

*Юрій Євгенович Репіло (д-р військ. наук, професор)  
Олексій Олександрович Ріман  
Дмитро Леонідович Демидко*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## **ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПОЗИЦІЙ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИВНИКА РАКЕТНИМИ ВІЙСЬКАМИ І АРТИЛЕРІЄЮ**

*Подано підхід до оцінювання ефективності вогневого ураження позицій сучасних безпілотних авіаційних комплексів противника ракетними військами і артилерією, який на відміну від існуючих враховує основну (розвідувальну) функцію комплексів в умовах сучасного воєнного конфлікту. Особливостями такого конфлікту є яскраво виражений вогневий характер та інтеграція засобів розвідки і ураження в розвідувально-ударну систему. Сутність функціонування цієї системи полягає у застосуванні по розвіданому об'єкту (цілі) найбільш придатного з наявних засобів вогневого ураження в будь-який момент операції. Бойова ефективність функціонування розвідувально-ударної системи подана кількістю уражених нею засобів вогневого ураження наших військ, приведених до умовно-однорідних основних бойових елементів. Зниження бойової ефективності функціонування системи внаслідок вогневого ураження позицій безпілотних авіаційних комплексів ракетними військами і артилерією характеризуються ефективністю їх вогневого ураження, яка в свою чергу залежить від кількості уражених позицій комплексів відповідних класів. Бойова ефективність системи визначаються за допомогою методу динаміки зміни середньої чисельності основних бойових елементів наших військ, які беруть участь у вогневому протистоянні і, під впливом розвідувально-ударної системи противника, переходять у відповідні стани. Однією з величин, що характеризує інтенсивність переходу елементів із стану в стан, виступає інтенсивність розвідки об'єктів наших військ, величина якої визначена як добуток результатів функціонування всіх засобів розвідки противника, в т.ч. і безпілотних авіаційних комплексів.*

***Ключові слова:** вогневе ураження; оцінювання ефективності; метод динаміки середніх.*

### **Вступ**

**Постановка проблеми.** Аналіз сучасних воєнних конфліктів свідчить, що застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), інтегрованих у єдиний інформаційний простір (ЄП), дозволило значно підвищити ефективність засобів вогневого ураження за рахунок отримання розвідданих про об'єкти ураження практично у реальному масштабі часу [1, 2]. На думку вітчизняних воєнних фахівців саме БпАК у прогнозованому воєнному конфлікті будуть виступати основним джерелом розвідувальних даних для засобів вогневого ураження, чим забезпечуватимуть максимальну реалізацію їх потенційних можливостей [3, 4].

У зв'язку з цим набуває актуальності питання підвищення ефективності протидії БпАК противника в прогнозованому воєнному конфлікті.

На відміну від країн з високим економічним потенціалом, у збройних силах яких впроваджуються концепції радіоелектронного, програмно-комп'ютерного впливу на подібні технічні засоби, у Збройних Силах України, через недовік ресурсного забезпечення, підвищення ефективності заходів протидії БпАК противника найбільш імовірно досягти за рахунок підвищення ефективності вогневого ураження позицій комплексів ракетними військами і артилерією

(РВіА). Такі висновки були зроблені на основі аналізу структури комплексів відповідних класів [5] та керівних документів з їх застосування [6, 7].

Разом з цим відсутність практичних рекомендацій з вогневого ураження позицій сучасних БпАК обумовлює необхідність удосконалення науково-методичного апарату, зокрема пошуку метода, за допомогою якого можливо оцінити ефективність вогневого ураження даних об'єктів у сучасному воєнному конфлікті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз існуючого науково-методичного апарату свідчить про наявність методик, що дозволяють обґрунтувати дані рекомендації, однак у деяких з них, зокрема [7], оцінювання ефективності ураження позицій БпАК противника пропонується здійснювати через визначення збитку наших військ, нанесеного засобом ураження противника, що використовує розвіддані БпАК. Такий підхід не є адекватним в умовах функціонування засобів розвідки і ураження в ЄП, у якому розвіддані, що добути БпАК, можуть бути використані різними засобами ураження противника [8, 9]. В іншій частині досліджень наземні елементи БпАК розглядаються як елементи мережецентричної системи управління противника, однак їх ураження оцінюється без врахування основної функції комплексів.

