

## ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧ СИНТЕЗУ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ) ТА ЇЇ ПІДСИСТЕМ ВІДПОВІДНО ДО ЗАМИСЛУ ДІЙ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА

*В роботі наведені методичні підходи щодо формалізованого опису замислу повітряного противника та здійснений формалізований опис задач синтезу раціональної структури системи протиповітряної оборони угруповання військ (сил) та її підсистем відповідно до замислу повітряного противника.*

**Ключові слова:** система протиповітряної оборони, угруповання військ, органи управління, замисел, повітряний противник, синтез, раціональна структура, ефективність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Сучасний стан та рівень розвитку засобів повітряного нападу (ЗПН) дозволяють вирішувати оперативно-стратегічні завдання та при відповідних умовах швидко досягати стратегічної мети війни. Аналіз останніх збройних конфліктів показує, що в більшості випадків бойові дії починалися з повітряної наступальної операції або проведенням ракетних і авіаційних ударів, у ході яких, як правило, вирішувалися основні завдання конфлікту. Досягнення науково-технічного прогресу у розвинених у військовому відношенні країнах обумовлюють підвищення бойових можливостей засобів повітряного нападу, і, як наслідок, підвищення непередбачуваності дій повітряного противника (ПП) в ході нанесення удару.

Побудова системи протиповітряної оборони (ППО) здійснюється в ході реалізації рішень, прийнятих органами управління на основі оцінки повітряного противника. Оцінка повітряного противника здійснюється насамперед на основі інтуїтивного уявлення органів управління про можливий характер його дій. Необхідність проведення органами управління великої кількості розрахунків (оцінок, порівнянь) в короткий термін та недостатній рівень автоматизації призводить до того, що в ході завчасної підготовки відпрацьовується тільки два-три варіанти можливих дій повітряного противника, серед яких може не виявитись близького до реального. Як наслідок, прийняті рішення не будуть відповідати умовам обстановки, а структура створеної в ході реалізації цих рішень системи ППО та її підсистем, не буде раціональною та не забезпечить виконання покладених завдань. В ході відбиття удару зазначена проблема проявиться ще в більшій мірі, оскільки органи управління будуть уточнювати рішення в умовах постійного дефіциту часу та невідомості даних обстановки.

Таким чином, з одного боку, підвищення бойових можливостей засобів повітряного нападу створюють умови для підвищення непередбачуваності дій повітряного противника в ході нанесення удару.

З іншого боку, у рішення, що приймається на етапі завчасної підготовки до бойових дій, закладається можливість протидії лише двом-трьом прогнозованим варіантам дій повітряного противника. У випадку, якщо реальний замисел повітряного противника не відповідає жодному з прогнозованих варіантів, структура системи ППО та її підсистем, створених в ході реалізації прийнятого рішення, не є оптимальною чи раціональною. Також структура системи ППО та її підсистем не забезпечує швидку адаптацію до змін обстановки в ході бойових дій (коли реальний замисел повітряного противника не відповідає прогнозованому).

Таким чином, актуальним є розвиток теоретичних основ побудови та застосування системи ППО, а саме розробка методичних підходів щодо розпізнавання замислу повітряного противника та методики синтезу раціональної структури системи ППО та її підсистем відповідно до прогнозованого замислу повітряного противника. Для цього автором проведені дослідження та сформульовані задачі синтезу раціональної структури системи протиповітряної оборони відповідно до замислу повітряного противника. Викладення результатів цих досліджень є **метою даної статті.**

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогоднішньому етапі розвитку науки розроблені методичні підходи щодо розпізнавання замислу повітряного противника та визначення раціональних структур системи ППО [1, 2] та теоретичні основи синтезу структур складних організаційних систем [3, 4]. В [1, 2] розпізнавання замислу повітряного противника здійснюється без врахування впливу структури системи ППО. Аналіз [3, 4] показав наявність єдиного методологічного підходу до дослі-

дження організаційних систем як багаторівневих системи з ієрархічною структурою та відсутність на даний час конкретної змістовної інтерпретації такого загального підходу до предмету досліджень даної роботи.

## Виклад основного матеріалу

При побудові системи ППО та її підсистем необхідно врахувати велику кількість умов обстановки, що прямо чи опосередковано будуть впливати на ефективність виконання завдань системою ППО. Деякі з цих умов, в свою чергу, будуть залежати від побудови системи ППО.

Введемо наступні позначення:

$\Omega$  – множина можливих структур системи ППО та її підсистем;

$S \in \Omega$  – можлива структура системи ППО та її підсистем;

$S_T^* \in \Omega$  – вихідна структура системи ППО та її підсистем, яка визначається в ході завчасної підготовки операції (бойових дій) (далі – бойових дій). Вважаємо, що в ході підготовки удару ця структура противником викривається;

$S_T \in \Omega$  – нова структура системи ППО та її підсистем, створена в ході безпосередньої підготовки бойових дій;

$S_F \in \Omega$  – хибна структура системи ППО та її підсистем, створена у ході реалізації заходів щодо введення противника в оману щодо побудови системи ППО. Вважаємо, що зазначені заходи досягають мети;

$S_I = S_T^* \cup S_F \in \Omega$  – уявлення противника щодо побудови системи ППО на час удару при умові, що заходи щодо введення противника в оману досягли мети;

$\Psi$  – множина можливих замислів удару ПП;

$Z(S_I, P) \in \Psi$  – замисел удару повітряного противника, визначений ним на основі його уявлення  $S_I$  щодо побудови системи ППО. В загальному випадку на замисел будуть впливати і інші умови обстановки – позначимо їх сукупність як  $P$ ;

$Z^*(S_I, P) \in \Psi$  – розпізнаний органами управління (ОУ) угруповання військ (сил) замисел удару повітряного противника. При зроблених вище припущеннях, вважаємо відомими для ОУ уявлення ПП про побудову системи ППО  $S_I$ . Вважаємо, що органам управління відомі умови обстановки  $P$  і здійснюється повне розпізнавання замислу ПП, тобто  $Z^*(S_I, P) = Z(S_I, P)$ ;

$E(Z(S_I), S_I, P)$  – показник ефективності удару повітряного противника як функція від його замислу, виробленого на основі його уявлень про побудову системи ППО;

$E^*(Z(S_I), S_T, P)$  – показник, який характеризує ефективність удару повітряного противника при реальній структурі системи ППО  $S_T$ , визначений ОУ угруповання військ (сил).

### Формулювання задач.

1. Задача розпізнавання замислу повітряного противника може бути сформована як

$$Z(S_I \in \Omega) = \max_{\Psi} (E(Z(S_I), S_I, P)),$$

тобто вважаємо, що ПП буде виробляти такий замисел бойових дій, при якому досягається максимальна ефективність удару відповідно до викритої противником системи ППО  $S_I$ .

Також можуть бути сформульовані задачі синтезу раціональної структури системи ППО та її підсистем.

2. Задача синтезу структури системи ППО. Відома вихідна структура  $S_T^*$ , інші умови обстановки  $P$ , задана хибна структура для введення противника в оману  $S_F$ . Знайти таку нову структуру  $S_T$ , при якій забезпечується

$$\begin{aligned} S_T &= \min_{\Omega} \max_{\Psi} (E(Z(S_I), S_T, P)) = \\ &= \min_{\Omega} \max_{\Psi} (E(Z(S_T^* \cup S_F), S_T, P)). \end{aligned}$$

3. Задача визначення заходів для введення противника в оману щодо побудови системи ППО – задача синтезу хибної структури системи ППО. Відома вихідна структура  $S_T^*$ , інші умови обстановки  $P$ , визначена нова структура  $S_T$ . Визначити структуру  $S_F$ , при якій забезпечується

$$S_F = \min_{\Omega} \max_{\Psi} (E(Z(S_T^* \cup S_F), S_T, P)).$$

4. Задача, яка об'єднує дві попередні, і, відповідно, є найскладнішою для вирішення. Відома вихідна структура  $S_T^*$ , інші умови обстановки  $P$ . Необхідно знайти нову структуру  $S_T$  та визначити хибну структуру для введення противника в оману  $S_F$ , при яких забезпечується

$$S_T, S_F = \min_{\Omega} \max_{\Psi} (E(Z(S_T^* \cup S_F), S_T, P)).$$

5. Можливий і варіант повної інформованості противника про структуру системи ППО, тобто противник викриває нову структуру  $S_T$ , при цьому не проводяться або не досягають мети заходи щодо введення противника в оману, тобто  $S_F = \emptyset$ . В цьому випадку  $S_I = S_T$  і необхідно синтезувати таку нову структуру  $S_T$ , яка забезпечує мінімум показника ефективності  $E$ , тобто

$$S_T = \min_{\Omega} \max_{\Psi} (E(Z(S_T), S_T, P)).$$

Наведене вище пояснюється рис. 1. При реальній структурі системи ППО  $S_T$  і уявленнях ПП щодо структури системи ППО  $S_{I2}$  або  $S_{I3}$  ефективності

удару  $E(Z(S_{12}), S_T)$  та  $E(Z(S_{13}), S_T)$  суттєво менше ефективності  $E(Z(S_T), S_T)$ , яка б досягалась при повній інформованості противника про структуру системи ППО  $S_T$ . Якщо ж уявлення противника про структуру системи ППО  $S_T$  співпадають з реальною структурою системи  $S_T$ , тоді краще використовувати структуру  $S_{13}$ , оскільки значення ефективності в цьому випадку мінімальне (штрих-пунктирна лінія).

