

УДК 621.34:51

А.А. Адаменко

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПЕРЕЛІКУ ОБ'ЄКТІВ УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА В ОПЕРАЦІЇ З НЕЧІТКО ВИЗНАЧЕНОЮ МЕТОЮ ПРИ ВИКОНАННІ ЗАВДАНЬ ПРЕВЕНТИВНОЇ ОБОРОНИ

Запропоновано метод формування нечіткої множини об'єктів супротивної сторони, ураження яких з певною мірою впевненості забезпечує досягнення основної мети операції, що має лінгвістичну невизначеність, при виконанні завдань превентивної оборони.

Ключові слова: завдання превентивної оборони, операція, об'єкти ураження противника.

Вступ

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку військової науки у всьому світі офіційною позицією багатьох провідних країн світу стала можливість здійснення превентивної оборони для забезпечення національної безпеки. Застосування збройних сил при виконанні завдань превентивної оборони, крім усього іншого, зводяться до завдання превентивних ударів по «найбільш важливим» об'єктам агресора, результатом чого має бути їх відмова від досягнення поставленої мети або неможливість її досягнення протягом деякого часу.

Відповідний зміст має й мета операції, що може проводитись угрупованням військ (сил) при виконанні завдань превентивної оборони у визначеній операційній зоні (районі).

Прийняття рішення щодо переліку об'єктів противника, ураження яких визначає досягнення основної мети операції, здійснюється особою, що приймає рішення (далі - ОПР), на етапі завчасної підготовки до бойових дій, на етапі безпосередньої підготовки до бойових дій, а також безпосередньо у ході ведення бойових дій.

На всіх цих етапах ОПР, як правило, вимушена приймати рішення в умовах невизначеності, що обумовлена наявністю лінгвістичної невизначеності основної мети операції, нечіткої інформації про мету противника в операції, послідовність його дій в операції, відношення противника до ризику, стан об'єктів противника та наявністю інших несталих, змінних, а частіше невизначених факторів, які впливають на можливість досягнення тієї чи іншої мети в операції.

Крім того, на сучасному етапі розвитку збройних сил розвинутих держав, де активно впроваджується концепція "сетевих війн" і надається пріоритет розвитку високоточного озброєння, а результат військових операцій все більше стає залежним від швидкості реагування на зміни обстановки й вимагає випередження противника в прийнятті рішення особливою актуальністю набуває оперативність

вирішення задачі прийняття рішення щодо переліку об'єктів противника, ураження яких дозволяє з певною мірою впевненості досягти мету операції.

Аналіз літератури. Питання розгляду концепції превентивної оборони як нового виду стратегічних дій, а також актуальність практичної реалізації інноваційних технологій при виконанні завдань превентивної оборони розглянута в [1]. В роботах [2], [3] та [4] розглянуті методи визначення найбільш доцільного способу нанесення авіаційних ударів по противнику. При цьому перелік об'єктів ураження вважається заданим. Задача формалізації мети операції та визначення переліку об'єктів противника, ураження яких повинно забезпечити досягнення мети операції, є невирішеною.

Мета статті. Стаття має на мету розкрити метод прийняття рішення щодо переліку об'єктів противника, ураження яких забезпечує з певною мірою впевненості досягнення мети операції при виконанні завдань превентивної оборони в умовах нечітко визначеної мети операції, що повинен максимально знизити суб'єктивність отриманих оцінок і одночасно забезпечити достатню оперативність прийняття рішення.

Розділ основного матеріалу

Розглянемо бойові дії, що планують проводитись угрупованням військ (сил), як операцію [5], в якій сторона, що оперує (наприклад, сторона А), веде протидію із супротивною стороною (наприклад, сторона В) в інтересах досягнення деякої мети операції. Для подальших досліджень назвемо цю мету основною метою сторони А в операції.

