

УДК 335.351

В.О. Талавира, Д.В. Книш, А.В. Бутенко, С.В. Орехов

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УРАХУВАННЯ БЕЗПЕРЕРВНОСТІ УПРАВЛІННЯ СИЛАМИ ТА ЗАСОБАМИ ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

*Дослідження, які проводяться останнім часом, показують, що розвиток засобів повітряного нападу, прогноз умов ведення бойових дій впливають на об'єктивні умови підвищення ролі тактичної ланки управління силами і засобами протиповітряної оборони окремої механізованої бригади. В цих умовах особливу гостроту набуває проблема безперервності управління в ході бою. Її успішне рішення може бути здійснено правильним застосуванням методів оцінки ефективності системи управління. В статті визначені можливості системи управління для розрахунку оцінки ефективності системи управління за критеріями та показниками, що дозволяють досягти безперервності функціонування системи управління.*

*безперервність функціонування, система управління, оцінка ефективності*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Аналіз тенденцій сучасного розвитку воєнного мистецтва за досвідом війн і локальних конфліктів, переконливо свідчить про те, що реалізація бойових можливостей протиповітряної оборони (ППО) знаходиться в прямій залежності від ефективності управління ними. Технічні засоби розвідки, що знаходяться на озброєнні армій розвинутих держав світу дозволяють розкривати розміщення елементів системи управління (СУ), ідентифікувати та відрізнити їх від інших об'єктів. На вирішення цих завдань виділяються значні сили і засоби, тому що ці елементи розглядаються, як першочергові об'єкти для розвідки і поразки [1]. У зв'язку з цим з особливою гостротою встає проблема удосконалення СУ ППО, пов'язану з тим, що в ході виконання функцій управління може передаватись з одного командного пункту (КП) на другий, а в ці моменти часу та тривалості цієї передачі управління від командирів потрібно такого реагування на зміни обстановки, яке дозволяє досягти виконання поставленої мети управління, а саме безперервності передачі управління в умовах ведення бойових дій. Якщо цього не відбувається, виникає втрата управління і тоді управління втрачає властивість безперервності.

**Метою статті** є визначення можливостей системи управління для розрахунку оцінки ефективності системи управління за показником безперервності управління бойовими діями силами та засобами ППО СВ.

### Основна частина. Теоретичні основи

Система управління - є упорядкована сукупність взаємозалежних і взаємодіючих елементів, підсистем, що утворюють єдине ціле з метою досягнення в процесі функціонування визначеного (заданого) резуль-

тату. Вирішуючи проблему удосконалення СУ військами ППО сухопутних військ (СВ), необхідно розглядати її, як систему, яка при необхідному ступені стійкості, безперервності, бойової готовності, якості, скритності та оперативності функціонування, повинна забезпечити всі органи управління (ОУ) якісною і повною бойовою, оперативно-тактичною інформацією в реальному масштабі часу.

В сучасному бою особливе значення набула безперервність управління - можливість досягнути живучості системи управління, яка полягає в її здатності забезпечити безперебійний зв'язок з військами, постійне знання командиром і штабом обстановки і можливість з їх боку впливати на хід бойових дій наявними силами і засобами.

Ефективність бойових дій системи ППО СВ і її основної складової частини – активних засобів, тобто зенітних ракетних, зенітних ракетно-артилерійських, зенітних артилерійських підрозділів багато в чому визначається функціонуванням її складових частин.

Система управління, як й інші системи забезпечення, бойових дій не веде, але безпосередньо впливає на ефективність вогневих засобів, оскільки у залежності від ефективності управління тією самою кількістю вогневих засобів можна досягти різного ступеня поразки противника. У цьому змісті під ефективністю управління розуміється вплив системи управління на досягнення кінцевої мети бойових дій сил та засобів ППО. Тоді суттєвим для розуміння буде наступне визначення, що ефективність системи управління – це ступінь її відповідності поставленим перед нею завданням (цілям) при витраті визначених ресурсів за встановлений час у конкретних умовах обстановки.

Для того, щоб визначити ступінь відповідності системи управління поставленим завданням, необхідно визначити її можливості.

**Можливості СУ.** Під можливостями системи управління розуміється її здатність виконувати визначені функції (завдання) у складі системи ППО при витраті визначених ресурсів за встановлений час у конкретних умовах обстановки. Можливості системи управління, так само як й інших систем, та системи ППО в цілому – величини непостійні й змінюються у залежності від умов обстановки. Ці зміни мають свої межі. Найменші можливості відповідають ситуації, коли система не здатна виконувати свої функції (завдання). Найбільшими можливостями система володіє в найбільш сприятливих умовах обстановки.

