

МЕТОДИКА СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ ВОЄННИХ ОБ'ЄКТІВ

Розглядається порядок синтезу структури системи зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів з використанням штабних математичних моделей і задач.

Постановка проблеми

Значне скорочення кількісного складу ЗРВ може бути компенсовано за рахунок якісних змін в їх складі, оснащеності сучасними зразками озброєння, пошуком нових форм і способів підготовки та ведення бойових дій. Однією з головних задач, яка впливає з цього, – це пошук нових способів побудови системи зенітного прикриття воєнних об'єктів з метою раціонального використання бойових можливостей ЗРВ.

Аналіз літератури

Зростання значущості визначення зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів за нових умов підготовки та ведення бойових дій ЗРВ призвело до необхідності більш глибокого дослідження його сутності та змісту системи прикриття. Питанням синтезу таких структур присвячені матеріали статутів та інших посібників. Аналіз праць за даною тематикою [1, 2] показав, що дане питання (особливо в його прикладній частині) розкрито й аргументоване в недостатній мірі для системи зенітного ракетного прикриття. Так, в [1] наведено тільки зміст системи ППО за складовими. У [2] надана система показників для оцінки ефективності бойових дій та ефективності структур, однак зв'язок між ними не показаний.

Мета статті – надання пропозицій органам управління угруповання ЗРВ під час синтезу структури системи зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів за сучасних умов.

Основний матеріал

Під час визначення структури системи зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів безпосередньо використовуються математичні моделі та задачі. Вони повинні забезпечити під час зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів обґрунтованість рішень щодо побудови такої системи під час виконання бойових завдань ЗРВ. Загальна схема методики синтезу структур системи зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів наведена на рис. 1 і передбачає такий порядок дій відповідно до поставленого бойового завдання ЗРВ.

1. Формалізація задачі синтезу структури системи прикриття та вибір її компонентів (блок 1). При цьому відповідно до потрібного вигляду системи та вирішуваних завдань визначають перелік і характеристики джерел та споживачів, задачі їх поєднання в єдину систему, характеристики засобів, які є (синтез структури з відомих конструктивних компонентів)

або які потрібно мати (синтез структури з компонентів із завчасно заданими властивостями). Формуються вимоги до створюваної системи прикриття.

У результаті цих робіт формалізується задача синтезу структури системи прикриття: з яких компонентів створювати систему, як їх поєднувати та які припущення виставити до моделі структури системи, щоб забезпечити її відповідність оригіналу в рамках поставлених вимог і завдань, що будуть вирішуватися із застосуванням системи.

2. Визначення показників і критеріїв якості структури системи прикриття включає (блок 2) проведення аналізу виставлених вимог до структури, пошук показників, що відображають шукані властивості структури у рамках сформованих гіпотез і припущень, формування критеріїв, що дозволять відсікати непридатні варіанти структур.

3. Описання структур компонент системи прикриття (внутрішньої структури джерел і споживачів з точки проходження даних, взаємозв'язків між ними) та правил їх перетворення з використанням розробленої алгебри моделей структур (блок 3) [1].

На цьому етапі формуються матриці інцидентності (моделі початкових структур), перетворення яких дозволить отримати шукану модель структури. Це, по суті, формалізація вхідних даних (операндів) для наступного синтезу структури. Далі відповідно до поставленого завдання здійснюється пошук таких операторів у просторі моделювання, застосування яких до початкових операндів дозволяє побудувати (синтезувати) шукану структуру, яка теж буде мати вигляд операнда алгебри моделей структур.

4. Синтез варіантів структур системи прикриття та розрахунок значень показників їх якості (блок 4). Розв'язувальна задача часткового синтезу відповідно до блоків 3, 4 дозволяє побудувати варіанти структур шляхом знаходження та застосування сукупності перетворень вхідних даних, які дозволяють отримати шукані моделі структури. Але кількість таких моделей може статися значною, що потребує пошуку з них раціональної (тобто, по суті, розв'язання задачі оптимізації структури). Тому відповідно до кожної знайденої моделі структури розраховуються значення показників якості структури у синтезованому варіанті.

5. Перевірка: чи задовольняють синтезовані структури системи поставленим критеріям і вимогам (блок 5). На цьому етапі розв'язуються задачі визначення еквівалентності знайдених варіантів структур та мінімізації кількості цих варіантів.

