

Репіло Юрій Євгенович (доктор військових наук, професор)

Приміренко Володимир Миколайович (кандидат військових наук)

Дем'янюк Андрій Володимирович

Національний університет оборони України, Київ, Україна

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ПРОТИВНИКА ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ ЇХ ЯК МОЖЛИВИХ ЦІЛЕЙ З МЕТОЮ ВОГНЕВОЇ ПІДТРИМКИ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТРИЦІ CARVER

Відомо, що під час вогневої підтримки засобів ураження і ресурсів завжди менше ніж потрібно для враження усіх виявлених об'єктів противника. Виходячи з цього, визначення пріоритетності об'єктів противника, які в подальшому можуть ідентифікуватися як цілі для ураження, щоб забезпечити ефективне використання обмежених ресурсів, є актуальним науковим завданням. У статті наведено розроблену методику визначення пріоритетності об'єктів противника для прийняття їх як можливих цілей з метою вогневої підтримки з використанням матриці CARVER. Суть методики полягає в аналізі об'єктів противника з урахуванням їх потенційного впливу на виконання завдань з ураження їх засобами артилерії. На відміну від існуючих, у розробленій методиці передбачено оцінювання об'єктів противника на основі багатьох критеріїв, що забезпечує ефективне використання обмежених ресурсів. Це дає змогу ідентифікувати об'єкти як важливі цілі для подальшого прийняття обґрунтованих рішень щодо пріоритетності їх ураження. Використання запропонованої методики визначення пріоритетності об'єктів противника для прийняття їх як можливих цілей з метою вогневої підтримки з використанням матриці CARVER через визначення пріоритетів цілей, на основі таких факторів як критичність, доступність, здатність до відновлення, вразливість, ефект і впізнаваність, на практиці дає змогу забезпечити використання обмежених ресурсів для досягнення цілей по всіх ланках військового управління. Під час написання статті застосовано методи експертних оцінок, аналізу ієрархії та теорії важливості критеріїв. Зазначений методологічний підхід в подальшому планується як складова методики підтримки прийняття рішення бойового застосування артилерії на основі застосування геоінформаційних технологій та штучного інтелекту. Означене, в свою чергу, дає змогу підвищити ефективність бойового застосування артилерії, завдяки скороченню часу на прийняття рішення бойового застосування артилерії під час вогневої підтримки загальновійськових формувань та забезпеченню використання обмежених ресурсів з метою досягнення цілей у всіх ланках військового управління.

Ключові слова: пріоритетність, об'єкти противника, матриця CARVER, вогнева підтримка, ранг важливості, критичність, доступність, здатність до відновлення, вразливість, ефект і впізнаваність.

Вступ

Під час планування вогневої підтримки (далі – ВгП) в збройних конфліктах вкрай важливим є визначення пріоритетності об'єктів ураження противника з метою найшвидшого зниження бойового потенціалу його угруповання в цілому та нанесення максимально можливих втрат в найкоротший проміжок часу. Актуальність зазначеного завдання, по-перше, пов'язане з наявністю значної кількості особливостей, що впливають на показники ефективності ураження цілей під час вогневого впливу на противника, починаючи з достовірності розвіданого об'єкту враження і до показника критичності цього об'єкта для виконання операції в цілому з можливими відмінностями їх функціонального призначення, а по-друге, з обмеженим ресурсом ракетних військ і

артилерії, що виділяються для їх ураження. В таких умовах, важливість пріоритетності враження цілей противника (лат. *prior* «перший, старший» – поняття, що свідчить про черговість виконання дій (операцій) визначеними дійовими особами або засобами та визначає порядок їх виконання в часовому просторі) постає найважливішим фактором правильного вибору об'єктів ураження противника та розподілу їх між засобами враження, що і обумовлює актуальність цієї статті.

Постановка проблеми. Проблема, яка розглядається в цій статті, потребує системного та об'єктивного методу визначення пріоритетності об'єктів противника як можливих цілей для подальшого враження під час вогневої підтримки бойових дій. Традиційний метод встановлення

пріоритетів цілей часто спирається на суб'єктивні оцінки [9; 14–16], що призводить до неоптимального розподілу обмежених ресурсів і потенційно ставить під загрозу досягнення мети операції. Тому, існує потреба в розробленні метода, який би враховував численні критерії, такі як важливість цілі, ризик побічної шкоди та потенційний вплив на загальну місію. Такий метод має гарантувати, що найважливіші цілі матимуть відповідний пріоритет у процесі прийняття рішень. Для цього пропонується використовувати матрицю CARVER як інструмент прийняття рішень. Цей підхід дає змогу збалансувати важливість різних критеріїв та враховувати їх вплив на виконання місії, сприяючи оптимальному використанню ресурсів під час бойових дій.

За досвідом російсько-українського збройного конфлікту [1; 19] кінцеве оцінювання пріоритетності враження цілей проводиться на основі значення бойових потенціалів об'єктів противника або за коефіцієнтами їх важливості, який визначається за кількома методами, але не завжди містить особливості різних факторів, що впливають на пріоритетність ураження об'єктів у загальній системі угруповання противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Результати проведених попередніх досліджень [1–9] показують, що на цей час у теорії та практиці управління артилерією в аспекті її застосування в сучасних умовах та на перспективу до 2030 року виникла невідповідність між зростанням кількості об'єктів противника з одного боку та можливістю прийняття їх як можливих цілей для подальшого їх ураження в ході вогневої підтримки. Як свідчить досвід російсько-української війни [1; 19], сьогодні відсутнє єдине розуміння процесу визначення пріоритетності об'єктів противника, як можливих цілей для подальшого їх ураження, особливо під час планування вогневої підтримки артилерією загальновійськових підрозділів на початковому етапі операції.

Це надає можливість стверджувати, що на сьогодні існує ряд підходів до оцінювання пріоритетності об'єктів противника та визначення коефіцієнтів їх цінності або важливості. Дані дослідження запропоновували структуру для встановлення пріоритетів цілей, яка використовувала методи аналітичного ієрархічного процесу [2–3, 8–9] і метод визначення переваги порядку за подібністю до ідеального рішення [6]. Інший метод Делфі (Delphi) був ефективним у створенні пріоритетного списку цілей, що підкреслило необхідність чіткого керівництва та загального розуміння критеріїв, які використовуються для визначення пріоритетів [7].

Дослідження [6–10; 13–17] підкреслюють необхідність загального розуміння критеріїв, що використовуються для встановлення пріоритетів, і ефективного використання багатьох методів для досягнення пріоритетного списку цілей.

Отже, систематизація та об'єктивне оцінювання об'єктів противника на основі багатьох критеріїв, що дають змогу ефективно використовувати обмежені ресурси в сучасних військових операціях, а також висвітлення переваг використання матриці CARVER [18] для встановлення пріоритетів цілей є важливим науковим завданням.