Максимальні можливості системи називають потенціалом системи.

Потенціал системи управління – це здатність системи виконувати покладені на неї функції (завдання) у складі системи ППО при витраті визначених ресурсів за встановлений час.

Основні фактори, від яких залежать можливості системи управління, необхідно умовно розділити на три групи: внутрішні, зовнішні і часові.

До внутрішніх факторів відносяться, у першу чергу ресурси і тактико-технічні характеристики елементів системи.

Ресурси – це група факторів, що характеризують склад, стан і забезпеченість системи.

Під складом системи управління розуміється кількість органів управління в різних інстанціях, засобів автоматизації і зв'язку.

Під станом розуміється рівень підготовки особового складу органів управління і технічного персоналу, злагодженість і взаємозамінність офіцерів КП (ПУ) ППО.

Забезпеченість характеризується укомплектованістю органів управління особовим складом, технікою, засобами зв'язку й автоматизації.

Зовнішні фактори не є атрибутом системи. Вони визначають зовнішні умови, у яких функціонує система управління. До зовнішніх факторів відносяться: масштаб і характер дій повітряного та наземного противника; завдання і способи дій військ, що прикриваються, і об'єктів; умови театру воєнних дій; можливості взаємодіючих сил і засобів сприяти виконанню системою управління своїх завдань.

Оскільки поставлені завдання завжди мають кількісну міру, то й здатність виконати ці завдання, тобто можливості системи, пов'язана із кількісною мірою. Отже, можливості системи управління необхідно оцінювати кількісно. Звичайно при підготовці до бойових дій можливості системи управління оцінюються прогнозованим результатом її впливу на бойові дії системи ППО.

Однак, необхідно враховувати, що дуже важко виразити числом частку чи ступінь впливу управління в успіх чи неуспіх бойових дій угруповання ППО, відокремивши управління від інших факторів. Відомо,

що система розвідки, системи спеціального технічного та інших видів забезпечення впливають, з одного боку, на ефективність бойових дій угруповання ППО, а з іншого боку – усі вони впливають одна на одну. Ступінь такого взаємного впливу мало вивчена.

Таким чином, абсолютна ефективність системи управління важко піддається оцінці. Тому для практичної оцінки ефективності управління має сенс її поділ на внутрішню і зовнішню ефективності. Тоді ефективність системи управління в цілому може оцінюватися по сукупності показників внутрішньої і зовнішньої ефективності при визначальній ролі останньої.

Внутрішня ефективність дозволяє оцінювати систему управління з погляду виконання нею завдань управління. Іншими словами, показники внутрішньої ефективності характеризують систему управління, як інструмент управлінської діяльності. Тому по показниках внутрішньої ефективності можна робити порівняльну оцінку різних систем управління.

Розглянемо поняття зовнішньої ефективності системи управління ППО. Кінцевою метою функціонування системи ППО є прикриття військ, тобто максимально можливе збереження їхнього бойового потенціалу. Досягається ця мета знищення ЗПН противника. Але, як уже відзначено вище, сама система управління втрат противнику не наносить і від ударів противника не захищає. Вона здійснює збір, обробку і передачу інформації. На хід і результат бойових дій система управління впливає опосередковано через підлеглі сили і засоби шляхом оптимізації прийнятих рішень, своєчасної постановки бойових завдань та їхньої реалізації у ході відбиття нальотів ЗПН противника. Це призводить до значних труднощів у визначенні кількісної частки внеску системи управління у досягнення кінцевої мети бойових дій сил та засобів ППО омбр.

Функціонування органа управління можна розділити на два відносно самостійних процеси, при яких відносно вагу приймає безперервність.

*Перший процес* визначається завданнями, що ставить перед начальником (командиром), органом управління і військами вище командування. Реалізується цей процес у роботі органа управління циклом, який починається з одержання завдання і завершується виробленням та доведенням до підлеглих органів управління і військ бойових документів, що містять бойові завдання.

В цьому процесі можна виділити два варіанти функціонування – опорний і динамічний. Виконання циклу управління в опорному варіанті відбувається з одержанням нового завдання, а в динамічному – при необхідності внесення змін у раніше прийняте рішення під впливом обстановки, що змінюється зі збереженням мети рішення і раніше поставленого за-

вдання. Таким чином, одному опорному виконанню циклу управління може відповідати кілька динамічних варіантів.