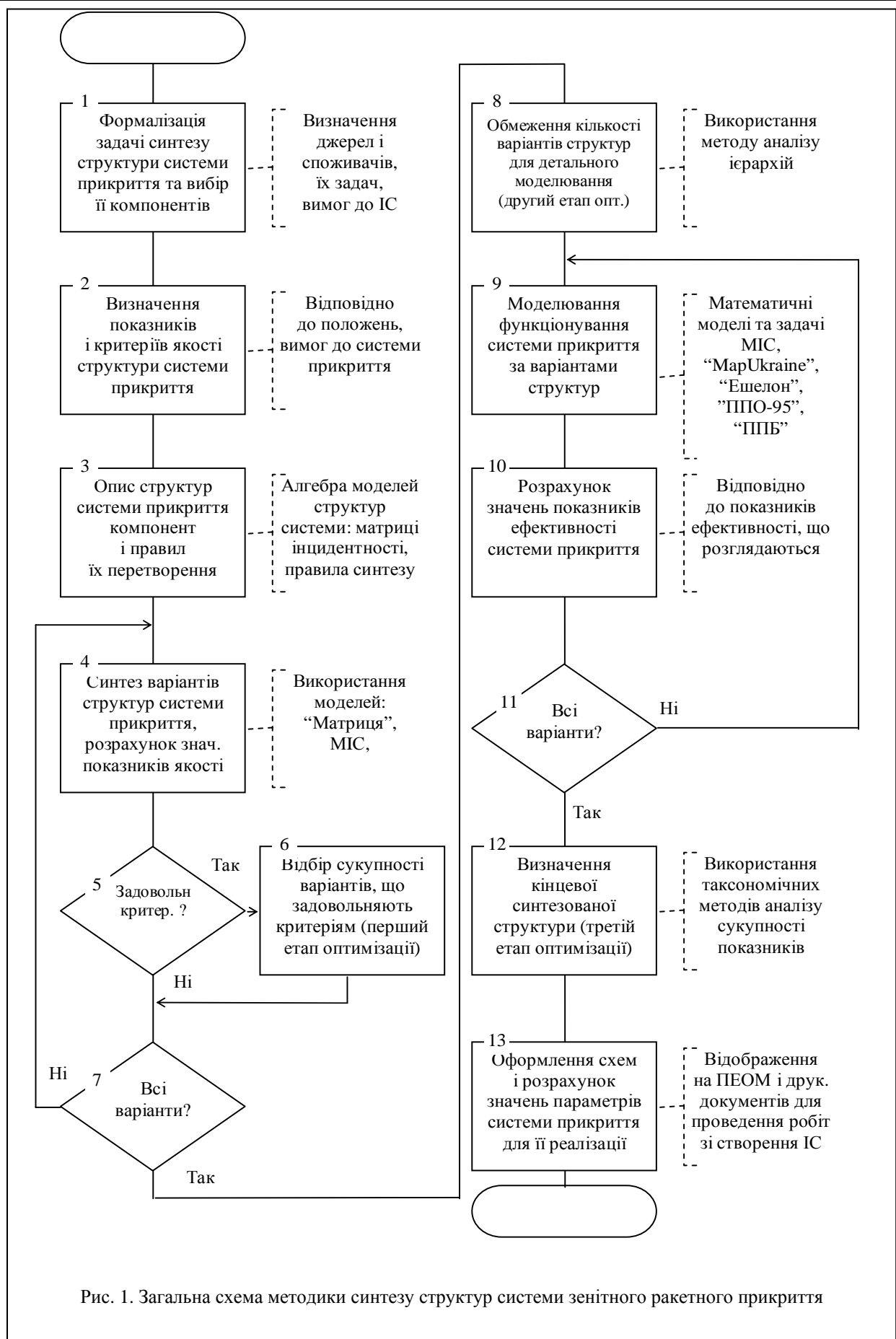


Рис. 1. Загальна схема методики синтезу структур системи зенітного ракетного прикриття

6. Відбір сукупності варіантів, що задовольняють критеріям (блок 6). У результаті формується сукупність варіантів структур, що задовольняють обраним критеріям. Це перший етап парето-оптимізації, що передбачає відсічення незадовільних варіантів структур і формування множини варіантів для подальшого пошуку раціонального варіанта структури.

7. Перевірка умов закінчення перебору варіантів (блок 7). Структура, що розглядається в рамках розв'язуваної задачі, має кінцеву розмірність. Кількість таких структур також скінченна. Це дозволяє здійснити перебір різноманітних варіантів моделей структур у певному просторі моделювання.