**Формулювання цілей статті.** У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку математичного методу, який би дозволив оцінити ефективність вогневого ураження позицій БпАК противника з урахуванням особливостей сучасних воєнних конфліктів.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Адекватність цього методу буде полягати в розкритті найбільш визначальної функції БпАК і зв'язків їхнього функціонування з функціонуванням засобів вогневого ураження противника в сучасному воєнному конфлікті, основними рисами якого є яскраво виражений вогневий характер та інтеграція засобів розвідки і ураження в розвідувально-ударну систему (РУС).

Така система, по суті, являтиме собою систему зброї, здатну в будь-який момент операції діяти по цілі (об'єкту) з використанням найбільш придатного засобу ураження [8, 9, 10]. Саме тому оцінювання ефективності ураження позицій БпАК, як основи розвідувальної підсистеми РУС, пропонується здійснювати в рамках функціонування останньої.

Бойову ефективність РУС (результат її вогневих, ударних дій) доцільно подати кількістю уражених нею об'єктів за період часу, а результат вогневого впливу на позиції БпАК противника засобами РВіА представити рівнем зниження (втратою) бойової ефективності РУС.

Величину такого зниження можливо подати у вигляді:

$$W_{РВіА}^{БпАК} = E_{прот}(G_1) - E_{прот}(G_2), \quad (1)$$

де  $E_{прот}(G_1)$  – бойова ефективність функціонування РУС противника за умови відсутності вогневого впливу засобів РВіА на позиції БпАК ( $G_1$ );

$E_{прот}(G_2)$  – бойова ефективність функціонування РУС противника за умови вогневого впливу засобами РВіА на наземні елементи БпАК( $G_2$ ) [7].

Вираз (1) показує, що для визначення величини  $W_{РУС}^{БпАК}$  необхідне вирішення двох взаємозалежних завдань нижчого рівня:

оцінка бойової ефективності засобів вогневого ураження противника (змістом цього завдання буде визначення значень  $E_{прот}(G_1)$  й  $E_{прот}(G_2)$ ,

залежно від стану зв'язків  $G_1$  й  $G_2$ ;

визначення зміни стану зв'язків  $G_1$  й  $G_2$  (змістом цього завдання є визначення впливу ураження наземних елементів БпАК відповідних класів на стан цих зв'язків).

Було б не зовсім вірно для визначення чисельних значень зазначених зв'язків зводити призначення БпАК до функції визначення координат об'єктів для засобів вогневої ураження. Функції БпАК значно ширше, однак, зі зростанням

динаміки процесу взаємного вогневого ураження й потребою більшості засобів, які приймають у ньому участь, у визначенні для них координат об'єктів ураження – ця функція стає найбільш визначальною [1, 7]. У зв'язку з цим, стан зв'язків між БпАК і засобами вогневого ураження доцільно подати інтенсивністю розвідки комплексами об'єктів ураження. Побудова таких зв'язків дозволить визначити вплив інтенсивності розвідки об'єктів на бойову ефективність засобів вогневої ураження противника.

Однією з умов реалізації такого підходу є знання можливостей засобів розвідки противника, зокрема кожного із застосовуваних їм БпАК. Ці дані з достатньою точністю можуть бути визначені виходячи зі структурно-параметричних характеристик комплексів за допомогою алгоритму наведеного в [11].

На думку авторів, бойову ефективність засобів вогневого ураження противника, в зазначених умовах, найбільш доцільно визначати за допомогою методу динаміки середніх, який дозволить спрогнозувати динаміку зміни середньої чисельності уражених об'єктів (у розглянутому випадку, засобів вогневого ураження).

