

*Василь Кузьмович Шевченко**Олександр Іванович Волощенко (кандидат військових наук)**Олександр Вікторович Бобрун (кандидат військових наук)**Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна*

## СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ВПЛИВУ ФОРТИФІКАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЖИВУЧІСТЬ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ (СИЛАМИ) В ОПЕРАЦІЇ (БОЙОВИХ ДІЯХ)

*У статті йдеться про спосіб визначення величини впливу фортифікаційного обладнання на живучість системи управління військами (силами), який базується на теорії оцінювання живучості точкових військових об'єктів при прицільному вогневому впливі противника.*

*Зазначається, що особливістю способу визначення величини впливу фортифікаційного обладнання на живучість системи управління військами (силами) є врахування конфігурації зони ураження окремих елементів (об'єктів) системи управління військами (силами), можливої траєкторії польоту та кругового розсіювання боєприпасів під час прицільної дії на них засобів ураження противника.*

*Стверджується, що запропонований спосіб визначення величини впливу фортифікаційного обладнання на живучість системи управління військами (силами) дозволяє визначати черговість виконання заходів під час фортифікаційного обладнання цих об'єктів, що дозволить якнайшвидше укрити ці об'єкти у польових фортифікаційних спорудах і суттєво ускладнити їх виявлення, ідентифікацію та ураження під час бойових дій.*

*Зазначається, що запропонований спосіб може бути використаним для поточного прогнозування величини впливу фортифікаційного обладнання на живучість системи управління військами, а також під час проведення досліджень з питань живучості військ у сучасних збройних конфліктах.*

**Ключові слова:** система управління; живучість; фортифікаційне обладнання.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Застосування у сучасних збройних конфліктах високоефективних систем розвідки та вогневого ураження призводить до великих втрат військ. Для мінімізації цих втрат війська змушені нарощувати спроможності з підвищення живучості своїх об'єктів, зокрема за рахунок їх укриття у польових фортифікаційних спорудах тобто виконанням заходів з їх фортифікаційного обладнання (далі – ФО) [1].

Результати досліджень живучості системи управління військами (силами) в операції (бойових діях) (далі – СУ) свідчать, що, виходячи з конфігурації і лінійних розмірів окремих елементів цієї системи, ці елементи, розглядаються, як точкові, групові, лінійні та площинні військові об'єкти. Аналіз свідчить, що в якості основного показника для оцінювання живучості СУ найчастіше приймається ймовірність збереження її функціонування.

Точковим об'єктом СУ (далі – об'єктом СУ),

який взято у якості основного для визначення величини впливу ФО на живучість СУ, прийнято вважати малорозмірний, порівняно із зоною свого ураження об'єкт, який являє собою єдине ціле під час виконання функцій управління військами (силами). Такими об'єктами у СУ є командно-штабні машини (КШМ), командно-спостережні пункти (КСП) тощо.

Відповідно теорії оцінки живучості військових об'єктів під час прицільного впливу, детальний опис якої наведено у [2], основними показниками для оцінювання живучості об'єкта СУ доцільно прийняти ймовірність збереження (ураження) певного об'єкта СУ, які пов'язані таким співвідношенням:

$$Q(A) + P(A) = 1. \quad (1)$$

де  $Q(A), P(A)$  – ймовірність збереження (ураження) об'єкта СУ.

Визначальним фактором живучості об'єкта СУ, є фактор часу. Суть цього фактора полягає у виконання заходів живучості об'єкта СУ у найкоротший термін. При цьому, вплив

яких на живучість об'єкта є найбільшими, повинні виконуватися в першу чергу. Це дозволить якнайшвидше виконати найважливіші заходи, що суттєво ускладнить його виявлення і ураження. Саме тому визначення величини впливу ФО на живучість СУ є важливим науковим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень і публікацій з питань живучості СУ свідчить, що оперування тільки показниками, які фігурують в (1), не вирішує існуючої проблеми живучості СУ у сучасному збройному конфлікті.

