М.О. Єрмошин, О.В. Кулешов, А.М. Гордієнко, С.І. Клівець

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНКИ ВТРАТ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЧАСТИНАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ)

У статті надано методичний підхід щодо оцінки втрат озброєння і військової техніки (ОВТ) частинами та підрозділами протиповітряної оборони (ППО) у ході ведення бойових дій угрупованням військ (сил). Розглянуто математичне сподівання кількості пошкодженого ОВТ частин та підрозділів ППО у ході ведення бойових дій угрупованням військ (сил), яке враховує стійкість ОВТ до впливу очікуваних засобів ураження противника і ймовірності нанесення ОВТ частин та підрозділів ППО бойових пошкоджень різних ступенів. Надані вирази, що визначають стійкість ОВТ частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил) за допомогою розрахунків кількості осколків, що викликають пошкодження ОВТ різних ступенів і питомого імпульсу енергії вибуху, який викликає пошкодження ОВТ ударною хвилею. Наведено, що ймовірності нанесення ОВТ пошкоджень різного ступеня розраховуються за допомогою розрахунків: радіусів нанесення зразку ОВТ повного руйнування, пошкоджень сильного, середнього й слабого ступеня відповідно; ймовірного відхилення точки падіння боєприпасів від точки прицілювання; кількості боєприпасів, що скинуті на позицію (або, що застосовані по зразку ОВТ). Також розглянуто допущення, що застосовуються при розрахунках ймовірності нанесення ОВТ пошкоджень різного ступеня: відстань від точки прицілювання до зразка ОВТ дорівнює нулю, тобто точка прицілювання сполучена з центром зразка ОВТ, при влученні хоча б одного боєприпасу у коло радіусу нанесення зразку ОВТ пошкоджень, зразок ОВТ вважається або повністю зруйнованим, або ушкодженим у сильному, середньому, слабкому ступеню відповідно; випадкові відстані між точкою прицілювання і точками падіння боєприпасів розподілені по нормальному закону.

Ключові слова: бойові пошкодження, втрати, озброєння і військова техніка, протиповітряна оборона, стійкість.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз досвіду збройного протистояння у локальних конфліктах сучасності свідчить про значні втрати озброєння і військової техніки (ОВТ) від ударів засобів повітряного нападу противника (ЗПН), які будуть нести частини та підрозділи протиповітряної оборони (ППО) угруповання військ (сил) у ході бойових дій [1–2].

Необхідною умовою прийняття правильного і обґрунтованого рішення на відновлення порушеної боєздатності та подальше ведення бойових дій частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил) є проведення своєчасної та достовірної оцінки втрат і стану пошкодженого в ході бойових дій ОВТ. Тому виникає необхідність оцінки втрат ОВТ частинами та підрозділами ППО у ході ведення бойових дій угрупованням військ (сил) з метою визначення боєздатності угруповання військ (сил).

У ході ведення бойових дій уточнюється стан і ступінь боєздатності частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил), приймається рішення на

відновлення боєздатності і подальше ведення бойових дій. Для цього здійснюється збір даних обстановки, оцінка стану системи ППО, організація розвідки районів ураження, орієнтовна оцінка боєздатності, визначення порядку відновлення ОВТ частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил) [3–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз робіт [4–6] свідчить, що основна увага авторів приділяється питанню оцінки ефективності бойових дій частин та підрозділів зенітних ракетних військ (ЗРВ). Зокрема, в [5] наведена методика визначення ймовірностей бойових пошкоджень зразків ОВТ ЗРВ в умовах використання противником як ядерної, так і звичайної зброї. В основу даної методики покладено аналітичну модель процесу пошкодження зразків ОВТ ЗРВ боєприпасами повітряного противника, яка побудована з використанням координатного закону ураження зразка ОВТ ЗРВ.

В роботі [6] представлена методика визначення очікуваного складу пошкоджених комплектуючих деталей апаратури та обладнання радіолокаційних засобів від дії авіаційних бомб та керованих ракет

осколково-фугасного типу. В основі методики покладено імітаційну модель процесу нанесення бойових пошкоджень апаратурі зразка ОВТ ЗРВ.