Метою статті є розроблення методики для визначення пріоритету об'єктів противника як потенційних цілей з метою подальшого ураження у процесі вогневої підтримки, з використанням матриці CARVER та методу експертного оцінювання критичних уразливостей цих об'єктів. У межах розробленої методики, пропонується застосовувати систематизований та об'єктивний спосіб оцінювання об'єктів противника на основі визначених критеріїв, що сприятиме ефективному використанню обмежених ресурсів у сучасних військових операціях. Крім того, метою статті є висвітлення переваг використання матриці CARVER для встановлення пріоритетів цілей.

Виклад основного матеріалу дослідження

Під час прийняття рішення щодо вибору найкращого засобу та способу досягнення визначеної мети виникає проблема оцінювання їх за кількома факторами з відповідними критеріями, що визначають бажаність у визначеному інтервалі значень (наприклад, від 1 до 10). Під час аналізу об'єкта враження для прийняття рішення стосовно визначення його ціллю, пропонується окреслити фактори, які будуть впливати на пріоритетність ураження вибраних цілей елементами розвідувально-вогневої системи в оборонній операції. Для прикладу взято фактори матриці CARVER (від англ. Criticality – Критичність, Accessibility – Доступність, Recuperability – Відновлюваність, Vulnerability – Вразливість, Effect – Ефект, Recognizability – Впізнаваність), що була розроблена військами спеціального призначення США під час війни у В'єтнамі [10].

У статті розглянуто елементи матриці CARVER з критеріями необхідними для визначення важливості об'єкта ураження елементами РВС в операції. Першим ключовим елементом, для визначення пріоритетності ураження цілі є їх *критичність* для оцінювання об'єктів противника (далі – ОП), як можливих цілей для подальшого ураження. ОП є критичним, якщо його знищення або пошкодження має значний вплив на військові, політичні чи економічні фактори операції [11; 15–16].

Всі об'єкти враження в системі варто розглянути зважаючи на взаємозв'язок з іншими елементами цільової системи. Цінність ОП буде змінюватися в міру розвитку ситуації, що вимагає використання чутливих до часу методів, які реагують на зміни ситуації. Наприклад, коли у вас мало залізничних ешелонів, залізничні мости

можуть бути менш критичними як цілі. Однак захист мостів може мати вирішальне значення для маневрування звичайними силами або підвезення боєприпасів для артилерії, які потребують використання таких мостів. Як свідчать дані [2–9], критичність залежить від кількох чинників:

Час: як швидко результат обстрілу ОП вплине на хід операції?

Якість: який відсоток угруповання військ противника або його об'єктів тилу та інфраструктури буде скорочено через завдання успішного вогневого впливу по зазначеній цілі (об'єкту ураження)?

Ефективність: як це вплине на вирішення поставленого завдання операції?

Теорія відносності: скільки є цілей? Які їхні позиції? Як визначається їх відносна вартість? Що буде відбуватися в системі або комплексному «поточи»?

Виходячи з цього, пропонується здійснити ранжування критеріїв за якими приймається рішення щодо прийняття цілі до ураження. Так, у таблиці 1 наведено ранжування критеріїв критичності об'єктів противника.

Таблиця 1

Ранжування критеріїв критичності об'єктів противника

Критерії критичності	Ранг важливості
Вирішальне значення для загального успіху операції.	10
Важливе значення для успіху поточних бойових дій.	9
Вчасні та переконливі наслідки для поточних бойових дій.	8
Істотно впливає на хід бойових дій.	7
Посередній внесок в бойові дії, не має вирішального значення для успіху.	6
Не застосування цілеспрямованих дій, може негативно ускладнити операцію.	5
Вимагає цілеспрямованості майбутніх планів.	4
Не здійснення вогневого впливу, при-зведе до залучення більшої кількості сил і засобів.	3
Ефект, який забезпечує об'єкт, може бути не реалізований в майбутньому.	2
Здебільшого не важливий, наслідки не перешкоджатимуть бойовим діям.	1

Як видно з даних табл.1, ранг важливості цілі (від 1 до 10) напряду залежить від ступеня її впливу на хід бойових дій. Тому, враховуючи, що результат вогневого впливу на противника з достатньою кількістю засобів та особового складу можливо досягти через доступність об'єкта, наступним елементом, для оцінювання об'єктів пропонується прийняти його *доступність*, який показує можливість елемента вогневої підтримки досягти успішного результату вогневого впливу на противника з достатньою кількістю засобів та особового складу [11; 15–16]. Це оцінювання передбачає визначення та вивчення критичних шляхів, які має пройти операційний елемент. У нашому випадку це засіб вогневої підтримки, необхідний для досягнення успішного впливу на противника. Також важливим аспектом є врахування чинників, що можуть перешкоджати або сприяти ефективному завданню ураження цілям.

Як видно з [10–17] існують чотири основні кроки визначення доступності, а саме можливість:

завдання враження об'єкта без прямої загрози з боку противника;

визначення результатів вогневого впливу;

завдання враження без пошкодження інфраструктури навколишнього середовища;

враження всього об'єкта, а не окремих його елементів.

Фактори, що враховуються під час оцінювання доступності, можуть включати, але ними не

обмежуються:

активні та пасивні системи раннього попередження (засоби протиповітряної оборони, радіолокаційні станції наземної розвідки, контрбатареїні радари та ін.);

наявність елементів радіоелектронного подавлення (для використання високоточних боєприпасів);

тип місцевості та її використання;

система фортифікаційного обладнання;

приховування та прикриття окремих елементів цілі;

розташування об'єкта в населених пунктах, де неможливе застосування окремих засобів ураження;

інші природні або синтетичні перешкоди або бар'єри;

різкі зміни кліматичних погодних умов.

Доступність вимірюється з погляду відносної легкості або складності, які виникають під час реалізації комплексу заходів, спрямованих на ліквідацію цілі. Враховуючи це, рекомендується здійснити ранжування цих критеріїв, які в подальшому будуть враховуватися під час оцінки об'єктів ураження, що будуть прийматись як можливі цілі для вогневої підтримки. Так, у таблиці 2 наведено ранжування критеріїв доступності об'єктів противника.

Як видно табл. 2, ранг важливості цілі (від 1 до 10) виявляє прямопропорційну залежність від ступеня відкритості та спостережуваності даного

об'єкта, а також від складності місцевості, на якій він розташований. Враховуючи те, що на оцінювання об'єкта противника, який в подальшому може прийматись як ціль для вогневої підтримки буде впливати його можливість відновлення або своєчасна заміна, наступним елементом, для його оцінювання рекомендується прийняти його є *відновлюваність*, що вимірюється в часі [11; 15–16]. Тобто скільки часу знадобиться для заміни, ремонту або обходу руйнування чи пошкодження цілі? Можливість відновлення залежить від джерел і типу цільових компонентів, а також від наявності запасних частин. Фактори, що слід враховувати під час оцінювання

реабілітації, включають, але не обмежуються, доступністю:

такого підручного обладнання, як залізничні крани, сухі доки та зняття справних деталей і агрегатів з пошкодженої техніки для ремонту пошкоджених зразків озброєння;

відновлення та заміщення через скорочення; наявності запчастин;

еквівалентні комплекти ремонтного обладнання, що забезпечують резервне копіювання критичного обладнання чи компонентів, а також наслідків економічних ембарго та трудових заворушень.

