
УДК 765.528.9

В.М. Корольов, Я.Г. Заєць, Ю.В. Щавінський

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

СПОСІБ ОБЧИСЛЕННЯ ЧАСУ ВИСУВАННЯ БОЙОВОЇ МАШИНИ ІЗ ЗОНИ «ЗАТІНЕННЯ» В ЗОНУ ПРЯМОЇ ВИДИМОСТІ ЦІЛІ

В статті розглянуто напрям додаткового збільшення переліку бойових машин (вогневих одиниць) придатних для цілерозподілу та цілевказування щодо ураження цілей за рахунок тих бойових машин, що знаходяться в зоні «затінення», і які спроможні за прийнятний час (що задовольняє вимогам циклу бойового управління) висунутися на лінію прямої видимості з ціллю. Отримано аналітичне співвідношення, яке дозволяє обчислити час виходу бойової машини із зони «затінення» на лінію прямої видимості до цілі.

Ключові слова: *цілерозподіл, цілевказування, зона прямої видимості, зона «затінення».*

Вступ

Актуальність. Під час організації цілерозподілу командиром тактичної ланки при управлінні вог-

невими засобами підрозділу, бойові машини, які уже отримали завдання щодо ураження цілей, тимчасово виключаються з переліку тих, що придатні для цілевказування. В залежності від обстановки на полі

бою та наявної поточної кількості цілей, може виникнути дефіцит відповідних вогневих одиниць для ураження цілей. В той же час, частина бойових машин, які є цілком придатними для цілевказування, за умовами рельєфу місцевості можуть знаходитись в зоні «затінення» до цілі.

Визначення серед них таких, що спроможні за прийнятний час (який задовольняє вимогам циклу бойового управління) висунутися на лінію прямої видимості з ціллю (рубіж досяжності вогню) і тим самим зменшення дефіциту бойових машин придатних для цілевказування та підвищення оперативності використання вогневих засобів підрозділу щодо ураження противника є актуальним.

Аналіз стану проблеми. Аналіз публікацій щодо цілерозподілу та цілевказування під час визначення бойовим машинам (вогневим одиницям) завдань щодо ураження цілей показує, що в основному автори розглядають параметри відстані до цілі, залишок боєприпасів за типами, технічний стан бойових машин, умови прямої видимості, тощо [1, 2].

В [3] розглянуто спосіб визначення бойових машин, придатних для цілерозподілу, коли бойова машина за умовами рельєфу місцевості є «затіненою». Однак не розглянуто порядок оцінки часу виходу такої бойової машини із зони «затінення» на лінію прямої видимості до цілі.

Мета статті. Спираючись на вище викладене мета статті формулюється наступним чином. Необхідно знайти формалізований підхід для оцінки часу виходу бойової машини із зони «затінення» на лінію прямої видимості (рубіж досяжності вогню) до цілі, для збільшення переліку бойових машин (вогневих одиниць) придатних для цілерозподілу та цілевказування щодо ураження цілей.

Основна частина

Будемо вважати, що для цілі, за допомогою розвідувально-спостережних засобів власних чи старшого начальника [4] визначено її координати x_c , y_c . Цілком природно, що для частини машин підрозділу дана ціль не буде знаходитись в зоні прямої видимості. Але серед них можуть бути такі, що здатні за час менший за критичний (τ_k) висунутися в зону прямої видимості. Проміжок часу τ_k може бути визначено з аналізу бюджету часу [1], який необхідний на реалізацію задачі цілерозподілу, і складає величину порядку 3 – 4 секунд.

Для виявлення таких машин застосуємо геоінформаційну систему (ГІС) типу «Панорама» [5], (передбачається що ГІС та система навігації [6] встановлена на усіх бойових машинах підрозділу). За її допомогою визначимо зону «затінення» з точки С місцезнаходження цілі з координатами (x_c, y_c) (рис. 1). Лінію, що обмежує зону «затінення», зможемо знайти, наприклад, як ламану, фрагменти якої будуть

з'єднувати точки x_i, y_i , яких може бути N , (N – кількість координатних пар (x_i, y_i) , $i = \overline{1, N}$), масив яких отримаємо з ГІС. Множину цих точок позначимо через GS.

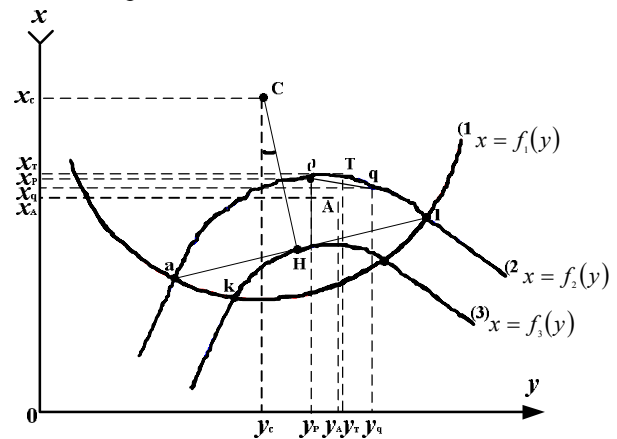


Рис. 1. Типова конфігурація ділянок зони «затінення», бойові машини в яких можуть бути придатними для цілерозподілу

Позначимо через $x = f_2(y)$ функцію, графіком якої є ця ламана, а саме

$$x = f_2(y) = \begin{cases} \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}, \\ x_1 < x < x_2, y_1 < y < y_2; \\ \dots\dots\dots \\ \frac{x - x_{N-1}}{x_N - x_{N-1}} = \frac{y - y_{N-1}}{y_N - y_{N-1}}, \\ x_{N-1} < x < x_N, y_{N-1} < y < y_N, \end{cases} \quad (1)$$

де $x_1 < x < x_N$; $y_1 < y < y_N$.

Проведемо дугу кола з центром в точці С, радіусом R_c дальньої межі прицільної дальності стрільби бойової машини, отримаємо функцію

$$x = f_1(y) = \sqrt{R_c^2 - (y - y_c)^2} + x_c. \quad (2)$$

З рішення системи рівнянь (1) та (2) отримаємо точки а та l (рис.1). Через середину Н хорди а l проведемо лінію С Н та змістимо графік функції $x = f_2(y)$ як єдине ціле вздовж С Н на відстань $\Delta R_c = \tau_k V_a$, (де V_a – середня швидкість пересування бойової машини на полі бою), отримаємо лінію, що буде графіком функції $x = f_3(y)$. Після такої процедури множина точок GS (x_i, y_i) , що отримана з ГІС перейде в множину GS* (x_i^*, y_i^*) . Координати (x_i^*, y_i^*) отримаємо з таких співвідношень:

$$x_i^* = x_i + \Delta R_c \cos \alpha; \quad y_i^* = y_i + \Delta R_c \sin \alpha. \quad (3)$$

Кут α визначимо із виразу

$$\alpha = \arctg((x_c - x_H)/(y_c - y_H)). \quad (4)$$

Користуючись таким самим підходом, що і раніше, отримаємо аналітичний вираз функції $x = f_3(y)$ у вигляді:

$$x = f_3(y) = \begin{cases} \frac{x - x_1^*}{x_2^* - x_1^*} = \frac{y - y_1^*}{y_2^* - y_1^*}, \\ x_1^* < x < x_2^*, y_1^* < y < y_2^*; \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \frac{x - x_{N-1}^*}{x_N^* - x_{N-1}^*} = \frac{y - y_{N-1}^*}{y_N^* - y_{N-1}^*}, \\ x_{N-1}^* < x < x_N^*, y_{N-1}^* < y < y_N^*, \end{cases} \quad (5)$$

де $x_1^* < x < x_N^*$; $y_1^* < y < y_N^*$.

На рис. 1 показано типове розташування цілі С (x_c, y_c) та боеготової бойової машини А (x_a, y_a) , яка знаходиться в зоні «затінення», і є придатною для цілерозподілу.

Шляхом перебору відстаней від точки А до вершин ламаної в обидва боки знаходимо відрізок ламаної $(D(x_n, y_n), F(x_{n+1}, y_{n+1}))$, що є найближчим до А (x_a, y_a) . Випишемо рівняння прямої, що проходить через точки D і F [7], отримаємо наступне співвідношення:

$$\frac{x - x_n}{x_{n+1} - x_n} = \frac{y - y_n}{y_{n+1} - y_n} \quad (6)$$

Знайдемо найближчу вершину ламаної лінії до точки А. Може реалізуватися декілька варіантів взаємного розташування точки А (A_1, A_2, A_3, A_4) відносно ламаної (відрізок D F). У випадку коли $f_2(y)$ є увігнутою, то мають місце два варіанти (A_1, A_2) , які схематично відображені на рис. 2.

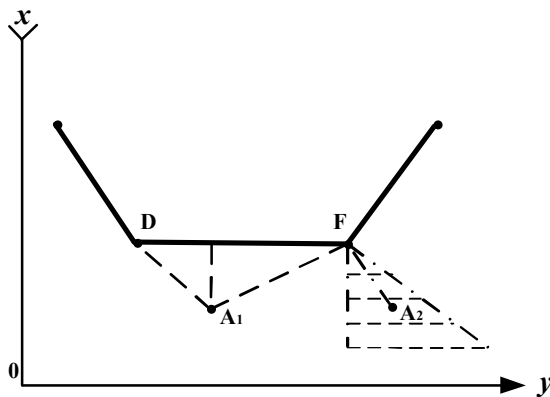


Рис. 2. Типове розташування точки А відносно ламаної, коли $f_2(y)$ є увігнутою

Може виникнути дві ситуації розташування точки А відносно D F. Перша – коли є можливість опустити перпендикуляр з точки А на D F. Друга – коли перпендикуляр можна опустити тільки на його продовження, але тоді при русі по ньому точка А залишається в зоні «затінення», що є неприйнятним.

Місця розташувань точок А в цьому випадку є внутрішньою областю кута, що утворюється перпендикулярами до сусідніх відрізків ламаної, що сходяться в точці F, найближчій її вершині до точки А.

Тоді в якості найближчої відстані до межі зони «затінення» беремо відстань між точкою А₂ та точкою F – найближчою вершиною ламаної. Для випадку випуклої ламаної будуть мати місце такі два варіанти, які схематично показані на рис. 3.

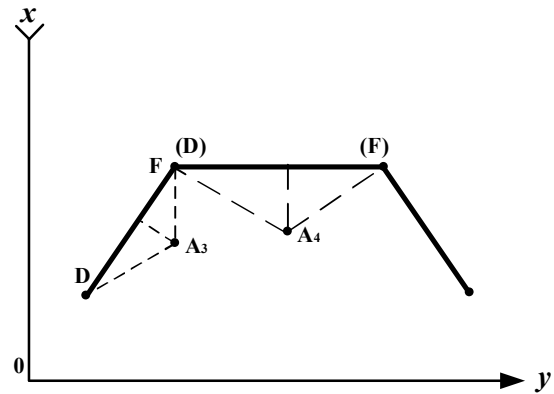


Рис. 3. Типове розташування точки А відносно ламаної, коли $f_2(y)$ є випуклою

Для ситуацій, коли з точки А (A_3, A_4) на відрізок D F можна опустити перпендикуляр, саме він буде найближчою відстанню з точи А до межі зони «затінення». Для визначення його довжини застосуємо співвідношення (6). Після відповідних перетворень воно прийме вигляд:

$$Ax + By + C = 0, \quad (7)$$

де $A = y_c - y_T$; $B = x_T - x_c$; $C = x_c - x_T$.

Нормалізуємо рівняння (7), тоді його можна записати у вигляді [6]:

$$x \cos \phi + y \sin \phi - P = 0, \quad (8)$$

де $\phi = \arctg B/A$; $P = C / \sqrt{A^2 + B^2}$.

Враховуючи, що співвідношення (8) є нормальним рівнянням прямої, відстань d від точки x_a, y_a до неї визначимо за співвідношенням:

$$d = x_a \cos \phi + y_a \sin \phi - P. \quad (9)$$

Тоді час $\tau_{\text{вих}}$ виходу бойової машини на лінію прямої видимості з ціллю знайдемо із виразу

$$\tau_{\text{вих}} = \frac{x_a \cos \phi + y_a \sin \phi - P}{V_a}. \quad (10)$$

Застосовуючи співвідношення (10), проводимо розрахунок часу $\tau_{\text{вих}}$ для усіх затінених машин.

