

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.14.2.82-88>

УДК 355.41

Р.Б. Хомчак, к.військ.н.

<https://orcid.org/0000-0002-8492-7510>

Міністерство оборони України, м. Київ, Україна

## МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВНЕСКІВ ВИДІВ (РОДІВ) ВІЙСЬК В УСПІШНЕ ВИРІШЕННЯ НИМИ БОЙОВИХ ЗАВДАНЬ ЗІ ВСТАНОВЛЕНОЮ ВЕЛИЧИНОЮ ВІДВЕРНЕНОГО ЗБИТКУ ЗА УМОВИ ЗАВДАВАННЯ МАКСИМАЛЬНИХ ВТРАТ ПРОТИВНИКУ

У статті наведено метод визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови завдання максимальних втрат, яких можна завдати противнику створюваним угрупованням військ та з урахуванням виділених на їх формування коштів.

Стаття є логічним продовженням ряду досліджень, присвячених розробленню теоретичних основ обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності Збройних Сил (ЗС) України під час їх застосування (відбиття збройної агресії). Метод ґрунтується на оптимізаційній задачі розподілу внесків виду ЗС або роду військ у загальний вклад усіх наших військ у знищення всіх засобів противника для досягнення потрібного рівня боєздатності  $\theta \geq \theta^{\text{вим}}$  ЗС України.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням рекомендацій щодо визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови завдання максимальних втрат, яких можна завдати противнику створюваним угрупованням військ та з урахуванням виділених на їх формування коштів.

**Ключові слова:** боєздатність військ, внески видів (родів) військ у боєздатність, метод визначення внесків видів (родів), склад угруповання військ.

### Постановка проблеми

Можливість держави протистояти збройній агресії з боку можливого противника обумовлюється передусім рівнем боєздатності її збройних сил, який залежить від боєздатності певного виду ЗС або роду військ.

Світова практика застосування ЗС у локальних війнах та збройних конфліктах свідчить про те, що склад видів (родів) формується насамперед з урахуванням особливостей тих завдань, які ставляться перед цими ЗС, і переважно емпірично з боку воєнного керівництва тієї чи іншої держави.

Натомість розвиток теоретичних основ обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності ЗС України під час їх застосування (відбиття збройної агресії) надасть можливість більш обґрунтовано визначити внесок цих видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності ЗС, а отже, й визначити перспективи розвитку певного виду (роду) військ з метою забезпечення необхідного рівня боєздатності ЗС України під час їх застосування (відбиття збройної агресії), з урахуванням майбутніх особливостей форм та способів застосування військ.

Таким чином, питання розроблення методичного апарату обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності ЗС України під час їх застосування (відбиття збройної агресії), зокрема методу визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови максимального збитку противнику, є актуальним.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проведений аналіз наукових публікацій, науково-дослідних робіт, а також інших напрацювань вчених за напрямом обґрунтування складу ЗС показав, що цьому питанню присвячено багато наукових праць. Поряд із тим, переважна їх кількість містить теоретичні основи щодо визначення складу ЗС, зважаючи на імовірні завдання, які перед ними можуть поставати. Питання щодо

обґрунтування оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови максимального збитку противнику залишається поза межами цих досліджень.

Необхідно зазначити, що в [3]–[5] проблему частково висвітлено, але лише поверхово, з точки зору розкриття фізичного змісту поняття та теорії відверненого збитку військ під час їх застосування.

### Постановка завдання

Метою статті є розкриття суті методу визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови максимального збитку, якого можна завдати противнику створюваним угрупованням військ та з урахуванням виділених на їх формування коштів. Запропонований метод є основою методичного апарату обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності ЗС України під час їх застосування (відбиття збройної агресії).

### Викладення основного матеріалу дослідження

У запропонованому методі задача полягає в тому, щоб діями наших військ завдати максимального збитку  $\Delta N_{np}$  противнику, але за умов обмежень на виділені кошти  $C_{озр}$  для придбання та утримання обмеженої кількості  $N_{о озр}$  бойових засобів (БЗ) певних типів наших військ для забезпечення заданого рівня боєздатності  $\theta^{вим}$  та необхідної для цього абсолютної величини відверненого збитку  $\delta P$  з'єднань (частин, підрозділів) або БЗ наших військ.