Під основною метою сторони слід розуміти деяку подію, до появи якої у деякій перспективний момент часу прагне сторона. У зміст цієї події можна вкладати різний смисл, наприклад, змушення противника відмовитись від агресії, відсіч наступу противника на деякому напрямку, розгром збройного угруповання противника, оволодіння всією чи певною частиною території противника тощо. Під основною метою операції також може розглядатися

об'єднання двох і більше подій, наприклад, відсіч наступу противника на деякому напрямку і оволодіння певною частиною території противника.

Основна мета операції досягається шляхом ураження того чи іншого переліку об'єктів противника, наприклад: засобів повітряного нападу противника як у повітрі, так і на аеродромах (кораблях) базування (зберігання), об'єктів державного та військового управління, промислових об'єктів, транспортних комунікацій тощо.

Як правило, основна мета операції задається якісно, тому проведення операції потребує формалізації основної мети операції, що ускладнено лінгвістичною невизначеністю основної мети і, як наслідок, ускладненням визначення виду показника та критерію ефективності операції.

В інтересах формалізації основної мети операції найбільш доцільно провести її декомпозицію, тобто сформувати множину Θ локальних цілей (підцілей), досягнення яких у сукупності обумовлює досягнення бажаної основної мети операції. Як приклад, в якості підцілей можна розглядати події, що полягають в: завоюванні переваги або пануванні у повітрі, дезорганізації військового або державного управління тощо. В свою чергу, декомпозиція може бути продовжена відносно до кожної з підцілей, що були сформовані на попередньому етапі. Процес декомпозиції доцільно завершити відносно окремої підцілі, що сформована на деякому n -му (кінцевому) етапі декомпозиції, як тільки є змога кількісно задати результат (показник та критерій ефективності), що необхідно досягти в операції в інтересах досягнення цієї підцілі.

При проведенні декомпозиції основної мети операції визначальне значення можуть мати рівні пріоритетності досягнення тієї чи іншої підцілі в інтересах досягнення мети вищого рівня ієрархії, що можуть задаватися деяким показником значимості підцілі. Наприклад, в інтересах досягнення мети, що полягає в запобіганні нанесення втрат стороні, що оперує, підціль, що полягає в ураженні засобів повітряного нападу, що знаходяться в повітрі, може мати більший пріоритет відносно до підцілі, що полягає в ураженні засобів повітряного нападу, що знаходяться на місцях базування.

За результатами проведення декомпозиції основної мети операції повинна бути сформована кінцева множина $\Theta = \{z_i\}$ підцілей, сумісне досягнення яких визначає досягнення основної мети операції, де $i = \overline{1, n}$, а n - кількість підцілей, подальша декомпозиція яких недоцільна. В подальшому ці підцілі, подальша декомпозиція яких недоцільна, назвемо кінцевими підцілями. Кожний з етапів декомпозиції основної мети операції пропонується проводити за наступною схемою.

Будемо вважати, що проводиться один з етапів декомпозиції, де формується множина локальних цілей (цілі нижчого рівня), сумісне досягнення яких, в принципі, може обумовлювати досягнення деякої цілі, що по відношенню до цих локальних цілей є ціллю вищого рівня. Для зручності ціль вищого рівня будемо називати глобальною ціллю, а цілі, що її визначають (цілі нижчого рівня) – локальними цілями.

Прийняття рішень в умовах нестохастичної невизначеності в значній мірі ускладнюється відсутністю достатньо загальної теорії (подібно теорії ймовірностей для дослідження випадкових подій), яка формує методологічні основи вивчення подій з невизначеними факторами. Проте комбіноване використання експертного оцінювання та теорії нечітких множин [6] дозволяє знайти деякі шляхи прийняття рішень при наявності значної невизначеності нестохастичного характеру.