Основною умовою реалізації цього методу є приведення різнорідних засобів до умовно однорідних основних бойових елементів (ОБЕ).

Граф переходу ОБЕ у фіксовані стани представлений на рис. 1.

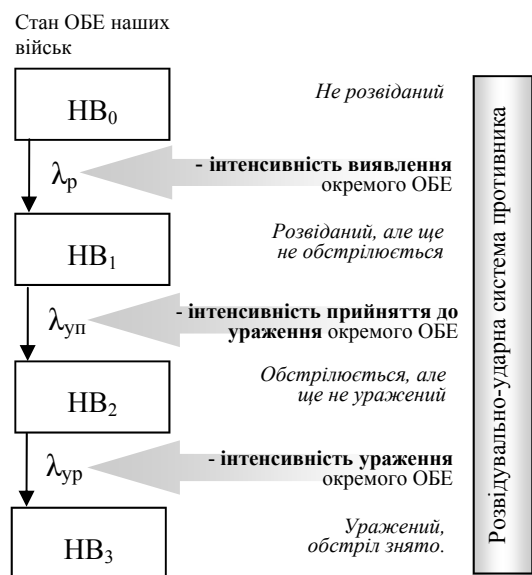


Рис. 1. Граф станів ОБЕ наших військ

Принцип побудови й рішення даного графа детально розглянутий в [12] і у даній статті не наводиться.

Результатом рішення графу є визначення середньої кількості ОБЕ наших військ ( $m_3^{NB}$ ), що під впливом РУС противника перейшли у стан  $NB_3$  за період бойових дій ( $T_{БД}$ ). Їхня кількість і буде характеризувати бойову ефективність засобів вогневого ураження противника ( $E_{прот}(G_1)$ ), з

урахуванням початкового стану зв'язків між ОБЕ і підсистемою БпАК противника

$$E_{\text{прот}}(G_1) = m_3^{\text{НВ}}.$$

Ефективність функціонування підсистеми БпАК противника ( $E_{\text{БпАК}}$ ), що подана величиною інтенсивності розвідки нею ОБЕ наших військ  $\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}$ , разом з іншими засобами розвідки противника становитиме величину  $\lambda_{\text{р}}(G_1)$  (рис. 1).

Матеріально-технічною основою БпАК є його елементи. Найбільш критичними елементами комплексів, від яких у першу чергу залежить робота БпАК, є розгорнуті на позиції наземні елементи. Тому, ефективність функціонування підсистеми БпАК противника ( $E_{\text{БпАК}}$ ) доцільно розглядати як сумарне значення добутків ефективностей функціонування наземних елементів комплексів БпАК і ймовірностей їхнього функціонування.

$$E_{\text{БпАК}} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot U_i(\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}),$$

де  $P_i$  – ймовірність функціонування наземного компонента  $i$ -го БпАК;

$U_i$  – можливості  $i$ -го БпАК подані

інтенсивністю розвідки ОБЕ наших військ  $\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}$ ;

$n_i$  – кількість комплексів, які входять у

підсистему БпАК противника.

Тоді результат вогневого ураження позицій БпАК противника доцільно подати як величину  $\Delta E_{\text{БпАК}}$ , що виражена величиною зниження інтенсивності розвідки.

$$\Delta E_{\text{БпАК}} = \sum_{k=1}^{k^{\text{РВіА}}} (1 - P_k^*) \cdot U_k(\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}),$$

де  $(1 - P_k^*)$  – ймовірність функціонування наземного компонента  $k$ -го БпАК після його ураження засобами РВіА;

$U_k(\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}})$  – можливості  $k$ -го БпАК подані інтенсивністю розвідки ним ОБЕ наших військ  $\lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}$ ;

$k^{\text{РВіА}}$  – кількість БпАК, наземні елементи яких уражені засобами РВіА.