*Другий процес* функціонування органа управління визначається змінами в обстановці, що складається, при виконанні військами раніше поставлених завдань. Реалізується цей процес у роботі органа управління циклом, що починається з одержання повідомлень про хід операції та умови дій, а завершується висновком про наявність (відсутність) необхідності цілком чи частково повторювати цикл управління. Цей цикл називається циклом контролю.

Таким чином, у результаті циклу контролю виробляється сигнал про те, що зміни в обстановці викликають необхідність цілком чи частково повторювати виконання циклу управління.

При динамічному варіанті виконання циклу управління можуть уточнюватися або плани дії, або оперативна частина рішення (зміни в способах дій) і плани забезпечення операції, або організаційна частина рішення (перегрупування і зміна складу сил).

Як показує досвід тактичних і командно-штабних навчань, усі рішення, плани, що розроблялися при підготовці операцій і бойових дій, під час проведення вимагали уточнення, а іноді і кардинальної переробки. А на таких важливих етапах, як відбиття контрударів, форсування водних перешкод, введення в бій других ешелонів, відбиття ударів повітряного супротивника з урахуванням понесених втрат у силах і засобах, десантів виникала необхідність уточнення раніше прийнятих рішень. Командирам і органам управління в цих умовах приходиться приймати нові рішення і уточнювати завдання військам. Але все це необхідно робити в більш короткий термін, чим на етапі підготовки операції (бойових дій), тобто в опорному циклі управління, де важливу роль відіграє безперервність управління. Діяльність органів управління в цей період являє собою напружену колективну працю всіх його посадових осіб з чітким розподілом функціональних обов'язків.

При функціонуванні системи управління військами у випадкові моменти часу окремі її керуючі елементи можуть давати відмовлення, тобто переходити в несправний стан. При цьому функціонування керуючої системи з погляду обліку надійності відрізняється від функціонування чисто технічної системи тим, що вихід з ладу унаслідок відмовлення ПУ старшого начальника не виключає функціонування підлеглих ПУ чи передачу функцій управління старшого начальника на один з підлеглих ПУ. У таких випадках відбувається зміна способів і видів управління. Тому ефективність виконання завдань управління кожним з них буде визначатися укомплектованістю органа управління, рівнем підготовки кожного офіцера, злагодженістю роботи в цілому, тому подальший пошук показника безперервності можливо розглядати

з визначення показників системи управління.

Показники системи управління:

**1. Просторові показники:**

розміри зони видачі цілевказівок і постановки завдань підрозділам;

рубіж та розміри області, в якій забезпечується централізоване управління вогнем при заданих висотах та швидкостях польоту цілей (централізоване управління – цілевказівки надходять з КП частин ЗРВ; децентралізоване управління – від засобів розвідки цілей *зрадн* і найближчих *рлр* або *ртб*);

рубезі приведення підрозділів у задані ступені готовності та постановки завдань.

**2. Часові показники:**

час запізнення інформації;

пропускна спроможність системи обробки й передачі інформації;

темп повного оновлення інформації про повітряну обстановку;

цикл управління пункту управління (КП);

робітний час пункту управління (КП);

потрібний і реальний час переведення в задані ступені готовності.

**3. Ймовірнісні показники:**

точність цілевказівок – величина середньоквадратичного відхилення даних про координати та швидкість цілі;

оперативність системи управління – ймовірність вирішення завдання в реальному часі;

ефективність цілерозподілу.

**4. Кількісні показники:**

кількість одночасно оброблюваних цілей, кількість цільових і ракетних каналів;

кількість одночасно виданих та прийнятих цілевказівок, повідомлень, кодограм;

кількість одночасно оброблюваних цілевказівок і здійснених наведень ЗКР.

Показник, за чисельним значенням якого оцінюють ефективність, називається критерієм ефективності.

Вибір критеріїв ефективності являє собою один з найважливіших елементів при аналізі процесів управління.

Критерій ефективності повинен об'єктивно характеризувати фізичний зміст аналізованих процесів, мати прямий зв'язок з метою бойових дій, бути досить критичним до зміни вихідних величин, легко обчислюватись і бути наочним.

Для всебічної оцінки ефективності управління, як правило застосовується система критеріїв, що включає групу часткових і групу узагальнених (інтегральних) критеріїв.

