її висоти, а також дирекційних кутів орієнтирних напрямів [1, 2, 6]. Відсутність рекомендацій керівних документів щодо використання засобів супутникової навігації в інтересах топогеодезичної підготовки, зокрема дирекційних кутів орієнтирних напрямів, викликає необхідність вивчення можливостей та умов застосування прийнятих на озброєння приймачів супутникових радіонавігаційних сигналів (СРНС-приймачів) «Базальт» для проведення топогеодезичної прив'язки елементів бойового порядку артилерії, зокрема для визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів як одного з необхідних її елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказує, що головним чином їх авторами розглядаються питання підвищення достовірності та надійності шляхом комплексування автономних та супутникових радіонавігаційних систем [9], а також використання псевдосупутників – наземних навігаційних станцій [7].

У [8] проведено аналіз показників точності визначення параметрів руху цілі (зокрема курсового кута, тобто дирекційного кута напрямку руху цілі) з використанням координатного способу для здійснення зовнішнього цілевказання. Там же зазначено, що точність визначення курсового кута складає 0-06 – 0-08 за умов точності навігаційної системи 20 м. Однак при здійсненні топогеодезичної прив'язки можливі різні варіанти створення орієнтирного напрямку – наприклад, з використанням в якості віддаленої орієнтирної точки пункту ДГМ тощо, що впливає на точність визначення азимута.

Мета статті. Виходячи з вищезазначеного, метою дослідження обрано оцінку ефективності координатного методу визначення дирекційних кутів. В якості показника ефективності розглядається серединна помилка визначення дирекційного кута.

Виклад основного матеріалу

Дирекційний кут орієнтирного напрямку можна знайти рішенням оберненої геодезичної задачі по координатам точок, що створюють орієнтирний напрям; цей метод визначення називають координатним. Очевидно, точність цього методу буде залежати від точності визначення координат точок.

Розглянемо наведену на рис. 1 схему орієнтирного напрямку. Найбільш поширеними варіантами створення орієнтирного напрямку з використанням СРНС-приймача можуть бути:

- 1) визначення координат обох точок (А і В), що створюють напрям, за допомогою приймача СНС;
- 2) використання в якості однієї з точок контурної точки карти;

3) використання в якості однієї з точок пункту геодезичної мережі (спеціальної, державної); пункт геодезичної мережі розглядається в якості віддаленої точки, недоступної для постановки приладу.

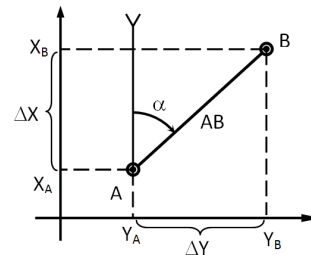


Рис. 1. Визначення дирекційного кута орієнтирного напрямку

Нагадаємо, що визначення дирекційного кута орієнтирного напрямку здійснюється за формулою

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (1)$$

З формули очевидно, що закон розподілу помилки визначення частки $\Delta x/\Delta y$ (а отже, і дирекційного кута) є композицією законів розподілу помилок визначення координат точки А (X_A і Y_A) і точки В (X_B і Y_B). В [3] доводиться, що для двох незалежних випадкових величин, які підпорядковуються нормальному закону розподілу (у нашому випадку – помилок визначення координат точок А і В) їх композиція (прирошення координат стосовно точок А і В) також підпорядковується нормальному закону розподілу, причому серединна помилка цього закону дорівнює:

$$E_{\Delta} = \sqrt{E_A^2 + E_B^2}. \quad (2)$$

Серединну помилку визначення дирекційного кута визначимо як паралактичний кут, що спирається на відрізок BB' (рис. 2), який відповідає серединній помилці E_{Δ} визначення приращень координат кінцевої точки відрізка відносно початкової; вершина цього кута віддалена від відрізка на відстань D , що відповідає відстані між точками А і В.