Ймовірність функціонування наземного компонента  $k$ -го БпАК  $P_k^*$  ( $1 - P_k^*$ ), до (після) його ураження засобами РВіА можливо представити через рівень його функціональних можливостей,

які можуть перебувати в діапазоні ( $0 \leq P_k^* \leq 1$ ). Результат ураження об'єкта противника запропоновано оцінювати в такий спосіб: об'єкт зберіг функціональність ( $P_k^* = 1$ ), втратив її ( $P_k^* = 0$ ) або займає деяке проміжне значення. ( $0 \leq P_k^* \leq 1$ ).

У ході попередньо проведених розрахунків, щодо ефективності ураження цілей даного типу, встановлено, що ймовірність збереження функціональної здатності наземним елементом БпАК після його ураження засобами РВіА практично нульова, тому величину ймовірності його функціонування доцільно прийняти:  $P_k^* = 1$  – до ураження;  $P_k^* = 0$  – після.

Брагування ураження наземних елементів БпАК противника засобами РВіА можливо здійснити через величину  $\lambda_{\text{р}}$ , що для умови  $G_2$  з дорівнює

$$\lambda_{\text{р}}(G_2) = \lambda_{\text{р}}(G_1) - \Delta \lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}},$$

де  $\Delta \lambda_{\text{р}}^{\text{БпАК}}$  – зниження інтенсивності розвідки підсистемою БпАК противника внаслідок ураження наземних елементів комплексів засобами РВіА.

Визначення бойової ефективності засобів вогневого ураження противника здійснюється таким же способом, що й величина  $E_{\text{прот}}(G_1)$ , з урахуванням інтенсивності його розвідки  $\lambda_{\text{р}}(G_2)$ .

Визначення значень  $E_{\text{прот}}(G_1)$  і  $E_{\text{прот}}(G_2)$  дозволяє оцінити ефективність ураження наземних елементів БпАК засобами РВіА через втрату бойової ефективності засобів вогневого ураження противника за допомогою виразу (1).

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Розглянутий підхід до оцінювання ефективності ураження наземних елементів БпАК противника засобами РВіА дозволяє визначити величину втрат бойової ефективності засобів вогневого ураження противника в умовах сучасного воєнного конфлікту.

Перспективою подальших досліджень у цьому напрямку може стати заснована на цьому методі методика оцінювання ефективності вогневого ураження БпАК противника.

### Література

1. Мосов С. П. Беспилотная разведывательная авиация стран мира / Мосов С. П. – К. : Изд. Дом. “Румб”, 2008. – 160 с. 2. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності. Досвід проблемні питання і тенденції / [Артюшин Л. М., Мосов С. П., П'яковський Д. В.,

Толубко В. Б.] – К. : НАОУ, 2002. – 208 с. 3. Репіло Ю.Є. Погляди на форми і способи бойового застосування ракетних військ і артилерії в операціях / Ю.Є.Репіло, М.П. Грицай // Збірник наукових праць. – ЦНДІ. – Вип. №1. – 2008. – С.132–141. 4. Салкуцян С. М.

Актуальні напрямки розвитку теорії бойового застосування ракетних військ і артилерії за досвідом воєнних конфліктів сучасності / С. М. Салкуцан // 36. наук. праць за матеріалами наук.-прак. семінару, 24 лист. 2011 р. – НУОУ, – 2011. – С. 119–127. **5. Ріман О. О.** Аналіз безпілотних авіаційних комплексів противника як об'єктів ураження ракетними військами і артилерією в оборонній операції армійського корпусу / О. О. Ріман // Труды университета – НУОУ. – 2013. – №4 (118). – С. 116–124. **6. Field Manual (FM) 3-04.155.** Army Unmanned Aircraft System operations Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 4 April 2006 Expires 4 April 2008. – 180 p. **7. Employment of group 3/4/5 organic/non organic UAS tactical pocket guide,**

February 2010. – P. 1–178. **8. Бобриков А. А.** Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии / Бобриков А. А. – СПб. : Галея Принт, 2006. – 424 с. **9. Загорка О. М.** До питання застосування розвідувально-ударних і розвідувально-вогневих комплексів у мережецентричній війні / О. М. Загорка, В. О. Колесніков, В. В. Коваль, І. О. Загорка // Наука і техніка ПС ЗСУ. – 2012. – №3(9). – С.8–13. **10. Ростопчин В. В.** Элементарные основы оценки эффективности применения беспилотных авиационных систем для воздушной разведки [Электронный ресурс] / UAV.RU – Режим доступа. : www.uaw.ru/index.php?part=programs\_defense&lang=ua **11. Вентцель Е.С.** Исследование операций –1972 г. – 552 с.

## **ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ПОЗИЦИЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРОТИВНИКА РАКЕТНЫМИ ВОЙСКАМИ И АРТИЛЛЕРИЕЙ**

*Юрий Евгеньевич Репило (д-р воен. наук, профессор)  
Алексей Александрович Ріман  
Дмитрий Леонидович Демидко*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Представлен подход к оцениванию эффективности огневого поражения позиций современных беспилотных авиационных комплексов противника ракетными войсками и артиллерией, который в отличие от существующих учитывает основную (разведывательную) функцию комплексов в условиях современного вооруженного конфликта. Особенности такого конфликта есть ярко выраженный огневой характер и интеграция средств разведки и поражения в разведывательно-ударную систему. Сущность функционирования этой системы состоит в применении по разведанному объекту (цели) наиболее пригодного из имеющихся средств огневого поражения в любой момент операции. Боевая эффективность функционирования разведывательно-ударной системы представлена количеством пораженных ею средств огневого поражения наших войск, приведенных к условно-однородным основным боевым элементам. Снижение боевой эффективности системы вследствие огневого поражения позиций беспилотных авиационных комплексов ракетными войсками и артиллерией характеризуются эффективностью их огневого поражения, которая в свою очередь зависит от количества пораженных позиций комплексов соответствующих классов. Боевая эффективность системы определяется при помощи метода динамики изменения средней численности основных боевых элементов наших войск, которые принимают участие в огневом противостоянии и, под влиянием разведывательно-ударной системы противника, переходят в соответствующие состояния. Одной из величин, которые характеризуют интенсивность перехода элементов из состояния в состояние, выступает интенсивность разведки объектов наших войск, величина которой определена как произведение результатов функционирования всех средств разведки противника, в т.ч. и беспилотных авиационных комплексов.*

*Ключевые слова:* огневое поражение; оценивание эффективности; метод динамики средних.

## **THE APPROACH TOWARDS THE ESTIMATION OF THE ARTILLERY AND ROCKET TROOPS “FIRE FOR EFFECT” ON ENEMY MODERN UNMANNED AIRCRAFT COMPLEX POSITIONS EFFECTIVENESS**

*Yurii Y. Repilo (Doctor of Military Sciences, Professor)  
Oleksii O. Riman  
Dmytro D. Demydko*

*National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*The approach towards the estimation of the artillery and rocket troops “fire for effect” on enemy modern unmanned aircraft complex positions, which, unlike the existing approach, takes into account main (reconnaissance) function of the complex in modern combat conditions. The features of such conflicts are distinct “fire nature” and integration of reconnaissance and “fire for effect” means into reconnaissance-fire system. The core function of this system is the implementation of the most appropriate from available “fire for effect” means on reconnoiter object (target) at any moment of operation. Reconnaissance-fire system combat effectiveness is presented by the number of our troops destroyed targets, which are unified into relatively homogenous combat elements. The reduction of reconnaissance-fire system combat effectiveness due to the unmanned aircraft positions fire damage dealt by rocket troops and artillery is characterized by the “fire for*

effect” efficiency, dependent on the number of destroyed complexes of appropriate class. System combat effectiveness is defined with the use of method of dynamic alteration of our troops main elements average quantity. Our troops take part in fire confrontation and under the influence of enemy reconnaissance-fire system change corresponding conditions. One of the values characterizing the intensity of the elements condition change is the intensity of enemy on our objects reconnaissance, which value is a result of enemy reconnaissance functioning results multiplication, among them unmanned aircraft complexes.

