

and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013 IEEE. Vol. 1. pp. 157-162. DOI: 10.1109/IDAACS.2013.6662661

14. Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., and Smyth P. (1996), From data mining to knowledge discovery in databases. *AI magazine*. № 17 (3). 37 p.

15. Janka R. S. (2002), Specification and design methodology for real-time embedded systems. Springer Science & Business Media.

16. Badiru A. B. and Thomas M. U. (2009), Handbook of military industrial engineering. CRC press.

EFFICIENCY ANALYSIS OF CORRECTION METHOD OF METHODOLOGICAL ERROR OF DISTRIBUTED AUTOMATIC SYSTEM OF SOUND ARTILLERY INTELLIGENCE ON THE BASIS OF CELLULAR COMMUNICATION

R. Kochan, V. Lozynskyy, K. Snitkov

In this article, the topical problem of determining the effectiveness of the method of correcting the methodological error of the distributed automatic sound artillery reconnaissance system (SAR) is considered. The information on deviation of values of methodical error obtained during application of the mentioned method from ideal values, which were obtained by means of computer modelling, was compared. The non-excluded measurement error of the target direction angle was used as a measure to evaluate the effectiveness of the correction. Consideration of the dependence of this error on the distance to the target determines the conclusion that the error value is inversely proportional to the ratio of the distance to the target to the length of AB. The results of the comparison showed a significant deviation of the values in cases where the sound receiver of the SAR system is located close to the sound signal source. The latter can often happen in SAR systems built on the basis of cellular communication. The existing methodology for correcting the methodological error of obtaining the angle of direction of the target was analysed. To assess the effectiveness of the correction method for various initial data, a "non-excluded" error of measuring the angle of direction of the target was used.

In order to determine the effectiveness of the proposed method of methodical error correction, it is proposed to apply simulation modeling. The results of computer modeling, which justify the need to use more accurate methods of calculating the error with the use of specialized computing tools, are also presented.

The proposed research results can be applied to estimate the error of target coordinate measurement results using the SAR system for targets installed close to sound receivers. This assessment can be used as a criterion for selecting both coordinates for installing sound receivers of the distributed system of SAR, and adapting the signal processing algorithm of these sound receivers.

Keywords: sound artillery reconnaissance (SAR), acoustic base (AB), cellular communication, sound receiver, angular measurements.

УДК 355.6

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.31.2024.44-51>

М.О. Кудрицький¹, Н.В. Патер¹, В.О. Костриця²

¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

²Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

Article history: Received 01 October 2024; Revised 03 October 2024; Accepted 04 November 2024

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ БОЙОВИХ ВТРАТ ОСОБОВОГО СКЛАДУ З МЕТОЮ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

У статті висвітлені пропозиції щодо алгоритму визначення бойових санітарних та безповоротних втрат особового складу з метою прогнозування зміни ефективності бойового застосування озброєння і військової техніки.

Для цього авторами запропоновано коефіцієнт збереження ефективності бойового застосування, який враховує результати спільного функціонування таких систем: забезпечення працездатними зразками озброєння і військовою технікою (підсистеми виробництва та закупівлі, відновлення, резерву); забезпечення витратними матеріально-технічними засобами (ракетами і боєприпасами, пально-мастильними матеріалами); системи підготовки військовослужбовців (екіпажів).

Коефіцієнт теоретично підтверджує той факт, що ефективність бойового застосування частини (підрозділу) під час бойових дій залежить від наявності саме боєздатних зразків озброєння і військової техніки, зокрема таких, які укомплектовані підготовленими екіпажами, витратними матеріально-технічними засобами (ракетами і боєприпасами, пально-мастильними матеріалами тощо).

Виходячи з цього авторами запропоновано алгоритм визначення бойових санітарних та безповоротних втрат, який базується на використанні методу експертних оцінок.

Принциповою новизною запропонованих пропозицій є те, що визначення бойових санітарних та безповоротних втрат здійснюється з урахуванням величини середньодобових втрат озброєння і військової техніки під час бойових дій та їх структури. Тобто авторами встановлено взаємозв'язок між ступенем ушкодження зразка озброєння та військової техніки (слабкі, середні та сильні ушкодження зразка озброєння та військової техніки, які отримані внаслідок вогневого впливу з боку противника) та бойовими санітарними та безповоротними втратами особового складу.

Це надає змогу більш коректно визначити кількість боєздатних зразків озброєння і військової техніки (працездатних зразків озброєння і військової техніки, які укомплектовані екіпажем та витратними матеріально-технічними засобами) у частині (підрозділі), що надає можливість прогнозувати зміни їх ефективності бойового застосування.

У перспективі запропоновані пропозиції можуть бути використані в штабах (службах) для планування застосування військ (сил) під час бойових дій.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, втрати особового складу.

Постановка проблеми

Як відомо, ефективність бойового застосування частини (підрозділу) – це ступінь реалізації їх бойових можливостей, який характеризується бойовими можливостями, зокрема, наявністю зразків озброєння і військової техніки (ОВТ).

При цьому важливо підкреслити, що технічну основу бойових можливостей будь-якого військового формування складають не просто працездатні зразки ОВТ, а такі, що укомплектовані боекомплексом та навченим екіпажем (обслугою) – боєздатні зразки ОВТ.

Тому під час прогнозування зміни ефективності бойового застосування військового формування, як під час підготовки, так і в ході бойових дій, виникає необхідність в обов'язковому врахуванні зміни станів зразка ОВТ від боєздатного до технічно готового (укомплектованого боекомплексом, заправленого пально-мастильними матеріалами (ПММ)) та працездатного (здатний виконувати всі потрібні функції).

Звідси визначення бойових санітарних та безповоротних втрат особового складу з урахуванням величини середньодобових втрат ОВТ під час операції (бойових дій) є актуальним питанням, оскільки врахування цих втрат дозволяє здійснити більш коректне прогнозування зміни ефективності бойового застосування як під час підготовки, так і в ході бойових дій.

Формування мети статті

Мета статті полягає у висвітленні пропозицій щодо алгоритму визначення бойових санітарних та безповоротних втрат з урахуванням величини середньодобових втрат ОВТ під час операції (бойових дій), що в подальшому надасть можливість спрогнозувати зміни ефективності бойового застосування частин (підрозділів), які укомплектовані необхідною кількістю боєздатних зразків ОВТ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій виявив, що питанню оцінювання ефективності бойового застосування військ (сил), зокрема ОВТ, під час бойових дій присвячено значну кількість наукових праць [1–6].

Поряд з тим досліджень щодо визначення бойових санітарних та безповоротних втрат особового складу частин (підрозділів), зокрема екіпажів зразків ОВТ певного виду (групи, типу), з урахуванням величини та структури середньодобових втрат ОВТ під час бойових дій, та оцінювання їх впливу на ефективність бойового застосування частин (підрозділів) не проводилось.

Виклад основного матеріалу

Нагадаємо, що ефективність бойового застосування – це ступінь реалізації бойових можливостей частин (підрозділів) під час бойових дій, що оцінюється за такими загальними показниками: прогнозована величина завданих противнику втрат під час бойових дій; прогнозована величина втрат наших військ під час бойових дій; прогнозована величина витрат МтЗ під час бойових дій; час, за який виконані бойові завдання тощо.

Оскільки ефективність бойового застосування частин (підрозділів) залежить від бойових можливостей військ, які характеризуються укомплектованістю особовим складом, забезпеченістю працездатними ОВТ та витратними МтЗ, то логічно було б ввести наступний показник: коефіцієнт збереження ефективності бойового застосування військ (сил) в i -ту добу бойових дій (K_i) за умов спільного функціонування систем забезпечення працездатними зразками ОВТ (N_i), необхідною кількістю боеприпасів (Q_i), необхідною кількістю екіпажів (n_i) в i -ту добу операції (бойових дій)

$$K_i = \min[K_{i \text{ зео}}; K_{i \text{ зep}}(\delta); K_{i \text{ y}}]. \quad (1)$$

Значення $K_{i\text{ зео}}$ – коефіцієнту збереження ефективності бойового застосування частин (підрозділів) за рахунок забезпечення ОВТ визначається

$$K_{i\text{ зео}} = \frac{N_i}{N_o}, \quad (2)$$

де N_i – поточна кількість працездатних зразків ОВТ того чи іншого виду (групи, типу) у частині (підрозділу) на кінець i -ї доби бойових дій;

N_o – початкова кількість працездатних ОВТ (од.) у частинах (підрозділах) згідно зі штатом на початок першої доби ($i = 1$) бойових дій;

Значення $K_{i\text{ зер}(\delta)}$ – коефіцієнту збереження ефективності бойового застосування частини (підрозділу) залежно від рівня забезпеченості їх витратними МтЗ (РіБ, ПММ) визначається

$$K_{i\text{ зер}(\delta)} = \frac{Q_i}{Q_o}, \quad (3)$$

де Q_i – поточна величина створюваного запасу РіБ (шт., бк), з урахуванням існуючих (наявних) можливостей систем забезпечення РіБ;

Q_o – встановлена (у відповідності з вимогами керівних документів) величина запасів РіБ (у шт., бк, заправок) на початок бойових дій, визначена для N_o ;

Значення K_{iy} – коефіцієнту збереження ефективності бойового застосування частини (підрозділу) залежно від рівня забезпеченості їх підготовленими на рівні $E(x)$ екіпажами визначається

$$K_{iy}^{(вим)} = \frac{n_i \cdot E(x)}{n_o \cdot E(x)} = \frac{n_i^y}{n_o^y}, \quad (4)$$

де n_i^y – поточна кількість екіпажів ОВТ для N_i ;

n_o^y – кількість екіпажів ОВТ, визначених для початкової кількості працездатних ОВТ (N_o) у військах (силах) згідно зі штатом на початок першої доби ($i = 1$) бойових дій.

З метою досягнення мети статті зупинимось на дослідженні коефіцієнта збереження ефективності бойового застосування частини (підрозділу) K_{iy} залежно від рівня укомплектованості їх підготовленими на рівні $E(x)$ екіпажами.

Для розроблення рекомендацій щодо визначення бойових втрат екіпажів ОВТ з метою прогнозування зміни ефективності бойового застосування частини (підрозділу) відобразимо взаємозв'язок між $K_{i\text{ зео}}$ та K_{iy} через кількість втрачених працездатних зразків ОВТ в i -ту добу бойових дій

$$K_{iy} = \frac{n_i^y}{n_o^y} = \frac{N_i}{N_o} = n \cdot K_{i\text{ зео}} = \frac{n \cdot N_i}{n \cdot N_o} = \frac{n \cdot (N_i^{10} + N_i')}{n_o} = \frac{n \cdot (N_{i-1} - \Delta M_i + N_i')}{n_o}, \quad (5)$$

де n – кількість військовослужбовців в екіпажі зразка ОВТ;

N_i^{10} – кількість ОВТ, що не вийшли з ладу протягом i -ї доби бойових дій;

N_i' – кількість відновлених зразків ОВТ силами і засобами ремонтних підрозділів протягом i -ї доби бойових дій;

N_{i-1} – кількість зразків ОВТ на початок поточної (на кінець попередньої доби) бойових дій;

ΔM_i – кількість втрачених працездатних зразків ОВТ в i -ту добу бойових дій.

Аналізуючи (5), підкреслимо, що в ході бойових дій частину боездатних зразків ОВТ ΔM_i буде втрачено внаслідок вогневого впливу з боку противника, зокрема певна кількість зразків ΔM_i отримають пошкодження (слабкі – $\Delta M_{i\text{ сл}}$, середні – $\Delta M_{i\text{ ср}}$, сильні – $\Delta M_{i\text{ с}}$), а також будуть належати до безповоротних втрат ΔL_i .

Тому на кінець доби бойових дій поточна кількість ОВТ N_i буде представляти

$$N_i = N_i^{10} + N_i' = N_{i-1} - \Delta M_i + N_i'. \quad (6)$$

У подальшому з використанням ΔM_i ($\Delta M_{i\text{ сл}}$, $\Delta M_{i\text{ ср}}$, $\Delta M_{i\text{ с}}$, ΔL_i) можливе визначення бойових втрат екіпажів зразків ОВТ. При цьому вихідними даними для визначення втрат особового складу є величина середньодобових втрат озброєння і військової техніки під час операції (бойових дій), тому будуть враховуватись лише втрати, які отримані під час виконання бойових завдань, а саме бойові безповоротні втрати та бойові санітарні втрати.

Зазначимо, що відповідно до [7]:

до бойових безповоротних втрат належать особи, які загинули під час виконання бойового завдання, загинули від застосування противником зброї масового ураження, інших видів зброї, померли внаслідок поранення, контузії, каліцтва, хвороби та з інших причин під час бойової обстановки, під час перебування в полоні (заручниках), загинули внаслідок подій і нещасних випадків під час виконання бойових завдань;

до бойових санітарних втрат належать постраждали від усіх видів зброї та внаслідок впливу супутніх уражаючих факторів у зв'язку з участю військовослужбовців у бойових діях, а також втрати особового складу; внаслідок обморожень, сонячних і теплових ударів, опіків, захворювань і травм, пов'язаних з умовами бойової діяльності.

Отже, уявимо, що на початок i -ї доби операції (бойових дій) є n_o військовослужбовців, які входять до складу екіпажів (обслуг) ОВТ у кількості N_o .

