

УДК 623.644

О.А.Чорнокнижний¹, В.М. Корольов², Р.Г. Савчук¹, Я.Г. Заєць²¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО КОМАНДУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНИМИ КАРТАМИ ТА ФОТОДОКУМЕНТАМИ ПРО МІСЦЕВІСТЬ В ОБОРОННІЙ ОПЕРАЦІЇ

На основі аналізу функціонування системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість в збройних силах провідних країн світу, основних завдань топогеодезичного забезпечення оперативного командування (ОК) в операції та вимог військ (сил) до топогеодезичного забезпечення в операції визначено та обґрунтовано показники ефективності системи забезпечення ОК спеціальними картами та фотодокументами про місцевість в оборонній операції.

Ключові слова: топогеодезичне забезпечення, спеціальні карти та фотодокументи про місцевість, ефективність, точність, надійність.

Вступ

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій. Потреба військ (сил) у постійному і об'єктивному визначенні та отриманні топогеодезичних даних для більш ефективного планування та ведення операцій (бойових дій), застосування зброї і військової техніки, підвищення вимог до оперативності, точності та надійності визначення топогеодезичної інформації, які зумовлені високою динамікою сучасних операцій (бойових дій), розвитком високоточних ударних комплексів і систем, змінами їх тактико-технічних характеристик і посиленням бойових можливостей, впровадженням автоматизованих систем управління військами та зброєю, потребою оперативного реагування на зміну обстановки, визначають необхідність удосконалення існуючої системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК.

Аналіз досліджень із питань функціонування систем забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість у збройних силах провідних країн світу [2, 3, 7], досвід виконання завдань топогеодезичного забезпечення свідчать про необхідність підвищення ефективності функціонування існуючої системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК.

Метою статті є визначення показників ефективності функціонування системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК в оборонній операції та їх обґрунтування.

Виклад основного матеріалу

Під ефективністю системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК

будемо розуміти спроможність цієї системи своєчасно та надійно забезпечити можливість визначення та отримання військами (силами) необхідної за точністю топогеодезичної інформації в будь-яких умовах обстановки, що склалася. Ефективність системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість може бути оцінена одним або декількома показниками ефективності – чисельними значеннями, за допомогою яких можна оцінити ступінь спроможності системи до виконання поставлених перед нею завдань.

Виходячи з досвіду організації топогеодезичного забезпечення у збройних силах провідних країн світу в збройних конфліктах останніх десятиліть, основних завдань, що покладаються на систему забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК в оборонній операції, та вимог військ (сил) і керівних документів з організації та виконання заходів топогеодезичного забезпечення в операції, зазначимо, що основними показниками, за якими можна оцінити ефективність функціонування системи топогеодезичного забезпечення військ (сил) у операції, слід вважати:

оперативність забезпечення (O), яка визначається величиною сумарних витрат часу на виконання всіх технологічних процесів зі створення відповідного виду інформації (спеціальних карт і фотодокументів про місцевість), і витрат часу на їх доведення до органів управління та військ (сил);

точність спеціальних карт і фотодокументів про місцевість, (T) яка характеризується середньоквадратичною похибкою визначення координат (m_x ; m_y) і середньоквадратичною похибкою визначення висот (m_z) об'єктів місцевості, які зображені на відповідному топогеодезичному документі та величини яких повинні відповідати його призначенню і масштабу;

надійність функціонування системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість (N), що характеризується імовірністю виконання заданої функції – створення та доведення до військ спеціальних карт та фотодокументів про місцевість, без відмов у будь-яких умовах бойової обстановки.

Він залежить від багатьох факторів, які мають випадковий характер, та від надійності кожного з методів створення даної інформації. До цих факторів можна віднести: успішність отримання вихідних даних про місцевість (дистанційне зондування, польові роботи, заходи топографічної розвідки, камеральні роботи); проведення військами (силами) заходів з розвідки противника; ступінь протидії противника; застосування противником засобів вогневого ураження (особливо високоточної зброї) та засобів РЕБ; наявність сил і засобів топографічної служби, наявність і можливість доведення до військ (сил) вихідної навігаційної інформації та вихідних геодезичних даних, спеціальних даних; метеорологічні умови тощо.

Обгрунтуємо їх.

