

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.44-49>

УДК 623.4.01, 623.51

В.М. Казаков

Ю.Л. Вода

Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми, Україна

ВИКОРИСТАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ОПЕРАТИВНОЇ ГОТОВНОСТІ В СИСТЕМІ ПОКАЗНИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Під час розроблення тактико-технічних вимог до нового зразка артилерійського озброєння є необхідність мати систему показників та критеріїв оцінювання бойової ефективності зразка. Така система дозволить більш обґрунтовано підходити до їх розроблення.

Метою статті є уточнити систему показників та критеріїв оцінювання бойової ефективності в інтересах розроблення тактико-технічних вимог до зразка озброєння ракетних військ і артилерії, порядок визначення та використання коефіцієнта оперативної готовності зразка до бойового застосування, розкрити його суть, залежність від можливих відмов зразка та часу відновлення працездатності.

Використання коефіцієнта оперативної готовності дозволяє враховувати ступінь підготовки до застосування зразка артилерійського озброєння та спрощує визначення загального критерію його бойової ефективності.

***Ключові слова:** артилерійське озброєння, вогневе завдання, показник, критерій, живучість, ймовірність, коефіцієнт оперативної готовності.*

Постановка проблеми

Забезпечення високої бойової ефективності є однією з актуальних проблем розвитку військової техніки і озброєння.

Розроблення сучасного зразка артилерійського озброєння потребує врахування значної кількості чинників, що впливають на ефективність його бойового застосування. Тому виникає актуальне завдання щодо формування системи показників та необхідність визначення критерію оцінювання бойової ефективності зразка артилерійського озброєння, використання якого дозволить більш обґрунтовано підходити до питань розроблення тактико-технічних вимог до зразка.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останні публікації стосовно розроблення сучасних зразків артилерійського озброєння [3, 6] рекомендують при визначенні ймовірності виконання бойового завдання зразком артилерійського озброєння використовувати коефіцієнт оперативної готовності k_2 , але в цих публікаціях не розкрита його суть.

Постановка завдання

Метою статті є уточнити систему показників та критеріїв оцінювання бойової ефективності в інтересах розроблення тактико-технічних вимог до зразка артилерійського озброєння, порядок визначення та використання коефіцієнта оперативної готовності зразка до бойового застосування, розкрити його суть, залежність від можливих відмов зразка та часу відновлення працездатності.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основною характеристикою якості будь-якого озброєння є бойова ефективність – ступінь його пристосованості до виконання бойових завдань у різних умовах бойової обстановки [1]. Оцінювання бойової ефективності – це науковий метод визначення показників бойової ефективності озброєння, необхідних для розроблення тактико-технічних вимог до озброєння, що створюється, та оцінювання

його в ході експлуатації [1]. Бойова ефективність визначається величиною збитку, що завдається об'єктам противника, за певний час при певних витратах матеріальних засобів з урахуванням надійності, живучості та боєготовності самої зброї [2, 3].

У загальному випадку ймовірність виконання бойового завдання зразком артилерійського озброєння W визначається за формулою:

$$W = W_{\Gamma} W_{\text{УЗ}}, \quad (1)$$

де W_{Γ} – ймовірність того, що зразок артилерійського озброєння буде готовий до застосування;

$W_{\text{УЗ}}$ – ймовірність успішного застосування зразка артилерійського озброєння.

Ймовірність виконання вогневого завдання з ураження цілі $P_{\text{ВЗ}}$ зразком можна визначати за залежністю:

$$P_{\text{ВЗ}} = P(\tau) P_1 (1 - R_{\text{УР}}), \quad (2)$$

де $P(\tau)$ – ймовірність того, що ціль за час підготовки вогню та стрільби по ній не залишить своє місце;

P_1 – ймовірність ураження цілі (при ураженні окремої цілі це $P_{\geq 1}$, при ураженні групової цілі приймається математичне очікування ураження одиночних цілей зі складу групової цілі) [1,4]:

$$P_{\geq 1} = \left(1 - e^{-\frac{\rho}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{NS_3}{E\delta_3 E_{H_3}}}} \right)^2, \quad (3)$$

де $\rho = 0,47694$; $\sqrt{\pi} = 1,77245$; $\frac{\rho}{\sqrt{\pi}} = 0,269$, а N – витрата снарядів;

S_3 – зведена площа ураження;

$E\delta_3$ – зведена серединна помилка визначення установок для стрільби за дальністю;

E_{H_3} – зведена серединна помилка визначення установок для стрільби за напрямком.