Протягом доби деякі зразки ОВТ будуть втрачені (ΔM_i), тому втрати особового складу екіпажів (обслуг) позначимо Δn_i . Відповідно, кількість військовослужбовців, які отримали бойові травми внаслідок слабких $\Delta M_{i_{cl}}$, середніх $\Delta M_{i_{cp}}$, сильних ΔM_{i_c} , ушкоджень зразків ОВТ, а також тих, що належать до безповоротних втрат (ΔL_i), здійснюється так

$$\begin{aligned} \Delta n_i = & \Delta n_{i_{cl}} + \Delta n_{i_{cp}} + \\ & + \Delta n_{i_c} + \Delta n_{i_{bn}} = (\Delta M_{i_{cl}}) \cdot P_{cl} + \\ & + (\Delta M_{i_{cp}}) \cdot P_{cp} + (\Delta M_{i_c}) \cdot P_c + (\Delta L_i) \cdot P_{bn}, \end{aligned} \quad (7)$$

де $\Delta n_{i_{cl}}$, $\Delta n_{i_{cp}}$, Δn_{i_c} – втрати особового складу, одержані в результаті отримання слабких $\Delta M_{i_{cl}}$, середніх $\Delta M_{i_{cp}}$, сильних ΔM_{i_c} ушкоджень зразків ОВТ;

$\Delta n_{i_{bn}}$ – втрати військовослужбовців зі складу екіпажів (обслуг) ОВТ, які належать до безповоротних втрат ΔL_i ;

P_{cl} , P_{cp} , P_c , P_{bn} – ймовірність того, що екіпаж (обслуга), після отримання травм внаслідок

ушкодження зразком ОВТ протягом 10 днів *не зможе* приступити до виконання бойових завдань.

Враховуючи вище зазначене (7) кількість екіпажів (обслуг), які не отримають травми в i -ту добу бойових дій

$$\begin{aligned} \Delta n_{i\delta} = & \Delta n_{i_{cl}\delta} + \Delta n_{i_{cp}\delta} + \Delta n_{i_c\delta} + \Delta n_{i_{bn}\delta} = \\ = & (\Delta M_{i_{cl}}) \cdot (1 - P_{cl}) + (\Delta M_{i_{cp}}) \cdot (1 - P_{cp}) + \\ & + (\Delta M_{i_c}) \cdot (1 - P_c) + (\Delta L_i) \cdot (1 - P_{bn}) \end{aligned} \quad (8)$$

де $\Delta n_{i_{cl}\delta}$, $\Delta n_{i_{cp}\delta}$, $\Delta n_{i_c\delta}$ – кількість екіпажів, які не одержали травми в результаті отримання слабких $\Delta M_{i_{cl}}$, середніх $\Delta M_{i_{cp}}$, сильних ΔM_{i_c} ушкоджень зразків ОВТ;

$\Delta n_{i_{bn}\delta}$ – кількість екіпажів ОВТ, які належать до безповоротних втрат ΔL_i ;

$(1 - P_{cl})$, $(1 - P_{cp})$, $(1 - P_c)$, $(1 - P_{bn})$ – ймовірність, що екіпаж (обслуга) після отримання травм внаслідок ушкодження зразком ОВТ протягом 10 днів *не зможе* приступити до виконання бойових завдань.

Для визначення ймовірностей того, що екіпаж зразка ОВТ після отримання травм внаслідок ушкодження зразком ОВТ протягом мінімум 10 днів *не зможе* приступити до виконання бойових завдань, може бути використаний метод експертних оцінок [8–9].

Для цього визначається i -та кількість експертів, відбір яких повинен здійснюватися з урахуванням їх кваліфікації, досвіду та репутації в області дослідження.

У подальшому експерту пропонується анкета, яка містить три блоки. В анкеті експерту необхідно, спираючись на свій практичний досвід, відповісти на чотири питання, які містяться в трьох блоках (табл. 1, 2, 3).