**Keywords:** fire for effect; effectiveness estimation; average alteration dynamics method.

### References

1. **Mosov S.P.** (2008), Reconnaissance unmanned aircraft of world leading countries. [*Bespylotnaia razvedivatelnaia avyatsiia stran myra*], Kyiv, Izd. Dom. “Rumb”, 160 p.
2. **Artiushyn L.M., Mosov S.P., Piaskovskyi D.V., Tolubko V.B.** (2002), Aerospace reconnaissance in modern local warfare. Experience, problems and tendencies. [*Aerokosmichna rozvidka v lokalnykh viinakh suchasnosti. Dosvid problemni pytannia i tendentsii*], Kyiv, NAOU, 208 p.
3. **Repilo Y.Y., Hrytsai M.P.** (2008), Views on the forms and methods of artillery and rocket troops combat application in operations [*Pohlady na formy i sposoby boyovoho zastosuvannya raketnykh viisk i artylerii v operatsiiah.*], Zbirnyk naukovykh prats, Kyiv, TsNDI. Vol. 1, pp. 132–141.
4. **Salkutsan S.M.** (2011) Actual trends in combat application theory development of rocket troops and artillery taking into consideration modern military conflicts [*Aktualni napriamky rozvytku teorii boiovooho zastosuvannya raketnykh viisk i artylerii za dosvidom voiennykh konfliktiv suchasnosti.*], Zbirnyk naukovykh prats za materialamy nauk.–prak. seminaru, 24.11.2011, Kyiv, NUOU, pp. 119–127.
5. **Riman O.O.** (2013), Unmanned aircraft complexes analysis as artillery and rocket troops fire objects in defensive operation of army corps. [*Analiz bezpylotnykh aviatsiynykh kompleksiv protyvyuka yak obiektiv urazhennya raketnymi viiskamy i artyleriiu v oboronnii operatsii armiiskoho korpusu*], Trudy universytetu, Kyiv, NUOU, Vol. 4 (118), pp. 116–124.
6. **Field Manual (FMI 3-04.155).** Army Unmanned Aircraft System operations Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 4 April 2006 Expires 4 April 2008. 180 p.
7. **Employment of group 3/4/5 organic/non organic UAS tactical pocket guide,** February 2010, pp. 1–178.
8. **Bobrykov A.A.** (2006) Estimation of artillery and rocket troops “fire for effect” effectiveness. [*Otsenka effektivnosti ogneвого porazheniya udarami raket i ognem artilerii*], SPb, Galiya Print, 424 p.
9. **Zahorka O.M., Kolesnikov V.O., Koval V.V., Zahorka I.O.** (2012), To the question of reconnaissance-strike and reconnaissance-fire complexes in network-centric war. [*Do pytannia zastosuvannya rozvidivalno-udarnykh i rozvidivalno-vohnevykh kompleksiv u merezhetsentrychnii viini*], Nauka i tekhnika PS ZSU, Vol. 3 (9), pp. 8–13.
10. **Rostopchyn V.V.** Elementary principles of estimation of unmanned aircraft systems for the aerial reconnaissance [*Elementarnye osnovy otsenki effektivnosti primeneniya bespylotnykh aviatsionnykh sistem dlia vozdushnoi razvedki*], UAV.RU, Available at: [www.uaw.ru/index.php?part=programs\\_defense&lang=ua](http://www.uaw.ru/index.php?part=programs_defense&lang=ua).
11. **E. Ventsel** (1972), Study of operations [*Issledovanie operatsiy*], 552 p.

Отримано: 18.02.2015 року