**Метою статті** є опис способу визначення величини впливу ФО на живучість СУ в операції (бойових діях), який базується на теорії оцінювання живучості військових об'єктів під час прицільного впливу [2].

### Виклад основного матеріалу дослідження

Згідно [1] величина впливу ФО на живучість об'єкта СУ визначається так:

$$K_{\text{ФО}}^Q = \frac{Q^{(\text{ФО})} - Q^{(0\text{ФО})}}{Q^{(0)}}, \quad (2)$$

де  $Q^{(\text{ФО})}$  ( $Q^{(0\text{ФО})}$ ) – живучість об'єкта СУ, яка досягається за умови його ФО (без ФО);

$Q^{(0)}$  – початковий ступінь живучості об'єкта СУ.

Оскільки ступінь живучості об'єкта СУ звичайно залежить від ймовірності його виявлення та ураження, ступінь його живучості за умови його ФО визначається так [2]:

$$Q^{(\text{ФО})} = 1 - P_{\text{в}}^{(\text{ФО})} \times P_{\text{ур}}^{(\text{ФО})}, \quad (3)$$

де  $P_{\text{в}}^{(\text{ФО})}$  ( $P_{\text{ур}}^{(\text{ФО})}$ ) – ймовірність виявлення (ураження) об'єкта СУ за умови його ФО.

Згідно (3), живучість об'єкта СУ за відсутності ФО буде дорівнювати:

$$Q^{(0\text{ФО})} = 1 - P_{\text{в}}^{(0\text{ФО})} \times P_{\text{ур}}^{(0\text{ФО})}, \quad (4)$$

де  $P_{\text{в}}^{(0\text{ФО})}$ ;  $P_{\text{ур}}^{(0\text{ФО})}$  – ймовірність виявлення (ураження) об'єкта СУ без ФО.

Визначення невідомих величин у (3) і (4) можливе за допомогою теорії оцінки живучості військових об'єктів під час прицільного впливу, яка описана в [2]. У цій методиці величини ( $Q$ ) і ( $P_{\text{ур}}$ ) пов'язані співвідношенням  $Q + P_{\text{ур}} = 1$ .

Враховуючи, що основним завданням впливу засобів вогневого ураження по об'єкту СУ є його ураження, критерієм ефективності цього завдання є ймовірність ураження цього об'єкта ( $P_{\text{ур}}$ ), яка визначається за формулою повної ймовірності

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(B_i) \cdot P(A/B_i) \quad [1].$$

Зважаючи на те, що для ураження об'єкта СУ ймовірність його виявлення є ( $P_{\text{в}} = 1$ ), ймовірність ураження ( $P_{\text{ур}}$ ) визначається так [2]:

$$P_{\text{ур}} = \sum_{i=1}^n P_{n,m} \cdot Z(m), \quad (5)$$

де  $P_{n,m}$  – ймовірність попадання в зону ураження об'єкта СУ  $m$  боєприпасів противника із  $n$  можливих;

$Z(m)$  – закон ураження цілі. Умовна ймовірність ураження об'єкта, якщо в зону його ураження попало  $m$  із  $n$  наявних боєприпасів.

З огляду на те, що попадання у зону ураження об'єкта СУ кожного із  $m$  наявних у противника боєприпасів є подією незалежною, величина цієї події згідно [2] визначається так:

$$P_{n,m} = C_n^m (1 - P_1)^{n-m} P_1^m, \quad (6)$$

де  $P_1$  – ймовірність ураження об'єкта СУ за умови впливу на нього одного із  $m$  наявних боєприпасів противника.

