

УДК 517.8; 658.012

Б.О. Дем'янчук, д.т.н., доц.**В.М. Клименко**, к.військ.н., доц.**В.В. Кудрявцев**, к.військ.н., с.н.с.*Військова академія (м. Одеса), Україна*

МЕТОДИКА ОЦІНКИ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ ДЕСАНТНО-ШТУРМОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Пропонується удосконалена адекватна імовірнісна модель динаміки зміни математичного очікування відносної кількості уражених бойових одиниць противника у дуельній вогневій протидії в ході виконання завдань вогневої підтримки бою десантно-штурмового підрозділу. Відмінність такої моделі від відомих полягає в тому, що вона враховує зміну інтенсивності впливу сторін в процесі бою, технічну готовність засобів до бою та своєчасність відкриття вогню.

Ключові слова: *вогнева підтримка, інтенсивність вогневого впливу, імовірність вогневого ураження, імітаційна модель.*

Постановка проблеми

У сучасних умовах не втрачають актуальності методи оцінки ефективності застосування засобів вогневої підтримки, які надаються десантно-штурмовим підрозділам і мають суттєвий вплив на результат бою.

Відомі методи оцінювання бойової ефективності засобів вогневої підтримки, наприклад, ті, що враховують щільність розривів (кількість розривів, що приходить на одиницю площі, яка обстрілюється), площу зони ураження одним розривом і т.ін., у конкретній ситуації, яка розглядається, додатні далеко не завжди [1].

Дійсно, при рівномірному розподіленні місць падіння снарядів на ділянці, що обстрілюється, імовірність ураження будь-якої цілі, що знаходиться на ділянці, відповідно і математичне очікування відносної кількості уражених цілей, дорівнюють середній імовірності ураження цілей, і залежать від просторової щільності вибухів $\frac{N}{S}$ та від площі зони ураження S_n у вигляді $S_n = 4\pi E_x E_y$, де E – це серединні відхилення кожного вибуху у відповідних координатних площинах. Це математичне очікування відносної кількості уражених цілей дорівнює [1]

$$M = 1 - \exp\left(-N \frac{S_n}{S}\right). \quad (1)$$

Зрозуміло, що такий показник, який не враховує інтенсивність залежного від часу впливу на противника, а також вплив противника у відповідь, є дуже спрощеним і, в цілому неприйнятним.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Показник бойової ефективності засобів вогневої підтримки, який можливо отримати для дуельного бою як результат рішення системи відомих рівнянь Ланчестера [2], які описують інтенсивність втрат сторін в залежності від кількості N_1 , N_2 бойових одиниць сторін на початок бою і інтенсивностей їх ударів β_1 , β_2 , являє собою відносну кількість уражених цілей противника у вигляді функції часу

$$M(t) = 1 - \left[ch\sqrt{\beta_1\beta_2}t - \sqrt{\frac{\beta_1}{\beta_2}} \cdot \frac{N_1}{N_2} sh\sqrt{\beta_1\beta_2}t \right]. \quad (2)$$

Аналізуючи оцінку (2), неважко переконатись у її невисокій об'єктивності внаслідок неадекватності моделі Ланчестера реальній ситуації бойової протидії. Дійсно, припустимо кількість бойових одиниць засобів вогневої підтримки десантно-штурмового підрозділу N_1 на початок бою в 2 рази більше, ніж кількість N_2 засобів вогневої підтримки противника, а інтенсивність їх ударів β_1 в 4 рази менше, ніж інтенсивність β_2 ударів противника. Зрозуміло, що в цій ситуації відносна кількість уражених цілей противника у будь-який момент часу бою не буде відрізнятись від того, що було отримано за формулою (2) до вказаної зміни співвідношення інтенсивностей впливу сторін. Навряд чи такий результат можна вважати прийнятним, оскільки добре відомо, що результат бою більше залежить від співвідношення інтенсивностей впливу сторін, ніж від чисельності бойових одиниць сторін на початок бою.