Таблиця 2

Ранжування критеріїв доступності об'єктів противника

Критерії доступності	Ранг важливості
Стационарний, повністю доступний, відсутні системи раннього попередження системи раннього попередження, визначення результатів вогню.	10
Стационарний, доступний. Недостатність інформації про радіоелектронне подавлення, природні перешкоди відсутні.	9
Доступний, достовірно розвіданий, тип місцевості частково ускладнює доступ до об'єкту.	8
Доступний, окремі елемент за штучними перешкодами. Рельєф частково впливає на застосування окремих засобів ураження.	7
Частково доступний, окремі елементи фортифікаційно укриті. Необхідне залучення високоточних засобів ураження.	6
Частково доступний, можливе не достовірне уточнення структури об'єкту, є ймовірність систем раннього попередження або елементів радіоелектронного подавлення.	5
Частково доступний, є природні або штучні перешкоди, висока ймовірність систем раннього попередження або радіоелектронного подавлення, є ймовірність контрбатареїної боротьби з боку противника.	4
Складно-доступна, потребує значних сил і засобів, складна місцевість, окремі елементи приховані. Неможливо використати окремі засобів ураження.	3
Доступний з великими складнощами та витратою великого ресурсу сил і засобів. Об'єкт уражається лише певними видами засобів ураження.	2
Мінімальна доступність, достовірно розвідано системи раннього попередження (контрбатареїні радары), елементи об'єкта приховані або в населеному пункті.	1

Отже, враховуючи різну відновлюваність об'єкта ураження в часі, пропонується здійснити ранжування цих критеріїв, які в подальшому будуть враховуватись під час оцінювання об'єктів ураження. Так, у табл. 3 наведено ранжування критеріїв відновлюваності об'єктів противника.

З огляду на табл. 3, ранг важливості цілі (від 1 до 10) буде збільшуватися залежно від часу на який буде виведений з ладу даний об'єкт противника. Виходячи з даних таблиці, також виникає закономірна залежність чутливості визначеного об'єкта ураження до вогневого впливу, який завдають засоби ракетних військ і артилерії, однаковою кількістю засобів ураження. Тому для оцінювання пропонується прийняти його *вразливість*, що характеризується як нездатність витримувати вплив вогневих засобів противника

та наявності значної кількості слабких місць одного або декількох елементів цілі (об'єкта ураження). Цей фактор показує на скільки об'єкт ураження чутливий до вогневого впливу засобів ракетних військ і артилерії, а також які наслідки можливо завдати однаковою кількістю боєприпасів (ракет) [11; 15–16].

Під час визначення вразливості цілі пропонується порівнювати масштаб критичного компонента з можливостями атакуючого елемента знищити або пошкодити його. Загалом, атакуючий елемент може мати тенденцію до:

вибору спеціальних компонент;

заподіяння постійної шкоди;

запобігання або припинення ефекту канібалізації (донорства окремих елементів для інших об'єктів);

максимізації ефектів за рахунок використання матеріалів на місці; змушення цілі до самознищення. Зокрема, вразливість залежить від: характеру і конструкції цілі; необхідної кількості пошкоджень; наявних активів (наприклад, персонал, експертиза, мотивація, зброя, вибухові речовини та обладнання).

Враховуючи зазначене, пропонується здійснити ранжування критеріїв за якими впливає залежність заподіяної школи об'єкту ураження, що в майбутньому приймається до ураження. Так, у таблиці 4 наведено ранжування критеріїв вразливості об'єктів противника.

Таблиця 3
Ранжування критеріїв відновлюваності об'єктів противника

Критерії (для відновлення (заміни, ремонту або заміщення) потрібно)	Ранг важливості
1 місяць або більше	10
2-3 тижні	9
до 2 тижнів	8
1 тиждень	7
5-6 днів	6
3-4 дні	5
до 72 год.	4
до 48 год.	3
в той самий день або наступний.	2
до 12 год.	1

Таблиця 4
Ранжування критеріїв вразливості об'єктів противника

Критерії вразливості	Ранг важливості
Об'єкт (основні окремі його елементи) будуть уражені уламками в ході вогневого впливу	10
Окремі елементи об'єкта є критичними, вразливі окремі елементи (відкрита жива сила)	9
Окремі елементи об'єкта критичні, об'єкт вразливий до окремих елементів.	8
Об'єкт вразливий для всіх засобів ураження, зокрема, артилерією загальної підтримки та всіх видів реактивних систем залпового вогню.	7
Об'єкт вразливий для більшої частини засобів ураження, зокрема артилерією та мінометами.	6
Об'єкт вразливий для окремих видів засобів ураження, зокрема, далекобійною артилерією та реактивними системами залпового вогню середньої та дальньої дії.	5
Об'єкт невразливий до окремих видів засобів ураження, потребує постійного вогневого впливу. Можливе залучення високоточних ЗУ.	4
Об'єкт невразливий до частини засобів ураження, але може бути заподіяна шкода потужним вогневим впливом сил і засобів.	3
Об'єкт невразливий до більшої частини засобів ураження, можливе ураження реактивними системами залпового вогню дальньої дії та частково силами і засобами артилерії загальної підтримки.	2
Об'єкт невразливий до всіх засобів ураження, окрім застосування тактичного ракетного комплексу та реактивних систем залпового вогню дальньої дії.	1

Як свідчить таблиця 4, ранг важливості об'єкта (від 1 до 10) прямо залежить від здатності витримувати вогневий вплив різних видів засобів ураження та кількості залучення боєприпасів для її ураження. Враховуючи намір та мету вогневого впливу на противника, а також можливі наслідки такого впливу, пропонується прийняти до оцінювання фактор *ефекту*, який буде посідати одне з основних місць у процесі оцінювання об'єкта (групи об'єктів) під час використання матриці CARVER і він тісно пов'язаний з показником критичності об'єктів [10–12]. Ефект вогневого впливу є мірою можливих військових, політичних, економічних, психологічних і соціологічних впливів не лише на об'єкт, а й за його межами. Тип і величина бажаних ефектів допоможуть у процесі планування вогневої підтримки вибрати об'єкт та його основні

елементи для атаки. Ефект у цьому контексті стосується всіх значних ефектів, бажаних чи ні, які можуть виникнути після атаки на вибраний об'єкт ураження.