Розглянемо з цих позицій один з можливих підходів до вибору системи критеріїв для оцінки ефективності системи управління ППО окремої механізованої бригади. Він ґрунтується на методі системного

аналізу, що допускає можливість декомпозиції системи, тобто визначення у неї декількох рівнів, їхню оцінку і наступний синтез в інтересах системи в цілому. Таким чином, сутність викладеного підходу до вибору системи критеріїв полягає в тому, що оцінка внутрішньої ефективності системи управління ППО здійснюється виходячи з представлення системи управління як сукупності функціонально пов'язаних органів управління, пунктів управління, систем зв'язку, систем і засобів автоматизації управління військами, а також спеціальних систем, що забезпечують збір, обробку і передачу інформації.

Оцінка внутрішньої ефективності системи управління може здійснюватися за допомогою двох груп критеріїв:

перша група буде характеризувати оцінку складових елементів системи управління;

друга група критеріїв дозволяє оцінити систему управління в цілому.

Для оцінки зовнішньої ефективності системи доцільно використовувати дві інші групи критеріїв:

перша група повинна характеризувати вплив системи управління на ефективність дій активних засобів ППО;

друга група критеріїв характеризує цільову функцію системи ППО, тобто кінцеву мету, що, як відомо, полягає у збереженні бойового потенціалу військ, що прикриваються, за рахунок бойових дій військ ППО СВ.

Інший можливий підхід до вибору системи критеріїв пов'язаний з оцінкою внутрішньої ефективності системи управління через її відповідність до запропонованих вимог з бойової готовності, оперативності, якості, стійкості, безперервності та скритності в роботі. Обидва підходи тісно пов'язані між собою – елементи системи управління (органи і пункти управління і т.д.) повинні задовольняти запропонованим вимогам до системи, а реалізація цих вимог залежить від функціонування елементів системи.

Вибір критеріїв для оцінки системи управління в цілому являє собою складне завдання.

По-перше, створення системи управління, навіть самої досконалої – не самоціль, а лише засіб, призначений для максимальної реалізації бойових можливостей підрозділів ППО омбр.

По-друге, система управління, що складається з ряду підсистем, повинна мати властивості, що забезпечують максимальну реалізацію бойових можливостей підрозділів ППО омбр. Цими властивостями не володіє жодна з розглянутих вище підсистем. До того ж формування інтегральних критеріїв представляє великих труднощів, тому що поки ще не достатньо розроблені методи узагальнення чи згортання безлічі приватних критеріїв, що найчастіше мають різний фізичний зміст і різну розмірність.

У складній і багатоплановій області діяльності,

якою є управління, не всі показники можуть бути виражені числом, отриманим у результаті експерименту чи розрахунку. Велике значення мають і чисто логічні побудови, на основі яких можна одержати ту чи іншу кількісну оцінку різних, особливо якісних, показників системи управління.

Крім того, не всякий показник, що відноситься до управління військами, може бути віднесений до критеріїв його ефективності.

З урахуванням викладеного пропонується для практичних розрахунків обмежитися двома критеріями ефективності:

ступінь виконання поставленого завдання (критерій оцінки зовнішньої ефективності);

ступінь реалізації потенціалу системи управління (критерій оцінки внутрішньої ефективності).

Оцінку ефективності системи управління можна здійснити різними методами:

аналізу бойових дій у ході збройних конфліктів і локальних війн останніх десятиліть;

моделювання бойових дій (фізичне, математичне чи комбіноване моделювання);

експертних оцінок;

евристичним методом та ін.

Усі зазначені методи оцінки ефективності системи управління можуть бути використані для одержання часткових та інтегральних показників, а також для оцінки її внутрішньої і зовнішньої ефективності.

В зв'язку зі збільшенням можливостей поразки командних пунктів (КП), пунктів управління (ПУ), порушення зв'язку, збільшення темпів ведення сучасних бойових дій, тривалим перебуванням КП (ПУ) в русі, збільшенням відстані між ними, безперервність управління забезпечується активною розвідкою, стійкістю зв'язку, високою живучістю і мобільністю ПУ.

Основним кількісним показником безперервності управління є тривалість часу, протягом якого відсутній зв'язок з військами, коли командир і штаб не можуть одержувати дані про обстановку і доводити завдання до підлеглих. При сучасних темпах бойових дій, цей час у дивізійній ланці не може перевищувати декількох хвилин, тому що наступаючі підрозділи можуть просунути на таку відстань, що ускладнить прийняття рішення командиром підрозділу (частини) ППО СВ.

