

Слісар П. О.

(0000-0001-8208-9499)

Інститут державного військового управління Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, Київ

Удосконалена методика визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту координації вогневого ураження противника в операції

Резюме. Проведено аналіз роботи групи координації вогневого ураження противника центру управління операціями (поточних операцій) угруповання військ (сил). Удосконалено методику, яка на відміну від існуючої враховує залучення найбільшого числа засобів для вогневого ураження максимальної кількості об'єктів противника відповідно до встановленої мети та дає змогу визначити показник ймовірності досягнення потрібного ефекту координації вогневого ураження противника в операції застосуванням методу лінійного програмування.

Ключові слова: ймовірність; якість; цільова функція; метод лінійного програмування; координація; вогневе ураження противника; комплексний вогневий вплив; орган військового управління; операція; об'єднані сили.

Постановка проблеми. Застосування Збройних Сил України та інших складових Сил оборони під час відсічі збройної агресії Російської Федерації у першому півріччі 2022 року, досвід ведення збройних конфліктів та локальних воєн за останні десятиліття [1, 2] вказує, що виконання певних оперативних завдань досягається завдяки якісній та злагодженій роботі органів військового управління під час координації вогневого ураження противника (ВУП) в операції. Широкий спектр об'єктів противника, які підпадають під загальне ВУП, зміна форм і способів застосування військ (сил) під час ведення противником наступальних дій суттєво змінили підходи до якості прийняття рішень під час координації ВУП в сучасних операціях. Нанесення противнику найбільших втрат досягається раціональним розподілом сил і засобів дальнього вогневого впливу та ураженням максимальної кількості об'єктів противника, що дає змогу досягти потрібного ефекту координації ВУП в операції. Завдання з безпосередньої підготовки пропозицій та здійснення ВУП в операції покладаються на відділ (групу) координації ВУП центру управління операціями (поточних операцій) основного командного пункту угруповання військ (сил) (далі – ОВУ) відповідно до мети, визначеної командувачем (начальником штабу).

Проблемним питанням у роботі ОВУ під час координації ВУП в операції є якісна підготовка пропозицій для прийняття рішення на здійснення вогневого впливу по об'єктах противника. Це обумовлене тим, що комплексне ВУП в операції здійснюється

відповідно до визначеної мети і потребує обов'язкового досягнення певного ефекту. Таким чином постає завдання в удосконаленні методики, що дасть змогу ОВУ на основі проведених розрахунків досягти потрібного ефекту під час координації ВУП в операції відповідно до спланованих оперативних завдань в умовах зміни обстановки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання координації ВУП стало доволі актуальним з початком проведення антитерористичної операції (операції Об'єднаних сил) на території Донецької та Луганської областей у 2014 році та набуло більшої актуальності з трансформацією ОВУ Збройних Сил України на структуру збройних сил держав – членів НАТО. У роботі [3] автори розкрили та обґрунтували зміст поняття “координація вогневого ураження противника”, запропонували цикл координації ВУП в операції для систематизації та підвищення ефективності роботи ОВУ. Однак питанню оцінювання ефективності роботи ОВУ під час координації ВУП в операції уваги приділено не було. У роботі [4] авторами розкрито особливості застосування запропонованого циклу координації ВУП в операції під час стабілізаційних дій та контролю над територією збройного конфлікту. На жаль, у цих роботах не приділено уваги опису методів математичного моделювання для проведення необхідних розрахунків. Джерело [5] наочно описує процес координації ВУП в операції за допомогою теорії ігор із врахуванням дій протидіючої сторони. Тим не менш, потрібно зауважити, що теорію ігор більш доцільно використовувати для отримання вихідних

даних на етапі оперативного планування. Це пов'язано з тим, що під час ведення операції прийняття рішення на здійснення вогневого впливу по об'єктах противника відбувається в дуже стислі терміни і затягування часу на проведення розрахунків може призвести до втрати актуальності отриманих даних.

У роботі [6] розкрито підходи збройних сил держав – членів НАТО до функціонування ОБУ під час координації ВУП в операції. Проте в ній розглянуто лише концептуальні теоретичні підходи та не розкрито науковий апарат, на якому вони базуються.

Таким чином, з аналізу літературних джерел стає можливим дійти висновку, що актуальним є питання удосконалення методики, застосування якої у практиці роботи ОБУ дасть змогу провести оцінювання якості виконання покладених завдань.