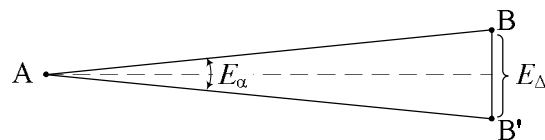


Рис. 2. Серединна помилка визначення дирекційного кута «координатним» способом

Таким чином, серединну помилку визначення дирекційного кута «координатним» способом можна вирахувати за формулою

$$E_{\alpha} = 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{0,5 E_{\text{сум}}}{D} \right). \quad (3)$$

Підставляючи (2) в (3), отримаємо:

$$E_{\alpha} = \arctg \left(\frac{\sqrt{E_{\text{поч}}^2 + E_{\kappa}^2}}{D} \right). \quad (4)$$

Користуючись функціональною залежністю (3), розрахуємо можливі помилки визначення дирекційних кутів для різних значень відстаней між точками і серединних помилок визначення прирощень координат для порівняння їх з допустимими величинами (для виконання умов повної підготовки – $E_{\alpha}^{n.n.} \leq 0-02$, скороченої підготовки – $E_{\alpha}^{c.n.} \leq 0-04$ [1, 2, 4]). Дані розрахунків представлено в табл. 1.

При аналізі даної таблиці приходимо до висновку, що мінімальна відстань між точками орієнтирного напрямку повинна складати не менше 500-1000 метрів. Для більш ефективного використання даної методики визначимо більш конкретно помилки E_{Δ} визначення прирощень координат, для яких проводиться розрахунок (відповідно до способів визначення координат початкової та кінцевої точок); наступним кроком визначимо мінімально припустимі віддалі для типових значень E_{Δ} .

Згідно з технічним описом навігаційного приймача «Базальт» [5], що прийнятий на озброєння у підрозділах РВіА, точність визначення координат буде складати 20-25 м (для режиму ГЛОНАСС / NAVSTAR) у залежності від відкритості небесної сфери, а у диференційному режимі – 2-5 м. Таку ж точність забезпечує і використання режиму статистики для визначення координат. Однак слід зауважити, що цей режим потребує значного часу на визначення координат – від декількох десятків хвилин до кілька годин.

Визначимо, яка сумарна помилка буде у можливих випадках визначення координат точок, що визначають орієнтирний напрямок.

1. Визначення координат за допомогою «Базальт» у режимі статистики чи у диференційному режимі (за серединну помилку способу приймаємо 2 м та 5 м – тобто розглянемо найбільш сприятливий та найменш сприятливий випадок). Сумарна серединна помилка, визначена за формулою (1), буде складати відповідно 3 і 7 метрів.

2. Визначення координат за допомогою СНС «Базальт» у режимі POS (за серединну помилку способу приймаємо 20 м – тобто для режиму ГЛОНАСС/NAVSTAR). Сумарна серединна помилка, визначена за формулою (1), буде складати приблизно 30 м.

3. Визначення координат однієї з точок здійснено за допомогою «Базальт» у режимі статистики чи у диференційному режимі (за

серединну помилку способу приймаємо 2 м та 5 м – тобто розглянемо найбільш сприятливий та найменш сприятливий випадок); за другу точку прийнято пункт геодезичної мережі, точність визначення його координат складатиме до 1 м). Сумарна серединна помилка, визначена за формулою (1), буде складати 2-5 м.

4. Визначення координат однієї з точок здійснено за допомогою «Базальт» у режимі статистики чи у диференційному режимі (за серединну помилку способу приймаємо 2 м та 5 м – тобто розглянемо найбільш сприятливий та найменш сприятливий випадок); за другу точку прийнято контурну точку карти (нагадаємо, що серединна помилка визначення координат за картою складає 0,4 мм у масштабі карти: для масштабу 1:100 000 складає 40 м, для масштабу 1:50 000 складає 20 м і відповідно для карти 1:25 000 – 10 м). Сумарна серединна помилка, визначена за формулою (1), буде складати: для карти 1:100 000 – 35 метрів, для карти 1:50 000 – 20 метрів і для карти 1:25 000 – 10 метрів.