Аналіз робіт [3; 7–9], які присвячені питанням оцінки втрат ОВТ частинами та підрозділами ППО показав, що питанню оцінки втрат ОВТ частинами та підрозділами ППО у ході бойових дій угруповання військ (сил), приділено недостатньо уваги.

Мета статті – надання методичного підходу щодо оцінки втрат ОВТ частинами та підрозділами ППО угруповання військ (сил).

Виклад основного матеріалу

На озброєнні частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил) перебуває велика кількість типів ОВТ різних за призначенням, принципами побудови і застосування, конструкцією і складністю, а також масо-габаритними характеристиками.

На цей час керівними документами визначені чотири ступені пошкодження ОВТ: слабкі, середні, сильні та повне руйнування.

Методичний підхід щодо оцінки втрат ОВТ частинами та підрозділами ППО угруповання військ (сил) і його розподіл по ступенях бойових пошкоджень включає:

- оцінку стійкості ОВТ до впливу очікуваних засобів ураження;
- розрахунок ймовірностей нанесення ОВТ бойових пошкоджень різних ступенів;
- оцінку математичного сподівання кількості пошкодженого озброєння з урахуванням ступеня його пошкодження.

Під стійкістю ОВТ до впливу очікуваних засобів ураження розуміється здатність зразка ОВТ виконувати свої функції й зберігати основні параметри в межах установлених норм при впливі зовнішніх (засобів ураження противника) або внутрішніх (експлуатаційних) факторів.

В якості вражаючих факторів звичайних засобів ураження противника розглядають фугасну і осколково дії боєприпасів (крилатих ракет (КР), авіаційних бомб (АБ), керованих реактивних снарядів (КРС), некерованих реактивних снарядів (НКРС), вражаючих елементів високоточної зброї (ВТЗ) – надалі боєприпасів). Основні характеристики авіаційних засобів ураження наведені в [1; 9–10].

Стійкість ОВТ до дій вражаючих факторів визначається шляхом проведення розрахунків, у тому числі, з використанням моделювання вражаючих факторів звичайних засобів ураження противника, полігонних випробувань ОВТ на стійкість, а також обробкою результатів, що отримані в ході локальних війн і конфліктів.

Результатами розрахунків стійкості ОВТ частин та підрозділів ППО угруповання військ (сил) є [5; 10–17]:

– кількість осколків $N_{оск\ s}$, що викликають пошкодження ОВТ в різних ступенях s ;

– питомий імпульс енергії вибуху $J_{уд}$, що викликає пошкодження ОВТ ударною хвилею.

Імовірності нанесення ОВТ пошкоджень різного ступеня розраховуються по формулах:

$$P_{np} = 1 - \exp \left\{ - \left(\rho \frac{R_{np}}{E} \right) \cdot b \right\}, \quad (1)$$

$$P_{сн} = 1 - \exp \left\{ - \left(\rho \frac{R_{сн}}{E} \right) \cdot b \right\} - P_{np}, \quad (2)$$

$$P_{ср} = 1 - \exp \left\{ - \left(\rho \frac{R_{ср}}{E} \right)^2 \cdot b \right\} - (P_{np} + P_{сн}), \quad (3)$$

$$P_{сл} = 1 - \exp \left\{ - \left(\rho \frac{R_{сл}}{E} \right)^2 \cdot b \right\} - (P_{np} + P_{сн} + P_{ср}). \quad (4)$$

де $R_{np}, R_{сн}, R_{ср}, R_{сл}$ – радіуси нанесення зразку ОВТ повного руйнування, пошкоджень сильного, середнього й слабого ступеня відповідно;

$E = \rho \sigma \sqrt{2}$ – ймовірне (середнє) відхилення точки падіння боєприпасів від точки прицілювання, що розподілена за законом Гауса;

$\rho = 0,477$ – значення аргументу функції Лапласа, при якому вона дорівнює 0,5;

σ – середнє квадратичне відхилення;

b – кількість боєприпасів, що скинуті на позицію (або, що застосовані по позиції зразка ОВТ).

Радіус нанесення p -му зразку ОВТ пошкоджень s -го ступеня розраховується за формулою (5).

