

УДК 355.07:005.521

О.О. Астахов

Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

УДОСКОНАЛЕНІ ПОКАЗНИКИ ТА КРИТЕРІЇ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ ВЕДЕННЯ ЗБРОЙНОЇ БОРОТЬБИ У ПОВІТРІ

Розкриваються показники ефективності функціонування системи управління протиповітряною обороною, порядок їх розрахунку та критерії ступеня досягнення мети ведення бойових дій.

Ключові слова: показники, критерії досягнення цілей, дерево цілей, протиповітряна оборона.

Вступ

В процесі управління військовою організацією цільову функцію управління можна назвати концепцією досягнення одної з часткових цілей, які входять у загальне дерево цілей.

Для військової організації при плануванні операцій (бойових дій) в процесі прийняття рішення складається загальне дерево цілей [3, 6], до якого входять стратегічна мета, її підпорядковані оперативні цілі, а кожна оперативна мета має тактичні цілі, що забезпечують досягнення старших цілей. При формуванні дерева цілей складається певний варіант замислу операції (бойових дій), дерево цілей виконує роль «скелету» замислу, на який нанизуються форми і способи досягнення мети бойових дій. Подальші зусилля командира і штабу спрямовуються на оптимізацію ефективності дій військ (сил), удосконалення створеного варіанту замислу, корегування (за необхідністю) визначених цілей.

Постановка проблеми. Проблема полягає у визначенні не тільки порядку розрахунку ступеня досягнення мети операції (бойових дій), але й визначення критерію оцінювання достатності розрахованого ступеня досягнення мети. При невиконанні критерію оцінки командирів необхідно приймати (уточнювати) рішення, уточнити способи досягнення мети та бойові завдання.

Мета статті полягає у визначенні математичного апарату для проведення розрахунків та визначення критеріїв оцінки ступеня досягнення мети бойових дій.

Викладання основного матеріалу

Основним способом оцінки ефективності операції (бойових дій) є проведення розрахунків показників бойових можливостей військ (сил) за певний час з різним терміном прогнозу.

Одним із складних питань для органів управління є визначення замислу операції (бойових дій) шляхом цілеутворення, їм не завжди вдається однозначно сформулювати оперативні, тактичні цілі. В якості оперативних цілей в ході підготовки та ведення проти по-

вітряної оборони доцільно обирати узгоджену сукупність цілей з такого переліку (як приклад):

- а) поразення системи управління військами (силами) противника;
- б) недопущення поразення визначених об'єктів держави і її ЗС;
- в) збереження системи протиповітряної оборони своїх військ (сил);
- г) ізоляція району бойових дій угруповань військ протиборчих сторін;
- д) не допущення завоювання переваги у повітрі противником тощо.

У системному застосуванні визначених оперативних цілей досягається стратегічна мета операції, наприклад, зрив повітряної наступальної операції противника. На етапі планування протиповітряної оборони кожна з оперативних цілей, щоб стати цільовою функцією управління, повинна описуватися такими показниками, які будуть знаходитися на контролі у органів управління для критерійної оцінки ступеня досягнення кожної мети операції (бойових дій).

На етапі планування протиповітряної оборони показники розраховуються за результатами моделювання, а під час ведення бойових дій – за результатами ведення бойових дій.

Органи управління повинні мати відповідні моделі, які, діючи в реальному масштабі часу, повинні забезпечувати проведення прогнозу шляхом розрахунку, наприклад, показників ефективності функціонування елементів системи, які розділяються на кількісні просторові, часові і ймовірнісні [7].

Кількісні показники якості функціонування:

- а) кількість елементів системи, що досліджується;
- б) кількість джерел (РЛС РТВ, ЗРВ, авіації, РЕБ), які здійснюють забезпечення інформацією в процесі функціонування системи;
- в) кількість вогневих засобів ЗРВ, зенітної артилерії (ЗА), що описуються як об'єкти управління в процесах функціонування системи;
- г) кількість авіації, авіаційних засобів, що описуються як об'єкти управління в процесах функціонування системи;

д) кількість засобів РЕБ, що описуються як об'єкти управління в процесах функціонування системи;

е) кількість пунктів управління, що входять до структури управління, у тому числі за підпорядкованістю;

ж) кількість об'єктів структури управління (у тому числі за типами), якими забезпечується процес управління;

и) загальна кількість об'єктів управління, які включені у підпорядкування системи, що досліджується, у тому числі за типами (по родах військ, авіації, спеціальних військ);

к) кількість повітряних цілей, у тому числі на прямолінійних курсах, з маневром, постановки завод тощо;

л) кількість оброблених команд (кодограм) об'єктами управління, донесень (кодограм), що отримані суб'єктом управління;

м) кількість донесень, здійснених засобами РТВ, що включені у досліджувану структуру тощо.

Просторові показники якості функціонування системи:

а) розміри простору (на землі, у повітрі), в межах якого здійснюється контроль функціонування системи, за довготою, широтою, висотою з розрахунками рубежів застосування зброї, рубежів забезпечення розвідувальною і бойовою інформацією, рубежів введення в бій авіації тощо;

б) точність прив'язки об'єктів на землі в географічних координатах (у повітрі – по висоті) при відображенні і виконанні задач прогнозу тощо.

Часові показники якості функціонування системи:

а) середній час зайнятості каналів управління об'єктами, що включені до структури;

б) загальний час функціонування системи управління до завершення виконання завдання, у тому числі для кожного підлеглого органу управління;

в) час проходження інформації по каналах управління між суб'єктами і об'єктами управління;

г) час виконання завдань підрозділами, частинами, з'єднаннями родів військ, родів авіації, спеціальних військ;

д) час прийняття рішення органами управління та доведення команд до підпорядкованих військ (сил) тощо.

Імовірнісні показники якості функціонування системи:

а) математичне сподівання кількості наземних цілей, по яких прийняте рішення та проведено умовне (прогноз) або реальне поразення засобами бомбардувальної (штурмової) авіації;

б) математичне сподівання кількості повітряних цілей, по яких прийняте рішення та передбачається їх умовне (прогноз) або реальне поразення засобами ЗРВ;

в) математичне сподівання кількості повітряних цілей, по яких прийняте рішення та передбачається їх умовне (прогноз) або реальне поразення засобами винищувальної авіації;

г) математичне сподівання кількості повітряних цілей, по яких прийняте рішення та проведено умовне (прогноз) або реальне подавлення засобами РЕБ;

д) математичне сподівання кількості повітряних цілей, які умовно (прогноз) або реально виявлені засобами РТВ та видані в канали управління системи;

е) математичне сподівання кількості стрільб, умовно (прогноз) або реально проведених за командами органів управління засобами ЗРВ;

ж) математичне сподівання кількості наведень, умовно (прогноз) або реально проведених за командами органів управління засобами винищувальної авіації (ВА);

и) математичне сподівання кількості цілей, умовно (прогноз) або реально подавлених за командами органів управління засобами РЕБ;

к) математичне сподівання кількості ракет (загально і за типами), що за командами органів управління умовно (прогноз) або реально використані під час ведення бойових дій.

Критерійна оцінка ефективності функціонування елементів системи здійснюється у відповідності з вимогами нормативних документів на типи і види озброєння, а також визначається безпосередньо органами управління, виходячи з поставлених (вирішуваних) завдань.

Для прикладу можна розглянути першу оперативну мету, досягнення якої буде здійснюватися вогневим поразенням об'єктів противника. Досягнення даної оперативної мети здійснюється переважно через поразення об'єктів противника (повітряних, наземних, надводних та ін.). Одночасно можуть виконуватися завдання протиповітряної оборони важливих державних об'єктів, об'єктів своїх військ (сил).