Визначення величини  $Z(m)$  (5), яка у [2] визначається як закон ураження цілі, є доволі складним завданням. Це завдання у практичних задачах, найчастіше, вирішується експериментом, однак, у будь-якому випадку, цей закон мовою математики записується так:

$$Z(m) = \begin{cases} 0, & \text{при } m = 1 \\ 1, & \text{при } m \geq 1 \end{cases} \quad (7)$$

Отже, для ураження об'єкта СУ достатньо попадання у зону його ураження хоча б одного із  $m$  наявних у противника боєприпасів. За незалежного впливу боєприпасів противника по об'єкту СУ ймовірність його ураження, на відміну від (5), визначається за такою формулою:

$$P_{\text{ур}} = 1 - (1 - P_1)^n. \quad (8)$$

Враховуючи те, що об'єкти СУ мають різну конфігурацію, яка суттєво впливає на ймовірність їх виявлення і ураження, розглянемо розрахункові схеми визначення живучості для об'єктів СУ із круговою та прямокутною зонами ураження, а також ураження таких об'єктів за умови кругового розсіювання боєприпасів. Під час визначення ймовірності попадання боєприпасів у зону ураження об'єкта СУ її, частіше за все, приймають у вигляді круга з радіусом ( $R_{\text{ур}}$ ), як показано на рис. 1.

Згідно рис. 1 та відповідно [2], ймовірність ураження об'єкта СУ визначається за формулою:

$$P_{ур}^0 [(x,y) ID] = 1 - e^{-\rho^2 \frac{R_{ур}^2}{E^2}}, \quad (9)$$

де  $E$  – коефіцієнт Лапласа ( $E = \rho\sqrt{2}$ , де  $\rho = 0,477$ ).

Якщо ж точка прицілювання не збігається з центром об'єкта СУ ( $D$ ) і він віддалений від неї на певну відстань ( $d$ ), як показано на рис. 2, тоді ймовірність ураження такого об'єкта СУ визначається за формулою [2]:

$$P_{ур} = \begin{cases} (1 - e^{-\rho^2 \frac{R_{ур}^2}{E^2}}) e^{-\beta d^2} & \text{при } R_{ур} \leq 4E \\ e^{-\frac{4,2(d - R_{ур} + 4E)^2}{64E^2}} & \text{при } R_{ур} \geq 4E \end{cases}, \quad (10)$$

де  $\beta = \frac{4,2}{(4E + R_y)^2}$  – коефіцієнт, який враховує

зміну ймовірності ураження об'єкта СУ в залежності від величини  $d$  [2].

Якщо зона ураження об'єкта СУ має форму прямокутника із сторонами, паралельними осям осей, (рис. 3), тоді ймовірність попадання координат, а напрямок прицілювання засобів ураження противника співпадає з однією з цих точки  $E_x; E_y$ , у цю зону буде визначатись за такою формулою:

$$P_{ур} = (a \leq x \leq b, c \leq y \leq d, ) = \frac{\rho^2}{\pi E_x E_y} \int_a^b \int_c^d e^{-\rho^2 \left[ \left( \frac{x-x_{ур}}{E_x} \right)^2 + \left( \frac{y-y_{ур}}{E_y} \right)^2 \right]} dx dy \quad (11)$$

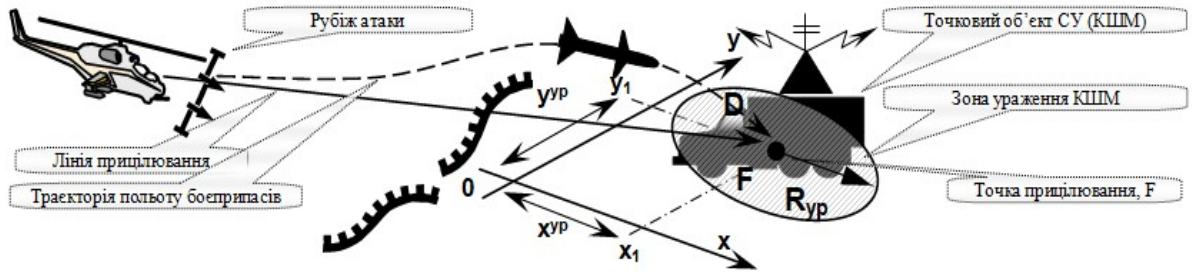


Рис.1 Розрахункова схема визначення живучості для об'єкта СУ з круговою зоною ураження