1. Так, імовірність своєчасного відкриття вогню засобами вогневого ураження угруповання військ ОК (P_c) залежить від часу надходження інформації про місцезнаходження цілі (з моменту її визначення) та часу на підготовку (включає в себе і час на визначення місцеположення елементів бойових порядків угруповання військ) до її вогневого ураження. Значення цієї імовірності оцінюється співвідношенням [6]

$$P_c = \begin{cases} \frac{t_n - t_{вн}}{t_n}, & \text{при } t_n > t_{вн} \\ 0, & \text{при } t_n \leq t_{вн} \end{cases}, \quad (1)$$

де t_n – час перебування визначеної цілі на позиції;

$t_{вн}$ – час, необхідний засобам ураження на підготовку і відкриття вогню з моменту визначення цілі.

Однак формула (1) не враховує вплив якісних показників розвідки, тобто точності визначення місцезнаходження цілі, її тактико-технічних характеристик тощо на імовірність своєчасного відкриття вогню

Враховуючи якісні показники розвідки за формулою (2), можна більш точно визначити P_c [4]

$$P_c = F \left[\frac{t_n - t_{вн}}{\rho \sqrt{2} \times \sqrt{\sigma_{тн}^2 + \sigma_{т.вн}^2}} \right], \quad (2)$$

де F – таблична функція розподілення випадкової величини за нормальним законом;

t_n – математичне очікування часу перебування цілі на позиції;

$t_{вн}$ – математичне очікування часу підготовки і нанесення вогневого ураження;

$\rho_{т.вн}$ – середнє квадратичне відхилення часу підготовки до вогневого ураження;

$\rho_{тн}$ – середнє квадратичне відхилення часу знаходження цілі на позиції.

Аналіз формул (1) та (2) свідчить про залежність величини P_c від часу підготовки до вогневого ураження $t_{вн}$, що включає в себе і час на визначення місцеположення елементів бойових порядків угруповання військ ОК, тобто часу на визначення вихідних топогеодезичних та навігаційних даних. Враховуючи, що величина P_c є одним із показників ефективності бойового застосування засобів вогневого ураження угруповання військ ОК [5], можна стверджувати про її залежність від часу, що витрачається на визначення вихідних топогеодезичних та навігаційних даних на основі використання певного виду спеціальних карт або фотодокументів.

Виходячи з цих положень, першим показником ефективності функціонування системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість визначимо показник оперативності O_o , що характеризується параметром – часом τ , що витрачається військами (силами) на створення відповідного виду спеціальної карти або фотодокумента. Критерій O_o , можна виразити через співвідношення реальних характеристик ефективності кожного з методів створення відповідного виду спеціальної карти або фотодокумента до характеристики ефективності ідеального за часом методу, в якому параметр τ дорівнює нулю.

2. Похибки визначення координат початкових точок маршруту й орієнтування засобів наземної навігації в цих точках та похибки роботи самих засобів орієнтування за відстанню m_x і за напрямком m_e на маршруті пересування військової частини (підрозділу), окремого рухомого об'єкта (танка, БМП, БТР і ін.) призведуть до зміщення кінцевої точки маршруту або точки падіння снаряда [1]. Положення кінцевої точки маршруту або точки падіння снаряда підпорядковується нормальному закону розподілення на площині. Адже похибка положення цієї точки є функцією великої кількості незалежних похибок за умови відсутності систематичних похибок. (Для полегшення розрахунків зону S ; вибрано у формі кола).

Для визначення ймовірності P_{mo} виходу військової частини (підрозділу), окремого рухомого об'єкта (танка, БМП, БТР і ін.), влучання снаряда в зону S її площа замінюється рівновеликим прямокутником зі сторонами $2a$ і $2b$, які паралельні осям координат (рис. 1).

За умов відсутності систематичних похибок визначення вихідної топогеодезичної інформації формула для визначення цієї ймовірності має вигляд [1]

$$P_{mo} = P\{(x, y) \in S\} = \Phi\left(\frac{a}{m_x \sqrt{2}}\right) \Phi\left(\frac{b}{m_y \sqrt{2}}\right), \quad (3)$$

де x, y – координати кінцевої точки маршруту пересування військової частини (підрозділу), окремого рухомого об'єкта (танка, БМП, БТР і ін.) або точки падіння снаряда в «зону S »;

Φ – інтеграл ймовірності (функція Лапласа).