Таблиця 1

Перелік можливих слабких (β_{cl}) ушкоджень зразка бронетанкового озброєння і військової техніки (на прикладі силової установки, трансмісії та ходової частини)

Ступінь ушкодження / вид ремонту	Перелік ушкоджень танка		Відмітка про наявність ушкодження
Слабкі ушкодження (β_{cl}) / поточний ремонт	Силова установка	двигун	
		система живлення паливом	
		внутрішні паливні баки	
		зовнішні паливні баки	
		фільтри очищення палива	
		система живлення повітрям	
		система змащування двигуна	
		масляний радіатор	
		бак змащування двигуна	
		бак змащування трансмісії	
		фільтри очищення мастила	
		система охолодження	
	система підігріву		
	Трансмісія	бортові планетарні коробки передач	
		система гідрокерування та змащування	
Ходова частина	рушій		
	підвіска		

Таблиця 2

Перелік причин ушкодження, які спричинили можливі слабкі (β_{cl}) ушкодження зразка бронетанкового озброєння і військової техніки (на прикладі силової установки, трансмісії та ходової частини)

Причини ушкодження	Відмітка про вибір причин, які спричинили ушкодження
Ураження стрілецькою зброєю	
Вибух поряд протитанкової гранати	
Влучання протитанковою гранатою	
Вибух поряд артилерійського снаряда (осколково-фугасного, кумулятивного)	
Влучання артилерійського снаряда (осколково-фугасного, кумулятивного)	
Вибух поряд мінометного снаряда	
Влучання мінометного снаряда	
Влучання БпЛА	
Вибух поряд вибухових пристроїв (протитанкові міни, протипіхотні міни, імпровізовані вибухові пристрої)	
Підриг на вибуховому пристрої (протитанкові міни, протипіхотні міни, імпровізовані вибухові пристрої)	
Порушення правил експлуатації	
Технічні причини (відпрацювання ресурсу)	

Таблиця 3

Перелік можливих ушкоджень екіпажу з урахуванням пошкоджень

Можливі ушкодження екіпажу з урахуванням пошкоджень (табл.1) та причин ушкодження (табл.2)	Відмітка про отримання	P_{cl}
<i>Легкі травми</i>		
подряпини, невеликі порізи		
легкі опіки 1 та 2 ступенів (ураження менше 10% поверхні тіла)		
легкі ушкодження опорно-рухового апарату		
легкі механічні, вибухові контузії (мінімальні ушкодження тканин, невеликий набряк і біль)		
легке отруєння токсичними речовинами (мінімальні симптоми, такі як головний біль, дезорієнтація).		
<i>Травми середньої тяжкості</i>		
ушкодження опорно-рухового апарату (переломи без зміщення)		
осколкові поранення середньої тяжкості		
помірні опіки 2 ступеня (ураження від 10 до 20% поверхні тіла)		
механічні та вибухові контузії середньої тяжкості (помірні ушкодження тканин, значний набряк і біль, помірні функціональні порушення)		
отруєння токсичними речовинами середньої тяжкості (помірні симптоми, такі як нудота, блювота, запаморочення)		

У блоці 1 з переліку наведених можливих ушкоджень зразка ОВТ (на прикладі танка) експерт повинен обрати та відмітити ті ушкодження (з урахуванням їх трудомісткості), які отримані унаслідок слабких ушкоджень та для усунення яких необхідно провести перелік робіт, що можуть належати до поточного ремонту.

У блоці 2 відмітити з наведеного переліку можливих причин ушкодження зразка ОВТ ті, що можуть спричинити ушкодження, обрані у блоці 1.

У блоці 3 обрати та відмітити можливі ушкодження екіпажу з урахуванням пошкоджень, що відмічені експертом (блок 1) та причин ушкодження (блок 2).

Аналогічно перелік можливих слабких (β_{cl}) ушкоджень зразка бронетанкового озброєння і військової техніки здійснюється для середніх (β_{cp}), сильних (β_c) та для ОВТ, які належать до безповоротних втрат (β_{ov}). Тільки в цьому разі визначаються ті ушкодження, для усунення яких необхідно провести перелік робіт, що можуть належати до середнього, капітального ремонтів або після отримання яких проведення ремонту є недоцільним.

Далі в блоці 3 (табл. 3) з урахуванням даних, наведених в табл. 1 та табл. 2, експерту необхідно

визначити ймовірність того, що після отримання травм найближчі 10 діб екіпаж не зможе виконувати задання за призначенням. При цьому діапазон значень ймовірності від 0 до 1 (мінімальне значення 0 – не зможе виконувати, максимальне – 1 – зможе виконувати).

Після отримання результатів оцінювання від експертів здійснюється перевірка узгодженості і достовірності експертних оцінок з використанням коефіцієнта конкордації Кендалла, покроковий розрахунок якого, наведений в [9]

$$W = \frac{12 \cdot \left(\sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m \cdot (n+1) \right\}^2 \right)}{m^2 \cdot (n^3 - n)}, \quad (9)$$

де $\sum_{j=1}^m x_{ij}$ – сума оцінок рангів по кожній ймовірності, які отримані від експертів;

m – кількість експертів, які беруть участь в опитуванні;

n – кількість факторів (ймовірностей), що підлягають оцінюванню експертами, які беруть участь в опитуванні.