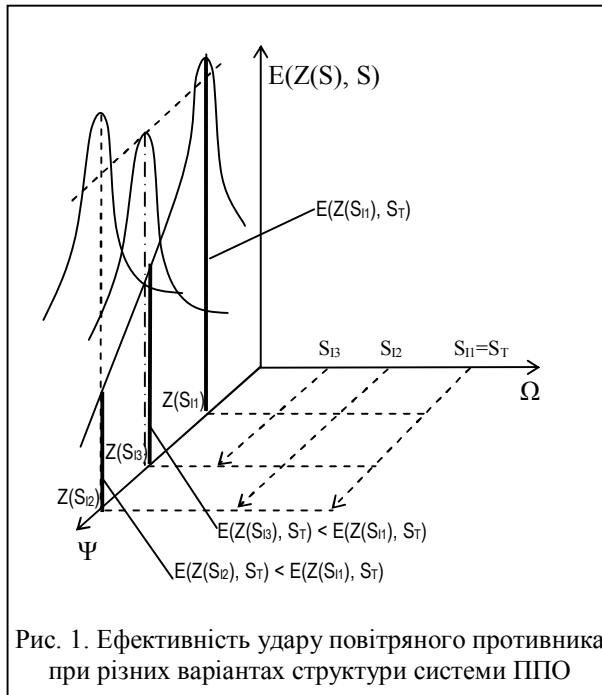


Рис. 1. Ефективність удару повітряного противника при різних варіантах структури системи ППО

Отже, для вирішення задачі синтезу раціональної структури системи ППО та її підсистем необхідно:

розробити математичну модель структури системи ППО та її підсистем для забезпечення формального опису системи та використання цієї моделі при програмній реалізації задач, що вирішуються;

розробити методичні підходи щодо розпізнавання замислу повітряного противника при заданій структурі системи ППО та її підсистем;

розробити методіку оцінки ефективності удару повітряного противника при заданій структурі системи ППО та її підсистем.

## Висновки

Таким чином, в даній роботі сформульовані задачі синтезу раціональної структури системи протиповітряної оборони угруповання військ (сил) та її підсистем відповідно до замислу дій повітряного противника. Подальші дослідження можуть бути направлені на удосконалення існуючих методик прогнозування дій повітряного противника та на розробку моделі структури системи ППО.

## Список літератури

1. Моделирование боевых действий войск (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / [Городнов В.П., Дробаха Г.А., Єрмошин М.О., Смірнов Є.Б., Ткаченко В.І.] – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
2. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності (теорія, практика, тенденції розвитку) : монографія / [Торочин А.Я., Кириченко І.О., Єрмошин М.О., Дробаха Г.А., Долина М.П.] – Х.: ХВУ, 2006.
3. Воронин А.А., Мишин С.П. Оптимальные иерархические структуры. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 214 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. – 584 с.

Надійшла до редколегії 15.04.2015

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

## ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ СИНТЕЗА РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ ГРУППИРОВКИ ВОЙСК (СИЛ) И ЕЕ ПОДСИСТЕМ В СООТВЕТСТВИИ С ЗАМЫСЛОМ ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА

И.А. Таран

В работе приведены методические подходы по формализованному описанию замысла воздушного противника и осуществлено формализованное описание задач синтеза рациональной структуры системы противовоздушной обороны группировки войск (сил) и ее подсистем в соответствии с замыслом воздушного противника.

**Ключевые слова:** система противовоздушной обороны, группировки войск, органы управления, замысел, воздушный противник, синтез, рациональная структура, эффективность.

## FORMALIZED DESCRIPTION OF THE TASKS SYNTHESIS RATIONAL STRUCTURE OF AIR DEFENSE GROUPING OF TROOPS (FORCES) AND ITS SUBSYSTEMS ACCORDING TO THE CONCEPT OF ENEMY AIRCRAFT

I.A. Taran

The paper describes the methodological approaches to formalized description of Concept Air opponent and implemented a formalized description of the tasks synthesis rational structure of air defense grouping of troops (forces) and its subsystems according to the Concept of enemy aircraft.

**Keywords:** system of air defense, groupments of troops, management organs, project, air opponent, synthesis, rational structure, efficiency.