Визначення оптимального складу  $N_{о озр} = \sum N_{о j озр}$  з'єднань (частин, підрозділів) або БЗ видів (родів) військ створюваного угруповання військ за умови максимізації збитку  $\Delta N_{np}$  противнику зводиться до оптимального розподілу внесків виду (роду) військ у загальний вклад всіх наших військ у знищення всіх засобів противника для досягнення потрібного рівня боєздатності  $\theta \geq \theta^{вим}$  ЗС України. Для цього розв'язується оптимізаційна задача, яка записується в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} \max \Delta N_{np} &= \sum_i \Delta N_{np i} = P_{np} \cdot N_{о np} = \sum_i P_{np i} \cdot N_{о i np} = \\ &= \sum_i \left\{ N_{о i np} \cdot \left[ I - e^{-\frac{\sum_{j=1}^r R_{1 j i} \cdot N_{о j озр} \cdot (I - \beta_{n j})^T \cdot n_{j i}}{N_{о i np}}} \right] \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

за такими обмеженнями:

– кошти на придбання й утримання всіх БЗ наших військ не повинні перевищувати виділені для цього кошти  $C_{озр}$ :

$$C = \sum_j C_j = \sum_j c_j \cdot N_{о j озр} \leq C_{озр}; \quad (2)$$

– поточна кількість  $N_{np} = \sum_i N_{np i}$  діючих БЗ усіх типів противника під час бойових дій, з

урахуванням знищення цих засобів з імовірністю  $P_{np i}$  внаслідок впливу на них з боку військ, які протистоять, не повинна перевищувати кількості  $N_{о np} - \Delta N_{np}^{вим}$  цих БЗ, які спроможні завдати нашим військам середньодобових припустимих втрат не більше  $\beta_n$ :

$$\begin{aligned}
 N_{np} &= N_{onp} - \Delta N_{np} = \sum_i N_{npi} = \\
 &= \sum_i c_{inp} \cdot N_{oinp} \cdot e \\
 &\leq \sum_i c_{inp} \cdot N_{oinp} \cdot \left(1 - \frac{\delta \Pi}{N_o \cdot \beta_o' \cdot T}\right) = \frac{\sum_i [c_{inp} \cdot N_{oinp}]}{\beta_o' \cdot T} (1 - \theta^{eum}); \tag{3}
 \end{aligned}$$

– потрібна кількість  $N_{o\ oзр}$  БЗ усіх типів своїх військ у розрахункових одиницях бойового потенціалу до початку операції повинна забезпечити рівень боєздатності цих військ не менше  $\theta^{eum}$  в умовах середньодобових за період  $T$  бойових дій відносних втрат  $\beta_n$ , з урахуванням необхідності досягнення ними відповідної абсолютної величини відверненого збитку  $\delta \Pi$ , отже, повинна виконуватися умова:

$$N_{o\ oзр} = \sum_j N_{oj\ oзр} \leq N_o + \delta \Pi = \sum_j N_{oj} + \sum_{j=1}^r \delta \Pi_j, \tag{4}$$

де варійовані (невідомі) величини  $N_{oj\ oзр} \geq 0$  для досягнення  $\max \Delta N_{np}$ .

Отримано задачу нелінійного програмування, яка може бути вирішена за досить великої кількості  $N_{oj\ oзр} \geq N_{oj}$  методом невизначених множників  $\lambda \geq 0$  Лагранжа за відомими  $\beta_o', T, \theta^{eum}, \beta_n, \beta_{nj}, n_{ji}, R_{lji}$  та ін. Згідно з даним методом функція Лагранжа записується в наступному вигляді [5]:

$$\begin{aligned}
 L(N_{oj\ oзр}) &= \sum_i c_{inp} \cdot N_{oinp} \times \\
 &= \frac{\sum_{j=1}^r R_{lji} \cdot c_j \cdot N_{oj\ oзр} \cdot (1 - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{inp} \cdot N_{oinp}} \\
 &\times (1 - e) + \\
 &+ \lambda_1 (C_{oзр} - \sum_j c_j N_{oj\ oзр}) + \lambda_2 (\sum_j c_j \cdot N_{oj}^{eum} - \sum_j c_j N_{oj\ oзр}) + \\
 &+ \lambda_3 \left[ \frac{\sum_i [c_{inp} \cdot N_{oinp}]}{\beta_o' \cdot T} \cdot (1 - \theta^{eum}) - \sum_i c_{inp} \cdot N_{oinp} \times e - \frac{\sum_{j=1}^r R_{lji} \cdot c_j \cdot N_{oj\ oзр} \cdot (1 - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{inp} \cdot N_{oinp}} \right], \tag{5}
 \end{aligned}$$