Необхідно зазначити, що значення коефіцієнта може варіювати від 0 до 1. При цьому 0 – повна неузгодженість поглядів експертів, а 1 – повна узгодженість. Відповідно до [6] прийнято, що

допустиме значення коефіцієнта конкордації має бути не менше 0,6, що є логічним.

Виходячи із зазначеного пропозиції щодо алгоритму визначення бойових санітарних та безповоротних втрат з урахуванням величини середньодобових втрат ОВТ під час бойових дій з метою прогнозування зміни ефективності бойового застосування ОВТ наведено на рис. 1.

Висновки

У статті висвітлені пропозиції щодо алгоритму визначення бойових санітарних та безповоротних втрат з метою прогнозування зміни ефективності бойового застосування ОВТ.

Необхідно зазначити, що принциповою новизною пропозиції є те, що визначення бойових санітарних та безповоротних втрат здійснюється з урахуванням величини середньодобових втрат ОВТ під час бойових дій. Це надає змогу більш коректно визначити кількість боєздатних зразків ОВТ (працездатних ОВТ, які укомплектовані екіпажем та витратними МТЗ) у частині (підрозділі), що надає можливість прогнозувати зміни їх ефективності бойового застосування.

У перспективі ці пропозиції можуть бути використані в штабах (службах) для планування застосування військ (сил) під час бойових дій.

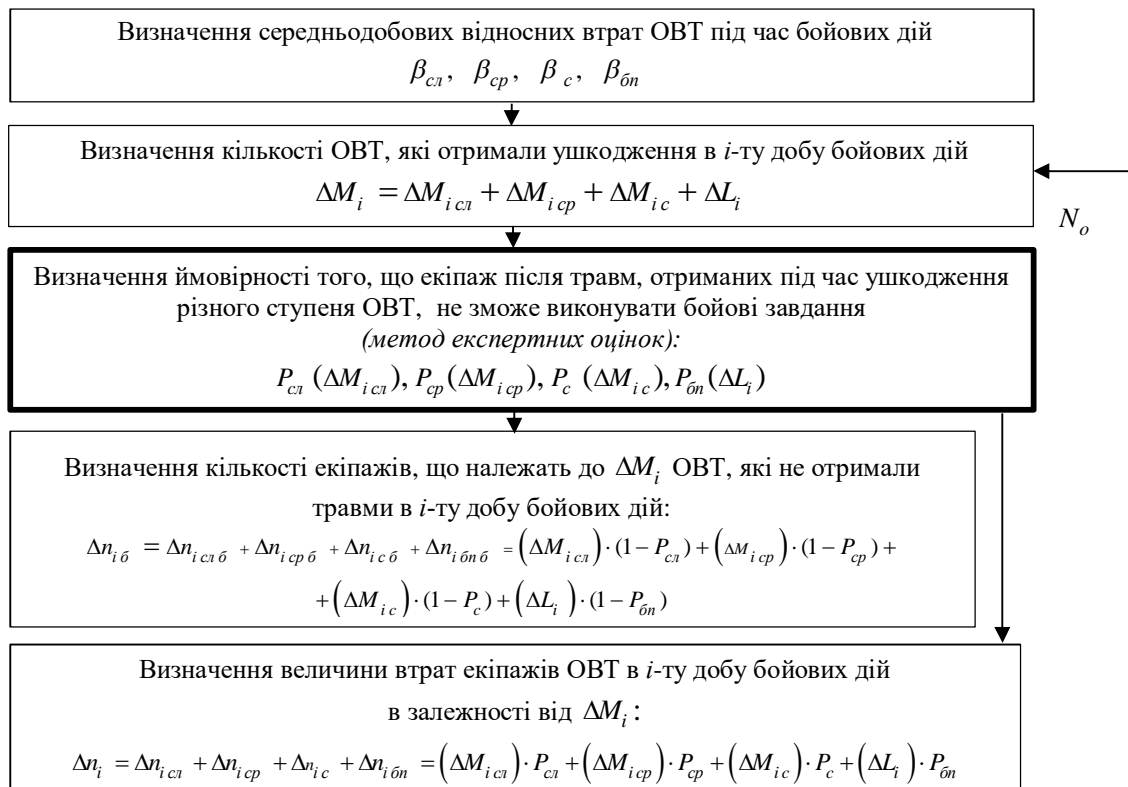


Рис. 1. Пропозиції щодо алгоритму визначення бойових санітарних та безповоротних втрат з урахуванням величини середньодобових втрат ОВТ під час бойових дій з метою прогнозування зміни ефективності бойового застосування ОВТ