Наприклад, основним ефектом знищення двох суміжних радіолокаційних станцій великої дальності в системі раннього попередження (система протиповітряної оборони (далі – ППО) або протиракетної оборони (далі – ПРО) може бути відкриття діри в системі, яка має достатній розмір і тривалість, щоб дозволити засобам ракетних військ або повітряного нападу застосувати успішний повітряний або ракетний удар по найбільш важливим об'єктам в системі оперативної побудови військ противника. Ефекти також можуть включати:

- ініціювання контрзаходів;
- небоекздатність сил і засобів;

репресії проти мирного населення;
побічний збиток для інших об'єктів.

Можливі наслідки можуть бути гіпотетичними і мають бути позначені як припущення. Наслідки однієї атаки можуть бути досить різними на тактичному, оперативному та стратегічному рівнях. Наприклад, руйнування підстанції може не вплинути на місцеве електропостачання, але припиняє все живлення сусіднього регіону. Тому даний фактор часто відіграє одну з важливих ролей у прийнятті військових рішень [12]. Враховуючи зазначене, рекомендується здійснити ранжування цих критеріїв, які в подальшому будуть враховуватися під час оцінювання об'єктів противника, що будуть прийматися як можливі цілі для вогневої підтримки. Так, у таблиці 5 наведено ранжування критеріїв ефекту від ураження об'єктів противника.

Як показує таблиця 5, ранг важливості об'єкту (від 1 до 10) буде збільшуватися залежно від ефекту на результати операції, який буде

прогнозуватися від ураження зазначеного об'єкту противника. Також, значущим є те, наскільки давно та якими засобами розвідки було розвідано об'єкт противника. Ця інформація буде свідчити про достовірність розвідувальної інформації щодо об'єкту ураження. Тому пропонується також враховувати фактор *розпізнаваності* цілі під час застосування матриці CARVER. Цей фактор являє собою ступінь, до якого об'єкт може бути розпізнаний різними засобами розвідки, в першу чергу, засобами артилерійської розвідки, за різних умов [11; 15–16]. Погода має очевидний і значний вплив на видимість об'єктів ураження, які не виявляють себе активним випромінюванням або звуковим та хвильовим випромінюванням. Дощ, сніг і ґрунтовий туман можуть заважати спостереженню. Відрізки доріг з рідкісною рослинністю та прилеглі височини створюють чудові умови для хорошого спостереження. Слід також враховувати відстань, світло та пору року.

Таблиця 5

Ранжування критеріїв ефекту від ураження об'єктів противника

Критерії ефекту (від ураження об'єкта)	Ранг важливості
Дасть максимально можливий позитивний ефект на результати операції.	10
Дасть позитивний ефект на результати операції.	9
Дасть позитивний ефект на окремі етапи операції.	8
Дасть посередній ефект на результати операції.	7
Дасть незначний позитивний ефект на загальну обстановку в районі бойових дій.	6
Не дасть істотного позитивного ефекту на загальну обстановку в районі бойових дій.	5
Не призведе позитивних ефектів на етапи операції, надмірне використання ресурсу.	4
Мало значних позитивних ефектів, можливий негативний вплив на операцію.	3
Не дасть позитивних ефектів, прогноуються негативні ефекти від його ураження.	2
Не дасть істотних позитивних ефектів для операції, прогноуються негативні ефекти.	1

Інші чинники, що впливають на розпізнавання, включають розмір і структурну складність цілі, присутність її характерних ознак, наявність маскування або камуфляжу, а також технічну складність і підготовку фортифікаційного обладнання. Факт активного радіовипромінювання з місця розташування об'єкта ураження, може свідчити про його непереміщеність та присутність у зоні попереднього розвідування.

Отже, враховуючи вид розвідки, яким було розвідано об'єкт, час який пройшов від його виявлення та певні погодні умови, пропонується здійснити ранжування критеріїв упізнаваності, які в подальшому будуть враховуватися під час загального оцінювання об'єктів ураження за матрицею CARVER. Так, у таблиці 6 наведено ранжування критеріїв упізнаваності об'єктів противника.

Як свідчить таблиця 6, ранг важливості об'єкту (від 1 до 10) залежить від якості виду розвідки, яким він був розвіданий, достовірності розвідувальних даних про нього та можливість спостереження в реальному часі, що в свою чергу

дасть можливість спостерігати за результатами вогневого впливу на даний об'єкт противника.

Для прикладу, розглянемо визначення пріоритетності вибору об'єктів ураження в ході оборонної операції в смузі оборони оперативно-тактичного угруповання військ [20]. Так, припустимо, що силами і засобами всіх видів розвідки в смузі оборони оперативно-тактичного угруповання військ розвідано 10 таких типів об'єктів ураження противника на глибину ураження засобами далекобійної артилерії та РСЗВ середньої дальності («Ураган») до 25 км:

- командний пункт бригади;
- командний пункт батальйону;
- взвод 220-мм РСЗВ на вогневій позиції;
- батарея 152-мм гармат на вогневій позиції;
- батарея 120-мм мінометів на вогневій позиції;
- ЗРК системи ППО С-300В;
- станція радіоелектронної боротьби «Житель»;
- радіолокаційна станція польової артилерії (Зоопарк-1М);
- мотострілецький взвод батальйону 1 ешелону;
- танковий взвод батальйону 1 ешелону.

Ранжування критеріїв упізнаваності об'єктів противника

Критерії впізнаваності	Ранг важливості
Чітко спостерігається засобами розвідки, всі елементи об'єкта згруповані.	10
Спостерігається засобами розвідки в даний час або раніше, об'єкт продовжує свою діяльність в даному районі.	9
Розвідано джерелом артилерійської розвідки, об'єкт виявляє себе різного роду випромінюванням.	8
Розвідано з високим ступенем надійності, характерні ознаки стверджують, що об'єкт не змінив місця.	7
Розвідано з терміном до 1 год, малорухомий, з можливістю переміщення. можлива дорозвідка.	6
Розвідано терміном до 3 годин, окремі елементи змінені на місцевості, маломаневрений.	5
Розвідано агентурною розвідкою, складні погодні умови заважають надійності розвідки.	4
Розвідано нещодавно, маневрений, відсутність дорозвідки або можливість дезінформації.	3
Розвідано з тривалим терміном, погодні умови не дають ідентифікувати об'єкт.	2
Розвідано давно, розвідувальних ознак не виявляє, можливе переміщення об'єкту.	1

Враховуючи вихідні дані прикладу, що розглядається, на основі досвіду авторів, методом експертних оцінок було оцінено кожен тип об'єктів ураження противника. Результати роботи експертів усереднені та округлені до цілого числового значення наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Результати оцінювання експертами об'єктів противника, як можливих цілей для подальшого їх ураження

