

УДК 623.76

І.О. Кириченко<sup>1</sup>, В.М. Серватюк<sup>2</sup><sup>1</sup>Академія внутрішніх військ МВС України, Харків<sup>2</sup>Національна академія державної прикордонної служби, Хмельницький

## КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ) ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ

*У статті розглядається комплексний підхід до моделювання бойових дій військ (сил) ППО при вирішенні оперативно-тактичних задач.*

*моделювання, бойові дії, оперативно-тактичні задачі, протиповітряні сили*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Комплексний підхід до моделювання бойових дій військ (сил) ППО визначається відповідно бойовому завданню угруповань військ (сил) ППО.

Однією з головних задач, яка із цього виникає – це комплексне застосування моделей при вирішенні оперативно-тактичних задач.

**Аналіз літератури.** Зростання значимості комплексного підходу до моделювання бойових дій військ (сил) ППО в нових умовах їх підготовки та ведення призвело до питань, яким присвячені матеріали праць за даною тематикою [1, 2]. Дане питання є новим тому, що одночасно при моделюванні бойових дій військ (сил) ППО застосовуються імітаційні, аналітичні та комбіновані моделі, які базуються на методах стохастичного аналізу та синтезу, штучного інтелекту тощо.

**Мета статті.** Визначення комплексного підходу до моделювання бойових дій військ (сил) та надання пропозицій щодо його впровадження.

### Основний матеріал

Комплексне вирішення оперативно-тактичних задач потребує створення комплексу математичних моделей і задач бойових дій військ (сил) ППО і дій органів управління.

Для конкретних ланок управління потрібно мати визначені комплекси моделей і задач, що пов'язані між собою за функціональним призначенням, узгоджені за метою, завданнями, складом факторів, що враховуються, обмеженнями та припущеннями, за змістом і формами вхідних і вихідних даних, показниками та критеріями ефективності.

Єдині підходи повинні використовуватися не тільки відповідно до тактичного фону й змісту моделей, але й до математичного, інформаційного, лінгвістичного забезпечення інформаційних систем, що створюються.

Причому в підсумку утворюваний комплекс моделей і задач повинний відповідати формам і методам роботи командира й штабу угруповань військ

(сил) ППО як під час підготовки та вводу вхідних даних, так і при аналізі одержуваних результатів.

Відомі моделі та задачі можна поділити на такі групи: імітаційні, аналітичні, комбіновані та стохастичного аналізу, штучного інтелекту, комбінації цих методів.

*В імітаційних методах і моделях* використовується принцип копіювання процесу, що моделюється, зі збереженням логічної послідовності, структури й зв'язків окремих битв, боїв і їхніх елементів. Кожна окрема копія може бути створена з використанням детермінованих або статистичних методів. Деталізація вхідних даних звичайно надається високою і, отже, обсяги програм моделей – великими.

Імітаційні моделі відрізняються можливістю порівняно простого врахування кількісних факторів і зв'язків процесу, а у випадку відсутності реального об'єкта моделювання можуть служити його аналогами при перевірці коректності моделей інших класів.

У свою чергу, імітаційна модель може стати елементом більш загальної або старшої за ієрархією імітаційної моделі. У результаті з'являється основне достоїнство імітаційного моделювання: властивість кратності моделювання. Можна створити імітаційні моделі функціонування в бою окремих засобів, перевірити їх на адекватність реальним засобам. Потім з отриманих моделей, як із цеглинок, можна зібрати модель бойових дій, яку вже перевірити методом порівняння з реальним аналогом неможливо. У той же час за адекватності такої моделі можна ручатися з великою імовірністю.

Проте в силу наявності випадкових факторів у операціях однократний прогін імітаційної моделі не дозволяє одержувати статистично стійкі результати й, отже, гарантувати їхню достовірність. При цьому кожний прогін моделі займає достатньо великий час.

*Статистичні методи* передбачають багатократний прогін імітаційної моделі для набору статистики. Це дозволяє істотно підвищити достовірність результатів. Розплата – великий час моделювання. Так, прогін детальної моделі бойових дій з'єднання ППО з використанням комплексної моде-

лі типу КММ-1 може займати від однієї до декількох годин.

*Графоаналітичний метод* передбачає ручний розрахунок можливих математичних сподівань втрат сторін із використанням карти з нанесеною обстановкою, спеціальних номограм і найпростіших аналітичних розрахунків.

Його аналогом при реалізації на ЕОМ є метод “співвідношення середніх часів”. При застосуванні цього методу, наприклад, аналітично розраховується кількість стрільб, які може провести угруповання ЗРВ із відомими координатами ЗРК на місцевості. За відомою імовірністю знищення цілі за стрільбу визначається математичне сподівання кількості знищених цілей і ймовірність знищення всіх цілей у ударі.

Імітаційні моделі в силу своїх особливостей одержали найбільше розповсюдження у дослідницьких задачах.