Нехай $Z = \{z_j\}$ – універсальна множина локальних цілей, сумісне досягнення яких, в принципі, може обумовлювати досягнення глобальної цілі, де

$j = \overline{1, n}$, а n – кількість елементів в універсальній множині локальних цілей. На підставі основних понять теорії нечітких множин, введемо нечітку підмножину $\tilde{\Theta}$ універсальної множини Z як нечітку підмножину, яка буде визначати глобальну ціль і мати вид:

$$\tilde{\Theta} = \{\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j) / z_j\}, z_j \in Z, j = \overline{1, n},$$

де z_j – елемент універсальної множини Z локальних цілей, $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$ – значення функції приналежності елемента z_j до нечіткої множини $\tilde{\Theta}$ глобальної цілі.

В інтересах забезпечення оперативності виробітки рекомендацій та зниження їх суб'єктивності значення функції приналежності $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$ локальної цілі z_j нечіткій підмножині $\tilde{\Theta}$ глобальної цілі пропонується визначати за допомогою одного із відомих методів формування значень функції приналежності із застосуванням експертного оцінювання, що запропоновано в [7].

Схема експертизи передбачає забезпечення незалежності суб'єктивних думок експертів, відсутність зворотного зв'язку, експертам присвоюються ранги P_k , $k = \overline{1, m}$, де m – кількість експертів, а

$$\sum_{k=1}^m P_k = 1.$$

Експертам може бути надана інформація про основну мету операції, результати її декомпозиції на попередніх етапах та інша інформація, що може вплинути на рішення експертів.

Експертам пропонується виявити міру бінарної переваги елементів універсальної множини Z локальних цілей на предмет їх приналежності до нечіткої множини $\tilde{\Theta}$ глобальної цілі. Для цього, у випадку однакової значимості двох елементів, що зрівнюються, або наявності переваги першого елементу, експертам пропонується вказати одну з оцінок міри переваги, що надані у табл. 1.

Таблиця 1

Оцінки міри переваги елементів, що зрівнюються

Оцінки міри переваги	Якісна оцінка
1	Однакова значимість
3	Незначна перевага першого елементу
5	Значна перевага першого елементу
7	Абсолютна перевага першого елементу
2, 4, 6	Проміжні значення між сусідніми оцінками

Очевидно, що найбільшу перевагу буде мати та локальна ціль, досягнення якої, за думкою експерта, з найбільшим ступенем визначає досягнення глобальної цілі.

Результатом опитування k -го експерта, де $k = \overline{1, m}$, а m - кількість експертів, щодо приналежності локальних цілей z_j до нечіткої множини глобальної цілі $\tilde{\Theta}$ є матриця $A^k = \|a_{ij}^k\|$, де $a_{ii}^k = 1$, а якщо $z_i < z_j$, то $a_{ij}^k = \frac{1}{a_{ji}^k}$ при $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, де n - кількість елементів в універсальній множині Z локальних цілей.

Шляхом усереднення елементів матриць $A^k = \|a_{ij}^k\|$ з урахуванням рангів експертів P_k , $k = \overline{1, m}$, де m - кількість експертів, отримаємо матрицю $A = \|a_{ij}\|$, де $a_{ij} = \sum_{k=1}^m a_{ij}^k \cdot P_k$ при $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$, а n - кількість елементів в універсальній множині Z локальних цілей.

Значення елемента a_{ij} матриці $A = \|a_{ij}\|$ можна розуміти як суб'єктивну оцінку відношення $\frac{\mu_{\tilde{\Theta}}(z_i)}{\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)}$.

Значення функції приналежності $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$ елемента z_j до нечіткої множини $\tilde{\Theta}$, де $j = \overline{1, n}$, а n - кількість елементів в універсальній множині Z локальних цілей, можна визначити на підставі вирішення задачі знаходження власного вектора лінійно-

го оператора, що задається матрицею $A = \|a_{ij}\|$.

В якості значень функції приналежності $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$ елемента z_j до нечіткої множини $\tilde{\Theta}$, де $j = \overline{1, n}$, а n - кількість елементів в універсальній множині Z локальних цілей, приймаються координати власного вектора.