Приклад застосування системи матриці CARVER							
Цільова система	C	A	R	V	E	R	Загальна
Командний пункт бригади	9	7	7	8	10	6	47
Командний пункт батальйону	8	6	7	8	9	6	45
Взвод 220-мм Реактивних систем залпового вогню на вогневій позиції	8	5	7	6	7	6	39
Батарея 152-мм причіпної гармати на вогневій позиції	7	5	6	5	7	6	36
Мінометна батарея на вогневій позиції	5	6	5	5	5	5	31
Приклад застосування системи матриці CARVER							
Цільова система	C	A	R	V	E	R	Загальна
Зенітний ракетний комплекс С-300В	7	5	8	6	6	7	39
Станція радіоелектронної боротьби «Житель»	6	7	9	6	6	7	41
Радіолокаційна станція «Зоопарк-1М»	7	7	9	8	7	8	46
Мотострілецький взвод 1 ешелону	5	8	3	4	4	4	28
Танковий взвод 1 ешелону	6	7	3	2	3	4	25

Поточна методологія CARVER має прогалини в здатності визначати пріоритети в області критеріїв. Підхід, який пропонується, дозволяє усунути погрішності даної методології завдяки здатності командира (групи об'єднаної вогневої підтримки) зважувати критерії за допомогою методу попарного порівняння. В таблиці 7, відображено підсумкову суму рядків, що використовуються для визначення пріоритетності (ранжування) альтернативних об'єктів. Це такі:

командний пункт бригади – 47;
 командний пункт батальйону – 45;
 взвод 220-мм РСЗВ на вогневій позиції – 39;
 батарея 152-мм гармат на вогневій позиції – 36;
 батарея 120-мм мінометів на вогневій позиції – 31;
 зенітний ракетний комплекс системи протиповітряної оборони С-300В – 39;
 станція радіоелектронної боротьби «Житель» – 41;
 радіолокаційна станція польової артилерії (Зоопарк-1М) – 46;
 мотострілецький взвод батальйону 1 ешелону – 28;
 танковий взвод батальйону 1 ешелону – 25;

У цьому методі передбачено, що всі критерії CARVER є рівно вагомими. З погляду аналітики, суттєвим недоліком є припущення про рівноважність вагомості того, що всі фактори у матриці CARVER однаково зважені відділом об'єднаної вогневої підтримки та мають коефіцієнти важливості в критеріях.

Таке ствердження полягає в тому, що майже у всіх операціях (бойових діях) ці елементи критеріїв насправді не будуть рівноцінними. А якщо вони не рівні, тоді відділ об'єднаної вогневої підтримки має призначити ваги відповідно до вказівок командира щодо завдання операції або визначити коефіцієнт важливості кожного критерію за відповідним математичним апаратом.

Методи визначення коефіцієнтів важливості та схеми зважування, що поширені в науковій

літературі, є занадто складними. Водночас, завдання з цілевиявлення мають часові обмеження і більша частина методик є громіздкими. Разом із тим, використання ймовірностей, які можуть бути не своєчасними, може не відобразити намір командира (начальника відділу об'єднаної вогневої підтримки).

Прийняття рішення за численними атрибутами – це структурований процес ранжування альтернатив порядку за допомогою набору критеріїв і ваги, наданої цим критеріям. Тому, для пришвидшення процесу визначення коефіцієнтів важливості (вагових коефіцієнтів) на основі контексту ситуації пропонується використання шкали попарних порівнянь, що описана Сааті [8].

Метод попарного порівняння Сааті є одним із найпоширеніших методів [2–3; 7], що використовуються в дослідженнях стосовно прийняття рішення, тому виваження таких рішень пропонується здійснювати методом аналізу ієрархій. Тоді, для врахування ваги кожного критерію матриці CARVER проаналізуємо кожний з них за допомогою методу аналізу ієрархій. Суть методу складається в наступному. Для того щоб вирішити проблему, в нашому випадку, пропонується надати кожному критерію свій коефіцієнт важливості. Виходячи з цих коефіцієнтів, здійснюється обчислення значень вагового показника розвіданих об'єктів противника, які підлягають ураженню вогневими засобами [13]. Для цього сформуємо спочатку матрицю попарних порівнянь для рівня 2. У цій матриці визначається важливість кожного з критеріїв відповідно до шкали відносної

важливості, яка буде застосована, згідно з матрицею показаною з в табл.8.

Таблиця 8

Матриця експертних оцінок (парних порівнянь)

Елементи	П ₁	П ₂	...	П _k	...	П _m
П ₁	1	φ_1/φ_2	...	φ_1/φ_k	...	φ_1/φ_m
П ₂	φ_2/φ_1	1	...	φ_2/φ_k	...	φ_2/φ_m
...	...	...	1	...	...	...
П _k	φ_k/φ_1	φ_k/φ_2		1	...	φ_k/φ_m
...	...	...	...	...	1	...
П _m	φ_m/φ_1	φ_m/φ_2		φ_m/φ_k	...	1

Матриця парних порівнянь має властивість оберненої симетричності:

$$\frac{\varphi_i}{\varphi_j} = \frac{1}{\varphi_j/\varphi_i}; \text{ при } i = j \quad \varphi_i/\varphi_i = 1 \quad (1)$$

Матрицю попарних порівнянь пропонується заповнювати або кожним експертом індивідуально, або на підставі консенсусу між експертами. В першому випадку результати заводяться до матриці на підставі середнього геометричного. Де відношення φ_k/φ_m пропонується визначати за формулою:

$$\varphi_k/\varphi_m = \sqrt[p]{\prod_p (\varphi_k/\varphi_m)_p}; \quad p = \overline{1, P} \quad (2)$$

де, φ_k/φ_m – судження p -го експерта;
 P – кількість експертів.

Заповнення числових значень до матриці попарних порівнянь здійснюється з використанням шкали рівня переваги в попарних порівняннях (шкали Сааті) [8], яка наведена в таблиці 9.

Таблиця 9

Шкала рівня переваги в попарних порівняннях (шкала Сааті)

Рівень переваги	Визначення	Пояснення
1	Відсутність переваги	Внесок альтернатив до цілі однаковий
2	Слабка перевага	
3	Посередня перевага	Досвід та судження незначно сприяють одній з альтернатив над іншою
4	Більш ніж посередня перевага	
5	Значна перевага	Досвід та судження значною мірою підтримують перевагу однієї з альтернатив над іншою
6	Більш ніж значна перевага	
7	Вагома або продемонстрована перевага	Вагома перевага на користь однієї з альтернатив, її домінування продемонстровано на практиці
8	Надто вагома перевага	
9	Екстремальна перевага	Докази, що сприяють одній з альтернатив над іншою є найвищим можливим порядком підтвердження
1,1–1,9	Значення, близькі до відсутності переваги	Коли альтернативи дуже близькі, додавання знаків після коми дозволяє показати наявність різниці

Окремі значення критеріїв матриці CARVER зважуються відносно до змінних середовища та мети операції (бойових дій), начальник центру об'єднаної вогневої підтримки (командир структурного підрозділу управління) може сформулювати важливість критеріїв на основі своїх пріоритетів і прийняти більш обґрунтоване рішення. Начальник центру (командир) може підкреслити певні критерії на основі пріоритетів, тобто критичності над доступністю або вразливістю. Начальник центру (командир) також може зменшити акцент на критеріях, які не є такими доречними через можливості, а саме впізнаваність менше ніж здатність до відновлення. Критерії ваги залежатимуть від контексту та базуватимуться на можливостях, що доступні начальнику (командиру). В таблиці 10, на основі досвіду авторів, надані значення попарних рішень для критеріїв у матриці CARVER.