Метою статті є удосконалення методики раціонального варіанта досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції, що дасть змогу провести розрахунки якісних характеристик виконання завдань ОБУ під час координації ВУП в операції.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

удосконалити методику визначення імовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції;

застосувати метод моделювання, який дасть змогу провести розрахунки відповідно до удосконаленої методики.

Для математичного опису процесу досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції, що за своїм змістом має випадковий характер, необхідно визначити вид цільової функції та визначити перелік обмежень, що дасть змогу дослідити стан системи відповідно до обстановки, що склалася на певний період часу, а саме визначеної мети та поставлених завдань на здійснення ВУП, наявності сил і засобів дальнього вогневого впливу та наявності надійно розвіданих об'єктів противника. За допомогою використання лінійного програмування можливо аналітично розрахувати розподіл одиночних об'єктів противника між засобами ВУП найбільш раціональним варіантом під час координації ВУП в операції [7] за умови здійснення тільки одного вогневого впливу по одному об'єкту з високою імовірністю ураження.

Методика визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту під час координації ВУП в операції у вигляді блок-

схеми наведена на рис. 1.

До вихідних даних, які використовують ОБУ під час координації ВУП, належать:

мета та завдання здійснення комплексного ВУП по об'єктах противника;
загальна кількість об'єктів противника та їх характер (n_j^3);

бойовий склад своїх сил і засобів ВУП та їх наявний ресурс, що може бути використаний для ураження об'єктів противника (N_i^{BC});

імовірність ураження j -го об'єкта противника i -м засобом ВУП (p_{ij}).

Окремо слід звернути увагу на те, що під час координації ВУП в операціях оперативного або стратегічного рівнів розгляд окремих вогневих засобів (пускова установка, гармата, літак та ін.) є некоректним через невідповідність рівню операції. І навпаки, зведення i -ї кількості однотипних вогневих засобів в підрозділи дасть змогу створити певну класифікаційну систему для проведення розрахунків. Підрозділи, які мають у своїй структурі декілька вогневих засобів, у статті матимуть назву вогневі підрозділи (ВгП). Засоби, які не можуть здійснювати вогневий вплив, але забезпечують вогневу діяльність, у статті названо об'єктами.

Процес комплексного ВУП здійснюється відповідно до визначених в плані операції оперативних завдань та плану ВУП [6], які відпрацьовуються на основі отримання оперативної директиви старшого начальника. Командувач угруповання військ (сил) визначає цілі, яких необхідно досягнути, обставини і межі виконання завдань та порядок вимірювання ефективності. Першим завданням, яке виконується в процесі комплексного ВУП є наближення завдань, вказівок та замислу командувача угруповання військ (сил) до переліку цілей наданого центром (управлінням) розвідки J2 та виконавців (сил і засобів) для створення (досягнення) необхідних ефектів, кожен з яких безпосередньо і логічно пов'язаний із загальним бажаним кінцевим станом.

Усе це трансформується у низку завдань, які детально описуються у графіку нанесення зосередженого вогневого удару (ЗВУ). Цей багатократний процес між командувачем угруповання військ (сил) та начальниками структурних підрозділів ОБУ дає змогу кожному з них готувати власні завдання, розпорядження та пропозиції щодо цілей.

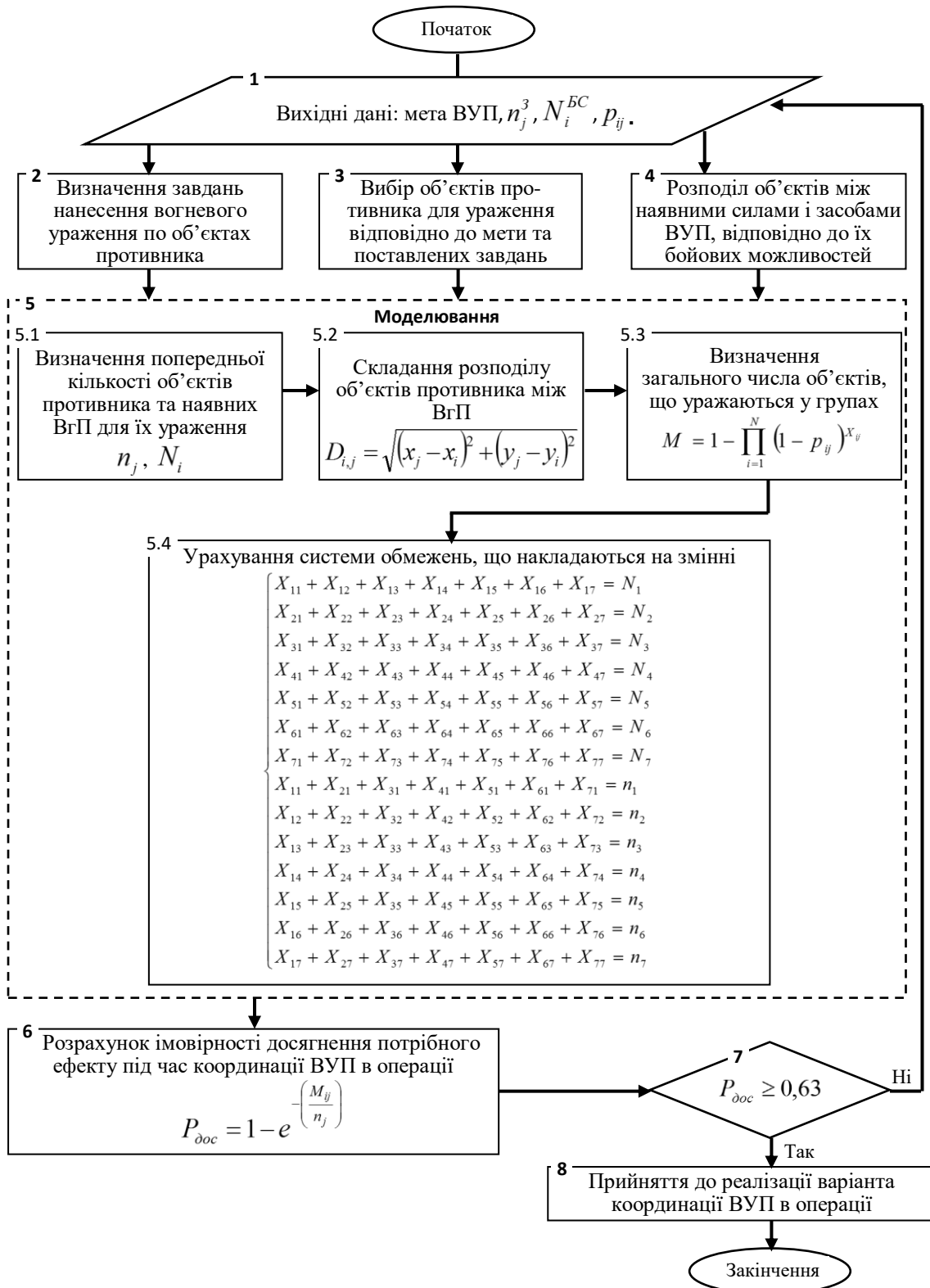


Рис. 1. Блок-схема методики визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції

Під час вибору об'єктів противника для ураження здійснюється аналіз системи об'єктів (каталогу), їх оброблення на встановлення відповідності досягнення поставленої мети ураження, зв'язку з іншими об'єктами, перевірка функціонування цілі, підтвердження та затвердження об'єктів для

ураження. Затвердженим об'єктам надається пріоритетність відповідно до мети вогневого ураження, визначених завдань і вказівок командувача угруповання військ (сил).

Розподіл об'єктів противника між наявними силами і засобами ВУП, відповідно до їх бойових можливостей, з урахуванням:

мінімальної і максимальної дальності стрільби (пуску, дії, застосування тощо), яка має відповідати тактико-технічним характеристикам зразка озброєння *i*-го ВгП та правилам застосування, які визначені відповідними керівними та експлуатаційними документами;

імовірності (ступеня) ураження *j*-го об'єкта противника *i*-м засобом, яка має забезпечувати виконання поставленого завдання;

кількості ударів, які може здійснити кожний ВгП визначається тактикою його застосування та часом нанесення ЗВУ по об'єктам противника;

залучення до ВУП максимальної кількості наявних ВгП по максимально можливій кількості об'єктів противника.

Для виконання вказаних умов проводиться моделювання розподілу об'єктів противника між наявними ВгП з урахуванням витрати ракет і боєприпасів для досягнення

потрібної ймовірності (ступеня) ураження.

Ураховуючи досвід застосування військових частин (підрозділів) ЗС України та інших складових Сил оборони під час відсічі збройної агресії РФ проти України у перші місяці 2022 року, ведення ООС та АТО на території Донецької та Луганської областей [2] під час визначення об'єктів противника та наявних ВгП для їх ураження здійснено розподіл ВгП за відповідними групами:

- 1 група – ракетні війська;
- 2 група – далекобійна артилерія (РСЗВ);
- 3 група – штурмова авіація ПС;
- 4 група – бомбардувальна авіація ПС;
- 5 група – розвідувально-ударні БпАК;
- 6 група – авіація СВ;
- 7 група – сили і засоби ВМС (на приморському напрямку).