звідки, після диференціювання стосовно  $j$ -го роду військ, отримується така система рівнянь відносно  $N_{oj\ oзр}$  при  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \geq 0$  залежно від кількості типів ( $j = \overline{1, r}$ ) БЗ наших військ, які знищують  $i$ -ті типи

$$(i = \overline{1, v}) \text{ БЗ противника у складі } N_{onp} = \sum_i N_{oinp} \text{ од. :}$$

$$\frac{\partial L(N_{oj\ oep})}{\partial N_{oj\ oep}} = 0,$$

звідки  $\lambda_j = (I + \lambda_3) \cdot (I - \beta_{nj})^T \Delta_j - \lambda_2 \geq 0,$

$$\Delta_j = \frac{\sum_{j=1}^r R_{1ji} \cdot c_j \cdot N_{oj\ oep} \cdot (I - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{inp} \cdot N_{oinp}}$$

де  $\Delta_j = \sum_{i=1}^v R_{1ji} \cdot n_{ji} \cdot e$

$$K_i = e \cdot \frac{\sum_{j=1}^r R_{1ji} \cdot c_j \cdot N_{oj\ oep} \cdot (I - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{inp} \cdot N_{oinp}} ; \frac{\partial L(N_{oj\ oep})}{\partial \lambda_1} = 0,$$

звідки  $\sum_j c_j \cdot N_{oj\ oep} = C_{oep} ; \frac{\partial L(N_{oj\ oep})}{\partial \lambda_2} = 0,$

звідки  $\sum_j N_{oj\ oep} = \sum_j c_j \cdot N_{oj}^{вум} ; \frac{\partial L(N_{oj\ oep})}{\partial \lambda_3} = 0,$

$$\Delta_j = \frac{\sum_{j=1}^r R_{1ji} \cdot c_j \cdot N_{oj\ oep} \cdot (I - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{inp} \cdot N_{oinp}}$$

звідки  $\sum_i [c_{inp} \cdot N_{oinp}] \cdot e = \frac{\sum_i [c_{inp} \cdot N_{oinp}]}{\beta'_o \cdot T} \times \frac{\sum_i [c_{inp} \cdot N_{oinp}]}{\beta'_o \cdot T} \cdot (I - \theta^{вум})$

або після перетворень, наприклад, при  $j = 1, r = 1, 4$ , отримується наступна система рівнянь:

$$\frac{(I - \beta_{n2})^T}{(I - \beta_{n1})^T} = \frac{\sum_{i=1}^v (R_{11i} \cdot n_{1i} \cdot K_i)}{\sum_{i=1}^v (R_{12i} \cdot n_{2i} \cdot K_i)} ;$$

$$\frac{(I - \beta_{n3})^T}{(I - \beta_{n1})^T} = \frac{\sum_{i=1}^v (R_{11i} \cdot n_{1i} \cdot K_i)}{\sum_{i=1}^v (R_{13i} \cdot n_{3i} \cdot K_i)} ;$$

$$\frac{(I - \beta_{n4})^T}{(I - \beta_{n1})^T} = \frac{\sum_{i=1}^v (R_{11i} \cdot n_{1i} \cdot K_i)}{\sum_{i=1}^v (R_{14i} \cdot n_{4i} \cdot K_i)}; \tag{6}$$

$$\sum_i [c_{i np} \cdot N_{oi np} \cdot e^{-\frac{\sum_{j=1}^r R_{lji} \cdot c_j \cdot N_{oj op} \cdot (I - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{c_{i np} \cdot N_{oi np}}} = \frac{\sum_i c_{i np} \cdot N_{oi np}}{\beta'_o \cdot T} \cdot (I - \theta^{вум});$$

$$\sum_j N_{oj op} = \sum_j c_j \cdot N_{oj}^{вум}.$$

Розв'язуючи отримані рівняння, знаходять невідомі  $N_{oj op} \geq 0$ , після чого визначається внесок  $j$ -го виду ЗС або роду військ ( $j = \overline{1, r}$ ) у загальний внесок усіх наших військ у знищення БЗ противника для досягнення потрібного рівня боєздатності  $\theta \geq \theta^{вум}$ :

$$\Phi_j = \frac{\Delta N_{np j}^{(j)}}{N_{o np}} = \frac{\sum_i N_{oi np} \cdot P_{j i} \cdot \prod_{\psi' j} (I - P_{\psi i})}{N_{o np}} =$$

$$= \frac{\sum_i N_{oi np} \cdot (I - e^{-\frac{R_{1ji} \cdot N_{oj op} \cdot (I - \beta_{nj})^T \cdot n_{ji}}{N_{oi np}}} \cdot \prod_{\psi' j} (I - P_{\psi i}))}{N_{o np}}. \tag{7}$$

### Висновки

Отже, у статті висвітлено один із методів, який є складовою методичного апарату обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності ЗС України під час їх застосування (відбиття збройної агресії), а саме метод визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови завдання максимальних втрат противнику створюваним угрупованням військ, та з урахуванням виділених на їх формування коштів.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням рекомендацій щодо визначення оптимальних внесків видів (родів) військ в успішне вирішення ними бойових завдань зі встановленою величиною відверненого збитку за умови максимального збитку, якого можна завдати противнику створюваним угрупованням військ, та з урахуванням виділених на їх формування коштів.