Список літератури

1. Oleksandr Sampir. Improved methods for assessing the system of weapons and military equipment recovery of a separate mechanized brigade. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 11(5), p. 165-178. 2020. DOI: 10.33445/sds.2021.11.5.16

2. Baranov Y., Baranov A., Spilnik V., Danilov D. The impact of maintenance and recovery processes on the effectiveness of management of the technical condition of military equipment in the leading countries of the world and the Armed Forces of Ukraine. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Military and Technical Sciences*, 2020. 81 (3), pp. 302–315. (2020) DOI: 10.32453/3.v8i1i3.478

3. Dachkovsky, V.O., Strelbitsky, M.A. Mathematical model of functioning of system of restoration of armament and military equipment. *Modern information technologies in the field of security and defense*. No 2 (38). p. 87–94. 2020. DOI: 10.33099/2311-7249/2020-38-2-87-94.

4. Dachkovskiy, V. Formalization of problem and justification of the set of principles of construction of the system of restoration of weapons and military equipment. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 10(4), pp. 128-138. 2020. DOI: 10.33445/sds.2020.10.4.12

5. Романченко І.С., Хазанович О.І., Трегубенко С.С. Моделювання системи матеріально-технічного забезпечення: монографія. Львів : Нац. акад. сухопут. військ, 2015. 156 с.

6. Романченко І. С., Хазанович О.І., Трегубенко С. С. та ін. Розвиток теорії матеріально-технічного забезпечення військ : монографія. Львів : Нац. акад. сухопут. військ, 2019. 650 с.

7. Стандарт ВСТ 01.305.003-2019 (01) «Медичне забезпечення. Класифікація бойових уражень, небойових травм та захворювань у Збройних Силах України».

8. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. Академ. наук СССР. М.: Изд. "Наука", 1973. 158 с.

9. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М.: Изд. "Статистика", 1974. 263 с.

Reference

1. Oleksandr Sampir. (2020), Improved methods for assessing the system of weapons and military equipment recovery of a separate mechanized brigade.

Journal of Scientific Papers «Social Development and Security», 11(5), 165-178. DOI: 10.33445/sds.2021.11.5.16

2. Baranov Y., Baranov A., Spilnik V. and Danilov D. (2020), The impact of maintenance and recovery processes on the effectiveness of management of the technical condition of military equipment in the leading countries of the world and the Armed Forces of Ukraine. *Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Military and Technical Sciences*, 81 (3), pp. 302–315. DOI: 10.32453/3.v8i1i3.478

3. Dachkovsky V.O. and Strelbitsky M.A. (2020), Mathematical model of functioning of system of restoration of armament and military equipment. *Modern information technologies in the field of security and defense*. No 2 (38) pp. 87–94. DOI: 10.33099/2311-7249/2020-38-2-87-94.

4. Dachkovskiy V. (2020), Formalization of problem and justification of the set of principles of construction of the system of restoration of weapons and military equipment. *Journal of Scientific Papers «Social Development and Security»*, 10(4), pp. 128-138. DOI: 10.33445/sds.2020.10.4.12

5. Romanchenko I.S., Romanchenko I.S., Khazanovych O.I. and Tregubenko S.S. (2015), "Modeliuvannia systemy materialno-tekhnichnoho zabezpechennia : monohrafiia" [Modeling of the system of material and technical support: monograph]:. Lviv: National. Acad. land troops. 156 p. [in Ukraine]

6. Romanchenko I.S., Romanchenko I.S., Khazanovych O.I., Tregubenko S.S. and etc. (2019), "Rozvytok teorii materialno-tekhnichnoho zabezpechennia viisk: monohrafiia" [Development of the theory of material and technical support of troops: a monograph]:. Lviv: National. Acad. land troops., 650 p. [in Ukraine]

7. (2019), VST standard 01.305.003-2019 (01) "Medychne zabezpechennia. Klasyfikatsiia boiovykh urazhen, neboiovykh travm ta zakhvoriuvan u Zbroinykh Sylakh Ukrainy" [Medical support. Classification of combat injuries, non-combat injuries and diseases in the Armed Forces of Ukraine]. [in Ukraine]

8. Beshelev S.D. and F.G. Gurvich (1973), "Ekspertnyie otsenki" [Expert assessments]: Academy. sciences of the USSR. M.: Izd. "Science". 158 p. [in Russian]

9. Beshelev S.D. and F.G. Gurvich "Matematiko-statisticheskie metodyi ekspertnyih otsenok" [Mathematicians and statistical methods of expert assessments]: M.: Publ. "Statistika", 1974. 263 p. [in Russian]

PROPOSALS FOR AN ALGORITHM FOR DETERMINING COMBAT LOSSES OF PERSONNEL FOR THE PURPOSE OF PREDICTING CHANGES IN THE COMBAT EFFICIENCY OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

M. Kudrytskyi, N. Pater, V. Kostrytsia

The article presents proposals for an algorithm for determining combat sanitary and irreversible losses of personnel in order to predict changes in the effectiveness of the combat use of weapons and military equipment.