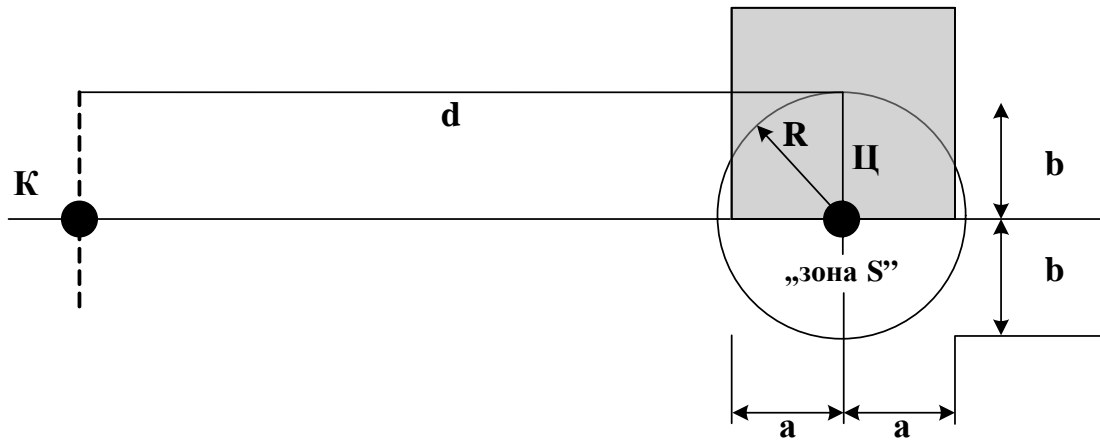


Рис. 1. Положення вихідної точки К відносно центра „зони S”

Якщо розосередження кругове ($m_x = m_y$), то ймовірність виходу частини (підрозділу), рухомого об'єкта (танка, БМП, БТР і ін.) або влучання снаряда в „зону S” можна обчислити за формулою [1]

$$Pm_0 = P\{(x, y) \in S\} = 1 - e^{-\frac{R^2}{m_p^2 + m_n^2}}, \quad (4)$$

де R – радіус зони ураження;

m_p – сумарна середня квадратична похибка розсіювання точок влучання снаряда в „зону S” (кругова сумарна середня квадратична похибка розсіювання точок влучання снаряда в „зону S” і підготовки стрільби (крім похибок визначення топогеодезичної інформації));

m_n – сумарна середня квадратична похибка визначення топогеодезичної інформації;

e – основа натурального логарифма.

Аналіз формули (4) свідчить про залежність величини ймовірності виходу військової частини (підрозділу), окремого рухомого об'єкта (танка, БМП, БТР і ін.) або влучання снаряда в „зону S” від точності визначення вихідної топогеодезичної інформації.

Звідси другим показником ефективності системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість визначимо показник точності T_m , що характеризується точністю m_0 визначення необхідних даних на основі використання конкретної спеціальної карти або фотодокумента. Чим менше значення величини параметра точності документа m_0 , тим більш точніші та досконаліші спеціальні карти або фотодокументи, що використовуються, та, як наслідок, показник точності T_m буде вищим.

Як відомо, при проведенні оборонної операції застосовуються усі види засобів вогневого ураження угруповання військ ОК (авіація, ракетні і артилерійські системи, танки, БМП, (БТР) та інші). Для ефективного планування, проведення ціле-розподілу, цілевказування [8, 9, 10] між засобами вогневого ураження об'єктів противника та нанесення вогневих ударів необхідно мати інформацію про точне місцеположення елементів

бойових порядків угруповання військ ОК та місцеположення окремих орієнтирів, зон "затінення", непрохідності (затоплень, пожеж, завалів), радіо активного та хімічного зараження (забруднення) і т. ін. Це передбачає застосування геоінформаційних систем (ГІС), які функціонують на базі топогеодезичної основи. В середовищі ГІС проводиться аналіз тактичних властивостей місцевості з використанням бази даних цифрової топографічної карти району відповідальності ОК. До нанесення на цифрову топографічну карту елементів та об'єктів, у свою чергу, також висуваються задані точності вимоги.