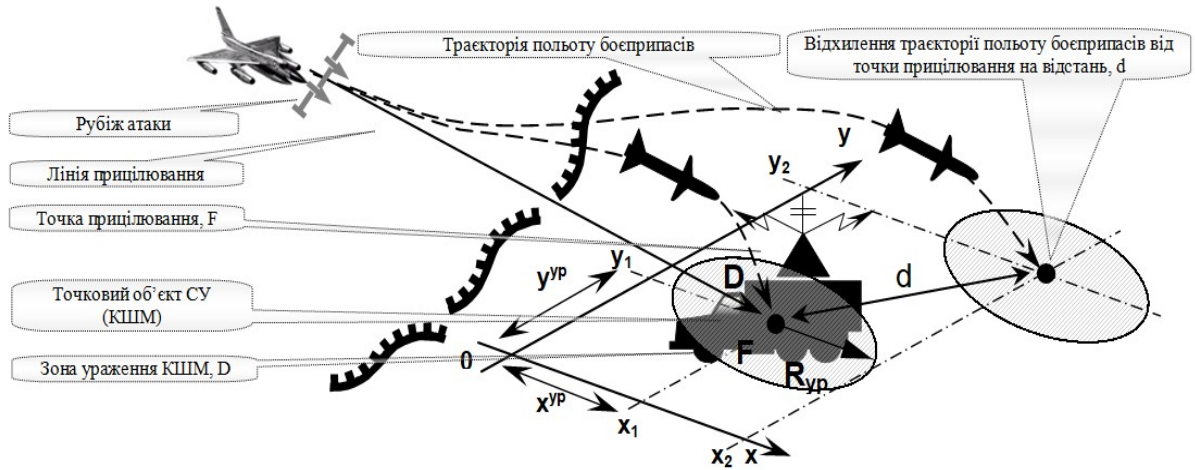


Рис. 2 Розрахункова схема визначення живучості для об'єкта СУ з круговою зоною ураження

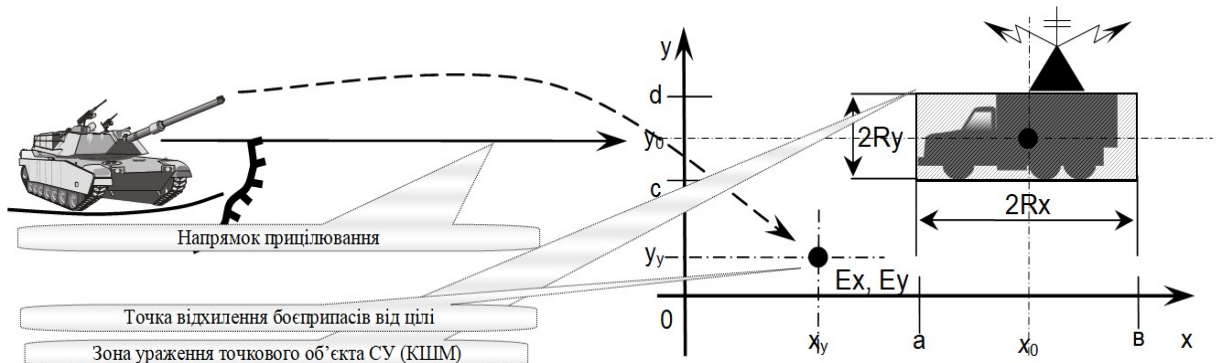


Рис. 3 Розрахункова схема визначення живучості для об'єкта СУ з прямокутною зоною ураження

Розрахунок (11) виконується за допомогою приведеної функції Лапласа [1]:

$$P_{ур} = \frac{1}{4} \left[ \Phi\left(\frac{b-x_{ур}}{E_x}\right) - \Phi\left(\frac{a-x_{ур}}{E_x}\right) \right] \times \left[ \Phi\left(\frac{d-y_{ур}}{E_y}\right) - \Phi\left(\frac{c-y_{ур}}{E_y}\right) \right]. \quad (12)$$