Показник ефективності стрільби по груповій цілі – математичне очікування ураження одиночних цілей зі складу групової цілі (M) [1,4]:

$$M = (1 - e^{-0,269 \sqrt{\frac{NS_3}{E\delta'_3 E_{H'_3}}}})^2 \quad (4)$$

де $E\delta'_3$ і $E_{H'_3}$ – зведені серединні помилки підготовки під час стрільби по груповій цілі з урахуванням розмірів цілі.

Ймовірність ураження зразка артилерійського озброєння противником $R_{\text{УР}}$ визначається за формулою:

$$R_{\text{УР}} = P_{\text{В}} P_{\text{УР}}. \quad (5)$$

Тут $P_{\text{В}}$ – ймовірність виявлення зразка озброєння засобами розвідки противника (звуковою розвідкою $P_{\text{ЗР}}$, радіолокаційною $P_{\text{РЛС}}$ та повітряною розвідкою $P_{\text{ПР}}$),

$$P_{\text{В}} = 1 - (1 - P_{\text{ЗР}})(1 - P_{\text{РЛС}})(1 - P_{\text{ПР}});$$

$P_{\text{УР}}$ – ймовірність ураження зразка артилерійського озброєння,

$$P_{\text{УР}} = 1 - (1 - P_{\text{АВ}})(1 - P_{\text{РВ}})(1 - P_{\text{АРТ}});$$

де $P_{\text{АВ}}$ – ймовірність ураження авіацією противника;

P_{PB} – ймовірність ураження ракетними військами противника;

P_{APT} – ймовірність ураження артилерією противника.

Якщо стрільба ведеться керованими снарядами, то необхідно враховувати ймовірність безвідмовної роботи головки самонаведення P_p , у такому випадку формула (2) набуде вигляду:

$$P_{B3} = P(\tau)P_1(1 - R_{VP})P_p \quad (6)$$

У деяких випадках необхідно враховувати своєчасність відкриття вогню, яку можна визначити за залежністю:

$$P_c = \frac{1 - e^{-\lambda(t-t_n)}}{1 - e^{-\lambda t}} \quad \text{якщо } tn < t, \quad (7)$$

де $\lambda = \sum_{i=1}^{\gamma} \alpha_i$ – середня кількість виявлень цілі γ -ми засобами розвідки за одиницю часу

(інтенсивність розвідки);

tn – час з моменту виявлення цілі, організації управління, ведення вогню вогневыми підрозділами;

t – час з моменту виявлення цілі до часу, коли ціль залишила бойовий порядок.

Разом з цим, існуючі показники ефективності стрільби та виконання вогневих завдань артилерії не враховують ряд чинників, що визначають надійність функціонування зразка, а отже їх використання недостатнє для розроблення тактико-технічних вимог до зразка артилерійського озброєння.

Наступний вираз для визначення критерію бойової ефективності зразка озброєння W_{3AO} можна використовувати при розробленні тактико-технічних вимог для зразка артилерійського озброєння:

$$W_{3AO} = P(t_{PP})(1 - R_{VP})P(\tau)P_1P_pB_p, \quad (8)$$

де $P(t_{PP})$ – ймовірність безвідмовного функціонування зразка під час підготовки вогню [3]:

$$P(t_{PP}) = R_{PP} + (1 - R_{PP})R(t_{PP})_{ВД},$$

при цьому R_{PP} – ймовірність безвідмовної роботи зразка в режимі використання;

$R(t_{PP})_{ВД}$ – ймовірність відновлення в режимі використання при усуненні несправностей, що виникли під час підготовки, за умови, що власне підготовка зразка проведена за час, що не перевищує t_{PP} ;

B_p – ймовірність безвідмовного функціонування персоналу, що обслуговує зразок артилерійського озброєння при бойовій роботі, яка визначається підготовленістю особового складу та умовами його роботи.

Основна характеристика артилерійських зразків озброєння – живучість, під якою розуміється властивість гармати зберігати свою боєздатність більш тривалий термін у різних умовах експлуатації як у мирний, так і в воєнний час. Живучість ствола визначається кількістю пострілів, яку можна зробити з нього на повному заряді до виходу його з ладу. Живучість ходових частин гармати вимірюється числом кілометрів пробігу до виходу їх з ладу. Висока живучість гармат забезпечується міцністю їх деталей, невразливістю в бою, високою маневреністю, точним дотриманням правил експлуатації, встановлених інструкціями і керівництвами.