При осколково впливі по p -му зразку ОВТ:

$$R_{оск\ sp} = K_{осл} \sqrt{\frac{0,364 \cdot N_{оск} \cdot S_p}{\pi \cdot N_{оск\ sp}}}, \quad (5)$$

де $\pi = 3,14$;

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення вражаючої дії осколкового поля за рахунок інженерного устаткування позиції;

$$N_{оск} = \frac{G \cdot (1 - \alpha_{BB})}{1,27 G_{оск}} - \text{кількість осколків, що}$$

утворюються при підриві боєприпасу даного типу;

G – вага боєприпасу, кг;

α_{BB} – коефіцієнт заповнення об'єму боєприпасу вибуховою речовиною;

$G_{оск}$ – середня вага осколка;

$N_{оск\ sp}$ – кількість осколків, що викликають пошкодження s -го ступеня p -го зразку;

S_p – наведена площа p -го зразка ОБТ, м².

Поправочний коефіцієнт 0,364 у співвідношенні (5) враховує характеристики осколків для нанесення пошкоджень структурному елементу зразка ОБТ.

При фугасній дії по p -му зразку ОБТ:

$$R_{фугсп} = \frac{B}{J_{удсп}} \sqrt[3]{G_{BBnp}^2}, \quad (6)$$

де B – постійний коефіцієнт, що враховує тип вибухової речовини боеприпасу;

$J_{удсп}$ – питомий імпульс, що викликає пошкодження s -го ступеня p -му зразку ОБТ;

G_{BBnp} – зведена вага вибухової речовини боеприпасу, що дорівнює:

$$G_{BBnp} = G_{BB} \left[1 - \frac{v_0^2 \cdot (1 - \alpha_{BB})}{2E_{BB}\alpha_{BB}} \right], \quad (7)$$

де G_{BB} – фактична вага вибухової речовини боеприпасу;

v_0 – швидкість руху газів і часток, що утворюються внаслідок вибуху;

$E_{BB} = 427 \cdot g \cdot Q$ – енергія вибуху вибухової речовини боеприпасу вагою G_{BB} ;

g – прискорення вільного падіння;

Q – теплотворна здатність вибухової речовини;

$v_0 = \frac{v_{дму}}{2} \sqrt{\frac{\alpha_{BB}}{2 - \alpha_{BB}}}$ – швидкість руху газів і часток, що утворюються в наслідок вибуху;

$v_{дму}$ – швидкість детонації вибухової речовини.

Співвідношення (1 – 4) отримані при наступних допущеннях:

– відстань e_p від точки прицілювання до p -го зразка ОБТ дорівнює нулю ($e_p = 0$), тобто точка прицілювання сполучена з центром зразка ОБТ;

– при влученні хоча б одного боеприпасу ($b = 1$) у коло радіусу R_{np} , $R_{сн}$, $R_{сп}$, $R_{сл}$ зразок ОБТ вважається або повністю зруйнованим, або ушкодженням у сильному, середньому, слабкому ступеню відповідно;

– випадкові відстані між точкою прицілювання і точками падіння боеприпасів розподілені по двоїрному нормальному закону.

За умови $e_p \neq 0$, імовірності нанесення зразку ОБТ бойових пошкоджень різного ступеня розраховують по формулах:

$$\begin{aligned} P_{np} &= W_{np}, \\ P_{сн} &= W_{сн} - P_{np}, \\ P_{сп} &= W_{сп} - (P_{np} + P_{сн}), \\ P_{сл} &= W_{сл} - (P_{np} + P_{сн} + P_{сп}), \end{aligned} \quad (8)$$

де значення W_n , в усіх випадках розраховується за виразом:

$$W_n = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \times \int_0^{\hat{R}_s} \exp \left\{ -\frac{t^2}{2} \left[\Phi_0(\sqrt{R_s^2 - t^2} + h) + \Phi_0(\sqrt{R_s^2 - t^2} - h) \right] \right\} dt, \quad (9)$$

де $\hat{R}_s = \frac{R_s}{\sigma}$; $h = \frac{e}{\sigma}$.