Таким чином, методика оцінки бойової ефективності засобів вогневої підтримки потребує подальшого удосконалення, а оцінка ефективності є завданням, яке потребує подальшого вирішення.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою статті є запропонувати більш адекватну модель для оцінки бойової ефективності засобів вогневої підтримки десантно-штурмового підрозділу у дуельному бою, з тим, щоб математичне очікування відносної кількості уражених цілей завжди було б залежним і від різниці у інтенсивностях взаємного впливу сторін, і від того, чи є інтенсивність впливу цих засобів постійною у часі або вона більше, наприклад, на початку бою, або наприкінці. Крім того, пошукова оцінка повинна залежати і від технічної готовності засобів вогневої підтримки, і від імовірності збереження їх боєздатності, і, нарешті, від показника своєчасного відкриття вогню цими засобами.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались такі окремі завдання:

визначення коефіцієнту технічної готовності бойових одиниць засобів вогневої підтримки підрозділу;

визначення імовірності (показника) своєчасного відкриття вогню засобів вогневої підтримки, яка залежить від затримки τ у своєчасному відкритті вогню;

визначення показника збереження боєздатності засобів вогневої підтримки;

визначення усередненої умовної імовірності ураження бойових одиниць противника, яка залежить від різниці інтенсивностей впливу сторін та від нерівномірності впливу сторін у часі.

При вирішенні перерахованих вище завдань використовувався підхід, який викладений у [2, 3], а також методи теорії ймовірностей.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

У загальному вигляді модель зміни у часі (протягом бою) відносної кількості уражених бойових одиниць противника доцільно представити у вигляді добутку показників

$$M(t) = K_{\tilde{a}} \cdot K_0(\tau) \cdot K_S(t) \cdot K(t), \quad (3)$$

де $K_{\tilde{a}}$ - коефіцієнт готовності бойових одиниць засобів вогневої підтримки підрозділу;

$K_0(\tau)$ - імовірність (показник) своєчасного відкриття вогню засобів вогневої підтримки, яка залежить від затримки τ у своєчасному відкритті вогню;

$K_S(t)$ - показник збереження боєздатності засобів вогневої підтримки;

$K(t)$ - усереднена умовна імовірність ураження бойових одиниць противника, яка залежить від різниці інтенсивностей впливу сторін та від нерівномірності впливу сторін у часі.

Обговоримо докладніше складові оцінки (3).

Коефіцієнт готовності $K_{\hat{a}}$ залежить від середнього часу T_0 напрацювання на відмову засобів вогневої підтримки та середнього часу відновлення $T_{\hat{a}}$ цих засобів при відмовленні їх за причиною обмеженої експлуатаційної надійності. Цей показник, як відомо, дорівнює [7]

$$K_{\hat{a}} = \frac{T_0}{T_0 + T_{\hat{a}}} . \quad (4)$$

Показник своєчасного відкриття вогню вогневих засобів повинен залежати від відносної затримки відкриття вогню і плавно наближатись при зменшенні цієї затримки до нуля.

$$K_0(\tau) = 1 - \left(\frac{\tau}{\tau + t}\right)^2, \quad t > 0, \quad (5)$$

де t – поточна тривалість часу дуельної протидії.

Імовірність ураження засобів вогневої підтримки $K_{\delta}(\tau)$ в ході бою за час t , в умовах дуельної бойової протидії при сумірних бойових потенціалах сторін подібно (2) характеризується залежністю

$$K_{\delta}(\tau) = ch\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t - \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}}sh\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t, \quad (6)$$

де α_i – інтенсивність вогневого впливу однієї сторони на іншу, $i = \overline{1,2}$; вона відображає кількість впливів за одиницю часу.

Умовну імовірність $K(t)$ належить визначити за допомогою імовірнісної (додаткової) моделі з урахуванням обмежень та вимог, вказаних раніше.

При побудові підмоделі для визначення функції $K(t)$ врахуємо, що зміна величини K у часі відбувається реально (у дуельному бою) під впливом двох груп (тобто великої кількості) факторів, направлених протилежно. Деякі з них сприяють збільшенню K , тобто зростанню імовірності K , інші, що пов'язані із цільовими установками противника, сприяють зростанню імовірності протилежної події, тобто зростанню імовірності $(1 - K)$.