Залежно від конкретного завдання досліджень вид вищенаведеної залежності може змінюватись. Так, у ряді випадків, підготовку до застосування, а саме ймовірність того, що зразок артилерійського озброєння буде готовий до застосування (W_G), детально не розглядають, а враховують її коефіцієнт оперативної готовності k_2 [3].

Коефіцієнт оперативної готовності – це ймовірність того, що об'єкт знаходиться в визначеній бойовій готовності в момент надходження команди на застосування.

$$k = 1 - \frac{T_p}{T_e}, \quad (9)$$

де T_p – сумарний час знаходження зразка озброєння в небоєготовому стані за час його експлуатації T_e .

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує надійність зразків артилерійського озброєння, необхідність застосування яких виникає в довільний момент часу, після якого потрібна безвідмовна робота протягом певного проміжку часу. До цього моменту такі зразки можуть перебувати як в режимі чергування, так і в режимі застосування – для виконання інших бойових функцій. В обох режимах можливе виникнення відмов і відновлення працездатності зразка озброєння.

При відмові зразка та його ремонті для відновлення застосування коефіцієнт готовності k_2 залежить від середнього часу напрацювання на відмову та середнього часу відновлення працездатності та дорівнює:

$$k = T_{CP} / (T_{CP} + T_B), \quad (10)$$

де T_{CP} – середній час напрацювання на відмову;

T_B – середній час відновлення.

Артилерійські гармати є найбільш поширеним типом зразків озброєння. Артилерійські зразки озброєння часто працюють в дуже важких умовах, під вогнем противника, при незадовільному обслуговуванні або взагалі без нього. Протягом певного терміну експлуатації зразка озброєння в ньому можуть відбуватися відмови в роботі, що пов'язано з вимушеними простоями для їх усунення. Коефіцієнт готовності зразка озброєння визначається його надійністю, ремонтпридатністю.

Низька надійність (знижена величина T_{CP}) може бути скомпенсована поліпшенням ремонтпридатності (зменшенням часу T_B). Чим вище інтенсивність відновлення, тим краще буде готовність зразка озброєння.

Статистика основних критеріїв відмов зразків озброєння складає [5]: ураження артилерійського озброєння вогнем противника $\approx 25\%$ відмов; неправильне застосування зразків $\approx 25\%$ відмов; недоліки експлуатації або низька якість ремонту $\approx 25\%$ відмов; недоліки конструкції і технології виробництва зразків $\approx 10\%$ відмов; природне старіння і знос $\approx 15\%$ відмов.

Розподіл ушкоджень по окремих вузлах зразків змінюється залежно від умов їх застосування. Однак, згідно зі статистичними даними, за характером пошкоджень причіпних гармат найбільше число ушкоджень припадає на прицільні та противіткатні пристрої, механізми наведення до 70% відмов, і до 30% відмов внаслідок пошкодження інших механізмів.

Зменшення відмов зразків озброєння характеризують надійність об'єктів і відповідно підвищують значення коефіцієнта оперативної готовності.

Висновки

З урахуванням даних, отриманих за формулами (2) – (10), загальний критерій бойової ефективності зразка артилерійського озброєння може бути визначений за залежністю [6]:

$$W_{3AO} = k_2 P(t_{IP}) (1 - R_{YP}) P(\tau) P_1 P_P B_P P_C \quad (11)$$

Використання коефіцієнта оперативної готовності дозволяє враховувати ступінь підготовки до застосування зразка артилерійського озброєння та спрощує визначення загального критерію його бойової ефективності.

Список використаних джерел

1. Вероятностные методы оценки эффективности вооружения. [Учебник] / Червоний А.А., Шварц В.А., Козловцев А.П., Чобонян В.А.- М.: Воениздат, 1979 – 95 с.
2. Военный энциклопедический словарь. М. Воениздат, 1984 – 864с.
3. Военно-научные исследования и разработка вооружения и военной техники [Учебник] / Мартыщенко Л.А. Фелюстин А.Г., Голик Е.С., Клавдиев А.А. Ч. 1. - С-Пб: ВАА, 1993 – 301 с.
4. Збірник таблиць для розрахунку ймовірностей, підготовки й оцінки ефективності стрільби та прийняття рішень у військовій справі. [Методичний посібник]. /Свідлов Ю.І. та ін.– Суми: Видавництво СумДУ, 2005 – 164 с.
5. Теоретичні основи стрільби на поразку неспостережених цілей. [Навчальний посібник]. Грицай М.П. та ін.– Суми: Козацький вал, 2004 – 439 с.
6. Система показників і критерії оцінки ефективності зразка та ймовірність виконання бойовою системою поставлених задач [Наукова стаття]. /Полениця П.В., Мокрицький М.Ю., Казаков В.Н. – ЦНДІ ОВТ: Збірник наукових праць №3 (54), 2014 – 212 с.