5. Визначення координат однієї з точок здійснено за допомогою СН-3003 «Базальт» у режимі POS; за другу точку прийнято контурну точку карти. У цьому випадку сумарна серединна помилка складе 30 метрів. Необхідно зазначити, що таку ж точність має і спосіб визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів по контурних точках карти (для карти масштабу 1:50 000), від якого зараз відмовились. У наступному стане зрозумілою причина цієї відмови.

Маючи сумарні серединні помилки визначення координат кінцевої та початкової точок, що характерні для розглянутих варіантів визначення координат цих точок, визначимо мінімально припустимі віддалі між ними, при яких забезпечується необхідна точність визначення дирекційних кутів.

Для випадку топогеодезичної прив'язки елементів бойового порядку наземної артилерії точність визначення дирекційних кутів характеризується серединною помилкою, що дорівнює 0-02 – для відповідності умовам повної підготовки [1]. Оскільки помилка визначення дирекційних кутів в даному випадку підлягає нормальному закону розсіювання, то максимальна помилка дорівнюватиме потроєній серединній помилці, тобто 0-06, що є максимально допустимим значенням згідно з Курсом підготовки артилерії [2].

Для розрахунку припустимих віддалей використаємо формулу, що випливає з (2)

$$D = \frac{E_{\text{сум}}}{\text{tg}(E_{\alpha})}. \quad (4)$$

Аналізуючи табл. 2, можна зазначити наступне.

Таблиця 1

Серединна помилка визначення дирекційних кутів координатним способом

Відстань між точками, м	Серединна помилка визначення прирощень координат кінцевої точки відносно початкової, м								
	1	2	5	10	15	20	25	30	35
100	0-09,5	0-19,1	0-47,7	0-95,2	1-42,2	1-88,5	2-33,9	2-78,3	3-21,5
300	0-03,2	0-06,4	0-15,9	0-31,8	0-47,7	0-63,6	0-79,4	0-95,2	1-10,9
500	0-01,9	0-03,8	0-09,5	0-19,1	0-28,6	0-38,2	0-47,7	0-57,2	0-66,7
1000	0-01,0	0-01,9	0-04,8	0-09,5	0-14,3	0-19,1	0-23,9	0-28,6	0-33,4
3000	0-00,3	0-00,6	0-01,6	0-03,2	0-04,8	0-06,4	0-08,0	0-09,5	0-11,1
10000	0-00,1	0-00,2	0-00,5	0-01,0	0-01,4	0-01,9	0-02,4	0-02,9	0-03,3
15000	0-00,1	0-00,1	0-00,3	0-00,6	0-01,0	0-01,3	0-01,6	0-01,9	0-02,2

Таблиця 2

Припустимі віддалі між точками, що створюють орієнтирний напрям при визначенні дирекційного кута цього напрямку

Припустимі серединні помилки, п.к.	Сумарна серединна помилка визначення координат початкової та кінцевої точок, м								
	1	2	3	5	7	10	20	30	35
0-01	955	1910	2865	4775	6685	9549	19099	28648	33423
0-02	477	955	1432	2387	3342	4775	9549	14324	16711
0-03	318	637	955	1592	2228	3183	6366	9549	11141
0-04	239	477	716	1194	1671	2387	4775	7162	8356

1. Використання «Базальт» для визначення дирекційних кутів не може надати точність вищу, ніж визначення за допомогою магнітної стрілки бусолі (за умов визначення поправки бусолі у місці, що віддалене від району робіт не більше 5 км та відсутності магнітних аномалій).

2. За умов використання СРНС приймача у диференційному режимі, одночасного використання двох приймачів, або ж використання в якості однієї з точок пункту ГМ віддалі між точками, що створюють орієнтирний напрям, повинна бути не менше 1-3 км у залежності від умов видимості супутників та значення серединної помилки, що індукується при визначенні координат.

3. При визначенні координат однієї з точок по карті масштабу 1:25 000, а іншої – приймачем СНС в диференційному режимі віддалі між точками повинна бути не менше 5 км.

4. При визначенні координат однієї з точок по карті масштабу 1:50 000 або 1:100 000, а іншої – СРНС-приймачем, віддалі між точками повинна бути не менше 10-15 км. Зазначимо, що при цьому існують певні труднощі в ідентифікації контурних точок: внаслідок старіння карт визначення координат контурних точок може бути помилковим через невідповідність карти місцевості.