Помітимо тут, що в умовах, які розглядаються, події досягнення цілей протидіючих сторін є несумісними і сума імовірностей досягнення протилежних цілей завжди повинна дорівнювати одиниці. Оскільки вказані події відбуваються в бою одночасно, то їх імовірності повинні перемножуватись, а саме, цього добутку імовірностей повинна залежати швидкість зміни функції $K(t)$.

$$\frac{dK(t)}{d(t)} \sim K(1 - K). \quad (7)$$

Врахуємо далі, що основним рухомим фактором для динаміки зміни $K(t)$ є різниця інтенсивностей впливу $(\alpha_1 - \alpha_2)$ сторін однієї на іншу, тобто маємо залежність

$$\frac{dK(t)}{dt} \sim (\alpha_1 - \alpha_2)K(1 - K). \quad (8)$$

Відобразимо також ситуацію, яка полягає в тому, що різниця інтенсивностей впливу сторін $(\alpha_1 - \alpha_2)$ може бути незмінною (постійною) в ході бою, як показано у вираженні (8), але може у часі зростати або убувати. Для цього помножимо величину $(\alpha_1 - \alpha_2)$ на відносну величину $\frac{t^n}{T^n}$ для

$n = 0; 1; -1$; назвемо n форсуючим показником інтенсифікації впливів у часі, де T – загальна тривалість бою.

В результаті отримуємо диференціальне рівняння, яке більш адекватно описує процес зміни у часі імовірності ураження засобів (бойових одиниць) противника в ході дуельної бойової протидії у вигляді

$$\frac{dK}{dt} = (\alpha_1 - \alpha_2) \frac{t^n}{T^n} \cdot K(1 - K). \quad (9)$$

Рішення рівняння (9) для початкових умов, наприклад, $K(t=t_0)=0,5$, має вигляд імовірнісної підмоделі у вигляді

$$K(t) = \left\{ 1 + \exp \left[-\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{(n+1)T^n} (t^{n+1} - t_0^{n+1}) \right] \right\}^{-1}, \quad (10)$$

де α_i – інтенсивність впливу, тобто відносна кількість впливів i -ї сторони за одиницю часу;

t_0 – момент часу, при якому протилежні події результату бою рівноімовірні.

Графіки цієї функції для $\alpha_1 > \alpha_2$, і різних значень параметра асиметричності впливів n представлені на рис. 1.

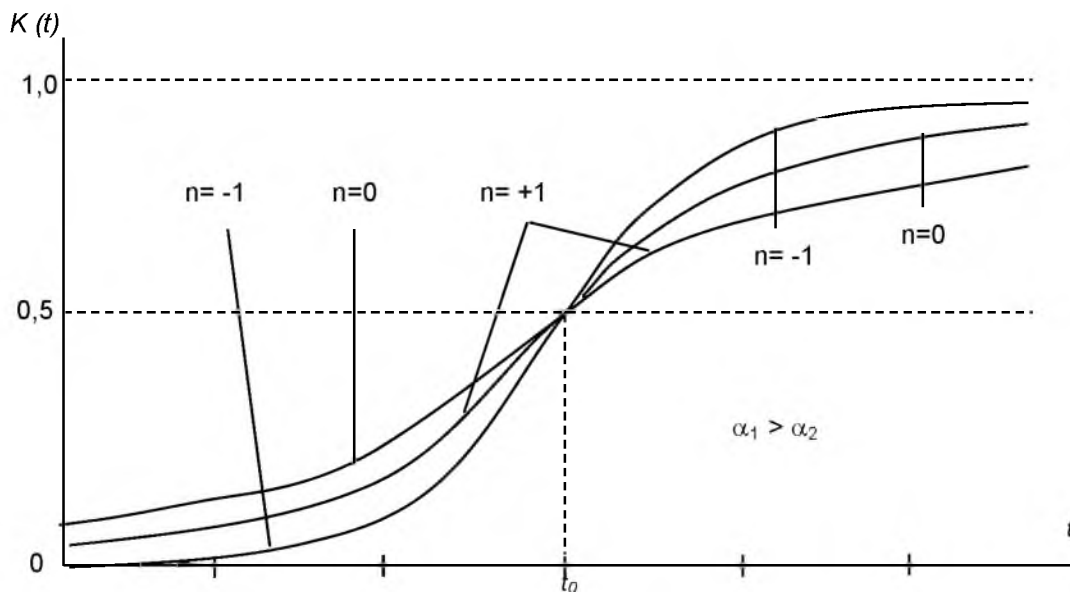


Рис.1. Динаміка зміни імовірності ураження бойових одиниць противника в ході дуельної бойової протидії засобів вогневої підтримки:

- а) при постійній різниці інтенсивностей впливу сторін $n=0$; б) при зменшувальній за часом ($n=-1$); в) при зростаючій різниці інтенсивностей впливу сторін в ході бою ($n=+1$). (Варіант).

Підставляючи (4), (5), (6) і (10) у вираження (3), в результаті отримуємо узагальнену імовірнісну оцінку залежності від часу бою математичного очікування відносної кількості бойових одиниць противника, уражених засобами вогневої підтримки підрозділу, у вигляді

$$M(t) = \left(1 + \frac{T_{\hat{a}}}{T_0}\right)^{-1} \left[1 - \frac{\tau^2}{(\tau + t)^2}\right] \cdot \left[ch\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t - \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}} sh\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t \right] \times \left\{ 1 + \exp \left[-\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{(n+1)T^n} (t^{n+1} - t_0^{n+1}) \right] \right\}^{-1}. \quad (11)$$

Інтенсивність α_i вогневого впливу i -ї сторони доцільно виразити у вигляді добутку щільності розривів (кількості випущених по противнику) снарядів (або ракет систем залпового вогню) за одиницю часу F_0 на відношення середньої площі зони ураження одного розриву до площі S простору, який займає противник.

$$\alpha_1 = F_{01} \cdot \frac{S_{n1}}{S_2}; \quad \alpha_2 = F_{02} \cdot \frac{S_{n2}}{S_1}. \quad (12)$$

Тоді імовірнісна модель для узагальненої оцінки бойової ефективності засобів вогневої підтримки підрозділу приймає такий вигляд

$$M(t) = \left(1 + \frac{T_{\hat{a}}}{T_0}\right)^{-1} \left[1 - \frac{\tau^2}{(\tau + t)^2}\right] \times \left[ch \sqrt{\left(F_{01} \frac{S_{n1}}{S_2}\right) \cdot \left(F_{02} \frac{S_{n2}}{S_1}\right) t} - \sqrt{\left(\frac{F_{02} S_{n2} S_2}{F_{01} S_{n1} S_1}\right) sh \sqrt{\frac{(F_{01} S_{n1} F_{02} S_{n2})}{S_1 S_2} t}} \right] \times \left[1 + \exp \left[-\frac{F_{01} \frac{S_{n1}}{S_2} - F_{02} \frac{S_{n2}}{S_1} (t^{n+1} - t_0^{n+1})}{(n+1)T^n} \right] \right]^{-1}. \quad (13)$$

Наведемо приклади аналітичного оцінювання бойової ефективності гіпотетичних засобів вогневої підтримки, які відрізняються різними значеннями параметрів асиметричності процесу впливу у часі сторін протягом бою, тобто приклади для випадків $(n = -1)$; $n = 0$; $(n = 1)$. Інші вихідні дані будемо залишати незмінними у всіх трьох прикладах.

Припустимо, що маємо початкові дані:

$$T = t = 1,5; \quad \frac{T_{\hat{a}}}{T_0} = 0,05; \quad \frac{\tau}{(\tau + t)} = \frac{0,1}{(0,1 + 1,5)}; \quad F_{01} = 1 \cdot 10^3 \cdot \div^{-1}; \quad F_{02} = 10^3 \cdot \div^{-1};$$

$$S_1 = S_2 = 2,0 \cdot 10^4 i^2; \quad S_{n1} = 2,5 S_{n2} = 2,5 \cdot 10 i^2; \quad t_0 = 0,5 \text{ а.}$$

Приклад 1. $(n = -1)$, інтенсивність протидії на початку бою – найбільша.

В цьому випадку вираження (13) в результаті предельного переходу, який здійснюється наприклад, за правилом Лопітала, відповідно границі

$$\lim_{n \rightarrow -1} \frac{t^{n+1} - t_0^{n+1}}{(n+1)T^n} = T \ln \frac{t}{t_0},$$

преобразиться із урахуванням (6) та (12) до виду

$$M(t) = \left(1 + \frac{T_{\hat{a}}}{T_0}\right)^{-1} \left[1 - \frac{\tau^2}{(\tau + t)^2}\right] \left[1 + \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-\left(F_{01} \frac{S_{n1}}{S_2} - F_{02} \frac{S_{n2}}{S_1}\right) T} \right]^{-1}, \quad (14)$$

тобто, по-суті, у квадратних дужках останнього добутку отримуємо модифіковану функцію Баттерворта із асиметрією, яка відбиває більшу інтенсивність протидії сторін на початковому етапі бою [4, 5].