Незалежно від того, на якому рівні розробляється рішення на застосування військ (сил), командувачі (командири) і залучені до цього допоміжні органи управління вирішують близькі за змістом завдання. З одного боку, старшим органом управління визначається мета і завдання для підпорядкованих їм угруповань військ (сил), а з іншого, для досягнення поставленої мети виділяються цілком конкретні ресурси (у літако-вильотах, кількості літаків, ракет, боєприпасів тощо). Чим вище рівень управління військами, тим більш укрупнені об'єкти (групи або класи об'єктів) беруться до уваги. І, навпаки, чим нижче рівень, тим детальніше і конкретніше розглядаються об'єкти удару (до конкретних цілей). У цьому виявляється ієрархічний принцип управління військовою організацією і пов'язаний з ним ієрархічний принцип планування протиповітряної оборони.

Відома сукупність показників ефективності (кількісних, просторових, часових, імовірнісних), що наведені, використовується вже достатньо давно у військах й в моделях бойових дій. Крім них доцільно використовувати такі показники, як ступінь досягнення мети бойових дій на кожному з рівнів управління.

Даний показник досягнення мети бойових дій, крім того, що носить нестохастичний характер, має порівнюватися з іншими такими ж показниками в одній шкалі вимірювання.

Для вирішення цього завдання найбільш адекватним буде застосування методів теорії нечітких множин (НМ) та теорії нечітких мір, наприклад, g_λ міри Суджено [1, 4, 5]. Із загального переліку нечітких мір (міра необхідності, міра довіри, міра правдоподібності, міра можливості) доцільно використовувати жорстку нечітку міру – нечітку міру необхідності.

Кожна НМ тактичних цілей ($T_m = \{<T_i, \mu(T_i)>\}$), що забезпечує досягнення O_m оперативної мети ($O_m = \{<T_i, G_H(T_i)>\}$), складається з окремих тактичних цілей ($T_i = \{<x_j, \mu(x_j)>\}$), ступінь досягнення яких залежить від прогнозу значень завчасно обраних показників ефективності бойових дій, де m – індекс оперативної мети, i – індекс тактичної мети, j – індекс показника ефективності для контролю досягнення тактичної мети; x_j – показник досягнення тактичної мети, $\mu(x_j)$ – функція належності показника ефективності до НМ показників [2], що забезпечують досягнення тактичної мети; $\mu(T_i)$ – функція належності тактичної мети до нечіткої множини тактичних цілей, що забезпечують досягнення відповідної оперативної мети; $G_H(T_i)$ – нечітка міра досягнення тактичної мети.

Нечітка міра досягнення i -ої тактичної мети бойових дій знаходиться по розрахованому значенню показника ефективності, наприклад, прогнозованих втрат повітряного противника або кількості стрільб тактичного угруповання ЗРВ на напрямку удару (рис. 1), для винищувальної авіації використовується кількість наведень, для РЕБ – кількість подавлених цілей противника тощо.

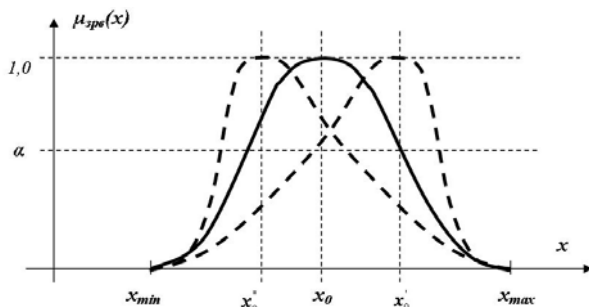


Рис. 1. Варіанти априорної функції належності НМ значень показників ефективності (наприклад, системи ЗРАП), які забезпечують досягнення тактичної мети (із системи переваг органів управління)

Отримане значення показника ефективності має знаходитися в області визначення функції належності, що визначена певним органом управління. Це значення показника має відповідати раціональним значенням функціям належності $\mu_{зрв}(x) > \alpha$ (рис. 2). Орган управління повинен мати досвід проведення моделювання множини варіантів дій своїх військ (сил) і противника, що дасть йому змогу правильно обрати функцію належності (рис. 1) для автоматичного оцінювання значень розрахованих показників.