8. Обмеження кількості варіантів для детального моделювання структури системи прикриття в обраних варіантах і проведення аналізу якості структур системи прикриття (блок 8). У зв'язку з тим, що кількість варіантів, відібраних методом парето-оптимізації, може виявитися значною, подальше детальне моделювання системи прикриття в усіх обраних варіантах структур може зайняти недопустимо великий час. Щоб цього не відбулося, кількість варіантів необхідно обмежити. Для цього рекомендовано використовувати метод аналізу ієрархій сукупності показників, що дозволяє обрати задану кількість кращих у цьому сенсі варіантів з допустимих, що визначені на попередніх етапах робіт. Це другий етап оптимізації структури системи прикриття, що синтезується за методом аналізу ієрархій.

9. Моделювання функціонування системи прикриття за варіантами обраних структур (блок 9). Для визначення раціонального варіанта структури з відібраних треба знайти той, який буде кращим за умов реального застосування системи прикриття. Це потребує проведення моделювання функціонування такої системи за варіантами обраних структур.

При моделюванні функціонування системи прикриття, яка застосовується для зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів, є можливість застосувати математичні моделі "Ешелон", "ППБ", "ППО-95", а також геоінформаційну систему "Мар-Ukraine". Для моделювання функціонування системи прикриття, що використовується на етапах підготовки та ведення бойових дій ЗРВ, доцільно використовувати модель МІС щодо логіко-аналітичної діяльності органів управління.

10. Розрахунок значень показників ефективності системи прикриття за результатами моделювання (блок 10). Залежно від бойового завдання, яке вирішується за допомогою системи, показники, що характеризують її ефективність, можуть бути різними.

Для системи прикриття за такий показник доцільно обрати той, що характеризує очікуваний приріст ефективності бойових дій ЗРВ за рахунок реалізації системи в обраному варіанті структури. Такий показник можливо розрахувати за допомогою розробленої моделі "ППО-95", "ППБ" і "Ешелон". У той же час безпосередньо визначити приріст ефективності за рахунок використання системи важко у зв'язку з невизначеністю цілого ряду факторів, що

додатково впливають на результат бойових дій ЗРВ. У цьому випадку звичайно використовують гіпотезу, що своєчасно прийняте рішення, яке враховує більшу кількість значущих для ведення протиповітряного бою факторів, апостеріорі дасть більший приріст ефективності бойових дій ЗРВ.

11. Після перебору всіх варіантів (блок 11) здійснюється перехід до визначення шуканого раціонального варіанта структури системи прикриття.

12. Визначення кінцевої синтезованої структури системи прикриття стає потрібним у зв'язку з тим, що в результаті детального моделювання функціонування системи прикриття для конкретного бойового завдання отримують додаткові дані щодо властивостей та ефективності такої системи (блок 12). У загальному випадку кількість показників, яку при цьому потрібно порівнювати для вибору раціонального варіанта структури, може бути немалою. Тому на цьому етапі також використовується таксономічний метод аналізу сукупності показників [1]. У результаті третього етапу оптимізації обирається варіант синтезованої структури, що буде раціональним з точки зору обраної системи показників і критеріїв її якості.

13. Оформлення схем і розрахунок значень параметрів системи прикриття з синтезованою структурою (блок 13), підготовка пропозицій для її реалізації. Це кінцевий етап методики, на якому формуються вихідні дані, потрібні для реалізації обраного варіанта структури системи.

У результаті реалізації такої методики з'являється можливість обґрунтованого синтезу структур системи прикриття у випадках, коли за великою кількістю елементів ці системи стають непридатними для проведення надійного аналізу їх структур іншими способами.

Таку методику доцільно використовувати для вирішення завдань побудови адаптивної системи зенітного ракетного прикриття залежно від умов обстановки та поставленого бойового завдання ЗРВ.

Висновок

Таким чином, методика полягає у використанні розробленого математичного апарату алгебраїчного зображення моделей структур системи зенітного ракетного прикриття воєнних об'єктів, а також у визначенні варіантів структур за методом аналізу ієрархій та вибору раціонального варіанта структури за таксономічним методом для умов підготовки та ведення бойових дій ЗРВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

Надійшла 05.12.2005

Рецензент: д-р військ. наук професор Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил.