

УДК 621.396; 623.546

В.І. Грідін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПОКАЗНИКА БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО УРАЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ЇХ ВАРТОСТІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СИСТЕМ

Стаття присвячена способу визначення раціонального значення показника бойової ефективності засобів функціонального ураження при застосуванні в якості їх доставки артилерійськими та реактивними системами з урахуванням помилок доставки в район цілі, вартості засобів функціонального ураження, та вартості випробувань на етапі підтвердження необхідного рівня їх бойової ефективності. Розроблені аналітичні залежності показника бойової ефективності засобів функціонального ураження від сумарних вартісних втрат.

Ключеві слова: функціональні засоби ураження, узагальнений показник бойової ефективності, артилерійські системи, неповторювані похибки.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури.

Сучасні розробки в галузі засобів функціонального ураження (ЗФУ) [1] дозволяють зменшити ці засоби до розміру калібру сучасних артилерійських та реактивних систем щоб використовувати їх у якості засобу доставки до цілі. Однак при застосуванні артилерійських систем, в силу присутності випадкового фактору розсіювання снарядів згідно [2, 3], тактичні цілі приводяться до площинних, тому виникає необхідність використання великого наряду засобів для ураження цих цілей с заданою ефективністю. А велика собівартість виготовлення ЗФУ вимагає економічно обґрунтованих вимог до бойової ефективності зразка засобу та необхідної кількості випробувань на етапі підтвердження заданих вимог по їх надійності. Тому виникає необхідність визначення раціонального значення показника бойової ефективності і кількості ЗФУ, які будуть доставлені в район цілі для її ураження.

Мета статті – визначення раціонального значення показника бойової ефективності функціональних засобів ураження при застосуванні в якості їх доставки артилерійськими та реактивними системами з урахуванням помилок доставки в район цілі, вартості функціональних засобів ураження, та вартості випробувань на етапі підтвердження необхідного рівня їх бойової ефективності.

Постановка задачі та викладення матеріалів дослідження

Одним з можливих методів визначення раціонального значення узагальненого показника бойової ефективності G ЗФУ може бути метод, заснований на знаходженні мінімуму вартісних витрат, пов'язаних з втратою певної кількості ЗФУ в експлуатації

із-за їх ненадійності P_y і при бойовому застосуванні в артилерійських системах з урахуванням розсіювання і помилки прицілювання P_{xz} , а також з необхідним об'ємом випробувань при оцінці можливості їх застосування з метою підтвердження заданого рівня бойової ефективності.

У загальному вигляді вказані вартісні втрати $C_{\Sigma}(G)$ через узагальнений показник бойової ефективності $G = F(P_y, P_{xz})$ можна представити як

$$C_{\Sigma}(G) = C_0 \Delta N(G) + C_b n(G), \quad (1)$$

де C_0 – очікувана вартість ЗФУ, що доводиться на один засіб; C_b – очікувана вартість проведення випробування ЗФУ для визначення заданого рівня бойової ефективності; $\Delta N(G)$ – кількість ЗФУ, що не виконали бойове завдання із-за ненадійності та із-за відхилення центру прицілювання та розсіювання снарядів від цілі; $n(G)$ – об'єм випробувань ЗФУ, необхідний для підтвердження заданого рівня бойової ефективності.

У зв'язку з тим, що при виконанні вогневої задачі неспрацювання ЗФУ із-за ненадійності та розсіювання снарядів навколо цілі, компенсується доставкою додаткової кількості засобів до цілі, а для підтвердження високого рівня бойової ефективності крім того, потрібен великий об'єм випробувань, тому очевидно, що існуватиме мінімум втрат $C_{\Sigma}(G)$. Значення G , яке відповідає мінімуму величини $C_{\Sigma}(G)_{\min}$, і береться за раціональне потрібне значення $G_{\text{птр}}$.

При виготовленні передбачається (планується) мати N_0 ЗФУ, тоді у момент застосування знайдеться справних засобів

$$N_r = N_0 \cdot K_r,$$

де K_r – показник надійності ЗФУ на етапі застосування.

За умови ураження ЗФУ об'єктів противника необхідний наряд засобів для ураження об'єкту залежно від похибок доставки засобів до цілі:

$$n_1 = \frac{\ln(1 - W_{\text{пр}})}{\ln(1 - P_{xz} W_1)}, \quad (2)$$

де $W_{\text{пр}}$ – потрібне значення ймовірності виконання вогневої задачі по ураженню об'єкту рівне 0,9; W_1 – ймовірність ураження об'єкту даного типу одним засобом при його абсолютній надійності; P_{xz} – ймовірність влучення цілі в зону дії ЗФУ при його доставці до цілі артилерійською системою.

$$P_{xz} = P(X_{\text{OP}}, Z_{\text{OP}})P(X_{\text{П}}, Z_{\text{П}})P(X_{\text{Б}}, Z_{\text{Б}}), \quad (3)$$

де $P(X_{\text{OP}}, Z_{\text{OP}})$ – показник влучення цілі в зону дії ЗФУ з урахуванням неповторюваної похибки розсіювання снарядів; $P(X_{\text{П}}, Z_{\text{П}})$ – показник влучення цілі в зону дії ЗФУ з урахуванням повторюваної похибки підготовки пострілу гарматою; $P(X_{\text{Б}}, Z_{\text{Б}})$ – показник влучення цілі в зону дії ЗФУ з урахуванням повторюваної похибки підготовки всіх пострілів батареї.

Тоді кількість об'єктів, яка може бути уражена ЗФУ з урахуванням їх надійності, буде

$$N_{\text{об}} = \frac{N_r}{n_1} = \frac{N_0 K_r \ln(1 - P_{xz} W_1)}{\ln(1 - W_{\text{пр}})}. \quad (4)$$

За умови абсолютної надійності ЗФУ (при $K_r = 1$) кількість уражених об'єктів складе

$$N'_{\text{об}} = \frac{N_0 \ln(1 - P_{xz} W_1)}{\ln(1 - W_{\text{пр}})}. \quad (5)$$

Різниця $\Delta N_{\text{об}}$ між (5) і (4) буде дорівнювати кількості об'єктів, які не будуть ураженими із-за ненадійності засобів функціонального ураження та помилок їх доставки до цілі

$$\Delta N_{\text{об}} = \frac{N_0 \ln(1 - P_{xz} W_1)}{\ln(1 - W_{\text{пр}})} \left[\frac{\ln(1 - W_1)}{\ln(1 - P_{xz} W_1)} - K_r \right]. \quad (6)$$

Кількість ЗФУ N , які не виконують бойове завдання із-за своєї ненадійності та помилок їх доставки до цілі є множення величини $\Delta N_{\text{об}}$ на потрібний наряд засобів n_1 для поразки об'єкту даного типу при досягнутому (заданому) рівні надійності, тобто

$$\Delta N = N_0 \left[\frac{\ln(1 - W_1)}{\ln(1 - P_{xz} W_1)} - K_r \right]. \quad (7)$$

Для виразу залежності величини ΔN у формулі (7) в явному вигляді від величини узагальненого показника надійності ЗФУ треба величини K_r і P_{xz} виразити через показник бойової ефективності G .

Оскільки для кожної i -ї цілі дальність та площа на цілі буде відрізнятися, то показник розсіювання $P(X_{\text{OP}i}, Z_{\text{OP}i})$ та величина P_{xz} теж буде мати кожне i -те значення.

Визначивши N можливих цілей та їх тактичну глибину і приведену площу цілей, можливо визначити середнє значення для всіх засобів ураження

$$\overline{P_{xz}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{xz_i}$$

У загальному випадку величину G виглядає [4]:

$$G = K_r \overline{P_{xz}} = G^\mu \cdot G^{1-\mu}, \quad (8)$$

де μ – ваговий коефіцієнт, що визначається за формулою

$$\mu = \frac{\ln K_r^{(0)}}{\ln G^{(0)}},$$

де $K_r^{(0)}$ і $G^{(0)}$ – показник надійності ЗФУ на етапі застосування і значення його узагальненого показника бойової ефективності.

З урахуванням (8) вираз (7) запишеться

$$\Delta N(G) = N_0 \left[\frac{\ln(1 - W_1)}{\ln(1 - W_1 G^{1-\mu})} - G^\mu \right]. \quad (9)$$

Потрібний об'єм випробувань, необхідний для підтвердження рівня надійності ЗФУ [4], визначається:

$$n(G) = \frac{1}{2[1 - P_y]} - 2, \quad (10)$$

де P_y – безвідмовна складова показника надійності ЗФУ в період застосування.

Виразення складової P_y через узагальнений показник застосування комплексу G :

$$P_y = \frac{G}{K_r P_{xz}}.$$

Якщо ввести позначення $D = K_r \overline{P_{xz}}$ і підставити його у вираз (10), остаточний вираз для визначення потрібного об'єму випробувань ЗФУ для підтвердження заданого рівня бойової ефективності матиме вигляд:

$$n(G) = \frac{1}{2\left(1 - \frac{G}{D}\right)} - 2. \quad (11)$$

Значення $n(G)$ знайдене за умови, що кількість спрацювання ЗФУ не може бути менше кількості ЗФУ, які випробовувалися.