Безперервність управління також може характеризуватися імовірністю виходу зі строю КП(ПУ) в результаті застосування засобів поразки, часом його відновлення, імовірністю порушення зв'язку радіозавадами тощо).

Розглядаємо математичне моделювання.

Розрізняють два основних методи математичного моделювання: статистичний і аналітичний.

Аналітичне моделювання засноване на описі до-

сліджуваних процесів за допомогою аналітичних залежностей (системи рівнянь, нерівностей, логічних умов, формул і т.д.) та включає оцінки ефективності включає два основних етапи.

Зміст першого етапу залежить від того, яка ефективність оцінюється – прогнозована чи реальна. У першому випадку на цьому етапі необхідно оцінити можливості і потенціал системи управління. В другому випадку необхідно оцінити реальний результат бойової роботи системи управління.

На другому етапі оцінюється ефективність за прийнятими критеріями.

У залежності від мети дослідження ефективність може оцінюватися за всіма або тільки за окремими критеріями.

Критерії ефективності системи управління ППО розраховуються по наступних формулах.

1. Ступінь виконання поставленого завдання (критерій оцінки зовнішньої ефективності)

$$E_e = \frac{m}{m_n}, \quad (1)$$

де  $m_n$  – необхідне значення можливостей СУ

2. Ступінь реалізації потенціалу системи управління (критерій оцінки внутрішньої ефективності)

$$E_n = \frac{m}{m_{\max}}, \quad (2)$$

де  $m_{\max}$  – критерій потенціалу системи управління.

У формулах (1), (2)  $m$  – оцінка можливостей системи управління в конкретних (заданих) умовах обстановки.

Як було показано вище, якість системи управління визначається досить великою кількістю показників, що можуть виступати, як критерії її ефективності. При цьому показники повинні відбивати не тільки об'єктивні форми управління, але і суб'єктивні фактори, пов'язані з діяльністю особового складу органів управління. Тільки в цьому випадку можна дати обґрунтовані кількісно-якісні висновки про доцільність тих чи інших управлінських заходів.

Вибираючи різні критерії оцінки ефективності можна одержати, відповідно, різні значення оцінки ефективності. У свою чергу, для розрахунку оцінок ефективності за обраним критерієм чи групі критеріїв (що, як правило, істотно ускладнює розробку виконання відповідної моделі) можуть застосовуватися різні методики. Тому, крім розрахунку зазначених оцінок ефективності системи управління, необхідно ввести й деякий узагальнений показник ефективності  $E_{\Sigma}$ , що за обраним правилом буде враховувати попередньо розраховані оцінки ефективності.

Якщо розглядати отримані оцінки як координати вектора в багатомірному просторі, розмірність

якого дорівнює кількості отриманих оцінок ефективності, то в якості такого правила можна використовувати формулу для розрахунку евклідової довжини вектора:

$$E_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n E_i^2}, \quad (3)$$

Введений узагальнений показник ефективності дозволяє спростити попередні розрахунки оцінок ефективності, тому що в цьому випадку не обов'язково розробляти методики розрахунку за групою критеріїв і можна обмежитися розрахунками оцінок ефективності за одним критерієм.

Якісне виконання завдань системою управління зв'язано зі ступенем впровадження в процеси управління інформаційних, розрахункових задач, математичних моделей та їх комплексів. Тільки з допомогою спеціального програмного і математичного підходу до системи управління можливо добитись реальних процесів управління військами (силами) та бойовими засобами.

## Висновки

Отже безперервність управління, тобто спроможність забезпечити безперебійний зв'язок з підлеглими, постійне знання командиром та штабом обстановки і можливість з їх боку впливати на хід бойових дій (бойового застосування) сил та засобів, може бути досягнуто :

- своєчасною та повною укомплектованістю органів управління висококваліфікованими кадрами;
- правильною науковою організацією роботи штабів;
- всестороннім технічним оснащенням штабів інформаційно-розрахунковими системами;
- ефективним використанням автоматизованих систем управління (АСУ) спеціального призначення;
- забезпеченням високої живучості системи зв'язку та завадостійкості;
- чіткою організацією бойового чергування;
- натренованості органів управління з виконання функціональних обов'язків у складних умовах;
- швидким відновленням порушеної взаємодії.

## Список літератури

1. *Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): Монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.*

Надійшла до редколегії 26.10.2006

**Рецензент:** канд. військ. наук, доцент О.В. Лезік, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків