

Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід

УДК 355.95

Ю.М. Агафонов, С.М. Звиглянич, М.П. Ізюмський

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ПІДХОДИ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ЗАСТОСУВАННЯ ЗБРОЇ

У статті розглядається деякі підходи до розробки штабних математичних моделей. Дається аналіз типів застосованих моделей на різних рівнях управління, які призначені для автоматизації прийняття оптимальних, науково-обґрунтованих рішень на бойове застосування зброї.

Ключові слова: ракетний комплекс, пункт управління, математичні моделі, оптимальне рішення.

Вступ

Постановка проблеми. Складні комплекси озброєння, являючи собою колективну зброю, по суті представляються антропотехнічними системами. Бойове застосування при цьому істотно ускладнюється необхідністю обліку значного числа чинників, що безпосередньо впливають на ефективність сучасної зброї.

Планування і проведення операції (бою) вимагають постановки рішення нетривіальних управлінських задач, в основі яких, як правило, лежить оптимізація прийнятих дій. Використання тих або інших методів дослідження операцій обумовлюється з однієї сторони випадковістю процесів, що протікають, і з іншого боку – пронизуючими їх причинно-слідчими зв'язками. Одним із шляхів виявлення таких зв'язків є моделювання, як метод теоретичного, практичного пізнання дійсності, що лежить в основі виробленні оптимальних рішень при використанні сучасних систем озброєння.

Аналіз літератури. У останні роки розробці математичних моделей оптимізації прийнятих рішень у Збройних Силах приділяється значна увага [1–2]. По цілком зрозумілим причинам основна увага приділяється вищим пунктам управління, що вирішують стратегічні задачі [3]. На цьому рівні виправдане застосування аналітичних моделей, значною мірою оперуючих з узагальненими даними. Це дає можливість широко використовувати класичні методи оптимізації [4–5]. Питання ж автоматизації прийняття оптимальних, науково обґрунтованих рішень на бойове застосування в тактичній ланці практично залишається відкритим.

Метою статті є обґрунтування підходів до побудови математичних моделей для автоматизації процесів прийняття рішень в тактичній ланці управління.

Виклад основного матеріалу

Існуючі на цей час автоматизовані системи керування бойовими засобами (АСК БЗ) у сучасних ком-

плексах озброєння передбачають рішення вузького кола задач. Це в основному задачі, спрямовані на автоматизацію процесу виявлення і ураження цілей.

Складність сучасних комплексів озброєння визначає необхідність завчасної підготовки до ведення бойових дій. На цьому етапі часто виникають задачі, що оперують із великим числом вихідних даних. Як правило, більшість вихідних даних має імовірний характер і, навіть, можуть мати нестационарну природу. У цьому випадку цілком доречно використовувати при розробці моделей універсальний метод статистичного моделювання. Тут слід зауважити. Навряд чи результати роботи моделі можуть служити основними даними для ухвалення рішення. Усе ж критерієм істини є практика. Але широке застосування моделей дозволяє визначити цілком обмежений набір варіантів для проведення натурних іспитів і тим самим значно знизити витрати при проведенні заходів завчасної підготовки.

Як приклад, розглянемо бригаду мобільних ракетних комплексів (РК). За досвідом останніх військових конфліктів, дослідницьких навчань, що проводилися, основну загрозу РК у даний час і в доступному для огляду майбутньому представляють засоби повітряного нападу (ЗПН). Основним параметром цілепокладання при побудові системи прикриття доцільно вибрати число збережених об'єктів після нанесення удару ЗПН. Тоді в якості показника ефективності системи прикриття пропонується коефіцієнт

$$K = \frac{(N - M)}{N}, \quad (1)$$

де N – число об'єктів до удару ЗПН;

M – число збережених об'єктів.

При побудові системи прикриття використовуються наявні пасивні засоби протидії P , а також активні засоби A протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ. Пасивні засоби протидії призначені для утруднення прицілювання по цілі (утруднення установаження фізичного контакту з ціллю).

Сучасні літаки тактичної авіації (ТА) оснащені оптичними, телевізійними, інфрачервоними, лазерними системами прицілювання (СП). Відповідно до цього, пасивні засоби містять у собі:

- димові завіси, маскувальні мережі (протидія оптичним, телевізійним СП);
- теплові імітатори (протидія інфрачервоним СП);
- аерозолі (протидія лазерним СП).

У якості активних засобів використовуються різні ЗРК. Ефективність системи прикриття залежить від обраного способу (стратегії) її побудови, що включає розумне сполучення активних і пасивних засобів протидії [6]. Виходячи з вищесказаного, математична постановка задачі має вид:

Вибрати з множини стратегій U таку стратегію $u \in U$, при котрій цільова функція

$$L = \min K, \quad (2)$$

з обліком обмежень:

$$p \leq P_m; \quad a \leq A_m, \quad (3)$$

де P_m , A_m – штатні засоби протидії.