Обчислюємо вектори пріоритетів для матриці попарних порівнянь. Для чого із групи матриць попарних порівнянь формується набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив безлічі елементів на елемент верхнього рівня. Знайдемо відносну величину кожного окремого об'єкта через рішення матриць, кожна з яких володіє зовнішньосиметричними властивостями. Для цього обчислимо безліч власних векторів для кожної матриці, а потім нормалізуємо результат до одиниці, одержуючи тим самим вектор пріоритетів [13].

Таблиця 10

Матриця експертних оцінок (парних порівнянь)

Критерії	Критичність	Доступність	Відновлення	Вразливість	Ефект	Впізнаваність
Критичність	1	6	3	6	2	5
Доступність	1/6	1	1/4	1	1/5	1/2
Відновлення	1/3	4	1	4	1/2	3
Вразливість	1/6	1	1/4	1	1/5	1/3
Ефект	1/2	5	2	5	1	4
Впізнаваність	1/5	2	1/3	3	1/4	1

Для визначення важливості кожного критерію пропонується обчислювати власний вектор матриці оцінок. Для чого компоненти рядків матриці перемножуються і потім добувається корінь p-го ступеня, за формулою:

$$\alpha_i = \sqrt[p]{\frac{\varphi_1}{\varphi_1} \times \frac{\varphi_1}{\varphi_2} \dots \frac{\varphi_1}{\varphi_m}}; \quad (3)$$

Далі здійсимо нормування геометричних середніх (визначається оцінка вектора пріоритетів):

$$b_i = \frac{a_i}{\sum_i a_i}; \quad i = \overline{1, m}; \quad \sum_i b_i = 1; \quad (4)$$

Обчислення оцінок векторів пріоритетів за формулами (3), (4) з точністю до четвертого знаку дали наступні результати, що наведені в таблиці 11.

Таблиця 11

Оцінки векторів пріоритетів

b _i	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆
Значення	0.3892	0.0489	0.1718	0.0456	0.2617	0.0828

Проведемо перевірку за формулою:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 0,3892 + 0,0489 + 0,1718 + 0,0456 + 0,2617 + 0,0828 = 1$$

Методом адаптивних ваг з використанням простих алгоритмів проведемо визначення рангів важливості кожного критерію визначимо ваговий коефіцієнт кожного об'єкта ураження помноживши значення кожного критерію на його відповідну вагу (табл. 12).

Таблиця 12

Матриця CARVER з урахуванням рангів кожного критерію

Зразок застосування стратегічної системи матриці CARVER								
Цільова система\ коеф. критерію	C	A	R	V	E	R	Середнє значення	Рейтинг
КП бригади	9	7	7	8	10	6	7,8333	1
КП батальйону	8	6	7	8	9	6	7,5000	3
взв 220-мм РСЗВ на ВП	8	5	7	6	7	6	6,5000	5
батр 152-мм ПГ на ВП	7	5	6	5	7	6	6,0000	7
мінбатр на ВП	5	6	5	5	5	5	5,1666	8
ЗРК С-300В	7	5	8	6	6	7	6,5000	5
ст. РЕБ «Житель»	6	7	9	6	6	7	6,8333	4
РЛС «Зоопарк-1М»	7	7	9	8	7	8	7,6666	2
мсв 1 ешелону	5	8	3	4	4	4	4,6666	9
те 1 ешелону	6	7	3	2	3	4	4,1666	10

Зміст абrevіатур у таблиці: КП – командний пункт; ВП – вогнева позиція; ПГ – причіпна гармата; ЗРК – зенітний ракетний комплекс; РЕБ – радіоелектронна боротьба; РЛС – радіолокаційна станція; *батр* – батарея; *мінбатр* – мінометна батарея мсв – мотострілецький взвод; *тв* – танковий взвод.

В нашому випадку, група експертів у складі 9 осіб органу об'єднаної вогневої підтримки оперативної ланки визначила вектори локальних пріоритетів критеріїв матриці «CARVER» з наступними ваговими коефіцієнтами:

Критичність	0,3892
Доступність	0,0489
Відновлення	0,1718
Вразливість	0,0456
Ефект	0,2617
Впізнаваність	0,0828

Провівши обчислення критеріїв важливості з урахуванням оцінок векторів пріоритетів кожного критерію, спостерігаємо зміну середнього значення вагового коефіцієнту кожного типу об'єктів противника, що, в свою чергу, змінює пріоритетність їх ураження в ході вогневої підтримки. Зміни середніх значень та рейтингу об'єктів наведені на рис. 1, де в лівій частині наведено значення кожного типу об'єктів при однакових коефіцієнтах кожного критерію матриці CARVER, а в правій частині – з коефіцієнтами відповідно до векторів пріоритетів для кожного критерію.

Проаналізувавши графік, показаний на рисунку 1, що відображає зміни коефіцієнтів важливості між загальним значенням матриці CARVER та значенням з врахуванням ваги кожного критерію, можна зробити висновок, що врахування ваги критеріїв методом попарних порівнянь значно впливає на пріоритет об'єктів в угрупованні противника. Крім того, після врахування векторів локальних пріоритетів матриці, об'єкти в угрупованні противника, які взято до ураження, значно змінили своє місце в таблиці пріоритетності. Так, коефіцієнт пріоритету РЛС «Зоопарк-1М» збільшився та випередив КП батальйону. Коефіцієнти пріоритету взводу 220-мм РСЗВ на вогневій позиції та зенітного ракетного комплексу С-300В, у цьому випадку теж збільшились з випередженням значень для станції РЕБ «Житель». В свою чергу, танковий та мотострілецький взводи батальйону 1 ешелону під час розрахунків практично зрівняли свої показники пріоритетності.

Отже, провівши розрахунки за допомогою наведеної методики стає очевидною зміна

Список бібліографічних посилань

1. Приміренко В. М., Дем'янюк А. В. Методологічний підхід визначення пріоритетності ураження цілей на основі визначення важливості критеріїв матриці CARVER. *Науково-практична конференція*: зб. мат. НПК м. Львів, 17 листопада 2022 р. Львів: НАСВ, 2022.