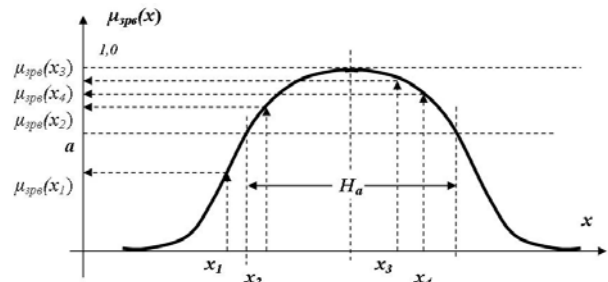


Рис. 2. Порядок отримання значень функції належності для показників ефективності за обраним варіантом рішення до системи переваг органа управління (приклад)

Ступінь належності конкретного показника до НМ показників, що забезпечують досягнення i -ої тактичної мети, буде дорівнювати значенню функції належності цього показника (рис. 2) для розрахованого його значення. Всі обрані показники, що забезпечують досягнення i -ої тактичної мети, складають НМ показників з їх функціями належності. Вона дає можливість отримати інтегральний показник досягнення тактичної мети – нечітке сподівання [1] ступеня досягнення тактичної мети $G_H(T_i) = a$ (1).

$$\alpha = \int_A \mu_{зрв}(x) \circ g = \sup_{a \in [0,1]} (a \wedge g(A \cap H_a)), \quad (1)$$

де H_a – область визначення нечіткої множини показників, $H_a = \{x \mid \mu(x) \geq a\}$. Для оцінки ступеня досягнення m -х оперативних цілей

$$(O_m = \{<T_i, G_H(T_i)>\}) \quad (2)$$

за значеннями ступені досягнення підпорядкованих тактичних цілей за формулою (1) здійснюється розрахунок нечіткого сподівання значення міри об'єднання множини підпорядкованих тактичних цілей.

Однак, для досягнення повноти оцінювання ступені досягнення оперативної мети, крім (2) необхідно врахувати й ступінь реалізації критерійної оцінки: значення оперативного показника ефективності дій військ (сил) задовольняє вимоги командира? Для прикладу наведено оперативний показник – імовірність прикриття об'єктів держави (рис. 3). За аналогією із показниками на тактичному рівні розраховується значення функції належності певного показника до НМ показників, що забезпечують досягнення оперативної мети.

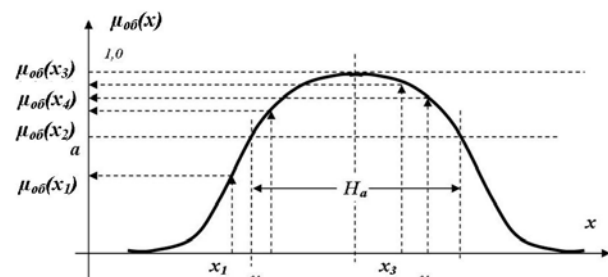


Рис. 3. Порядок отримання значень функції належності для показників ефективності на оперативному рівні управління (приклад - імовірність прикриття об'єктів)

На підставі отримання двох показників ступеня досягнення m -ої оперативної мети (при розрахунку нечіткого інтегралу і значення функції належності за показником ефективності) має виконуватися правило задоволення обох критеріїв.

Нечітка множина, що описує оперативну мету ($O_m(T_i)$), складається з нечітких множин тактичних цілей, функцією належності яких є їх міра необхідності. Тоді кожний варіант досягнення оперативної мети буде мати свою міру необхідності

$$G_H(O_m) = \text{Ness}(O_m) > g_{\text{гр}}. \quad (3)$$

Тоді загальна нечітка міра буде розраховуватися за формулою

$$G(O_m) = G(G_H(O_m) \cap \mu_{\text{об}}(x)) = \min(G_H(O_m), \mu_{\text{об}}(x)). \quad (4)$$