З урахуванням початкових даних відповідно до (14), отримуємо оціночне значення математичного очікування відносної кількості уражених бойових одиниць противника, що дорівнює

$$n = -1 \Rightarrow M(t=1,5) = (1+0,05)^{-1} \left(1 - \frac{0,1}{1,6}\right)^2 \left[ch\sqrt{0,6} \cdot \frac{3}{2} - \sqrt{0,4} sh\sqrt{0,6} \frac{3}{2} \right] \times \\ \times \left[1 + \left(\frac{1,5}{0,5}\right)^{-1} \left(10^3 \cdot 2,5 \cdot \frac{10}{2 \cdot 10^4} - 10^3 \cdot \frac{10}{2 \cdot 10^4}\right) \cdot 1,5 \right]^{-1} \cong 0,64.$$

Приклад 2. $n = 0$, різниця інтенсивностей впливу сторін однієї на іншу протягом бою залишилась приблизно постійною.

При $n = 0$, добуток у фігурних дужках (13) представляє собою логістичну функцію, тобто маємо залежність

$$M(t) = \left(1 + \frac{T_a}{T_0}\right)^{-1} \left(1 - \frac{\tau^2}{(\tau+t)^2}\right) \left[ch\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t - \sqrt{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}} sh\sqrt{\alpha_1\alpha_2}t \right] \cdot \\ \left\{ 1 + \exp\left[-\left(F_{01} \frac{S_{m1}}{S_2} - F_{02} \frac{S_{n2}}{S_1}\right)(t-t_0)\right] \right\}^{-1}. \quad (15)$$

З урахуванням початкових даних знаходимо

$$n = 0 \Rightarrow M(t=1) = (1+0,05)^{-1} \left(1 - \frac{0,1^2}{1,6^2}\right) \left[ch0,79 \cdot 1,5 - \sqrt{\frac{0,5}{1,25}} sh0,79 \cdot 1,5 \right] \times \\ \times \left\{ 1 + \exp\left[-\left(10^3 \cdot 2,5 \cdot \frac{10}{2 \cdot 10^4} - 10^3 \cdot \frac{10}{2 \cdot 10^4}\right)(1,5 - 0,5)\right] \right\}^{-1} = 0,56.$$

Приклад 3. ($n = 1$), різниця інтенсивностей впливу сторін зростала на кінець бою.

У відповідності з (13) знаходимо динаміку зміни математичного очікування кількості бойових одиниць противника, що уражені засобами вогневої підтримки десантно-штурмового підрозділу у вигляді

$$M(t) = \left(1 + \frac{T_a}{T_0}\right)^{-1} \cdot \left[1 - \frac{\tau^2}{(\tau+t)^2}\right] \left[ch\sqrt{\frac{F_{01}F_{02}S_{m1}S_{n2}}{S_1S_2}}t - \right. \\ \left. - \sqrt{\frac{F_{02}S_{n2}S_2}{F_{01}S_{m1}S_1}} sh\sqrt{\frac{F_{01}F_{02}S_{m1}S_{n2}}{S_1S_2}}t \right] \times \left\{ 1 + \exp\left[-\frac{\frac{F_{01}S_{m1}}{S_2} - \frac{F_{02}S_{n2}}{S_1}}{2T}(t^2 - t_0^2)\right] \right\}^{-1}. \quad (16)$$

Підставляючи у (16) початкові дані, знаходимо значення МОЧ на кінець бою.

$$n=1 \Rightarrow M(1,5) = \left(1 + \frac{0,05}{1}\right)^{-1} \cdot \left[1 - \frac{0,1^2}{(0,1+1,5)^2}\right] \left[ch\sqrt{\frac{10^3 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^4}}1,5 - \right. \\ \left. - \sqrt{\frac{10^3 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^4}{10^3 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^4}} sh\sqrt{\frac{10^3 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^4}}1,5 \right] \times \left\{ 1 + \exp\left[-\frac{\frac{10^3 \cdot 2,5 \cdot 10}{2 \cdot 10^4} - \frac{10^3 \cdot 10}{2 \cdot 10^4}}{2 \cdot 1,5}(1,5^2 - 0,5^2)\right] \right\}^{-1} = 0,51.$$

Висновки

В умовах бою, які співпадають із наведеними початковими даними, коли перевага засобів вогневої підтримки десантно-штурмового підрозділу виражається лише у перевищенні площі ураження їх боеприпасами над площею ураження боеприпасами противника всього у 2,5 рази, а у останньому відміні практично відсутні, – в цих умовах МОЧ відносної кількості уражених бойових одиниць противника, незначно відрізняється від рівня 0,5, що, напевно, об'єктивно відповідає дійсності.