рейтингу пріоритетності об'єктів противника, як можливих цілей, для подальшого їх ураження від початкового вагового рейтингу.

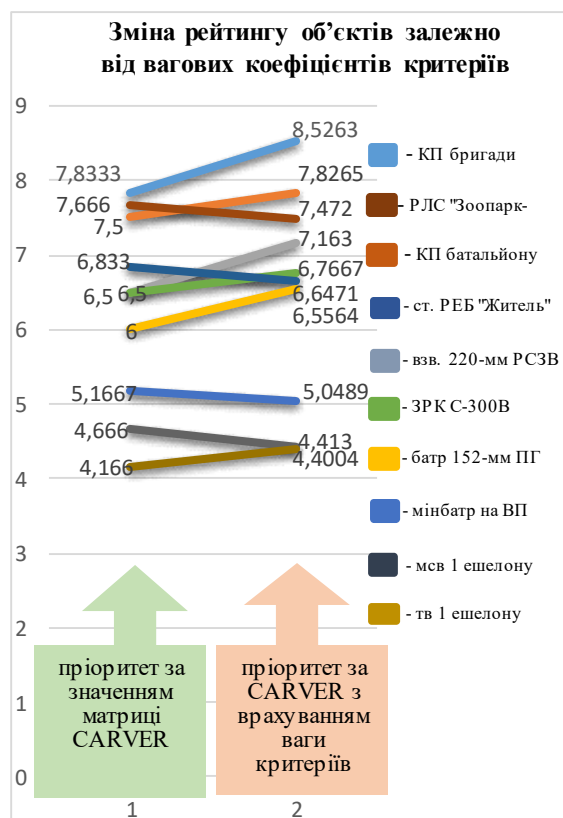


Рисунок 1 – Зміна рейтингу об'єктів залежно від вагових коефіцієнтів критеріїв

Висновки й перспективи подальших досліджень

Використання розробленої методики визначення пріоритетності об'єктів противника для прийняття їх як можливих цілей з метою подальшого ураження під час вогневої підтримки, використовуючи матрицю CARVER для визначення пріоритетів об'єктів, з урахуванням таких факторів як критичність, доступність, здатність до відновлення, вразливість, ефект і впізнаваність, на практиці забезпечує використання обмежених ресурсів для досягнення цілей на всіх рівнях військового управління.

Перспективами подальших досліджень є вивчення ефективності використання матриці CARVER під час реальних бойових операцій, а також можливість її інтеграції з іншими передовими інструментами і технологіями прийняття рішень (штучний інтелект, нейронні мережі тощо) в умовах впливу на них людських факторів і ситуаційної обізнаності.

С. 108. 2. Олійник В. В., Данилюк І. А., Оцінювання важливості об'єктів противника в ході планування рейдових дій з використанням методу аналізу ієрархії. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ, 2020. Вип.2 (38). С. 107–112.

DOI: 10.33099/2311-7249/2020-38-2-107-112.

3. Саати Р. В. Процес аналізу ієрархії – що це таке і як він використовується. *Математична модель* 1987; 9: С. 161-176. DOI: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.

4. Пеніваті К. Критерії оцінки групового прийняття рішень. *Математичні комп'ютерні моделі*. 2007. Вип. 46: С. 935–947, DOI:10.1016/j.mcm.2007.03.005.

5. Репіло Ю., Авед А., Животовський Р., Шишацький А., Гогонянц С., Кравченко С., Живило І., Денсєжкін М., Протас Н., Щепцов О. Удосконалення методу оцінювання та прогнозування стану об'єкта моніторингу в інтелектуальних системах з підтримкою прийняття рішень. *Східно-Європейський журнал підприємницьких технологій*. 2021. Вип. 3(112), С. 43-55, DOI: 10.15587/1729-4061.2021.237996.

6. Гао Ш, Жанг З., Као Ч. Методи обчислення ваг з використанням повних і неповних матриць. *Журнал Програмне забезпечення* 2010. № 5: С. 304–311. DOI: <https://doi.org/10.4304/jsw.5.3.304-311>

7. Сонг Б., Кан С. Метод призначення ваг за допомогою ранжування та неієрархічного порівняння. *Adv Decis Sci*. 2016. Article ID 8963214, С. 107-119. DOI:10.1155/2016/8963214.

8. Саати Т. Аналітичний процес ієрархії. Нью-Йорк: *McGraw-Hill Book Company*, 1980. С. 104.

9. Фокс В., Томпсон Н. Поетапне виявлення терористичних атак: спрощення складності за допомогою аналітичного процесу ієрархії. *Журнал управління обороною*, 2014. № 5. С. 57–64. DOI: 10.4172/2167-0374.1000116

10. Гердес Дж., Сперо Е. Компактний огляд багатокритеріальних методів аналізу невизначеності рішень. ARL-TR-6340. *Армійські науково-дослідні лабораторії*. 2013. С. 30. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA582195.pdf>. (дата звернення 18.01.2023).

11. Штаб, управління армії. FM 34–36: Операції розвідки Сил спеціальних операцій та радіоелектронної боротьби, Додаток D, 1991. 212 с.

12. Лабай Л., Бенсі Л. The CARVER. Цільовий аналіз і

методологія оцінки вразливості: практичний посібник для оцінки вразливості безпеки. 2018, 188 с.

13. Грейвер Б., Реабе Л., Фокс В., Баркс Р. CARVER 2.0: інтеграція багатоатрибутної схеми зважування процесу прийняття рішень аналітичного ієрархічного процесу для аналізу вразливості центру ваги для сил спеціальних операцій США. *Журнал оборонного моделювання та симуляції*, 2018. № 15. С. 111–120. DOI: 10.1177/1548512917717054

14. Алінежад А., Аміні А. Аналіз чутливості техніки TOPSIS: результати зміни ваги одного атрибута в підсумковому рейтингу альтернатив. *Журнал оптимізації в промисловому машинобудуванні*, 2011. № 7. С. 23–28.

15. Фокс В. TOPSIS в бізнес-аналітиці. *Енциклопедія бізнес-аналітики та оптимізації*. 2014. С. 1762–1771. URL: https://www-users.york.ac.uk/~vjh5/myPapers/hodge%20article_wang_ency_2014.pdf. (дата звернення: 03.02.2023).

16. Гайджинасс. Матриця CARVER: Тактичний аналіз цілей, URL: <https://gaijinass.com/2010/03/11/carver-matrix-tactical-target-analysis/>, 2010. (дата звернення: 24.02.2023).

17. Гайджинасс. Використовуйте матрицю CARVER для керування. 2009. URL: <https://gaijinass.com/2009/09/07/use-the-carver-matrix-for-management/>. (дата звернення: 18.01.2023).

18. Ріман О., Приміренко В., Цветков С. Організація планування вогневої підтримки на тактичному рівні. *Навчальний посібник*, 2023. Київ. С. 26–27.