Інтеграл (11) обчислюється чисельними методами. Використовуючи співвідношення (1 – 9), розраховується ймовірність пошкодження зразка ОБТ s -го ступеня при впливі одного з вражаючих факторів. Вражаюча дія двох і більш факторів боеприпасу впливає тільки на радіус нанесення пошкодження. У випадку одночасної осколкової ($R_{оскs}$) і фугасної дії ($R_{фугs}$) використовується узагальнений радіус дії ($R_{ос}$). У цьому випадку $R_{ос}$ може бути розрахований по наближеній формулі, що має вигляд:

$$R_{ос} = \left\{ \begin{aligned} &R_{оскs}, \quad \text{якщо } R_{оскs} \geq R_{фугсл}; \\ &R_{фугs}, \quad \text{якщо } R_{фугs} \geq R_{осксл}; \\ &\left(R_{оскs} + R_{фугs} \right) \cdot \exp \left\{ - \left[a_0 + a_1 \left(R_{оскs} + R_{фугs} \right) + a_2 \left(R_{оскs} + R_{фугs} \right)^2 \right] \right\} \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$

де a_0, a_1, a_2 – коефіцієнти регресії, що розраховуються по результатах обробки експериментальних даних, або даних математичного моделювання.

Математичне сподівання кількості пошкодженого ОБТ розраховується таким чином:

$$M_{sp} = \sum_{k=1}^{N_p} P_{ksp}, \quad (11)$$

де P_{ksp} – імовірність нанесення k -му зразку ОБТ p -го типу пошкодження s -го ступеня.

Висновки

В основу методичного підходу оцінки втрат ОБТ частинами та підрозділами ППО угруповання військ (сил) покладена оцінка: стійкості ОБТ до

впливу засобів ураження противника; ймовірностей нанесення ОВТ бойових пошкоджень; кількості пошкодженого ОВТ з урахуванням ступеня його пошкодження.

Запропонований методичний підхід дозволяє за-

безпечити прийняття правильного і обґрунтованого рішення щодо відновлення порушеної боєздатності та подальшого ведення бойових дій частинами та підрозділами ППО угруповання військ (сил).

Список літератури

1. Єрмошин М.О. Збройна боротьба у повітрі та космосі / М.О. Єрмошин, С.П. Ярош, Є.І. Ряполов. – Х.: ХНУПС, 2019. – 492 с.
2. Шуєнкін В.О. Технічне забезпечення військ (сил) у операції і бою / В.О. Шуєнкін, О.І. Хазанович, І.С. Ішутін. – К.: НАОУ, 2001. – 616 с.
3. Шуєнкін В.А. Теоретические основы решения задач технического обеспечения войск ПВО СВ / В.А. Шуєнкін, Л.Ф. Беликов, В.Д. Кириченко. – К.: ВА ПВО СВ, 1992. – 132 с.
4. Кириченко В.Д. Совершенствования системы восстановления вооружения и военной техники войскового ПВО с учетом особенностей боевых действий / В.Д. Кириченко, А.Г. Лузан, А.Г. Малахов // Военная радиоэлектроника. – 1986. – № 5(440). – С. 160-167.
5. Гребенников Н.Д. Восстановление вооружения и боевой техники ЗРВ ПВО страны / Н.Д. Гребенников. – Минск: МВЗРУ, 1972. – 240 с.
6. Ковтуненко А.П. Восстановление эксплуатационных свойств радиоэлектронных систем / А.П. Ковтуненко, В.Н. Козлов, Ю.М. Россинский. – М.: МО, 1980. – 257 с.
7. Ковтуненко А.П. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем: монография / А.П. Ковтуненко, М.А. Шишанов, В.В. Зубарев. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2007. – 301 с.
8. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
9. Методика прогнозирования потерь и повреждений вооружения ЗРВ в боевых действиях с применением обычных средств поражения // Информационный сборник Войск противовоздушной обороны. – 1984. – № 3(175). – 45 с.
10. Авиационные боеприпасы и их исследование / Ф.П. Миропольский, Р.С. Саркисян, О.Л. Вишняков, А.М. Попов. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1996. – 527 с.
11. Впровадження процедури прогнозування пошкоджень ОВТ від впливу осколкової дії засобів ураження в перспективну АСУ матеріально-технічним забезпеченням / Д.М. Запара, М.Б. Бровко, В.В. Старцев, Р.Ю. Кушпета, М.В. Дудко // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2018. – № 4(58). – С. 50-56.
12. Петухов С.И. Эффективность ракетных средств ПВО / С.И. Петухов, А.Н. Степанов. – М.: Воениздат, 1976. – 73 с.
13. Балаганский И.А. Действие средств поражения и боеприпасов / И.А. Балаганский, Л.А. Мерзневский. – Новосибирск: НГТУ, 2004. – 408 с.
14. Андреев С.Г. Физика взрыва / С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум. – М.: Физматлит, 2002. – 832 с.
15. Пусев В.И. О физическом моделировании деформирования и разрушения конструкций при действии ударных и взрывных нагрузок // Вестник Нижегородского университета им. Н.Н. Лобачевского. – 2011. – № 4(4). – С. 1722-1724.
16. Удосконалення підходів щодо прогнозування пошкоджень озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ від впливу ударної дії засобу ураження / Д.М. Запара, М.Б. Бровко, В.В. Старцев, С.А. Бортновський // Системи озброєння і військова техніка. – 2018. – № 1(53). – С. 20-24.
17. Формалізація процедури прогнозування пошкоджень озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ в перспективній автоматизованій системі управління матеріально-технічним забезпеченням / Д.М. Запара, М.Б. Бровко, С.А. Бортновський, П.В. Опенько // Теоретичні основи створення і використання інформаційних технологій. – 2018. – № 1(31). – С. 31-36.