Ті із них, що відповідають умові $\tau_{\text{вих}} < \tau_k$ (зазначеного в [1]), включаємо до переліку машин, які придатні для цілерозподілу.

В подальшому планується розглянути питання оцінки похибки визначення величини $\tau_{\text{вих}}$.

Висновки

Показано, що можна додатково збільшити перелік бойових машин (вогневих одиниць) в підрозділі, придатних для цілерозподілу і цілевказування щодо ураження цілей, на даний момент бою, за рахунок тих, які знаходяться в зоні «затінення».

Отримано аналітичне співвідношення, що дозволяє обчислити час виходу бойової машини, яка знаходиться в зоні досяжності вогню, із зони «затінення» на лінію прямої видимості до цілі.

Список літератури

1. Корольов В.М. Роль і місце системи цілерозподілу для механізованих (танкових) підрозділів в АСУ тактичної ланки / В.М. Корольов, Я.Г. Заєць // Труды Університету: зб. наук. пр. – К., 2014. – № 01. – С. 21-24
2. Оліярник Б.О. Автоматизація вибору цілі в об'єктах бронетехніки / Б.О. Оліярник, В.С. Мочерад // Труды Університету: зб. наук. пр. – К., 2012. – С. 202-208.
3. Спосіб визначення бойових машин із зони «затінення» придатних для цілерозподілу / В.М. Корольов,

Я.Г. Заєць та ін. // Труды Університету: зб. наук. пр. – К., 2014. – № 5(126). – С. 111-116.

4. Васківський М.І. Покращення інформативності бронетанкового озброєння за рахунок використання власних розвідувально-спостережувальних засобів / М.І. Васківський // Військово-технічний збірник. – Львів: АСВ, 2011. – Вип. 2 (5). – С. 7-11.

5. Бєленков В.В. ТОВ ГІСІНФО, Вінниця Досвід застосування ГІС-технологій ПАНОРАМА для вирішення задач геодезії, картографії та кадастру [Електронний ресурс] // Сайт «ГІС "Панорама"». – Режим доступу: <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1106&sign>.

6. Аналіз світових тенденцій розвитку систем навігації для сухопутних військ / В.М. Корольов, Я.Г. Заєць та ін. // Військово-технічний збірник. – Л.: АСВ, 2011. – Вип. 1(4). – С. 19-29.

7. Канатник А.Н. Аналитическая геометрия / А.Н. Канатник, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Е. Баумана, 2002. – 388 с.

Надійшла до редколегії 15.10.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Б.Ю. Волочій, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

СПОСОБ ИСЧИСЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫДВИЖЕНИЯ БОЕВОЙ МАШИНЫ ИЗ ЗОНЫ «ЗАТЕНЕНИЯ» В ЗОНУ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ

В.М. Корольов, Я.Г. Заец, Ю.В. Щавинский

В статье рассмотрено направление дополнительного увеличения перечня боевых машин (огневых единиц) пригодных для целераспределения и целеуказания для поражения целей за счет тех что находятся в зоне «затенения», и которые способны за приемлемое время (что отвечает требованиям цикла боевого управления) выдвинутся на линию прямой видимости с целью. Получено аналитическое соотношение, которое позволяет вычислить время выхода боевой машины из зоны «затенения» на линию прямой видимости с целью.

Ключевые слова: целераспределение, целеуказание, зона прямой видимости, зона «затенения».

METHOD OF CALCULATION OF TIME OF FIGHTING MACHINE ADVANCEMENT FROM THE "SHADING" AREA TO LINE-OF-SIGHT RANGE TO TARGET

V.M. Korolov, Y.G. Zaiets, Y.V. Shchavinckiy

The article examines a way of additional extension of fighting machines (firing units) list used for targets assignment and target acquisition pertaining to hitting of targets at the expense of those fighting machines that stay in the "shading" area, and which are able to advance to the line-of-sight with a target within a reasonable time (time that complies with requirements of combat control). The research provides an analytical relationship which allow.

Keywords: targets assignment, target acquisition, line-of-sight range, "shading" area .