Розглянемо можливий варіант моделювання удару ТА. Траєкторії руху літаків противника по своїй природі детерміновані, визначені цілком конкретним планом нанесення повітряного удару по заданих об'єктах. Бойовий порядок літаків, як правило, включає літаки, що виконують розвідувальні функції, ударні літаки, що мають одну, дві і більш цілей, літаки подолання ППО [7]. При такому підході до моделювання удару ЗПН з'являється можливість, не порушуючи суті процесів, що протікають, піти від необхідності оперувати з вихідними даними нестахостичної природи. При цьому, для одержання прийнятних значень вихідних параметрів моделі доцільно керуватися принципом гарантованого результату. Такий підхід передбачає планування найбільш несприятливого варіанта дій літаків противника для розглянутої групи об'єктів з обліком наявних засобів протидії. Тоді можна стверджувати, що при будь-якому іншому варіанті нальоту обрана система прикриття буде не менш ефективна.

Використовуючи метод імітаційного моделювання, у якості вихідних даних моделі виступають математичне очікування числа збережених об'єктів, математичні очікування числа знищених (збережених) літаків і ЗРК. Причому дані показники будуть залежити від обраної стратегії побудови системи прикриття. Таким чином, з'являється можливість кількісно оцінити ефективність застосування різних по своїх характеристиках ЗРК, залучення тих або інших пасивних засобів протидії.

При безпосередньому веденні бойових дій використання такого класу моделей напевно буде ускладнене. Сучасний бій характеризується зрослим динамізмом, швидкоплинністю процесів, що протікають. На перше місце виходить часовий чинник. Повертаючись до проблеми побудови прикриття РК від ударів ЗПН, відзначимо, що питання керування

активними засобами протидії (ЗРК) вирішується в рамках існуючих АСК БЗ. У той же час, на сьогоднішній день пасивні засоби використовуються вкрай неефективно. При відбитті удару тактичної авіації для максимального ускладнення її дій потрібно в стислі часові терміни проводити значне число розрахунків. Час залучення того або іншого пасивного засобу можна представити як

$$T_z = T_{об} + T_{пр} + T_{вр}, \quad (4)$$

де $T_{об}$ – час обробки інформації, що надійшла; $T_{пр}$ – час прийняття рішення; $T_{вр}$ – час виходу на бойовий режим.

Створення автоматизованого комплексу управління дозволяє істотно скоротити розмір перших двох складових. У основі такої системи лежать розрахункові алгоритми моделей, що значно підвищують ефективність застосування пасивних засобів протидії.

Розглянута проблема побудови раціональної системи прикриття РК від ударів ЗПН носить загальний характер, показані підходи її рішення можуть використовуватися в різних аспектах підготовки до ведення бойових дій із використанням складних військово-технічних систем.

При тимчасових обмеженнях у період ведення бойових дій в основу моделей підтримки прийняття рішень бажано покласти стандартні методи дослідження операцій. Однак на цьому шляху виникає ряд труднощів. Насамперед, складно аналітично визначити такі важливі атрибути даних методів як функції належності (нечіткі множини), функції ефективності (розподільні задачі на основі методу динамічного програмування) і т.п. Але не рідко це вдається зробити.

Розглянемо задачу цілерозподілу для мобільних РК. Вимога до високої маневреності обумовлюють необхідність частішої зміни бойових позицій. Розрахунок традиційного показника в задачах цілерозподілу імовірність ураження j -ї цілі i -м засобом P_{ij} , ускладнене через практичну неможливість його визначення на рівні ракетної бригади. Априорно точність прицілювання, а значить і ефективність ураження, оцінюється відхиленням по дальності $V_{дн}$ та бічним відхиленням $V_{бн}$. Ці співвідношення, в залежності від дальності, наводяться в таблицях стрільби. Якщо в якості функції цілі покласти

$$L = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (5)$$

де c_{ij} – сумарний вектор ($V_{дн_{ij}} + V_{б_{ij}}$), що враховує бічне відхилення і відхилення по дальності при стрільбі i -ї батареї по j -й цілі; x_{ij} – число бойових блоків (ракет), якими i -а батарея уражає j -ю ціль, то можна стверджувати, що задача цілерозподілу полягає в мінімізації функції (5).

З урахуванням того, що кожна батарея має цілком визначене число боєготових ракет, а кожна ціль вимагає для ураження задану кількість бойових блоків (ра-

кет), зробимо математичну постановку задачі цілерозподілу для мобільних ракетних комплексів на основі транспортної задачі лінійного програмування [3].