References

1. Ermoshin, M.O., Yarosh, S.P. and Ryapolov, E.I. (2019), "Zbroйна borotba u povitri ta kosmosi" [Armed forces in air and space], KhNUPS, Kharkiv, 492 p.
2. Shuyenkin, V.O., Hazanovich, O.I. and Ishutin, I.S. (2001), "Tekhnichne zabezpechennia viisk (syl) u operatsii i boiu" [Technical support of troops (forces) in operations and combat], NUOU, Kyiv, 616 p.
3. Shuenkin, V.A., Belikov, L.F. and Kirichenko, V.D. (1992), "Teoreticheskie osnovy reshenija zadach tehničeskogo obespechenija vojsk PVO SV" [Theoretical bases of the decision of problems of technical maintenance of the Air Defense Force of land forces], VA PVO SV, Kyiv, 132 p.
4. Kirichenko, V.D., Luzan, A.G. and Malahov, A.G. (1986), "Sovershenstvovaniya sistemyi vosstanovleniya vooruzheniya i voennoy tehniki voyskovogo PVO s uchetom osobennostey boevyih deystviy" [Improvement of the system for the restoration of armament and military equipment of Army antiaircraft defense into account the characteristics of combat operations], *Military Electronics*, No. 5(440), pp. 160-167.