Якщо точка прицілювання співпадає з центром прямокутника з розмірами  $2R_x$  і  $2R_y$ , (рис.4), формула для розрахунку ймовірності ураження об'єкта СУ матиме такий вигляд:

$$P_{ур} = (a \leq x \leq b, c \leq y \leq d) = \Phi\left(\frac{R_x}{E_x}\right) \cdot \Phi\left(\frac{R_y}{E_y}\right). \quad (13)$$

Якщо точковий об'єкт СУ має значну протяжність в одному з напрямків (рис. 5) і його функціонування закінчується в разі ураження будь-якої його точки, тоді для визначення ймовірності ураження такого об'єкта можна використати формулу:

$$P_{ур} = (a \leq x \leq b) = \frac{1}{2} \left[ \Phi\left(\frac{b-x_{ур}}{E_x}\right) + \Phi\left(\frac{a-x_{ур}}{E_x}\right) \right]. \quad (14)$$

Визначення ймовірності ураження об'єкта СУ для випадку кругового розсіювання боеприпасів із певним наближенням можна звести до розрахунку ймовірності попадання точки прицілювання, яка розподілена за нормальним законом з ймовірним відхиленням цієї точки у рівновеликий круг з радіусом  $R$  або квадрат зі стороною  $a = R\sqrt{\pi}$ , тобто  $\frac{a}{2} = 0,0887 \cdot R$  і  $\delta = 1,5E$ .

$$P_{ур} [(x, y) \in D] = \left[ \Phi_0\left(\frac{d+0,0887R}{1,5E}\right) - \Phi_0\left(\frac{d-0,0887R}{1,5E}\right) \right] 2\Phi_0\left(\frac{0,0887R}{1,5E}\right), \quad (15)$$

де  $\Phi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$  – значення функції Лапласа.

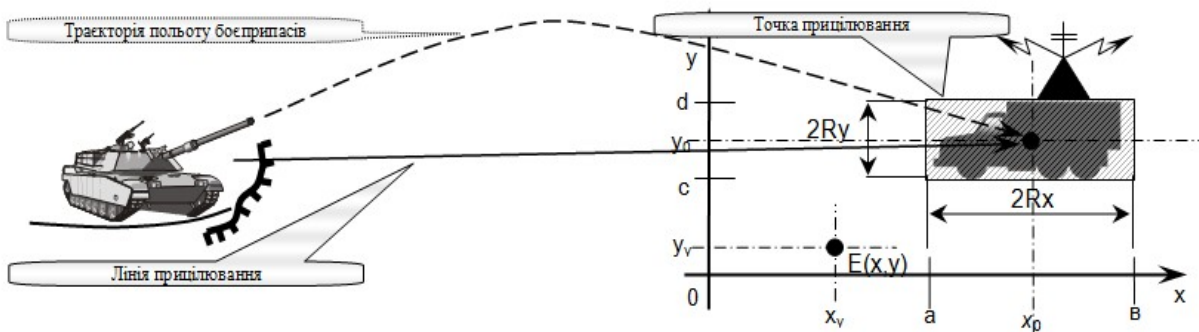


Рис. 4 Розрахункова схема визначення живучості для об'єкта СУ з прямокутною зоною ураження