Знайти

$$X_{(m \times n)}^* = |x_{ij}^*|_{(m \times n)}. \quad (6)$$

$$L = \min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (7)$$

При обмеженнях:

$$1. \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_j, i = 1..m;$$

$$2. \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = 1..n; \quad (8)$$

$$3. \sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j;$$

$$4. a_i > 0, b_j > 0, c_{ij} > 0, x_{ij} \geq 0, i = 1..m, j = 1..n,$$

де a_i – число ракет на i -й батареї; b_j – число бойових блоків (ракет) необхідних для ураження j -ї цілі.

Обмеження 3 визначає умову балансу. У загальному випадку, при недотриманні балансу для його досягнення вводяться фіктивні батареї (цілі).

Одним із перспективних шляхів створення апарата підтримки прийняття рішень при веденні бойових дій є використання існуючих різних методик на новому якісному рівні з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки.

Як правило, в основі цих методик лежить робота оператора з номограмами, складеними на основі отриманих теоретичних та практичних результатів експериментів. З цілком зрозумілих причин час роботи оператора і точність отриманих результатів залишають бажати кращого. Розробивши алгоритми, що реалізують дані методики, і поклавши їх в основу спеціального програмного забезпечення, можна домогтися значного прискорення роботи операторів із забезпеченням заданої точності результатів, що будуть отримані.

Велику перспективу, як засоби підтримки прийняття рішень, мають експертні системи. Даному виду інформаційного забезпечення в арміях розвинутих держав приділяють велику увагу [8].

Так, наприклад, в армії США використовуються експертні системи, що виконують картографічні роботи з нанесення оперативної обстановки на карту

(ACES), що допомагають оцінювати ситуації на полі бою, даючи тактичні інтерпретації інструментальних розвідданих (ADEPT, AMUID, ANALYST) і т.п.

Висновок

Треба думати, що розробка і впровадження широкого спектра математичних моделей, як основи підтримки прийняття рішень командирами різних рівнів, мають велике майбутнє. Однак, відсутність належної кількості сучасних обчислювальних засобів у військах, що відповідають вимогам військової техніки, значно стримує процес упровадження нових способів керування, прийняття оптимальних, науково-обґрунтованих рішень при підготовці і веденні бойових дій із використанням сучасних засобів збройної боротьби.

Список літератури

1. Выпасняк В.И. Моделирование вооруженного противоборства: перспективы развития / В.И. Выпасняк, Д.Б. Калиновский, О.В. Тиханьчев // Военная мысль. – 2009. – № 7. – С. 12-30.
2. Коковихин Б.А. О математическом моделировании военных действий / Б.А. Коковихин // Военная мысль. – 1987. – № 12. – С. 36-40.
3. Тиханьчев О.В. Субъективные аспекты применения математического моделирования военных действий в работе органов военного управления / О.В. Тиханьчев // Военная мысль. – 2011. – № 10. – С. 49-53.
4. Барвиненко В.В. О методе оценки обстановки и принятия решения / В.В. Барвиненко, В.Р. Ляпин // Военная мысль. – 2004. – № 1. – С. 33-39.
5. Русанов И.П. Модель оценки эффективности боевых систем / И.П. Русанов, А.И. Буравлев // Военная мысль. – 2009. – № 8. – С. 39-43.
6. Звиглянич С.Н. Построение системы прикрытия ракетных комплексов от средств воздушного нападения / С.Н. Звиглянич, В.В. Швец // Збірник наукових праць ХВУ. – 2002. – Вып. 4(42). – С. 15-19.
7. Тактика РТВ ВВС. Основы боевого применения сил и средств воздушно-космического нападения: метод. указания к практ. и групповым занятиям / В.С. Кунчев, Е.В. Сомов, В.М. Бацьлев и др. – Сиб. федер. ун-т; сост.: – Красноярск: СФУ, 2011. – 56 с.
8. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам / Д. Уотермен. – М.: Мир, 1989. – 388 с.

Надійшла до редакції 9.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук ст. наук. співробітник С.В. Герасимов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕНЕНИЕ ОРУЖИЯ

Ю.Н. Агафонов, С.Н. Звиглянич, Н.П. Изюмский

В статье рассматриваются некоторые подходы к разработке штабных математических моделей. Дается анализ типов примененных моделей на разных уровнях управления, которые предназначены для автоматизации процесса принятия оптимальных, научно-обоснованных решений на боевое применение оружия.

Ключевые слова: ракетный комплекс, пункт управления, математические модели, оптимальное решение.

AN APPROACH OF AUTOMATION WEAPON USAGE DECISION-MAKING PROCESS

Yu. Agafonov, S. Zviglyanich, N. Izyumskiy

The article considers some approaches to the development of mathematical models for military staffs. The analysis of models was given for different management levels. It allows to provide automation of decision-making process based on scientific approved data.

Keywords: missile system, control point, mathematical models, optimal solution.