Розподіл об'єктів противника, які прийняті до вогневого ураження, здійснено відповідно до Табл. 1.

Таблиця 1

Групи об'єктів вогневого ураження противника

Номер групи об'єктів	Назва групи об'єктів
1 група	Засоби ВТЗ, РУК (РВК), ПУ ОТР (ТР), артилерія, РСЗВ
2 група	Пункти управління військами і зброєю
3 група	Об'єкти авіаційного угруповання
4 група	Об'єкти ППО
5 група	Об'єкти морського базування
6 група	Загальновійськові угруповання
7 група	Інші об'єкти

Основною характеристикою, що обмежує застосування ВгП, є мінімальна і максимальна дальність стрільби (пуску, застосування, дії). Під час ведення операції кожний ВгП (об'єкт) займає свій позиційний район (вогневу або стартову позицію, майданчик підскоку, аеродром базування, район зосередження та ін.) відповідно до створеної оперативної побудови у процесі підготовки до операції. Якщо припустити, що будь-який ВгП та об'єкт противника буде розташовано на площині, то для складання розподілу об'єктів противника між ВгП під час координації ВУП в операції отримаємо такий вираз відстані між геометричними центрами ВгП сторін:

$$D_{i,j} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}, \quad (1)$$

де $D_{i,j}$ – відстань між геометричними центрами *i*-го ВгП та *j*-го об'єкта противника;

x_i, y_i – координати *i*-го ВгП, що може бути залучена для комплексного ВУП в даний момент часу по *j*-му об'єкту противника;

x_j, y_j – координати *j*-го об'єкта противника, прийнятого до ураження *i*-м ВгП в даний момент часу.

Визначення загального числа об'єктів противника, що уражаються у всіх групах здійснюється залежно від:

важливості об'єкта під час виконання певного оперативного завдання операції;

якості здійснення загального ВУП в операції та своєчасного і достовірного виявлення (викриття) об'єктів противника;

порядку дій противника та здійснення ним вогневого впливу по ВгП наших військ.

Визначення загального числа об'єктів противника, що уражаються у всіх групах проводиться таким чином, щоб число знищених об'єктів було максимальним.

Далі означені групи зводяться до матриці розподілу об'єктів противника між силами і засобами під час координації ВУП в операції із зазначенням кількості об'єктів противника прийнятих до ураження і кількості сил і засобів ураження, що залучаються до вогневого впливу по ним (Табл. 2).

Таблиця 2

Матриця розподілу об'єктів противника між силами і засобами під час координації ВУП в операції

Засіб ураження	Номер рядка <i>i</i>	Кількість об'єктів ураження за групами							Число засобів ураження (число ударів)
		Засоби РУК, РВК, ПУ ОТР (ТР), РСЗВ	ПУ військами і зброєю	Об'єкти авіаційного угруповання	Об'єкти ППО	Об'єкти морського базування	Загальновійськові угруповання	Інші об'єкти	
		n_1	n_2	n_3	n_4	n_5	n_6	n_7	
		Номер стовпчика <i>j</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	
Імовірність ураження об'єктів									
РВ	1	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{14}	p_{15}	p_{16}	p_{17}	N_1
Артилерія	2	p_{21}	p_{22}	p_{23}	p_{24}	p_{25}	p_{26}	p_{27}	N_2
ША	3	p_{31}	p_{32}	p_{33}	p_{34}	p_{35}	p_{36}	p_{37}	N_3
БА	4	p_{41}	p_{42}	p_{43}	p_{44}	p_{45}	p_{46}	p_{47}	N_4
БпАК	5	p_{51}	p_{52}	p_{53}	p_{54}	p_{55}	p_{56}	p_{57}	N_5
АСВ	6	p_{61}	p_{62}	p_{63}	p_{64}	p_{65}	p_{66}	p_{67}	N_6
СіЗ ВМС	7	p_{71}	p_{72}	p_{73}	p_{74}	p_{75}	p_{76}	p_{77}	N_7

де N_i – кількість засобів ураження (ударів, вогневих нальотів) *i*-го типу;

n_j – кількість об'єктів противника *j*-ї групи, прийнятих до ураження.

Математичне сподівання загальної кількості уражених об'єктів противника у всіх групах можна визначити, враховуючи задані в Табл. 2 імовірності (степені) ураження p_{ij} як суму [7]

$$M_{ij} = \sum_{j=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{N_i} p_{ij} \times X_{ij} \cdot \quad (2)$$

Сума, відображена формулою (2), є цільовою функцією – показником ефективності, і задача полягає у тому, щоб відшукати її максимальне значення:

$$M_{\max} = M_{ij}.$$

Пошук значень X_{ij} , які забезпечують цю вимогу, треба вести з урахуванням системи обмежень, що накладаються на змінні (блок 5.4 рис. 1):

Перші сім рівнянь передбачають використання всіх наявних сил і засобів дальнього вогневого впливу по об'єктах противника під час завдання ударів (вогневих нальотів). Решта сім рівнянь визначають, що удари (вогневі нальоти) мають бути завдані по всім об'єктам, прийнятим до ураження.

Найкращим способом розподілу сил і засобів ураження буде таке невід'ємне рішення обмеження, за яким цільова функція

M_{ij} буде максимальною.

Визначення показника імовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції P_{doc} [8] відбувається за допомогою виразу

$$P_{doc} = 1 - e^{-\frac{M_{ij}}{n_j}}, \quad (3)$$

де M_{ij} – математичне сподівання ураження загальної кількості об'єктів противника в усіх групах;

n_j – кількість об'єктів противника, прийнятих до ураження.

Для оцінювання ймовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції застосовано прийнятий на основі концепції придатності критерій припустимого середнього результату [9], що гарантує вибір таких рішень у процесі роботи ОБУ під час координації ВУП в операції, при яких забезпечується досягнення мети здійснення комплексного ВУП в операції:

$$P_{doc} \geq P_{нотр}, \quad (4)$$

де $P_{нотр}$ – потрібна величина ймовірності досягнення мети комплексного ВУП в операції.

Для визначення числового значення $P_{потр}$ використовується вербальна шкала Харрінгтона [10]. Вона дає змогу оцінити

ймовірність досягнення потрібного ефекту ВУП в операції за величиною значень коефіцієнтів (Табл. 3).

Таблиця 3

Вербальна шкала Харрінгтона

Значення	Характеристика
0,8 – 1,0	дуже висока імовірність
0,63 – 0,8	висока імовірність
0,37 – 0,63	середня імовірність
0,2 – 0,37	низька імовірність
0 – 0,2	дуже низька імовірність

Під час визначення нижньої межі потрібної величини ймовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції $P_{потр}$ прийнято вважати, що ця ймовірність буде знаходитись у діапазоні 0,63-0,8 і відповідатиме значенню нижньої межі. Тобто, при значенні $P_{дос} \geq 0,63$ мета комплексного ВУП в операції буде досягнута.

Під час визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту координації ВУП в операції моделювання проводиться необхідну кількість разів до отримання найкращого варіанта здійснення вогневого впливу при залученні усного наявного ресурсу по максимальній кількості об'єктів противника відповідно до визначеної мети та поставлених завдань.

Висновки. Таким чином, удосконалена методика визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту під час координації ВУП в операції дає змогу:

врахувати умови та фактори, які впливають на роботу ОБУ під час координації ВУП в операції в поточний момент часу;

провести необхідні розрахунки для визначення можливих варіантів комплексного ВУП під час ведення операції та залежно від обстановки, що склалася, для досягнення поставленої мети вогневого впливу по об'єктах противника;

визначати обсяг вогневих завдань і кількість об'єктів противника, що беруться до ураження під час координації ВУП в операції;

визначати склад сил і засобів, що залучаються до вогневого впливу по об'єктах противника під час координації ВУП в операції з урахуванням мети та поставлених завдань;

залежно від умов обстановки обирати раціональний варіант ВУП та максимальну кількість об'єктів для ураження під час координації ВУП в операції для досягнення певного ефекту.

Суть методики полягає в розробленій

технології знаходження співвідношення математичного сподівання середньої кількості об'єктів противника, вогневий вплив по яким відповідає досягненню поставленої мети та виконанню визначених завдань комплексного ВУП у певний період ведення операції. Удосконалена методика, на відміну від існуючої, враховує залучення найбільшого числа засобів для ураження максимальної кількості об'єктів противника та дає змогу провести розрахунки якісних характеристик виконання завдань ОБУ під час координації ВУП в операції.