*Аналітичні методи й моделі* засновані на описі конкретних властивостей процесів і зв'язків фізичних величин математичними рівняннями, що можуть бути алгебраїчними, диференціальними, інтегрально-диференціальними, кінцево-різницевиими. Рішення таких моделей може шукатися: аналітично, що дозволяє швидко і наочно досліджувати процеси у всьому діапазоні умов; чисельно, якщо немає можливості знайти вирішення в загальному вигляді; якісно (наприклад, можна оцінити стійкість рішень).

Дуже часто буває, що в одному наборі рівнянь прихована величезна різноманітність протікання процесу. Тому одержання аналітичного вирішення моделі, тобто визначення явної аналітичної залежності шуканих характеристик і показників ефективності від вхідних керованих і некерованих параметрів, звичайно є настільки повним вирішенням задачі, що на практиці до нього прагнуть в першу чергу. Проте знайти таке вирішення вдається порівняно рідко, у зв'язку з тим, що перетворення математичних моделей у систему рівнянь, які припускають ефективне вирішення, є важкою задачею.

Тому при побудові складність моделей не повинна перевищувати можливості математичного апарату. Проте використання аналітичних методів настільки заманливо, що при вирішенні задач моделювання бойових дій і операцій часто йдуть на навмисний відступ від початкового замислу моделі, на огрубіння моделі заради можливості одержати хоча б наближене аналітичне рішення.

Приклади аналітичних методів – метод динаміки середніх і коефіцієнтні методи.

Метод динаміки середніх дозволяє описувати зміни середніх величин кількості однорідних одиниць сторін наближеними диференціальними рівняннями. Незважаючи на відносну простоту й високу оперативність розрахунків, метод у теперішній

час малозастосовний через низьку достовірність результатів. Причина – відсутня можливість урахування групових дій сторін при заздалегідь відомому складі груп і неповнодоступності цілей для знищення засобами ППО (не кожний засіб ППО може знищити будь-яку ціль у силу розходжень у ТТХ, зонах дії, точках стояння).

Коефіцієнтний метод передбачає розрахунок оцінок математичного сподівання втрат сторін при гіпотезі про односторонній характер бойових дій шляхом перемножування різноманітних коефіцієнтів, що враховують характер впливу окремих факторів (ступінь бойової готовності, наявність АСУ, умови обстановки) на результати бойових дій. Метод має настільки низьку достовірність, що, наприклад, у теперішній час (ще з 80-х років) рішенням Комітету начальників штабів МО США просто заборонений до використання.

У *комбінованих методах* робиться спроба об'єднати достоїнства статистичного й аналітичного методів моделювання.

Представник комбінованого методу – метод “прямого моделювання”, коли статистичним методом розраховуються результати для багатьох умов (в окремих точках факторного простору), а потім будуються таблиці, що апроксимують відповідні функції, або спеціальні функції для швидких розрахунків.

Цей метод застосовується в регресійних моделях, у моделях методу групового врахування аргументів та їм подібних. Недолік методу – необхідність повторного проведення всієї серії статистичних експериментів при зміні параметрів моделі.

В аналітико-стохастичних моделях імовірність настання подій бою визначають аналітично, а факт настання кожної події розігрується статистичним методом. Це забезпечує певний вигравш у часі прогону моделі.

*Методи й моделі стохастичного аналізу* засновані на описі зв'язків імовірнісних характеристик реальних процесів диференціальними рівняннями. Частіше за все такі методи передбачають упорядкування й вирішення системи диференціальних рівнянь безпосередньо для ймовірностей можливих станів бойових дій або бойових дій як єдиного цілого.

При теоретико-ймовірнісному методі диференціальні рівняння складаються з урахуванням станів кожного засобу і напрямків його впливу. Одержані моделі мають високу оперативність і достатньо велику достовірність.

*Методи штучного інтелекту* реалізовані в інтелектуальних моделях. Такі моделі відрізняються можливістю їхньої модифікації без участі високопрофесійних програмістів і дозволяють порівняно просто уявити процеси, які важко формалізуються і в яких безпосередньо беруть участь люди (бойова

обслуга, екіпажі бойових машин та ін.), що приймають різноманітні рішення відповідно до обстановки.

При розробці інтелектуальних моделей використовуються методи штучного інтелекту (методи нечисельного вирішення задач, евристичні методи-підходи, методи розпізнавання образів, інформаційного пошуку, самоорганізації систем тощо).

З пізнавальної точки зору це найбільш цікаві методи та моделі, проте в практичній області вони особливого поширення поки що не одержали.

### Висновок

Комплексний підхід до моделювання бойових дій військ (сил) ППО при вирішенні оперативно-тактичних задач потребує застосування відомих моделей і задач та створення (супроводження) комплексу математичних, інформаційних, лінгвістичних моделей і задач бойових дій і дій органів управління

відповідно поставлених бойових завдань угруповань військ (сил) ППО.

### Список літератури

1. Городнов В.П., Дробаха Г.А., Єрмошин М.О., 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. – 409 с.

2. Торопчин А.Я., Кириченко І.О., Єрмошин М.О., Дробаха Г.А., Долина М.П. *Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності: (теорія, практика, тенденції розвитку)*: Монографія. – Х.: ХУПС, 2006. – 350 с.

Надійшла в редколегію 1.03.2007

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.