5. Hrebennykov, N.D. (1972), "Vosstanovlenye vooruzheniya y boevoi tekhniki ZRV PVO strany" [Restoration of armament and military equipment of anti-aircraft missile troops of Air Defense Forces of the country], MVYZRU, Mynsk, 240 p.
6. Kovtunenkov, A.P., Kozlov, V.N. and Rossinskiy, Yu.M. (1980), "Vosstanovlenie ekspluatatsionnykh svoystv radioelektronnykh sistem" [Restoring the operational properties of radio electronic systems], MO, Moscow, 257 p.
7. Kovtunenkov, A.P., Shishanov, M.A. and Zubarev, V.V. (2007), "Osnovyi teorii vosstanovleniya ekspluatatsionnykh svoystv tekhnicheskikh sistem" [Fundamentals of the theory of restoration of operational properties of technical systems], NAU, Kyiv, 301 p.
8. Horodnov, V.P., Drobakha, H.A., Yermoshyn, M.O., Smirnov, Ye.B. and Tkachenko, V.I. (2004), "Modeliuvannya boiovykh dii viisk (syl) protypovitrianoi oborony ta informatsiine zabezpechennia protsesiv upravlinnia nymy (teoriia praktyka istoriia rozvytku)" [Modeling of combat operations of air defense forces (forces) and information provision of their management processes (theory, practice, history of development)], HVU, Kharkiv, 410 p.
9. (1984), "Metodika prognozirovaniya poter i povrezhdenij vooruzheniya ZRV v boevykh dejstviyakh s primeneniem obychnykh sredstv porazheniya" [A technique for predicting the losses and damage to weapons of anti-aircraft missile troops in combat operations using conventional means of destructio], *Information Collection of the Air Defense Forces*, Voenizdat, Moscow, No. 175, 45 p.
10. Miropolsky, F.P., Sargsyan, R.S., Vishnyakov, O.L. and Popov, A.M. (1996), "Avyatsyonnye boeprypasy y ykh issledovaniye" [Aircraft ammunition and their research], N.E. Zhukovsky Air Force Engineering Academy, Moscow, 527 p.
11. Zapara, D.M., Brovko, M.B., Startsev, V.V., Kushpet, R.Yu. and Dudko, M.V. (2018), "Vprovadzhennia protsedury prohozuvannia poshkodzen OVT vid vplyvu oskolkovoi dii zasobiv urazhennia v perspektyvnu ASU materialno-tekhnichnym zabezpechenniam" [Implementation of the procedure for forecasting damage to armaments and military equipment from the influence of the fragmentation of the means of destruction in the perspective automated system of management of material and technical provision], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 4(58), pp. 50-56.
12. Petukhov, S.Y. and Stepanov, A.N. (1976), "Jeffektivnost raketnykh sredstv PVO" [Efficiency of missile air defense systems], Military Publishing, Moscow, 73 p.
13. Balagansky, I.A. and Merzhnevsky, L.A. (2004), "Deistviye sredstv porazheniya y boeprypasov" [The effect of weapons and ammunition], NSTU, Novosibirsk, 408 p.
14. Andreev, S.G., Babkin, A.V. and Baum, F.A. (2002), "Fizika vzryiva" [Physics of the explosion], Fizmatlit, Moscow, 832 p.
15. Pusev, V.I. (2011), "O fizicheskom modelirovanii deformirovaniya i razrusheniya konstrukcij pri dejstvii udarnykh i vzryvnykh nagruzok" [About physical modeling of deformation and destruction of structures under the action of shock and explosive loads], *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.N. Lobachevsky*, No. 4(4), pp. 1722-1724.
16. Zapara, D.M., Brovko, M.B., Startsev, V.V. and Bortnovskiy, S.A. (2018), "Udoskonalennia pidkhodiv shchodo prohozuvannia poshkodzen ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki zenitnykh raketnykh viisk vid vplyvu udarnoi dii zasobu urazhennia" [Improvement of approaches for forecasting of damage to weapons and military equipment of anti-aircraft missile troops from impact of means of destruction], *Systems of Arms and Military Equipment*, No. 1(53), pp. 20-24.
17. Zapara, D.M., Brovko, M.B., Startsev, V.V., Bortnovskiy, S.A. and Openko, P.V. (2018), "Formalizatsiia protsedury prohozuvannia poshkodzen ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki zenitnykh raketnykh viisk v perspektyvni avtomatyzovanii systemi upravlinnia materialno-tekhnichnym zabezpechenniam" [Formalization of the procedure for forecasting damage to armament and military equipment of anti-aircraft missile troops in the perspective automated logistics management system], *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, No. 1(31), pp. 31-36.

Надійшла до редколегії 10.01.2020

Схвалена до друку 11.02.2020

Відомості про авторів:**Єрмошин Михайло Олександрович**

доктор військових наук
професор
професор кафедри
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3148-9489>

Кулешов Олександр Васильович

кандидат військових наук
доцент
провідний науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8223-3814>

Information about the authors:**Mykhailo Ermoshin**

Doctor of Military Sciences
Professor
Professor of Department
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3148-9489>

Oleksandr Kuleshov

Candidate of Military Sciences
Associate Professor
Lead Research
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8223-3814>

Гордієнко Андрій Миколайович

кандидат військових наук
начальник науково-дослідного відділу
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
orcid.org/0000-0001-9606-2617