З урахуванням (7), (10) і (11) остаточні вирази для величини сумарних втрат:

$$C_\Sigma(G) = C_0 N_0 \left[\frac{\ln(1 - W_1)}{\ln(1 - W_1 G^{1-\mu})} - G^\mu \right] + C_B \left[\frac{1}{2\left(1 - \frac{G}{D}\right)} - 2 \right]. \quad (12)$$

У зв'язку з тим, що точно встановити вартісні характеристики ЗФУ на сучасному етапі не представляється можливим, при визначенні раціональних рівнів надійності ЗФУ, що розглядається, скористаємося реально досяжним рівнем співвідношення вартості ЗФУ C_0 , що доводиться на один ЗФУ, до вартості його випробування C_B . Дане співвідношення вартостей може бути знайдено на основі досвіду.

З урахуванням даного положення залежності (12) перетворюється до такого вигляду:

$$C'_\Sigma(G) = \frac{C_0}{C_B} N_0 \left[\frac{\ln(1-W_1)}{\ln(1-W_1 G^{1-\mu})} - G^\mu \right] + \left[\frac{1}{2\left(1-\frac{G}{D}\right)} - 2 \right].$$

При моделюванні точно встановити типи об'єктів, які вражатимуться ЗФУ, складно, то скориставшись середніми значеннями показників $W_1=0,5$, залежності (9) і (10) мають такий вигляд:

$$C'_\Sigma(G) = \frac{C_0}{C_B} N_0 \left[\frac{0,6932}{\ln(1-0,5G^{1-\mu})} - G^\mu \right] + \left[\frac{1}{2\left(1-\frac{G}{D}\right)} - 2 \right].$$

Таким чином, необхідне значення узагальненого показника бойової ефективності ЗФУ відповідатиме мінімальному значенню сумарних втрат при реально досяжному рівні співвідношення вартостей C_0 і C_B при заданій кількості ЗФУ. При граничній умові – значення узагальненого показника надійності ЗФУ не може бути більше значення коефіцієнта

D , показника надійності комплексу, що враховує вагу безвідмовної складової, тобто $G \leq D$.

Висновки

Таким чином, у даній статті запропоновано метод визначення узагальненого показника бойової ефективності ЗФУ по показнику "бойова ефективність – надійність – вартість". Отримані аналітичні вирази дозволяють приймати рішення для обґрунтування тактико-технічних вимог до зразків засобів функціонального ураження.

Напрямок подальших досліджень є отримання залежностей та раціональних значень кількості, надійності та вартості зразка при загальному фінансовому обмеженні на виконання проекту.

Список літератури

1. Авчінніков Є.О. Основні тенденції створення електромагнітної зброї / Є.О.Авчінніков, Черниш О.М., Певцов Г.В., Лупандін В.А. та інші. // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – 2008 – № 4(16). – С. 5-15.
2. Правила стрільби і управління вогнем артилерії (група, дивізіон, батарея, взвод, гармата). – К.: Видавництво «Варта», 1995. – 304 с.
3. Равдин И.Ф. Внешняя баллистика неуправляемых ракет и снарядов / И.Ф.Равдин. – М.: МО СССР, 1973. – 184 с.
4. Фендриков Н.М. Методы расчета боевой эффективности вооружения / Н.М. Фендриков, В.И. Яковлев. – М.: Воениздат, 1971 – 174 с.

Надійшла до редколегії 23.04.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Сотніков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ БОЕВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ИХ СТОИМОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СИСТЕМ

В.І. Гридин

Стаття посвячена способу определения рационального значения показателя боевой эффективности средств функционального поражения при применении в качестве их доставки артиллерийскими и реактивными системами с учетом ошибок доставки в район цели, стоимости средств функционального поражения, и стоимости испытаний на этапе подтверждения необходимого уровня их боевой эффективности. Разработаны аналитические зависимости показателя боевой эффективности средств функционального поражения от суммарных стоимостных потерь.

Ключевые слова: средства функционального поражения, обобщенный показатель боевой эффективности, артиллерийские системы, неповторяемые погрешности.

THE RATIONAL LEVEL OVERALL INDEX COMBAT EFFICIENCY OF THE TOOLS FUNCTIONAL DESTRUCTION TO MAKE AN EVALUATION SUBJECT TO THEIR COST ON APPLICATION OF ARTILLERY SYSTEMS

V.I. Gridin

The Article is dedicated to way to make an evaluation of the level overall index combat efficiency of the tools functional destruction by application of in the capacity of their delivery artillery and rocket systems subject to of mistakes delivery section target, of cost tools functional destruction, and of cost of testing on at the stage of evidence requisite level their combat efficiency. It is developed analytical dependences of index combat efficiency the tools functional destruction from overall cost loss.

Keywords: the tools functional destruction, overall index combat efficiency, artillery systems, not repeating mistakes.