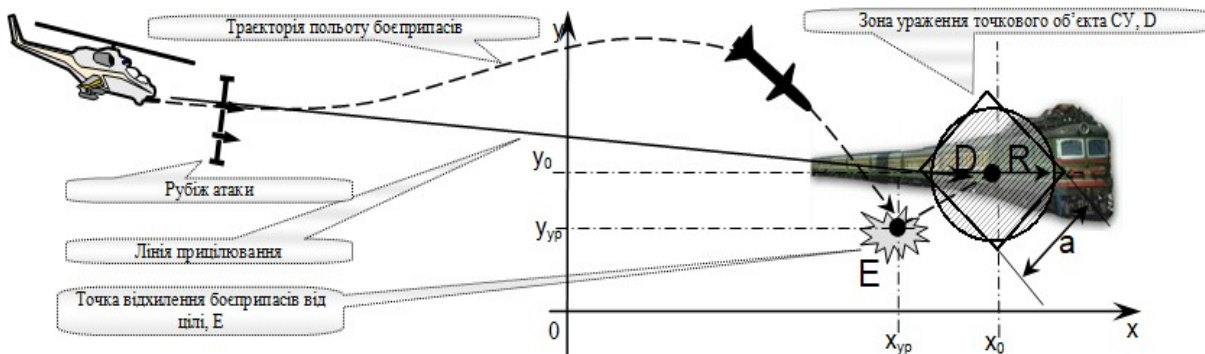


Рис. 5 Розрахункова схема визначення живучості для об'єкта СУ, який має значну протяжність в одному з напрямків, для випадку кругового розсіювання боеприпасів

Отримані таким чином величини ймовірності ураження об'єкта СУ використовуємо у формулах (2 – 4) та визначаємо величину впливу ФО на його живучість, а у загальному підсумку за всіма об'єктами СУ живучість СУ у цілому.

*Приклад.* Потрібно визначити величину впливу ФО на живучість КШМ під час бойових дій (рис. 6).

Припустимо, що ймовірність виявлення КШМ засобами розвідки противника дорівнює одиниці

( $P_B = 1$ ), а ймовірність її ураження за умови виконання та невиконання його ФО відповідно буде рівною  $P_{ур}^{FO} = 0,3$  та  $P_{ур}^{0FO} = 0,7$ .

Підставляємо визначені величини у формулу (2), та отримуємо величину впливу ФО на живучість КШМ, яка становить:

$$K_{FO}^Q = \frac{(1 - 1 \cdot 0,3) - (1 - 1 \cdot 0,7)}{1} = 0,4.$$

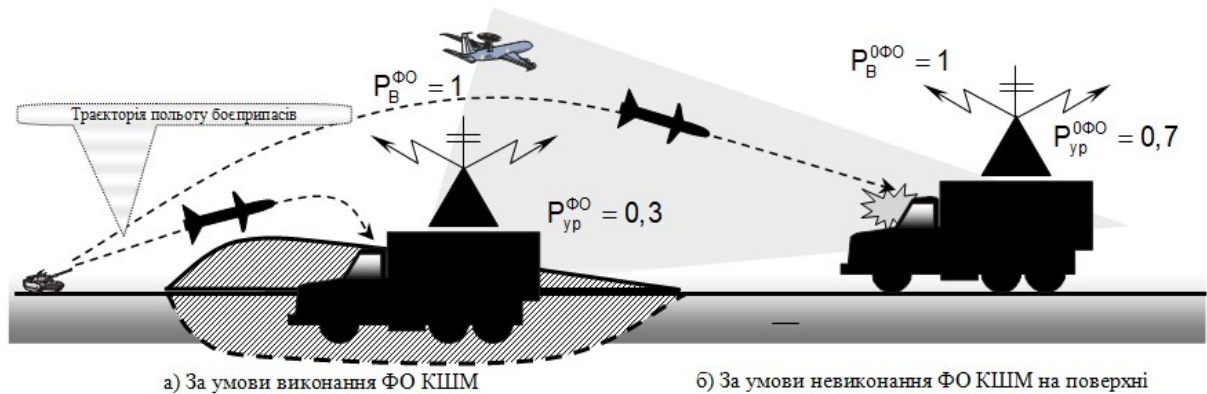


Рис. 6 Схема визначення величину впливу фортифікаційного обладнання на живучість КШМ

Порівнявши отриману величину впливу ФО на живучість КШМ з величинами інших заходів визначається послідовність їх виконання, що дозволяє якнайшвидше досягти потрібного ступеня живучості КШМ і тим самим максимально захистити її від засобів ураження противника.

Визначивши таким чином величину впливу ФО на живучість всіх об'єктів СУ можна визначити величину впливу ФО на живучість СУ в цілому.

Наведений приклад свідчить про можливість практичного застосування запропонованого способу визначення величини впливу ФО на живучість СУ, а також для вирішення практичних завдань підвищення живучості військ (об'єктів) у сучасних збройних конфліктах.