Клівець Сергій Іванович

науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8109-0639>

Andrii Hordiienko

Candidate of Military Sciences
Chief of Scientific Research Department
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
orcid.org/0000-0001-9606-2617

Sergii Klivets

Research Associate
of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8109-0639>

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПО ОЦЕНКЕ ПОТЕРЬ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ЧАСТЯМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК (СИЛ)

М.А. Ермошин, А.В. Кулешов, А.Н. Гордиенко, С.И. Клевец

В статье представлен методический подход по оценке потерь вооружения и военной техники (ВВТ) частями и подразделениями противовоздушной обороны (ПВО) в ходе ведения боевых действий группировкой войск (сил). Рассмотрено математическое ожидание количества поврежденного ВВТ частей и подразделений ПВО в ходе ведения боевых действий группировкой войск (сил), которое учитывает стойкость ВВТ к воздействию ожидаемых средств поражения противника и вероятности нанесения ВВТ частей и подразделений ПВО боевых повреждений различной степени. Представленные выражения определяют стойкость ВВТ частей и подразделений ПВО группировки войск (сил) с помощью расчетов количества осколков, вызывающих повреждения ВВТ различных степеней и удельного импульса энергии взрыва, вызывающего повреждения ВВТ ударной волной. Показано, что вероятности нанесения ВВТ повреждений различной степени рассчитываются с помощью расчетов: радиусов нанесения образцу ВВТ полного разрушения, повреждения сильного, среднего и слабого степеней соответственно; вероятного отклонения точки падения боеприпасов от точки прицеливания; количества сброшенных боеприпасов на позицию (или примененных по образцу ВВТ). Также рассмотрены допущения, применяемые при расчетах вероятности нанесения ВВТ повреждений различной степени: расстояние от точки прицеливания до образца ВВТ равняется нулю, то есть точка прицеливания совмещена с центром образца ВВТ, при попадании хотя бы одного боеприпаса в круг радиуса нанесения образцу ВВТ повреждений, образец ВВТ считается или полностью разрушенным, или поврежденным в сильной, средней, слабой степени соответственно; случайные расстояния между точкой прицеливания и точками падения боеприпасов распределены по нормальному закону.

Ключевые слова: боевые повреждения, потери, вооружение и военная техника, противовоздушная оборона, стойкость.

THE METHODOICAL APPROACH FOR ASSESSING LOSS OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT BY UNITS AND SUBUNITS OF AIR DEFENSE OF TROOPS (FORCES)

M. Ermoshin, O. Kuleshov, A. Hordiienko, S. Klivets

The methodological approach for assessing loss of weapons and military equipment by units and subunits of air defense during combat operations of troops (forces) is presented in the article. The statistical expectation of the number of damaged weapons and military equipment of air defense units and subunits during combat operations of troops (forces) is considered. It takes into account the stability of weapons and military equipment to the effects of the expected enemy weapons and the probability of combat damage of varying degrees to the weapons and military equipment of air defense units and subunits. The presented expressions determine the stability of the weapons and military equipment of air defense units and subunits of troops (forces) by assessing the number of fragments causing damage to weapons and military equipment of various degrees and the specific impulse of the explosion energy, causing damage to weapons and military equipment by shock wave. It is shown that the probabilities of causing damage of varying degrees to weapons and military equipment are assessed using following calculations: radii of complete destruction of weapons and military equipment sample, damage of strong, medium, and low degree; the probable deviation of the point of falling of ammunition from the aiming point; the amount of ammunition dropped on position (or used on the model of weapons and military equipment). The assumptions used in assessment of the probability of damage to weapons and military equipment of varying degrees are considered: the distance from the aiming point to the sample of weapons and military equipment is zero, that is, the aiming point is aligned with the center of the sample of weapons and military equipment, if at least one munition hits the circle of the radius of damage to the model of weapons and military equipment, the sample of weapons and military equipment is considered either completely destroyed, or damaged in strong, medium, low degree; random distances between the aiming point and the ammunition drop points are distributed according to the normal law.

Keywords: combat damage, losses, weapons and military equipment, air defense, stability.