

УДК 535.2:623.021

І.Г. Дзеверін

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІДБИТТЯ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

Запропоновано підхід до моделювання дій повітряного противника та траєкторії руху його засобів в реальному масштабі часу та розроблений комплексний підхід до оцінки стійкості управління силами і засобами сторони, яка відбиває повітряний напад.

Ключові слова: *повітряний напад, реальний масштаб часу, комплексний підхід, протиповітряна оборона.*

Вступ

Постановка задачі. При моделюванні процесу відбиття повітряного нападу виникає необхідність в розробці двох взаємопов'язаних моделей: модель дій

повітряного противника та модель дій сил та засобів по протидії повітряному нападу. При розробці першої моделі необхідно вирішувати задачу щодо оцінки варіантів нальотів засобів повітряного нападу противника. Моделювання дій повітряного противника та

траєкторії руху його засобів в реальному масштабі часу, виходячи із завдань, які визначені старшим начальником, ситуацій, які склалися, та ймовірних дій противника найбільш ефективно може бути виконано на ПЕОМ шляхом створення математичної імітаційної моделі. Однією із важливих задач, які необхідно вирішити при розробці другої моделі є оцінка стійкості управління різнорідними силами і засобами, що є у сторони, яка відбиває повітряний напад. Необхідно визначити методику оцінки стійкості управління сил і засобів, виходячи при цьому від поставлених завдань, ситуації, що складається, і ймовірних дій противника. Рішення задач моделювання дій повітряного противника та оцінки стійкості управління силами і засобами в умовах сучасного бою є важливим військово-науковим завданням, **актуальність** якого визначається необхідністю створення в ЗС України АСУ військами і зброєю.

Аналіз літератури. Ключеві поняття загальної теорії управління, як управління, системи управління, стійкість та ефективність управління викладені в [1]. Основні елементи дослідження операції у військовій справі визначені в [2]. Ефективність бойових дій частин і підрозділів Повітряних Сил визначена в [3]. У [4] визначена методика оцінки ефективності системи протиповітряної оборони оперативного-тактичного рівня на основі комплексної моделі реального часу. У [5] показаний методичний підхід до оцінки стійкості управління підрозділами Повітряних Сил. Однак у даних роботах не розглядалися моделювання дій повітряного противника та траєкторії руху його засобів в реальному масштабі часу та комплексний підхід до оцінки стійкості управління силами і засобами конфліктуючої сторони.

Метою статті є розробка підходу до моделювання дій повітряного противника та траєкторії руху його засобів в реальному масштабі часу на основі побудови варіантів нальоту засобів повітряного нападу і моделювання траєкторій та розробка комплексного підходу до оцінки стійкості управління силами і засобами сторони, яка відбиває повітряний напад.

1. Моделювання дій повітряного противника

Розглядаючи моделювання дій повітряного противника, необхідно роздивитись варіанти нальотів засобів повітряного нападу ймовірного противника. Під нальотом засобів повітряного нападу (ЗПН) будемо мати на увазі сукупність траєкторій, що визначають у просторі положення, склад, висоти і напрямки польоту ударних груп авіації і вертольотів противника для нанесення ударів по військах, що прикриваються. У вихідному стані характеристики нальоту задаються: початковими координатами в прямокутній системі координат (X_0, Y_0, Z_0) ; складовими швидкостей по заданих координатах (X_0, Y_0, Z_0) ; кількістю моделюємих повітряних цілей (N_0) .

Система координат, у якій задаються початкові дані по траєкторіях, сполучаються з джерелом інформації, що спрощує процес моделювання траєкторій у

часі. Моделювання траєкторії в реальному масштабі часу найбільш ефективно може бути виконане на ПЕОМ шляхом створення математичної імітаційної моделі. Модель нальоту ЗПН являє собою комплекс програм, що забезпечують формування координат і параметрів траєкторії із заданим циклом обробки. Цикл обробки, як правило, задається вихідними даними з урахуванням періоду огляду моделюємих РЛС чи виходячи з необхідної дискретності обробки.

Основними функціональними задачами моделі нальоту ЗПН є: організація циклів обробки вхідних даних моделі; формування робочого файлу по поточній траєкторії; визначення поточного часу обробки; перерахування прямокутних координат у сферичну систему; визначення часу локації і поточного часу обробки; визначення висоти цілі; визначення координат траєкторії з урахуванням помилок радіолокаційної інформації моделюємої РЛС; формування масиву вихідних даних моделюємих траєкторій. Час циклу обробки визначається із співвідношення

$$t_T = t_L + (N_T - 1) \cdot T_E, \quad (1)$$

де t_L – час локації цілі; N_T – номер циклу огляду РЛС; T_E – тривалість циклу огляду РЛС.

Координати повітряних цілей на поточний цикл обробки обчислюються за формулами:

$$X_T = X_0 + V_x \cdot t_T; Y_T = Y_0 + V_y \cdot t_T; Z_T = Z_0 + V_z \cdot t_T. \quad (2)$$

Для уточнення часу локації в поточному огляді обчислюється азимут цілі

$$\beta_T = \arctg(Y_T / X_T), \quad (3)$$

Час локації можна обчислити як

$$t_{LT} = \beta_T / W_B, \quad (4)$$

де W_B – швидкість обертання антени РЛС по азимуту.

Висота цілі щодо рівня моря обчислюється як

$$H_j = \sqrt{R_3^2 + R_j^2 + 2R_3Z_j} - R_3, \quad (5)$$

де R_3 – наведені значення радіуса Землі, які задаються вихідними даними.

Для оцінки впливу помилок радіолокаційної інформації на ефективність бойових дій силами та засобами протидіючої сторони при моделюванні нальоту на координати траєкторії можуть накладатися випадкові помилки, розподілені за нормальним законом:

$$X_j = X_T + \Delta x; Y_j = Y_T + \Delta y; H_j = H_T + \Delta z, \quad (6)$$

де Δ – абсолютна величина помилки за відповідною координатою.

2. Моделювання процесу управління силами та засобами відбиття повітряного нападу

Для вирішення завдань управління силами і засобами створюються системи управління, які є складовими частинами систем протиповітряної оборони різного рівня ієрархічної структури. У даних ієрархічних структурах такі системи є системою управління ведення бойових дій, в яких об'єктами управління є розрахунки сил і засобів, елементами, що управляють, – пункти управління, а джерелами інформації служать РЛС підрозділів і засоби радіолокації.

Оцінка стійкості управління полягає у визначенні чисельних значень вибраних показників, оцінюванні досягнутого рівня стійкості щодо заданого і пошук на цій основі шляхів і способів підвищення стійкості системи управління і ефективності управління в цілому. Найважливіший етап оцінки пов'язаний з визначенням і вибором показників живучості, перешкодостійкості і технічної надійності, оцінкою їх впливу на стійкість системи управління і на ефективність управління в цілому. Показники, наведені нижче, утворюють систему показників, які дозволяють комплексно вирішити задачу оцінки стійкості управління. Запропонована структурна схема і система показників є комплексним підходом до оцінки стійкості управління силами і засобами протидії.

Першу групу складають показники ефективності бойових дій сил і засобів підрозділів. Загальне представлення показників ефективності пов'язане з рівнем досягнення поставленої мети і виражається відношенням

$$E = Z^*/Z \quad (7)$$

при обмеженнях вигляду

$$R(C, T, L) \leq R_3(C, T, L),$$

де Z^*/Z – задане значення цільової функції; $R(R_3)$ – визначає всі (задані) ресурси: матеріальні (C), часові (T), людські (L).

Якщо в якості цільової функції вибрано число знищених цілей в нальоті ЗПН, то ефективність його відбиття можна оцінити як

$$E_c = N_y / N_{ц}, \quad (8)$$

де N_y – число знищених цілей; $N_{ц}$ – число цілей в нальоті, що проходять через зону підрозділу.

Якщо прийняти як цільову функцію кількість збережених об'єктів, то ефективність прикриття військ можна оцінити відношенням

$$E_{пр} = N_{yc} / N_{цв}, \quad (10)$$

де N_{yc} – число успішно обстріляних цілей; $N_{цв}$ – число цілей, що проходять через зону дії військ.

Друга група показників оцінює ефективність управління, в якій загальне представлення показника визначається формулою вигляду

$$E_i = 1 - \Delta E_{ni}, \quad (11)$$

де ΔE_{ni} – втрати ефективності за рахунок недоліків системи управління.

Ефективність управління з урахуванням стійкості системи управління можна оцінити як

$$E_y = K_{yo} \cdot P_{уст}, \quad (12)$$

де K_{yo} – коефіцієнт, що визначає якість управління в умовах відсутності вогняної і радіоелектронної дії; $P_{уст}$ – ймовірність збереження стійкого стану при вогняній і радіоелектронній дії на систему.

Третя група показників містить узагальнений показник стійкості і показники, що його визначають. Загальне представлення показника стійкості управління виражається співвідношенням

$$P_{уст} = P_{ж} \cdot P_{пш} \cdot P_{тн}, \quad (13)$$

де $P_{ж}$ – ймовірність збереження живучості; $P_{пш}$ – ймовірність збереження перешкодостійкості; $P_{тн}$ – ймовірність збереження технічної надійності.

Ймовірність збереження живучості на певному рівні можна оцінити співвідношенням вигляду:

$$P_{ж} = \prod_{\ell=1}^L \left(1 - P_{ун\ell} \right), \quad (14)$$

де $P_{ун\ell}$ – ймовірність знищення L-го елемента системи управління.

Перешкодостійкість системи управління можна оцінити за допомогою відношення вигляду

$$P_y = N_{CB} / N_B, \quad (15)$$

де N_{CB} – кількість своєчасно виданих цілей для обстрілу; N_B – кількість виданих цілей для обстрілу.

Висновки

Моделювання траєкторії в реальному масштабі часу найбільш ефективно може бути виконане на ПЕОМ шляхом створення математичної імітаційної моделі. Модель нальоту ЗПН являє собою комплекс програм, що забезпечують формування координат і параметрів траєкторії із заданим циклом обробки. Як видно з співвідношень (7) – (15) оцінка стійкості управління є комплексним завданням, пов'язаним безпосередньо з оцінкою ефективності бойових дій. Показано, що оцінка ефективності системи протиповітряної оборони і її елементів може бути успішно виконана на основі комплексного моделювання з використанням аналітичних, імовірнісних і імітаційних моделей, реалізованих на персональних ЕОМ. Розглянутий підхід до розробки двох взаємопов'язаних моделей: дій повітряного противника та дій сил та засобів по протидії повітряному нападу. може бути використаний при створенні в озброєних Силах України автоматизованої системи управління військами і зброєю. **Напрямом подальших досліджень** є розробка відповідних імітаційних моделей.

Список літератури

1. Алтухов П.К. Основы теории управления войсками / П.К. Алтухов. – М.: Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Венцель Е.С. Исследование операций в военном деле / Е.С. Венцель. – М.: Воениздат, 1972. – 552 с.
3. Венцель Е.С. Теория вероятности / Е.С. Венцель. – М.: Радио, 1978 – 423 с.
4. Кулешов А.В. Методика оценки эффективности системы ПВО оперативно-тактического уровня на основе комплексной модели реального времени / А.В. Кулешов, Ю.П. Перекозов, В.Н. Онищенко, И.П. Вершинин // Система обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. – Вип. 1 (39). – С. 18-21.
5. Деменко М.П. Методичний підхід до оцінки стійкості управління підрозділу ланки ППО СВ / М.П. Деменко, О.В. Кулешів, Ю.Л. Перекозов // Вісник ППО. – 2002. – № 1. – С. 32-36.

Надійшла до редколегії 28.10.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Більчук, Харківський університет Повітряних сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТРАЖЕНИЯ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ

И.Г. Дзеве́рин

Предложен подход к моделированию действий воздушного противника и траектории движения его средств в реальном масштабе времени и разработан комплексный подход к оценке стойкости управления силами и средствами стороны, которая отбивает воздушное нападение.

Ключові слова: *воздушное нападение, реальное масштаб времени, комплексный подход, противовоздушная оборона.*

DESIGN OF PROCESS OF REFLECTION OF AIR ATTACK

I.G. Dzeverin

Approach is offered to the design of actions of air opponent and trajectory of motion of his facilities in the real time and complex approach is developed to the estimation of firmness management forces and facilities of side which removes an air attack.

Keywords: *air attack, real time scale factor, complex approach, air defense.*