### Література

1. Шевчук А.Б. Фортификационное оборудование позиций и районов в локальных войнах и вооруженных конфликтах. А.Б. Шевчук. – М.: Воениздат, 1999. – 104 с.

2. Юрков Б.Н. Исследование операций. Б. Н. Юрков. – М.: ВИА, 1990. – 205 с.

### Висновки і перспективи подальших досліджень

Запропонований спосіб може бути використаний для визначення (прогнозування) величини впливу ФО на живучість СУ військами (силами) в операції (бойових діях), а також для обґрунтування потрібного складу сил і засобів для їх виконання.

Перспективами подальших досліджень у цьому напрямку є подальше удосконалення способів визначення величини впливу ФО на живучість системи управління військами (силами) в операції (бойових діях) з урахуванням умов сучасного збройного конфлікту.

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФОРТИФИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЖИВУЧЕСТЬ ТОЧЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ (СИЛАМИ)

Шевченко Василий Кузьмич

Волощенко Александр Иванович (кандидат военных наук)

Бобрун Александр Викторович (кандидат военных наук)

Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье рассматривается способ определения величины воздействия фортификационного оборудования на живучесть точечных объектов системы управления войсками (силами), который основывается на методике оценки живучести войсковых объектов. Особенность способа заключается в учете конфигурации зоны поражения точечных объектов системы управления войсками (силами), предполагаемой траектории полета и кругового рассеивания боеприпасов при прицельном воздействии на них средств поражения противника.

Рассматриваемый способ позволяет определять величину воздействия фортификационного оборудования на живучесть точечных объектов системы управления войсками (силами), в соответствии с которой определяется очередность его выполнения. Повышается способность войсковых объектов выполнять боевые задачи согласно штатного предназначения во время ведения боевых действий в условиях воздействия современных средств поражения противника на фортификационное оборудование районов (позиций) войск (сил).

*Предложенный способ может использоваться для прогнозирования величины воздействия фортификационного оборудования на живучесть войск и объектов, а также во время проведения исследований, направленных на обоснование нужного состава инженерно-позиционных, инженерно-технических подразделений и подразделений оборудования пунктов управления.*

**Ключевые слова:** инженерное обеспечение; живучесть войск; фортификационное оборудование.

**METHOD OF DETERMINING THE MAGNITUDE OF THE EFFECT OF FORTIFICATION EQUIPMENT ON THE SURVIVABILITY OF THE TROOPS (FORCES) CONTROL SYSTEM IN THE OPERATIONS (COMBAT ACTIONS)**

*Vasyl Shevchenko*

*Oleksandr Voloshchenko (Candidate of the Military Science)*

*Oleksandr Bobrun (Candidate of the Military Science)*

*Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*

*In the article it is about method of determining the magnitude of the effect of fortification equipment on the survivability of the troops (forces) control system based on the theory of survivability evaluation of point military objects when aiming enemy fire.*

*It is noted that characteristic of the method of determining the magnitude of the effect of fortification equipment on the survivability of the troops (forces) is the consideration of configuration of the affected area of individual elements (objects) of the troops (forces) control system, possible trajectory of flight and circular dispersion of ammunition during sighting action on them by the means of defeating the enemy.*

*It is confirmed that proposed method of determining the magnitude of the effect of fortification equipment on the survivability of the troops (forces) control system allows to determine the sequence of actions during fortification equipment of these objects, that allow to hide as soon as possible these objects in the field fortifications and significantly complicate their detection, identification and damage during combat actions.*

*It is noted that proposed method can be used for current forecasting of the magnitude of the effect of fortification equipment on the survivability of the troops (forces) control system and also during research on issues of survivability of the troops in modern armed conflicts.*

**Key words:** control system, survivability, fortification equipment.

**References**

1. **Shevchuk A.B.** Fortification of positions and areas in local wars and armed conflicts. A.B. Shevchuk. – М.: Voenizdat, 1999. – 104 p.
2. **Yurkov B.N.** Operations research. B.N. Yurkov. – М.: VIA, 1990. – 205 p.