Удосконалена методика визначення ймовірності досягнення потрібного ефекту може бути використана у практиці роботи ОБУ угруповань військ (сил) різних рівнів для якісної підготовки пропозицій командувачу (начальнику штаба) на здійснення координації ВУП в операції.

Подальші дослідження слід направити на вироблення рекомендацій, які, на основі отриманих розрахунків, дадуть змогу підвищити якість роботи ОБУ під час координації ВУП в операції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воєнне мистецтво в локальних війнах і збройних конфліктах 90-х років ХХ – початку ХХІ століття : навч. посіб. / І. І. Фурман, С. В. Сидоров, Р. І. Пилявець, І. С. Печенок та ін. Київ : ЦП "Компринт", 2019. 149 с.
2. Збройна агресія Російської Федерації проти України та проведення антитерористичної операції (2014–2018) : навч. посіб. / І. І. Фурман, С. В. Сидоров, Р. І. Пилявець, І. С. Печенок та ін. Київ : ЦП "Компринт", 2019. 30 с.
3. Грицай П. М., Слісар П. О. Аналіз актуальних питань у роботі органів військового управління під час координації вогневого ураження противника в операції. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2020* : матеріали ХХVІІІ Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 14 трав. 2020 р.). Харків, 2020. С. 84.
4. Гулак Ю. С., Слісар П. О. Аналіз виконання

- органами військового управління завдань координації вогневого ураження противника під час стабілізаційних дій та здійснення контролю над територією збройного конфлікту. Матеріали наук.-практ. семінару / НАНГУ. Харків, 2020. С. 26–27.
5. Слісар П. О. Координація вогневого ураження противника в операції за допомогою теорії ігор. ЛОГОС : зб. наук. праць з матеріалами II Міжнар. наук.-практ. конф. (Т. 1) (м. Відень, 26 лист. 2021 р.). Вінниця-Відень, 2021. С. 119–121.
6. AJP-3.9 Allied joint doctrine for joint targeting. (2016). NATO: NSO.
7. Основи моделювання бойових дій військ : підручник. Київ : НАОУ, 2005. 484 с.
8. Теоретичні основи управління угрупованням військ (сил) у сучасних умовах збройної боротьби: монографія / О. М. Загорка, А. К. Павліковський, А. А. Корецький, С. О. Кириченко, І. О. Загорка ; за заг. ред. І. С. Руснака. Київ : НАОУ ім. Івана Черняхівського, 2020. 248 с.
9. Барабаш Ю. Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем (методологія наукових досліджень) : навч. посіб. для ад'юнктів, здобувачів та науковців НАОУ. Київ : НАОУ, 1999. 39 с.
10. Харрингтон Д. Управление качеством в американских корпорациях : сокр. пер. с англ. / авт. вступ. ст. и науч. ред. Л. А. Конарева. Москва : Экономика, 1990. 272 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 15.08.2022

Improved methodology for determining the probability of achieving the desired effect of enemy fire coordinating in an operation

Annotation

A problematic issue in the work of military command and control (MCC) bodies during the coordination of enemy fire destruction (EFD) in the operation is the qualitative preparation of proposals for making a decision on the implementation of fire impact on enemy targets. This is due to the fact that the complex coordination of enemy fire in the operation is carried out in accordance with a specific purpose and requires the mandatory achievement of a certain effect.

The purpose of the article is to improve the methodology of the rational variant of achieving the desired effect of coordination of EFD in the operation, which will allow to calculate the qualitative characteristics of the performance of the tasks of the MCC during the coordination of EFD in the operation.

For the mathematical description of the process of achieving the desired effect of coordination of the EFD in the operation, it is necessary:

define the objective function;

to take into account the list of constraints, which will allow to study the state of the system in accordance with the current situation for a certain period of time, namely the defined goal and tasks for the implementation of the EFD;

to find out the availability of forces and means of long-range fire and reliably reconnoitered enemy targets.

The methodology of determining the probability of achieving the desired effect during the coordination of EFD in the operation is presented in the form of a flowchart. The essence of the methodology lies in the developed technology of finding the ratio of the mathematical expectation of the average number of enemy targets, the fire impact on which corresponds to the achievement of the set goal. The improved methodology for determining the probability of achieving the desired effect can be used in the practice of MCC of groups of troops (forces) of different levels for the qualitative preparation of proposals to the commander (chief of staff) for the coordination of EFD in the operation.

Keywords: probability; quality; objective function; linear programming method; coordination; fire enemy defeat; complex fire impact; body of military command; operation; combined forces.