Нечітку підмножину $\tilde{\Theta}$ глобальної цілі, при необхідності відсікання малозначимих локальних цілей, можна звузити, одержавши з нечіткої підмножини $\tilde{\Theta}$ підмножину рівня α .

Обов'язковою умовою є нормування нечіткої множини $\tilde{\Theta}$, для чого значення функції приналежності $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$ елемента z_j до нечіткої множини $\tilde{\Theta}$, де $j = \overline{1, n}$, а n - кількість елементів в нечіткій множині $\tilde{\Theta}$, розраховуються відповідно до виразу:

$$\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j) = \frac{\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)}{\sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{\Theta}}(z_i)}$$

Оскільки при проведенні експертизи експерти керуються принципом переваги локальних цілей стосовно їх впливу на досягнення глобальної цілі, то значення функції приналежності $\mu_{\tilde{\Theta}}(z_j)$, де $j = \overline{1, n}$, а n - кількість елементів в нечіткій множині $\tilde{\Theta}$, можна прийняти як міру переваги ψ_j (характеристики значимості) локальної цілі z_j в інтересах досягнення глобальної цілі, тобто

$$\psi_j = \mu_{\tilde{\Theta}}(z_j). \tag{1}$$

Більш переважною локальною ціллю буде вважатися та локальна ціль, у якої значення функції приналежності до нечіткої підмножини $\tilde{\Theta}$ більше.

Міру переваги ψ_j^* локальної цілі z_j з точки зору досягнення основної мети операції знаходимо з виразу:

$$\psi_j^* = \psi_j \cdot \psi^*, \tag{2}$$

де ψ_j - міра переваги локальної цілі z_j з точки зору досягнення глобальної цілі, що знаходяться відповідно до виразу (1); ψ^* - міра переваги глобальної (по відношенню до локальної цілі z_j) цілі з точки зору досягнення основної мети операції, що знаходиться на попередньому етапі декомпозиції за аналогічною процедурою. Винятком є перший етап декомпозиції, де в якості глобальної цілі виступає основна мета операції.

Таким чином, результатом проведення окремого етапу декомпозиції деякої глобальної цілі буде множина локальних цілей z_j – носіїв нечіткої множини $\tilde{\Theta}$, сумісне досягнення яких визначає досягнення глобальної цілі, та характеристик їх значимості ψ_j^* з точки зору досягнення основної мети операції, де $j = \overline{1, n}$, а n – кількість елементів в нечіткій множині $\tilde{\Theta}$.

Результатом проведення усієї процедури декомпозиції основної мети операції буде множина кінцевих підцілей z_i та характеристики їх значимості ψ_i^* з точки зору досягнення основної мети операції,

де $i = \overline{1, n}$, а n – кількість кінцевих підцілей.

Кожну з кінцевих підцілей z_i можна формалізувати у вигляді показника ефективності Y_i^{TP} , критерію ефективності K_i^{TP} та показника значимості ψ_i^* кінцевої підцілі з точки зору досягнення основної мети в операції, тобто $z_i = (Y_i^{TP}, K_i^{TP}, \psi_i^*)$. При цьому, необов'язково усі підцілі повинні задаватися показниками та критеріями ефективності однакового виду.

В свою чергу, основна мета операції буде задаватися множиною

$$\Theta = \{z_i\} = \left\{ (Y_i^{TP}, K_i^{TP}, \psi_i^*) \right\}, \quad i = \overline{1, n},$$

де Y_i^{TP} – показник ефективності, що задає кінцеву підціль z_i ; K_i^{TP} – критерій ефективності, що задає кінцеву підціль z_i ; ψ_i^* – показник значимості кінцевої підцілі z_i з точки зору досягнення основної мети в операції; n – кількість кінцевих підцілей.

Оскільки сформована множина кінцевих підцілей, кожна з яких формалізована шляхом визначення показника ефективності, критерію ефективності та показника значимості, то є змога сформувати упорядкований (з визначенням показника значимості) перелік об'єктів противника, ураження яких будуть визначати досягнення основної мети операції.

Для цього, для кожної кінцевої підцілі z_i , де $i = \overline{1, n}$, а n – кількість кінцевих підцілей, сформуємо нечітку множину об'єктів ураження противника $\tilde{Q}_i = \left\{ \mu_{\tilde{Q}_i}(q_j) / q_j \right\}$, де $j = \overline{1, m_i}$, а m_i – кількість об'єктів противника в нечіткій множині \tilde{Q}_i .

Формування нечітких множин об'єктів ураження противника \tilde{Q}_i пропонується проводити за допомогою організації і проведення експертизи, за

аналогічною схемою проведення експертизи, що проводилась в інтересах проведення окремого етапу декомпозиції деякої глобальної цілі шляхом формування нечіткої множини $\tilde{\Theta}$.

При цьому, нечіткі множини \tilde{Q}_i нормуються, де $i = \overline{1, n}$, n – кількість кінцевих підцілей, а значення γ_j^* показника значимості об'єкта q_j з точки зору досягнення основної мети операції, де $j = \overline{1, m_i}$, а m_i – кількість об'єктів противника в нечіткій множині \tilde{Q}_i , знаходиться з виразу:

$$\gamma_j^* = \Psi_i^* \cdot \gamma_j, \quad (3)$$

де Ψ_i^* – показник значимості кінцевої підцілі z_i з точки зору досягнення основної мети в операції; $\gamma_j = \mu_{\tilde{Q}_i}(q_j)$ – показник значимості об'єкта q_j з точки зору досягнення кінцевої підцілі z_i ; $\mu_{\tilde{Q}_i}(q_j)$ – значення функції приналежності об'єкта q_j до нечіткої множини \tilde{Q}_i після процедури нормування.

У ході ведення бойових дій досягнення кожної з кінцевих підцілей в операції може здійснюватися у будь-якій послідовності, в залежності від конкретних умов оперативної та оперативно-тактичної обстановки, де один і той же об'єкт противника може розглядатися в якості об'єкта ураження в інтересах досягнення декількох підцілей в операції i , як правило, з різними пріоритетами.

Тому перелік об'єктів противника, ураження яких будуть визначати досягнення основної мети операції, можна задати нечіткою множиною \tilde{Q} , що визначається як об'єднання нечітких множин \tilde{Q}_i об'єктів противника, ураження яких визначають досягнення кінцевих підцілей, тобто:

$$\tilde{Q} = \bigcup_{i=1}^n \tilde{Q}_i = \bigcup_{i=1}^n \left\{ \mu_{\tilde{Q}_i}(q_j) / q_j \right\} = \left\{ \mu_{\tilde{Q}}(q_k) / q_k \right\},$$

$$j = \overline{1, m_i}, \quad k = \overline{1, M},$$

де n – кількість кінцевих підцілей; m_i – кількість об'єктів противника, що є елементами носія нечіткої множини \tilde{Q}_i ; M – кількість елементів в нечіткій множині \tilde{Q} , причому $M \leq \sum_{i=1}^n m_i$; носій $\text{supp} \tilde{Q}$ нечіткої множини \tilde{Q} є об'єднанням носіїв $\text{supp} \tilde{Q}_i$ нечітких множин \tilde{Q}_i , тобто

$$\text{supp} \tilde{Q} = \bigcup_{i=1}^n \text{supp} \tilde{Q}_i = \{q_k\}, \quad k = \overline{1, M}, \quad (4)$$

в якості значення функції приналежності $\mu_{\tilde{Q}}(q_k)$ об'єктів ураження противника до нечіткої множини \tilde{Q} приймаються значення функції їх приналежності до відповідної нечіткої множини \tilde{Q}_i , елементами якої вони являються. У разі приналежності деякого об'єкта одночасно до кількох нечітких множин \tilde{Q}_i , $\exists i, i = \overline{1, n}$, то в якості значення функції приналежності цього об'єкта до нечіткої множини \tilde{Q} приймається максимальне значення його функції приналежності.

Таким чином, маємо перелік об'єктів ураження $\{q_k\}$, $k = \overline{1, M}$, та їх значення γ_k^* показника значущості з точки зору досягнення основної мети операції, що мають вид (4) та (3) відповідно.

Висновки

Запропоновано метод прийняття рішення щодо переліку об'єктів противника, ураження яких забезпечує з певною мірою впевненості досягнення мети операції при виконанні завдань превентивної оборони в умовах нечітко визначеної мети операції. До позитивних сторін запропонованого методу формування переліку об'єктів ураження належать його простота та оперативність.

До недоліків запропонованого методу слід віднести те, що він не враховує:

- взаємозв'язок об'єктів противника (їх системність);
- умови та можливості сторони, що оперує, щодо ураження визначеного переліку об'єктів (захисність об'єктів, необхідний боєкомплект для їх ураження, склад наявних активних засобів в операції сторони, що оперує, тощо).

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЯ ОБЪЕКТОВ ПОРАЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА В ОПЕРАЦИИ С НЕЧЕТКО ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛЬЮ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАНИЙ ПРЕВЕНТИВНОЙ ОБОРОНЫ

А.А. Адаменко

Предложен метод формирования нечеткого множественного числа объектов противоположной стороны, поражение которых с определенной мерой уверенности обеспечивает достижение основной цели операции, которая имеет лингвистическую неопределенность, при выполнении заданий превентивной обороны.

Ключевые слова: задание превентивной обороны, операция, объекты поражения противника.

METHOD OF FORMING OF LIST OF OBJECTS OF DEFEAT OF OPPONENT IN AN OPERATION WITH AN UNEXPRESSLY CERTAIN GOAL AT IMPLEMENTATION OF TASKS OF PREVENTIVE DEFENSIVE

A.A. Adamenko

The method of forming of unclear plural of objects of opposite side, the defeat of which with the certain measure of confidence provides achievement of primary purpose of operation which has a linguistic vagueness, is offered, at implementation of tasks of preventive defensive.

Keywords: task of preventive defensive, operation, objects of defeat of opponent.

Враховуючи вище надані переваги й недоліки запропонованого методу, можна зробити висновки щодо доцільності його використання в умовах обмеженого часу на прийняття рішення, а також в умовах, коли визначені недоліки, за рішенням ОПР, не суттєво впливають на результат операції.

Список літератури

1. Телелим В.М. Превентивна оборона як вид стратегічних дій / В.М. Телелим, Ю.Г. Даник, В.О. Чмельов // *Наука і оборона*. – К., 2008. – № 4. – С. 34-41.
2. *Моделирование, оценка эффективности и разработка оптимального удара части (подразделения) по объектам противника: учебн. пособ.* – Монино: Военно-воздушная Академия им. Ю.А. Гагарина, 1985. – 228 с.
3. *Моделирование, оценка эффективности и разработка оптимального варианта боевых действий части, соединения при нанесении авиационных ударов: лекции.* – Монино: Военно-воздушная Академия им. Ю.А. Гагарина, 1981. – 272 с.
4. *Боевое применение самолета МиГ – 29.* – М.: Военнизоат МО СССР, 1991. – 440 с.
5. *Надежность и эффективность в технике: Справочник в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский и др. – Т. 3. Эффективность технических систем / под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова.* – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.: ил.
6. Заде Л. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.* – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. Борисов А.Н., Алексеев А.В. *Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.* – М.: Радио и Связь, 1989. – 302 с.

Надійшла до редколегії 3.03.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Більчук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.