To do this, the authors proposed a coefficient for maintaining the effectiveness of combat use, which takes into account the results of the joint functioning of such systems: provision of workable samples of weapons and military equipment (subsystems of production and procurement, restoration, reserve); provision of expendable material and technical means (missiles and ammunition, fuels and lubricants); training systems for military personnel (crews).

The coefficient theoretically confirms the fact that the effectiveness of combat use of a unit (subdivision) during military operations depends on the availability of combat-ready weapons and military equipment, including those equipped with trained crews, consumable material and technical resources (missiles and ammunition, materials, etc.).

Based on this, the authors proposed an algorithm for determining combat sanitary and irretrievable losses based on the use of the expert assessment method.

The fundamental novelty of the proposed proposals is that the determination of combat sanitary and irretrievable losses is carried out taking into account the amount of average daily losses of weapons and military equipment during combat operations and their structure. That is, the authors have established a relationship between the degree of damage to a weapon and military equipment sample (weak, medium and strong damage to a weapon and military equipment sample received as a result of fire from the enemy) and combat sanitary and irretrievable losses of personnel.

This allows for a more accurate determination of the number of combat-ready weapons and military equipment samples (working weapons and military equipment samples, equipped with a crew and expendable material and technical means) in a unit (subdivision), which allows for forecasting changes in the effectiveness of their combat use.

In the future, the proposed proposals can be used in headquarters (services) for planning the use of troops (forces) during combat operations.

Keywords: weapons and military equipment, loss of personnel.

УДК 623.546; 358.623

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.31.2024.51-56>

П.П. Ткачук, І.В. Горчинський, Л.Д. Величко, М.І. Сорокати́й

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

Article history: Received 01 October 2024; Revised 07 October 2024; Accepted 04 November 2024

ВПЛИВ ЗМІН МАСИ ПОДОВЖЕНОГО ЗАРЯДУ І ГАЛЬМІВНОГО КАНАТУ НА РУХ РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА

Триваюча російсько-українська війна дала значний поштовх до використання мін та саморобних вибухових пристроїв. На території України є сотні квадратних кілометрів мінних полів, величезна кількість групових та одиночних локацій, де містяться міни, боєприпаси та інші вибухонебезпечні матеріали. З метою запобігання втратам особового складу та техніки від їх дій необхідне проведення розмінювання відповідних територій. Для цього використовують механізоване і ручне розмінювання. Коткові, бойкові та ножові мінні тралі забезпечують ймовірність знешкодження вибухонебезпечних пристроїв до 95%. Проте їхні тактико-технічні характеристики не є сприятливими для використання їх в безпосередній близькості до ворога. У цьому випадку, для створення проходу в мінному полі, використовують подовжені заряди. Ймовірність знешкодження мін з використанням подовжених зарядів досягає 90%. Однак питаннями дослідження динаміки реактивного двигуна, подовженого заряду і гальмівного канату не приділялась належна увага. У роботі запропонована математична модель руху цієї механічної системи, з врахуванням зміни мас реактивного палива, кабельного заряду і гальмівного канату. Отримана система нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку дозволяє оцінити вплив маси реактивного двигуна, кута його вильоту, законів зміни витрат реактивного палива та інших чинників на дальність лету реактивного двигуна. У роботі розглядався рух механічної системи без врахування сили опору повітря. Визначено параметри руху реактивного двигуна (дальність лету, висота траєкторії, кінцева швидкість і тривалість лету), якщо реактивна сила є сталої величини і кут нахилу направляючих дорівнює 60°. Метою подальших досліджень буде визначення впливів кута нахилу напрямних та закону зміни величини реактивної сили на дальність лету реактивного двигуна.

Ключові слова: розмінювання, подовжені заряди, динаміка реактивного двигуна, реактивна сила.

© П.П. Ткачук, І.В. Горчинський, Л.Д. Величко, М.І. Сорокати́й