Необхідно зазначити, що вказані вище показники точності отримали експериментальне підтвердження. Автором було організовано практичне визначення дирекційних кутів «координатним способом» за умови віддалі між точками 200-300 м, а також використання режиму POS та режиму статистики. Контроль визначення

було здійснено астрономічним способом (серединна помилка складає 0-01). У першому випадку розходження з контрольним значенням склало 0-15, 0-30, 0-43; для випадку використання статистичного режиму – 0-06, що цілком відповідає даним, наведеним у табл. 1.

Висновки

За умов застосування для визначення координат точок СРНС-приймача «Базальт» «координатний» спосіб визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів не можна розглядати як альтернативу таким способам, як гіроскопічний, астрономічний та геодезичний через низьку точність.

Вищезазначений спосіб досягає точності, яка забезпечується використанням магнітної стрілки бусолі, тільки за умов використання статистичного режиму роботи (формуляр STT); однак у цьому випадку необхідний для виконання вимірювань час збільшиться у багато разів.

Найбільш доцільним варіантом застосування способу є використання в якості орієнтирної точки пункту геодезичної мережі та використання статистичного режиму роботи.

Перспективним напрямом подальших досліджень автор вважає подальше визначення умов застосування СРНС-приймача «Базальт» для визначення дирекційних кутів орієнтирних напрямів та експериментальні дослідження у цьому напрямі.

Список літератури

1. Правила стрільби і управління вогнем артилерії. Київ: – «Варта», 1995. – 304 с.

2. Курс підготовки артилерії. – К: «Варта», 2007. – 275 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятностей / Венцель Е.С. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1958. – 464 с.
4. Збірник нормативів з бойової підготовки для спеціалістів і підрозділів артилерії. – К: «Варта», 2006. – 127 с.
5. Настанова з експлуатації навігаційної апаратури споживачів супутникових навігаційних систем ГЛОНАС і GPS NAVSTAR СН-3003 «Базальт» ПКАН.461513.017 РЭ-У.
6. Навігаційне забезпечення військ / А.П. Багмет, О.В. Кравчук, О.Г. Міхно, М.С. Пастушенко та ін. // Довідник. – К.: ЦУВТН ГУОЗ КСП ЗСУ, 2006. – 4167 с.
7. Навігація основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер, Пер. з англ. за ред. Я.С. Яцків. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2006. – 443 с.
8. Корольов В.М. Оцінка похибок визначення координат і вектора швидкості цілі з рухомого об'єкта / В.М. Корольов, К. В. Руденко, О.В. Корольова // Перспективи розвитку озброєння і військової техніки сухопутних військ: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. Львів, 28 – 29 квітня 2009 р. – Львів: Львівський інститут Сухопутних військ, 2009. – С. 86.
9. Полець О.П. Аналіз вимог споживачів навігаційної інформації у Сухопутних військах Збройних Сил України / О.П. Полець // Перспективи розвитку озброєння і військової техніки сухопутних військ: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф., Львів, 28 – 29 квітня 2009 р. – Львів: Львівський інститут Сухопутних військ, 2009. – С. 258.

Надійшла до редакції 27.08.2009 р.

Рецензент: д-р техн. наук, доц. Ю.В. Шабатура, Академія сухопутних військ, Львів.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КООРДИНАТНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ОРИЕНТИРНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Сергиенко Р.В.

Рассматриваются условия применения спутниковых навигационных систем для определения дирекционных углов ориентирных направлений при осуществлении топогеодезической привязки элементов боевого порядка артиллерийских подразделений.

Ключевые слова: дирекционный угол ориентирного направления, средняя ошибка, спутниковая навигационная система.

THE ESTIMATE OF THE EFFECTIVENESS OF SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS FOR GRID ANGLE DETERMINING

Serghiienko R. V.

Conditions of use of satellite navigation systems for grid angle determining during geodetic connection of artillery units battle positions are considered.

Keywords: grid angle, average error, satellite navigation system.