Рецензент: Пасько І.В., к.т.н., старший науковий співробітник, Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, м. Суми

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОПЕРАТИВНОЙ ГОТОВНОСТИ В СИСТЕМЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ БОЕВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ

В. Казаков, Ю. Вода

При разработке тактико-технических требований к новому образцу артиллерийского вооружения необходимость иметь систему показателей и критериев оценки боевой эффективности образца. Такая система позволит более обоснованно подходить к их разработке.

Целью статьи является уточнить систему показателей и критериев оценки боевой эффективности в интересах разработки тактико-технических требований к образцу вооружения ракетных войск и артиллерии, порядок определения и использования коэффициента оперативной готовности образца к боевому применению, раскрыть его суть, зависимость от возможных отказов образца и времени восстановления работоспособности.

Оценка боевой эффективности – это научный метод определения показателей боевой эффективности вооружения, необходимых для разработки тактико-технических требований к вооружению, что создается, и оценки его в ходе эксплуатации. Боевая эффективность определяется величиной ущерба, наносимого объектам противника, за определенное время при определенных затратах материальных средств с учетом надежности, живучести и боеготовности самого оружия.

Одна из основных характеристик артиллерийских образцов вооружения – живучесть, под которой понимается свойство образца сохранять свою боеспособность более длительный срок в различных условиях эксплуатации как в мирное, так и в военное время. При определении живучести образца используют коэффициент оперативной готовности. Коэффициент оперативной готовности характеризует надежность образцов артиллерийского вооружения, необходимость применения которых возникает в произвольный момент времени, после которого требуется безотказная работа в течение определенного промежутка времени.

Использование коэффициента оперативной готовности позволяет учитывать степень подготовки к применению образца артиллерийского вооружения и упрощает определение общего критерия его боевой эффективности.

Ключевые слова: артиллерия, огневое задачи, показатель, критерий, живучесть, вероятность, коэффициент оперативной готовности.

THE USE OF THE OPERATIONAL READINESS COEFFICIENT IN THE SYSTEM OF INDICATORS AND THE CRITERION FOR ASSESSING THE COMBAT EFFECTIVENESS OF WEAPONS OF ROCKET FORCES AND ARTILLERY

V. Kazakov, Y. Voda

When developing tactical and technical requirements for a new model of artillery weapons, it is necessary to have a system of indicators and criteria for evaluating the combat effectiveness of a model. Such a system will allow a more reasonable approach to their development.

The purpose of the article is to clarify the system of indicators and criteria for assessing combat effectiveness in the interests of developing tactical and technical requirements for a sample of weapons of missile forces and artillery, the procedure for determining and using the operational readiness coefficient of a sample for combat use, to reveal its essence, its dependence on possible sample failures and recovery time health.

Assessment of combat effectiveness is a scientific method for determining the indicators of combat effectiveness of weapons necessary for the development of tactical and technical requirements for weapons that are being created, and evaluating them during operation. Combat effectiveness is determined by the amount of damage done to enemy targets over a certain period of time at certain material costs, taking into account the reliability, survivability and combat readiness of the weapon itself.

One of the main characteristics of artillery weapons models is survivability, which is understood as the property of a weapon to maintain its combat effectiveness for a longer period under various operating conditions both in peacetime and in wartime. When determining the survivability of the sample using the coefficient of operational readiness. The operational readiness coefficient is the probability that the object is in a certain combat readiness at the time the command arrives for use. The operational readiness coefficient characterizes the reliability of artillery weapons, the need for which arises at an arbitrary point in time, after which uptime is required for a certain period of time.

Using the operational readiness coefficient allows taking into account the degree of preparation for the use of a model of artillery weapons and simplifies the determination of the general criterion of its combat effectiveness.

Keywords: artillery, firing tasks, indicator, criterion, survivability, probability, operational readiness coefficient.