19. Баранов С., Таранець С. Грім з небес. Вплив застосування підрозділів РВіА на результати бойових дій., Київ, 2023, 16 с. URL: https://sprotyvg7.com/ua/wp-content/uploads/2023/03/grim_z_nebes-1_spr.pdf (дата звернення 16.04.2023).

20. Оперативно-стратегічне завдання для проведення командно-штабної воєнної гри зі слухачами випускних курсів Національного університету оборони України. Київ : НУОУ, 2021. 102 с.

THE METHODOLOGY FOR PRIORITIZING ENEMY TARGETS FOR ACCEPTANCE AS POSSIBLE TARGETS FOR FIRE SUPPORT USING THE CARVER MATRIX

Repilo Iurii (Doctor of Military Sciences, Professor)
Prymireenko Volodymyr (candidate of military sciences)
Demianiuk Andrii

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

It is known that in the course of fire support, munitions and resources are always less than necessary to destroy all identified enemy targets. Based on this, the task of prioritizing enemy targets that can be further identified as targets for destruction in order to ensure the efficient use of limited resources becomes extremely relevant. The article describes a methodology for prioritizing enemy objects for acceptance as possible targets for fire support using the CARVER matrix. The essence of the methodology is to analyze enemy targets for their potential impact on the fulfillment of the tasks of destroying them with artillery fire. Unlike the existing ones, it provides for the evaluation of enemy targets based on multiple criteria, which ensures the efficient use of limited resources. This makes it possible to identify objects as important targets for further making informed decisions on the priority of their destruction. The use of the proposed methodology for prioritizing enemy objects for acceptance as possible targets for fire support using the CARVER matrix by prioritizing targets based on factors such as criticality, availability, recovery capability, vulnerability, effect and recognizability, in practice, allows to ensure the use of limited resources to achieve goals in all levels of military command. In writing this article, the methods of expert evaluation, hierarchy analysis, and the theory of criteria importance were used. This methodological approach is further planned as a component of the decision support methodology for the combat use of artillery based on the use of geographic information technologies and artificial intelligence. This, in turn, makes it possible to increase the effectiveness of artillery combat employment by reducing the time for making

decisions on the combat use of artillery during fire support of combined arms formations and ensuring the use of limited resources to achieve goals in all levels of military command and control.

Keywords: priority, matrix CARVER, operation, combat, fire support, missile and artillery units, importance rank, Saaty scale, expert evaluation matrix, criteria weighting methodology.

References

1. Prymireno, V., Demianiuk, A., (2022). Methodological approach to determining the priority of hitting targets based on determining the importance of CARVER matrix criteria. *Scientific and practical conference: coll. mate.*, 1(39), 108.
2. Oliynyk, V. V., Danyliuk, I. A., (2020). Estimating the importance of enemy objects during raid planning using the hierarchy analysis method. Modern information technologies in the field of security and defense. 2(38). 107–112 DOI: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-107-112>.
3. Saaty, R. W., (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Math Model*; 9: 161–176. DOI: [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
4. Peniwati, K. (2007). Criteria for evaluating group decision making. *Math Comput Model*; 46, 935–947. DOI:10.1016/j.mcm.2007.03.005.
5. Repilo, I., Abed, A., Zhyvotovskyi, R., Shyshatskyi, A., Hohoniants, S., Kravchenko, S., Zhyvylo, I., Dieniezhkin, M., Protas, N., Shcheptsov, O., (2021) Improvement of the method of estimation and forecasting of the state of the monitoring object in intelligent decision supported systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(112), 43–55, DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237996>.
6. Gao, S, Zhang, Z, Cao, C., (2010). Calculating weights methods using complete matrices and incomplete matrices. *J Software*; 5, 304–311. DOI: <https://doi.org/10.4304/jsw.5.3.304-311>.
7. Song, B, Kan, S., (2016). A method of assigning weights using a ranking and nonhierarchical comparison. *Adv Decis Sci*. 107-119. DOI:<https://doi.org/10.1155/2016/8963214>
8. Saaty, T., (1980). The analytic hierarchy process. New York: *McGraw-Hill Book Company*, 1980. 104.
9. Fox, W., Thompson, N., (2014). Phase targeting of terrorist attacks: simplifying complexity with analytical hierarchy process. *Int J Decis Sci*, 5, 57–64. DOI: 10.4172/2167-0374.1000116.
10. Gerdes, J., Spero, E., (2013). A compact review of multi-criteria decision analysis uncertainty techniques. *Army Research Laboratories*, 2013, 64-72. [online] Available at: URL: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA582195.pdf> [Accessed : 18 January 2023].
11. Headquarters, Department of the Army, (1991). FM 34–36: Special Operations Forces Intelligence and Electronic Warfare Operations, Appendix D, 212.
12. Labaj, L., Bencie, L., (2018). The CARVER. Target Analysis and Vulnerability Assessment Methodology: A practical guide for Evaluating security Vulnerability, 188.
13. Greaver, B., Raabe, L., Fox, WP., Burks, RE., (2018). CARVER 2.0: integrating the Analytical Hierarchy Process’s multi-attribute decision-making weighting scheme for a center of gravity vulnerability analysis for US Special Operations Forces. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 15, 111-120. DOI:<https://doi.org/10.1177/1548512917717054>
14. Alinezhad, A., Amini, A., (2011). Sensitivity analysis of TOPSIS technique: the results of change in the weight of one attribute on the final ranking of alternatives. *J Optimiz Ind Eng*, 7, 23–28.
15. Fox, W., (2014). TOPSIS in business analytics. *Encyclopedia of business analytics and optimization*. 2014, 1762-1771. [online] Available at: URL: https://www-users.york.ac.uk/~vjh5/myPapers/hodge%20article_wang_ency_2014.pdf/ [Accessed : 03 February 2023].
16. Gaijinass. (2010). CARVER Matrix: Tactical Target analysis, [online] Available at: URL:<https://gaijinass.com/2010/03/11/carver-matrix-tactical-target-analysis/>. [Accessed : 24 February 2023].
17. Gaijinass, (2009). Use the CARVER matrix for management, [online] Available at: URL:<https://gaijinass.com/2009/09/07/use-the-carver-matrix-for-management/>. [Accessed : 18 January 2023].
18. Riman, O., Prymireno, V., Tsvetkov, E., (2023). Organization of the fire support planning at the tactical level. *Training manual*. 2023, Kyiv, 117.
19. Baranov, S. M., Taranets, S. V., (2023). Thunder from Heaven. The impact of the use of RViA units on the results of hostilities. Kyiv, 16 [online] Available at: URL: https://sprotyvg7.com/ua/wp-content/uploads/2023/03/grim_z_nebes-1_spr.pdf
20. An operational-strategic task for conducting a command and staff war game with students of the final courses of the National Defense University of Ukraine, (2021). Kyiv: NUOU, 102.