3. Крім показників оперативності O_r та точності T_m , слід врахувати показник надійності N_n системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість, що характеризується ймовірністю створення і доведення до військ відповідних видів спеціальних карт та фотодокументів про місцевість заданої точності у визначені терміни. Він залежить від багатьох факторів, які мають випадковий характер, та від надійності кожного з методів визначення топогеодезичної інформації. До цих факторів можна віднести: успішність отримання вихідних даних про місцевість (дистанційне зондування, польові роботи, заходи топографічної розвідки, камеральні роботи); успішність проведення військами (силами) заходів з розвідки; ступінь протидії військ (сил) противника; застосування противником засобів вогневого ураження (особливо високоточної зброї) та засобів РЕБ; наявність сил і засобів топографічної служби; наявність і можливість доведення до військ (сил) вихідної топогеодезичної інформації та вихідних навігаційних даних; метеорологічні умови тощо. Надійність способів створення конкретних видів спеціальних карт та фотодокументів про місцевість залежить від: забезпечення спеціальною технікою та відповідними фахівцями, використання сучасних технологій та достовірності вихідних даних, забезпечення засобами автоматизації, безперебійного постачання спеціальними картами та фотодокументами про місцевість тощо.

У загальному вигляді показник надійності N_n можна подати формулою [1]

$$W_n = \sum_{i=1}^n L_i P_i, \text{ за умови, що } \sum_{i=1}^n L_i = 1, \quad (5)$$

де P_i – імовірність фактора i , який впливає на надійність створення відповідного виду спеціальної карти або фотодокумента;

L_i – ваговий коефіцієнт фактора i ;

n – кількість факторів.

Підбиваючи підсумок, можна зауважити, що в статті проведено визначення та обґрунтування показників ефективності функціонування системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість ОК в оборонній операції

Висновки

Основними складовими узагальненого показника ефективності системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість F_Σ , враховуючи завдання, що на неї покладені, визначені:

показник оперативності O_n , що характеризується параметром τ – часом, що витрачається на створення та доведення до військ (сил) відповідних видів спеціальних карт та фотодокументів про місцевість;

показник точності T_m , що характеризується параметром точності m_p конкретного способу, що застосовується для створення конкретного виду спеціальної карти або фотодокумента;

показник надійності N_n , що характеризується імовірністю створення та доведення конкретного виду спеціальної карти або фотодокумента до користувачів без відмов за будь-яких умов бойової обстановки.

Зазначені підходи будуть покладені в основу подальших досліджень з питань удосконалення системи забезпечення спеціальними картами та фотодокументами про місцевість оперативного командування.

Список літератури

1. Астахов А.Д. Пути создания модели оценки эффективности системы топогеодезического обеспечения войск / А.Д. Астахов – М.: РИО ВТС, 1984. – 185 с.

2. Васильев В. Чечня: уроки военной топографии / В. Васильев // Геодезист. – 2001. – №6. – С. 23-32.

3. Воронин Е. Обеспечение сухопутных войск США оперативной информацией о местности / Е. Воронин, В. Кашин // Зарубежное военное обозрение. – 2000. – №4. – С. 32-34.

4. Воробьев А.С. Основы математического моделирования процессов функционирования сил и средств артиллерийской разведки / А.С. Воробьев. – СПб.: МАА, 1997. – 40 с.

5. Оцінка ефективності вогневого ураження противника: Навчальний посібник / За заг. ред. В.М. Телелима. – К. НАОУ, 2002. – 62 с.

6. Смаль С.В. Питання можливості застосування великомасштабних топографічних карт для визначення інформації про місцезоналення об'єктів військового призначення на місцевості / С.В. Смаль, О.А. Чорнокнижний, О.А. Шевченко // Труды академії. – К.: НАОУ. 2005. – С. 143-148.

7. Хвостов В., Воронков Н., Елюшкин В., Масленников А. Топогеодезическое и навигационное обеспечение вооруженных сил США на национальном и глобальном уровне / В. Хвостов, Н. Воронков, В. Елюшкин, А. Масленников // Зарубежное военное обозрение. – 1998. – №5. – С. 9-14.

8. Корольов В.М., Заєць Я.Г. Роль і місце системи цілерозподілу для механізованих (танкових) підрозділів в АСУ тактичної ланки / В.М. Корольов, Я.Г. Заєць // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – № (52)1. – К.: 2014. – С. 39-47.

9. Корольов В.М., Руденко К.В. Математична модель оцінки похибок зовнішнього цілевказування з використанням додаткового виміру відстані / В.М. Корольов, К.В. Руденко // Системи озброєння та військова техніка. – № 2(18). – К.: 2009. – С. 39-41.

10. Корольова О.В. Обґрунтування вимог до структури системи зовнішнього цілевказування для артилерійських підрозділів при використанні літаючої платформи / О.В. Корольова // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – № (52)1. – К.: 2014. – С. 48-58.

