

УДК 623.76

М.О. Єрмошин

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

*У статті розглядається основні показники для аналізу та синтезу структури системи протиповітряної оборони, що включає взаємопов'язані між собою компоненти підсистем розвідки, управління, винищувального та зенітного ракетно-артилерійського прикриття, забезпечення. Ці показники взаємно погоджені через ефективність бойових дій угруповань військ (сил) ППО, розподіляються на чотири групи: показники якості прийняття рішень, показники якості структури системи ППО, показники ефективності бойових дій військ (сил) ППО та функціонування компонент системи ППО*

**Ключові слова:** *аналіз і синтез структури системи ППО, ефективність, показник, критерій.*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Підвищення ефективності системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) може бути компенсовано за рахунок якісних змін в їхньому складі, оснащеності сучасними зразками техніки, пошуку оптимальних структури системи, нових форм і способів математичного моделювання функціонування системи. Одною із основних завдань, що із цього виникає – це визначення основних показників і критеріїв для аналізу та синтезу структури сучасної системи протиповітряної оборони.

**Аналіз літератури.** Питанням визначення основних показників і критеріїв для аналізу та синтезу структури сучасної системи протиповітряної оборони присвячені матеріали праць за даною тематикою [1, 2], аналіз яких показав, що дане питання (особливо в його прикладній частині) розкриті й аргументовані в недостатній мірі. Так в [1] надана система показників і критеріїв, однак не ураховані особливості функціонування складних організаційних систем. В [2] наведено тільки зміст функціонування системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття.

**Мета статті:** Надання пропозицій щодо визначення основних показників і критеріїв для аналізу та синтезу структури системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) у сучасних умовах.

### Розділ основного матеріалу

Аналіз і синтез структури системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що включає взаємопов'язані між собою компоненти підсистем розвідки, управління, винищувального та зенітного ракетно-артилерійського прикриття, забезпечення, здійснюється з використанням моделей і задач за визначеними показниками та критеріями [1, 2].

*Задачі аналізу* полягають у вивченні структури, її елементів і компонент, властивостей і поведінки системи в залежності від характеристик вхідних впливів і від зовнішнього середовища. При цьому потрібно одержати вектор  $Y$  для визначених значень елементів і компонент:  $U$  – вхідні дані,  $V$  – вихідні дані,  $S$  – внутрішні параметри системи,  $X$  – набір керуючих сигналів.

Задачі аналізу зводяться до оцінки ефективності функціонування системи. При цьому задача полягає в одержанні значення деякого функціоналу, що характеризує ефективність  $E = E(U, V, S, X)$  при заданих  $U, V, S, X$  на поточний час  $t$ .

*Задачі синтезу* передбачають синтез структури системи, тобто знаходження потрібних елементів і компонент системи та зв'язків між ними. При синтезі структури задаються вхідні впливи, впливи зовнішнього середовища, сигнали управління й шукається набір внутрішніх параметрів системи  $S = F(S_{\text{ВАП}}, S_{\text{РАП}}, S_{\text{РОЗВ}}, S_{\text{ЗАБЕЗ}}, S_{\text{УПР}})$ , що задовольняє цілком визначеним обмеженням і значенню показника  $E = \max E(U, V, S, X)$  або навпаки. Знаходження зв'язків між елементами системи передбачає пошук набору керуючих сигналів  $X$  при фіксованих  $U, V, S$ , максимальному значенню показника ефективності  $E$  і при задовольняючих обмеженнях, що обумовлені можливостями їх реалізації в сигналах управління  $X$ .

У загальному вигляді задачі синтезу формуються таким чином: задані  $U, V, X$ ; знайти  $S$ , що максимізує  $E(U, V, S, X)$ . Синтез управління: задані  $U, V, S$ ; знайти  $X$ , що максимізує  $E(U, V, S, X)$ .

Таким чином, навіть в одній предметній області існує велика кількість задач, що вимагають розробки та застосування математичних моделей структур. Однак розв'язання цих задач наштовкується на ряд серйозних труднощів. По-перше, ці задачі вирішуються в різний час різними організаціями й установами. По-друге, часто навіть в одній організації різні задачі з однієї предметної галузі вирішуються з використанням різних моделей.

*Показник* – якісна або кількісна характеристика, яка використовується для оцінки окремої властивості або сукупності властивостей об'єкта (процесу), що розглядається. Показник звичайно має найменування, позначення та значення. Розрізняють кількісні (значення – кількісний розмір) та якісні (значення – словесний, некі-

лькісний опис міри) показники. Не применшуючи значущості якісних характеристик вибраного показника, необхідно для оцінки ефективності бойових дій військ (сил) ППО прагнути до визначення тенденцій його розвитку з урахуванням вибраних критеріїв.

*Показники класифікуються:* за рівнем управління, за формами та способами бойових дій, які оцінюються; за визначенням (основні, додаткові); за кількістю ознак, що характеризує (комплексні, часткові); за областю аналізу (бойові, технічні); за ступенем деталізації (елементарні, складові); за ступенем узагальнення властивостей (загальні, спеціальні); за способом вираження (абсолютні, відносні).

*Критерій* – це ознака, на основі якої створюється оцінка, визначення, класифікація способів бойових дій військ чи процесу управління.

*Нормативи*, які необхідні для оцінки ефективності бойових дій військ (сил) ППО, розраховуються та попередньо встановлюються на основі узагальнення бойового досвіду, навчань, результатів полігонних випробувань, моделювання.

Показник ефективності структури системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) кількісно відображує ступень досягнення мети бойових дій, у цьому випадку мети протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) для ідеальної, існуючої та оцінюваної структур [1].

*Ідеальна структура системи* протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) забезпечує об'єктивне виконання бойових завдань угруповань протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) для конкретних умов обстановки. Для ідеальної структури втрати ефективності мінімальні й обумовлені невизначеністю даних обстановки.