### Список використаних джерел

1. Хомчак Р. Б. Концептуальні складові обґрунтування та визначення внесків видів (родів) військ у потрібний рівень боєздатності Збройних Сил України під час їх застосування (відбиття збройної агресії) // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. 2019. № 5 (91). С. 25–31.
2. Хомчак Р. Б. Вибір та обґрунтування основних показників, що характеризують внески видів (родів) військ в потрібний рівень боєздатності Збройних Сил України при їх застосуванні (відбитті збройної агресії) з встановленою величиною відверненого збитку // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. 2020. № 2 (93). С. 25–31.

3. Романченко І. С., Шуєнкін В.О., Можаровський В.М. Теорія відверненого збитку: моногр. Львів: НАСВ ЗС України, 2017. 244 с.
4. Методологічні аспекти обґрунтування бойового складу військ у операціях з позиції відверненого збитку цих військ / І. С. Романченко, В. О. Шуєнкін, В. М. Можаровський // Труды акад. 2012. № 40. С. 147–148.
5. Буравлев А. И. Методика оценки эффективности поражения объектов при сложной структуре ущерба // Военная мысль. 2010. №3. С. 39–42.

### References

1. Khomchak, R.B. (2019). Kontseptualni skladovi obruntuvannia ta vyznachennia vneskiv vydiv (rodiv) viisk u potribnyi riven boiezdatnosti Zbroinykh Syl Ukrainy pid chas yikh zastosuvannia (vidbyttia zbroinoi ahresii) [Conceptual components of justification and determination of contributions of types (families) of troops to the required level of combat capability of the Armed Forces of Ukraine during their use (reflection of armed aggression)]. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentralnoho naukovo-doslidnoho instytutu Zbroinykh Syl Ukrainy – collection of scientific works CSRI AME AF of Ukraine, 5 (91), 25-31* [in Ukrainian].
2. Khomchak, R.B. (2020). Vybir ta obruntuvannia osnovnykh pokaznykiv, shcho kharakteryzuiut vnesky vydiv (rodiv) viisk v potribnyi riven boiezdatnosti Zbroinykh Syl Ukrainy pry yikh zastosuvanni (vidbytti zbroinoi ahresii) z vstanovlenoiu velychynoiu vidvernenoho zbytku [Selection and justification of the main indicators that characterize the contributions of types (families) of troops to the required level of combat capability of the Armed Forces of Ukraine in their use (reflection of armed aggression) with the established amount of averted damage]. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentralnoho naukovo-doslidnoho instytutu Zbroinykh Syl Ukrainy – collection of scientific works CSRI AME AF of Ukraine, 2 (93), 25–31* [in Ukrainian].
3. Romanchenko, I.S., Shuenkin, V.O., & Mozharovskyi, V.M. (2017). *The theory of averted damage [Teoriia vidvernenoho zbytku]*. Lviv: NASV of the Ukrainian Air Forces [in Ukrainian].
4. Romanchenko, I.S., Shuenkin, V.O., Mozharovsky, V.M. (2012). Metodolohichni aspekty obruntuvannia boiovoho skladu viisk u operatsiiakh z pozytsii vidvernenoho zbytku tsykh viisk [Methodological aspects of justification of the combat composition of troops in operations from the position of averted damage to these troops]. *Trudy akademii – Proceedings of the Academy, 40, 147–148* [in Ukrainian].
5. Buravlev, A.I. (2010). Metodika ocenki effektivnosti porazheniya ob"ektov pri slozhnoy strukture ushcherba [Method of assessing the effectiveness of the destruction of objects in a complex structure of damage]. *Voennaya mysl' – Military thought, 3, 39-42* [in Russian].

**Рецензент:** Шуєнкін В.О., доктор технічних наук, професор, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

### МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ВКЛАДОВ ВИДОВ (РОДОВ) ВОЙСК В УСПЕШНОЕ РЕШЕНИЕ ИМИ БОЕВЫХ ЗАДАЧ С УСТАНОВЛЕННОЙ ВЕЛИЧИНОЙ ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА ПРИ УСЛОВИИ НАНЕСЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОНА ПРОТИВНИКУ

Р. Хомчак

*В статье приведен метод определения оптимальных вкладов видов (родов) войск в успешное решение ими боевых задач с установленной величиной предотвращенного ущерба при условии нанесения максимальных потерь противнику создаваемыми группировками войск, и с учетом выделенных на их формирование средств.*

*Статья является логическим продолжением ряда исследований, посвященных разработке теоретических основ обоснования и определения вкладов видов (родов) войск в необходимый уровень боеспособности Вооруженных Сил Украины при их применении (отражении вооруженной агрессии).*

*Метод основывается на оптимизационной задаче распределения вкладов видов ВС или родов войск в общий вклад всех наших войск в уничтожение всех средств противника для достижения необходимого уровня боеспособности  $\theta \geq \theta^{визм}$  ВС Украины.*

*Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой рекомендаций относительно определения оптимальных вкладов видов (родов) войск в успешное решение ими боевых задач с установленной величиной предотвращенного ущерба при условии нанесения максимальных потерь противнику создаваемыми группировками войск, и с учетом выделенных на их формирование средств.*

**Ключевые слова:** боеспособность войск, вклады видов (родов) войск в боеспособность, метод определения вкладов видов (родов), состав группировки войск.

## **METHOD OF DETERMINING THE OPTIMAL CONTRIBUTIONS OF SERVICES (BRANCHES) OF TROOPS IN THE SUCCESSFUL SOLUTION OF COMBAT MISSIONS WITH THE ESTABLISHED AMOUNT OF PREVENTED DAMAGE PROVIDED MAXIMUM DAMAGE TO THE ENEMY**

R. Khomchak

*The article presents a method of determining the optimal contributions of services (branches) of troops in the successful solution of combat missions with the established amount of prevented damage provided maximum damage to the enemy created by groups of troops, and taking into account the funds allocated for their formation.*

*The proposed development in the article is caused by the need to reasonably determine the optimal contributions of services (branches) of troops in the successful solution of combat missions with the established amount of prevented damage provided maximum damage to the enemy created by groups of troops, and taking into account the funds allocated for their formation.*

*The analysis of scientific publications, research works, as well as other developments of scientists in the direction of substantiation of the Armed Forces showed in the article that many scientific works are devoted to this issue. At the same time, the vast majority of them contain the theoretical basis for determining the staff of the Armed Forces, given the possible challenges that may arise before them. To substantiate the optimal contributions of services (branches) of troops in the successful solution of their combat missions with a set amount of abstract damage at maximum damage to the enemy remains outside these studies.*

*It should be noted that in the problem is partially covered, but only superficially, in terms of disclosing the physical meaning of the concept and theory of abstract damage to troops during their application.*

*The article is a logical continuation of a number of studies devoted to the development of theoretical foundations for substantiation and determination of contributions of services (branches) of troops to the required level of combat capability of the Armed Forces of Ukraine in their application (reflection of armed aggression).*

*The method is based on the optimization problem of contributions distribution of services of the Armed Forces or military branches of troops in the general contribution of all our troops in destruction of all means of the enemy for achieving the necessary level of combat capability  $\theta \geq \theta^{GLM}$  of the Armed Forces of Ukraine.*

*Limiting of the optimization task is: the funds for the purchase and maintenance of all weapons of our troops should exceed the funds allocated for this purpose  $C_{ozp}$ ; current quantity  $N_{np}$  of the active weapons of all enemy types during combat actions, taking into account these weapon destruction with probability  $P_{np}$  due to the influence on them by the enemy troops, should not exceed the quantity  $N_{o np} - \Delta N_{np}^{GLM}$  of these weapons, which are capable of inflicting on our troops the average daily allowable losses no more than  $\beta_n$ ; required quantity  $N_{o ozp}$  of weapons of all types of troops in the calculated units of combat potential before the operation must ensure the level of combat capability of this troops not less than  $\theta^{GLM}$  in the condition of the average daily during the  $T$  combat actions of relative losses  $\beta_n$ , taking into account the need to achieve the appropriate absolute value of the prevented damage  $\delta \Pi$ .*

*Prospects for further research are related to the development of recommendations for determining the optimal contributions of services (branches) of troops in the successful solution of combat missions with the established amount of prevented damage provided maximum damage to the enemy by groups of troops, and taking into account the funds allocated for their formation.*

**Keywords:** capacity of troops, contributions of services (branches) of troops in capacity, method of determining contributions of services (branches), staff of task forces.