Рецензент: к.військ.н., с.н.с., О.В. Шевченко, доцент кафедри застосування космічних систем та геоінформаційного забезпечення Інституту інформаційних технологій, О.В. Шевченко, Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ.

Обоснование показателей эффективности системы обеспечения оперативного командования специальными картами и фотодокументами о местности в оборонной операции

О.А. Чорнокнижний, В.Н. Королёв, Р.Г. Савчук, Я.Г. Заец

В статье проведен анализ функционирования системы обеспечения специальными картами и фотодокументами о местности вооруженных сил ведущих стран мира, основных задач топогеодезического обеспечения оперативного командования в операции и требований войск (сил) по топогеодезическому обеспечению в операции. Определены и обоснованы показатели эффективности системы обеспечения ОК специальными картами и фотодокументами о местности в обороне.

Ключевые слова: топогеодезическое обеспечение, специальные карты и фотодокументы о местности, эффективность, точность, надежность.

Rationale for indicators of effectiveness of operational support command public maps and photographs of the area in defensive operations

O. Chornoknyzhnyy, V. Korolev, R. Savchuk, Y. Zaijets

The need for troops in permanent and objective definition and receiving topogeodesic output data for better planning and warfare, use of weapons and military equipment, increasing demands for speed, accuracy and reliability of baseline topogeodetic information, which are caused by high dynamics of modern operations, development precision strike systems and systems change their tactical and technical characteristics and increased combat capabilities, the introduction of the automated systems of control of troops and weapons, the need to respond quickly to changing circumstances determine the need to improve the existing system of special maps and photographs of the area of combined association.

In the article the definition and justification of the performance system of special maps and photographs of the area Operational Command of defense operations. The main components of the generalized performance indicator system of special maps and photographs of the area given the tasks entrusted to it, defined parameters: efficiency, accuracy and reliability.

The notes will be the basis for further research on improving the system of special maps and photographs of the area Operational Command.

Key words: *Surveying software, special maps and photographs of the terrain, efficiency, accuracy and reliability.*

УДК 629.113.001.1(075)

Ю.В. Шабатура, В.Д. Залипка

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ПОЗДОВЖНЬОЇ СТІЙКОСТІ МОДИФІКОВАНИХ КОЛІСНИХ ЗАСОБІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Отримані математичні моделі зміни поздовжньої стійкості, які дають можливість з'ясувати нелінійний характер та визначити математично обґрунтовані граничні умови застосування розробленого в попередніх роботах способу збільшення поздовжньої стійкості модифікованих колісних засобів за рахунок зміни радіуса їхніх коліс.

Ключові слова: *колісні засоби військового призначення, поздовжня стійкість, зміна радіуса коліс.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Сухопутні війська Збройних Сил України (СВ ЗСУ) забезпечені озброєнням та технікою різних типів та призначення. Визначальну роль в їх здатності оперативного вирішувати поставлені завдання відіграють колісні засоби військового призначення (КЗВП). На відміну від колісних засобів цивільного застосування особливістю КЗВП є те, що вони призначені для переміщення особового складу, озброєння та вантажів по різноманітних типах доріг та місцевості як в мирний час, так і в умовах ведення бойових дій. Слід зазначити, що більшість зразків колісної техніки СВ ЗСУ – радянського виробництва, які вже вичерпали свій ресурс, та експлуатаційні властивості яких не задовольняють вимогам ведення сучасного бою [1]. У зв'язку з цим особливого значення набувають дослідження, пов'язані

з вирішенням задач покращення експлуатаційних властивостей, таких як стійкість, керованість, прохідність, плавність ходу, паливна економічність, тяговошвидкісні та гальмові властивості. Поряд з цим варто зауважити, що на етапі проектування і дослідження нових зразків військових колісних машин перед фахівцями даної галузі виникають протиріччя, які пов'язані з експлуатаційними властивостями, притаманними існуючим колісним засобам. Так, наприклад, підвищення прохідності вимагає збільшення радіуса коліс, а відповідно, і збільшення дорожнього просвіту. При цьому збільшення стійкості потребує зниження висоти розташування центра мас, а вимога збільшення вогневої ефективності засобів ураження та можливості раннього виявлення ворожих цілей вимагає якомога вищого їх розташування [2].

Окрім того, з метою підняття рівня безпеки та збереження життя і здоров'я військовослужбовців у