Не дивлячись на незначну перевагу над противником, найкращий і достатньо високий результат бою досягається у випадку, коли реалізується максимальна інтенсивність впливу на противника, що наступає, на початковому етапі бойової протидії, а найбільш скромні, хоча і позитивні результати досягаються у випадку, коли протидія розвивається нерішуче, і різні випадкові фактори, які переважають на початку та у середині бою, роблять практично неможливою спробу реалізувати залишки переваги за рахунок інтенсифікації протидії наприкінці бою.

Імовірнісна модель динаміки досягнення мети бойової протидії засобів вогневої підтримки десантно-штурмового підрозділу, яка пропонується, може бути використана у якості тренда процесу розвитку бою у часі в стохастичній (імітаційній) моделі, коли вихідні параметри або їх частка мають випадкові значення, що розподілені за тим, або іншим законом із відомими параметрами.

Практичне значення моделі полягає у наданні можливості командирів десантно-штурмового підрозділу корегувати своє рішення з урахуванням оцінки ефективності засобів вогневої підтримки, які є у його розпорядженні.

Перспективи подальших досліджень

Подальшим напрямком дослідження за даним питанням є формування поглядів та підходів щодо оцінювання ефективності застосування перспективних засобів вогневої підтримки, визначення тактико-технічних вимог щодо їх розробки.

Список використаних джерел

1. *Правила стрільби і управління вогнем наземної артилерії (група, дивізіон, батарея, взвод, гармата) / Науменко І.В., Мокроцький М.Ю., Волков І.Д. та ін., [під загальною ред. Горбильова В.Ю.] – К.: Управління РВ і А Сухопутних військ Збройних Сил України, 2018 р. – 296 с.*
2. *Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 430 с.*
3. *Краснощеков П.С. Математические модели в исследовании операций / П.С. Краснощеков. – М.: Знание, 1984. – 62 с.*
4. *Клименко В.М. Модель для узагальненої оцінки бойової ефективності засобів вогневої підтримки механізованого батальйону в обороні / В.М. Клименко, Б.О. Дем'янчук, А.С. Троць, А.А. Коваль // Збірник наукових праць ОІСВ, 2003. – №8. – С. 41-47.*
5. *Коваль А.А. Модель оцінювання ефективності засобів вогневої підтримки спеціальних військових дій батальйону внутрішніх військ / А.А. Коваль // Честь і закон 2014. – №1 (48) – С. 14-19.*
6. *Багров С.С. Підхід щодо розрахунків втрат різномірних військових угруповань в умовах розподілу вогневих впливів сторін між типами засобів ураження / С.С. Багров, І.В. Волохова, С.С. Зварич, І.Г. Натарова // Збірник наукових праць об'єднаного науково-дослідного інституту Збройних Сил. – 2006. Вип. 1 (3). – С. 52-59.*
7. *Держстандарт №2860-94.*

Рецензент: доктор технічних наук, професор Скачков В.В.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БОЕВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ОГНЕВОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЕСАНТНО-ШТУРМОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Клименко В.Н., Демьянчук Б.А., Кудрявцев В.В.

Предлагается усовершенствованная адекватная вероятностная модель динамики изменения математического ожидания относительного количества пораженных боевых единиц противника в дуэльном огневом противодействии в ходе выполнения задач огневой поддержки боя десантно-штурмового подразделения. Отличие такой модели от известных заключается в том, что она учитывает изменение интенсивности влияния сторон в процессе боя, техническую готовность средств к бою и своевременность открытия огня.

Ключевые слова: *огневая поддержка, интенсивность огневого влияния, вероятность огневого поражения, имитационная модель.*

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF FIRE SUPPORT EQUIPMENT THAT ARE GIVEN TO AIR ASSAULT UNITS

Klymenko V.M., Demianchuk B.O., Kudryavzev V.V.

In modern conditions, methods for assessing the effectiveness of the use of fire support equipment that are given to airborne assault units and have a significant impact on the outcome of the battle are relevant.

Known methods for assessing the combat effectiveness of fire support equipment, for example, those that take into account the shell burst density (the number of shell bursts per unit of the area being fired), the area of the zone of damage per one shell burst, etc., in the particular situation considered, are not always suitable.

Key words: *fire support, intensity of fire influence, probability of fire damage, simulation model.*