*Існуюча структура системи* протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що забезпечує виконання бойових завдань угруповань в заданій організаційно-штатній структурі, має втрати ефективності для конкретних умов обстановки, що оцінені за визначеними показниками та критеріями під час проведення тренувань, навчань і досліджень.

*Структура системи* протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що оцінюється, повинна забезпечити задану ефективність бойових дій військ (сил) відповідно до прогнозованих умов обстановки.

При порівнянні різноманітних структур системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) виникає задача кількісного вимірювання абсолютного або хоча б відносного значення ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що має відповідну структуру. Така задача призводить до необхідності вибору відповідного показника втрат ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що кількісно відображає ступінь втрат елементів систем розвідки, управління, винищувального та зенітного ракетно-артилерійського прикриття, забезпечення при досягненні мети бойових дій військ (сил) ППО.

Цей показник природно обраний, виходячи з мети бойових дій військ (сил) ППО. Звичайно метою бойових дій військ (сил) ППО є підвищення їх готовності до бойового застосування. Тому чим краще структура, тим менші бойові втрати на досягнення заданої ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил). Але тоді ідеальна структура повинна забезпечувати мінімальні  $V_{ei}$  втрати ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), що обумовлені лише непевністю даних (наприклад, про противника, про свої війська та ін.). З урахуванням зазначених розуміння для порівняння ефективності структур – оцінюваної та існуючої – введемо відносний показник

$$W = \frac{V_{en} - V_{eo}}{V_{en} - V_{ei}}$$

де  $V_{en}$ ,  $V_{ei}$ ,  $V_{eo}$  – очікувані втрати ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) під час безпосередньої реалізації параметрів системи, які формовані з використанням наявної, ідеальної структур і такої, що оцінюється відповідно. При розрахунку такого показника одиниці вимірювання ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) подаються несуттєвими, а похибки оцінок втрат  $V_e$  ефективності для аналізованих структур мають тенденцію до взаємної компенсації.

Припустимо, що втрати ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил)  $V_e$ , які визначаються неточністю визначення кожного з  $Q$  ( $i = 1, \dots, Q$ ) параметрів системи ( $K_i$  – вага  $i$ -го параметра), різноманітні, незалежні й адитивні з точки зору загальних втрат ефективності, що визначають якість структури, тобто

$$V_e = \sum_{i=1}^Q K_i V_{ei}$$

Далі введемо позначення для бойових втрат  $V_{ei}$  ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил), коли результати синтезу структури системи не використовувалися (без синтезу), і для втрат  $V_{mi}$  ефективності, одержаних, коли результати синтезу та відповідні рекомендації були використані (із синтезом) [2].

При проведенні рахунків у відносних значеннях зниження бойових втрат ефективності функціонування системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) узагальнений показник для порівняльної оцінки записується у більш загальному вигляді через ефективність бойових дій угруповань військ (сил) ППО у наявної ( $E_n$ ) та оцінюваної ( $E_o$ ) структурах

$$W = \frac{E_o - E_n}{1 - E_n}$$

В цілому, взаємно погоджені показники та критерії, що використовуються для аналізу та синтезу структури системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) через ефективність бойових дій угруповань військ (сил) ППО, розподіляються на чотири групи: показники якості прийняття рішень, показники якості структури системи протиповітряної оборони, показники ефективності бойових дій військ (сил) ППО та функціонування систем розвідки, управління, винищувального та зенітного ракетно-артилерійського прикриття, забезпечення бойових дій військ (сил) ППО.

## Висновки

Таким чином, групи показників і критеріїв для аналізу та синтезу структури системи протиповітряної оборони об'єктів і військ (сил) взаємно погоджені між собою через показник ефективності бойових дій угруповань військ (сил) ППО.

## Список літератури

1. Городнов В.П., Дробах Г.А., Єрмошин М.О., Смирнов Є.Б., Ткаченко В.І. *Моделювання бойових дій військ (сил) ППО та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): Монографія.* – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.
2. Торочин А.Я., Кириченко І.О., Єрмошин М.О., Дробаха Г.А., М.П. Долина *Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності: (теорія, практика, тенденції розвитку): Монографія.* – Х.: ХВУПС, 2006. – 350 с.

Надійшла до редколегії 17.06.2008

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

## ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

М.А. Ермошин

*В статье рассматриваются основные показатели для анализа и синтеза структуры системы противовоздушной обороны, которая включает взаимосвязанные между собой компоненты подсистем разведки, управления, истребительного и зенитного ракетно-артиллерийского прикрития, обеспечения. Эти показатели взаимно согласованы через эффективность боевых действий группировок войск (сил) ПВО, распределяются на четыре группы: показатели качества принятия решений, показатели качества структуры системы ПВО, показатели эффективности боевых действий войск (сил) ПВО и функционирования, компонент системы ПВО*

**Ключевые слова:** анализ и синтез структуры системы ПВО, эффективность, показатель, критерий.

## BASIC INDEXES FOR ANALYSIS AND SYNTHESIS OF STRUCTURE OF SYSTEM OF AIR DEFENSE

M.A. Ermoshin

*In the article examined basic indexes for an analysis and synthesis of structure of the system of air defence, which includes the взаимосвязанные between itself components of subsystems of secret service, management, destructive and zenithal rocket-artillery protection, providing. These indexes are mutually concerted through efficiency of battle actions of groupments of troops (forces) of air defence, distributed on four groups: indexes of quality of making a decision, indexes of quality of structure of the system of air defence, indexes of efficiency of battle actions of troops (forces) of air defence and functioning, component of the system of air defence*

**Keywords:** analysis and synthesis of structure of the system of air defence, efficiency, index, criterion.