Аналогічно розраховується нечітка міра ступеня досягнення n -ої стратегічної мети (прийнята умова реалізації вимог до показника ефективності ППО $\mu_{\text{ППО}}(x)$)

$$G_H(C_n) = \text{Ness}(C_n) > g_{\text{гр}};$$

$$G(C_n) = G(G_H(C_n) \cap \mu_{\text{ППО}}(x)) = \min(G_H(C_n), \mu_{\text{ППО}}(x)). \quad (5)$$

Такий метод усереднення множинної суб'єктивності органів управління [5] при прийнятті ними рішень дозволяє на всіх рівнях управління сформулювати конкретні вимоги до значень показників та отримати узагальнену міру досягнення мети ведення протиповітряної оборони.

Цілком можливо, що апріорна функція належності за певним показником на початкових етапах застосування методу не дасть необхідного значення міри необхідності ($G > g_{\text{гр}}$). Причина буде полягати, як правило, у недооцінці (або переоцінці) органами управління бойових можливостей своїх військ (сил) при плануванні бойових дій.

Внесення відповідних змін до системи переваг дозволить усунути непогодженість результатів, що є природним при першому «оцифруванні» власних знань органів управління.

Розвиток технічних і програмних засобів дозволяє застосувати запропонований метод у складі математичного й програмного забезпечення моделі

інформаційно-аналітичної системи підготовки й прийняття рішень, що дозволяє будувати багатоваріантний замисел рішення, оцінювати ці варіанти з урахуванням суб'єктивності системи переваг органів управління, а також створювати творчі умови для їхньої роботи.

Висновки

Таким чином, була удосконалена система показників ефективності управління військами (силами), які на відміну від існуючих враховують складність ієрархічної структури, а також інтегровану ступінь досягнення цілей в ієрархії цілей збройної боротьби у повітрі.

Список літератури

1. Бочарников В.П. *Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике* / В.П. Бочарников. – СПб.: Наука, РАН, 2001. – 328 с.
2. Ткаченко В.І. *Нечіткі множини у процесах прийняття рішення* / В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов, А.В. Тристан // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 1(16). – С. 3–8.
3. Смірнов Є.Б. *Принципи застосування цільового управління органами військового управління* / Є.Б. Смірнов, І.А. Таран, О.О. Астахов // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 1(42). – С. 16–21.
4. Смірнов Є.Б. *Проблеми прийняття рішень в умовах нестochasticної невизначеності інформації з використанням нечіткої міри* / Є.Б. Смірнов // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 2 (83). – С. 147–152.
5. Смірнов Є.Б. *Метод усереднення множественной субъективности органов управления при принятии решений* / Є.Б. Смірнов // *Системи обробки інформації*. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 8 (89). – С. 106–110.
6. Смірнов Є.Б. *Принципи реалізації програмно-цільового метода управління в ході ведення збройної боротьби* / Є.Б. Смірнов // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2014. – № 1 (14). – С. 38–41.
7. *Теорія прийняття рішень органами військового управління: моногр.* / В.І. Ткаченко, Г.А. Дробаха, Є.Б. Смірнов, В.М. Більчук та ін. За ред. В.І. Ткаченка, Є.Б. Смірнова. – К.: МО України; Х.: ХУПС, 2008. – 545 с.

Надійшла до редколегії 8.12.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Є.Б. Смірнов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ВЕДЕНИЯ ВООРУЖЕННОЙ БОРЬБЫ В ВОЗДУХЕ

А.А. Астахов

Раскрываются показатели эффективности функционирования системы управления противовоздушной обороной, порядок их расчета и критерии степени достижения цели ведения боевых действий.

Ключевые слова: показатели, критерии достижения целей, дерево целей, противовоздушная оборона.

IMPROVED PERFORMANCES AND GOALS CRITERIA WARFARE IN THE AIR

A.A. Astakhov

The efficiency performances of control the system by air defense functioning, order of their calculation and criteria of battle actions conduct purpose achievement degree, open up.

Keywords: performances, goals criteria, aims tree, air defense.