

УДК 519.81

Н.О. Королюк¹, Б.В Тимошук¹, В.А Швець¹, О.А. Коршець²¹ Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків² Командування Повітряних Сил Збройних сил України, Вінниця

ПРОЦЕДУРА ФОРМУВАННЯ ЧЕРГОВОСТІ ЗНИЩЕННЯ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ ПРОТИВНИКА НА ПУНКТИ УПРАВЛІННЯ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

Розглядається розробка процедури формування черговості знищення засобів повітряного нападу противника на пункті управління тактичного рівня з використанням сортування методом перебору елементів простим обміном.

Ключові слова: засоби повітряного нападу, комплекс засобів автоматизації, системи підтримки прийняття рішень, пункт управління.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід локальних конфліктів показує, що форми і способи ведення бойових дій зазнали істотних змін. На перше місце виходить не кількісно-якісний склад протиборчих угруповань а інформаційне забезпечення бойових дій. При веденні сучасних війн, як правило, беруть участь високоінтелектуальні системи, тому інформаційне протиборство є ключовим моментом у збройному протистоянні. Удосконалення протиповітряної оборони (ППО) в даний час є однією з важливих задач військового будівництва і необхідність її рішення обумовлена цілою низкою причин: значна чисельність засобів повітряного нападу (ЗПН) різних типів; підвищення рівня технічних характеристик і зниження ефективної площі розсіювання; удосконалення бортової апаратури літальних апаратів та їх озброєння; дії авіаційних угруповань із широким використанням засобів радіоелектронної боротьби. Зазначені причини призвели до значного підвищення рівня вимог до оперативності і якості управління силами і засобами військ ППО.

Аналіз останніх локальних конфліктів свідчить про динамічність і швидкоплинність бойових дій, великий ступінь невизначеності обстановки. У таких умовах різко зростає психологічне навантаження на осіб, що приймають рішення, обумовлених жорсткими часовими рамками узгодження рішення і необхідністю врахування великої кількості факторів.

Аналіз програмного та математичного забезпечення комплексів засобів автоматизації командного пункту зенітно-ракетної бригади свідчить, що процеси прийняття рішень не автоматизовані в достатньому обсязі, що приводить до необхідності прийняття рішень на основі суб'єктивних оцінок осіб бойових розрахунків, з використанням інформаційних моделей, що не дозволяють у повному обсязі врахувати ситуацію. У ході відбиття ударів повітряного

противника, особливо при масованому застосуванні засобів повітряного нападу, необхідно обробляти в короткий термін великі обсяги інформації, що вимагає від командира і бойового розрахунку високої загальної і професійної підготовки, практичних навичок у прийнятті рішень в стресових ситуаціях.

Таким чином, у ході прийняття рішень на відбиття ударів повітряного противника при обороні об'єктів необхідно враховувати специфічні особливості ведення протиповітряного бою підрозділом, що виявляються в наступному:

- неможливість прийняття конкретного рішення на відбиття удару, тому що воно в значній мірі визначається характером дій повітряного противника (вибір напрямків удару, склад і побудова різних груп, застосовувані способи протидії, засоби поразки і т.д.);

- найбільша обгрунтованість прийнятого рішення відповідає його формулюванню в межах визначеної просторової зони (зона оцінки обстановки і прийняття рішень), розміри якої по висоті і дальності визначаються характеристиками ЗПН противника (тип цілей, висота і швидкість їхнього польоту), можливостями зенітно-ракетних комплексів по обстрілу і знищенню цілей, можливостями автоматизованих систем управління (АСУ) по рішенням задач управління, а також рівнем підготовки бойових розрахунків;

- недоцільність прийняття рішення до зазначеної зони через відсутність чи неповний склад інформації про повітряну обстановку внаслідок обмежених можливостей системи розвідки, а також можливості значної зміни повітряним противником параметрів удару, коли рішення не буде відповідати обстановці;

- узгодження рішення, як правило, в умовах невизначеності і при обмеженому ліміті часу (висока напруженість, динамічність і швидкоплинність протиповітряного бою);

- обмеженість, навіть неможливість проведення маневру в умовах швидкоплинної бою;
- прийняття рішення на відбиття удару в часовому масштабі циклічно.

Данні особливості значною мірою впливають на порядок, послідовність і методи практичної і розумової діяльності особи, що приймає рішення, пред'являючи до змісту, своєчасності, обґрунтованості високі вимоги. Це визначає необхідність автоматизації процесу виробки рішень в автоматизованих системах управління при відбитті ударів повітряного противника при обороні об'єктів.

Аналіз літератури. Аналіз існуючої вітчизняної та зарубіжної літератури [1, 2, 5] показав, що на сьогоднішній день при веденні сучасних бойових дій, як правило, беруть участь високоінтелектуальні системи, тому інформаційне протиборство відіграє ключову роль у збройному протистоянні. У [1, 3] розглядаються процеси прийняття рішень в засобах автоматизації пунктів управління тактичного та оперативного-тактичного рівня. У [2, 5] розглянуті методи автоматизації задач управління, а саме когнітивний та інформаційний. Інформаційний метод можливо використовувати лише у стандартних(типових) умовах, а когнітивний можливо використовувати у різних формах. Проведений аналіз обґрунтовує доцільність розробки процедури формування черговості та сформуванню мету статті.

Метою статті є розробка процедури формування черговості знищення засобів повітряного нападу противника на пункті управління тактичного рівня.

Рішення поставленої задачі

Для автоматизації задач управління необхідно вирішити питання про розподіл функцій між людиною і електронно-обчислювальною машиною (ЕОМ) [1, 5]. Відповідь на це питання визначається, з одного боку, різноманітним передбачуваним умовам функціонування системи, можливістю зведення процесу управління до рішення кінцевого числа доступних для розглядання типових задач, з іншого боку, очікуваною щільністю потоку задач кожного типу, якісними характеристиками їхнього рішення людиною, продуктивністю й об'ємом пам'яті обчислювального комплексу. У залежності від зазначених факторів може бути обраний один із двох принципово різних методів автоматизації задач управління інформаційний та когнітивний.

Застосування інформаційного методу виправдано в системах, призначених для роботи в стандартних типових умовах або в тих випадках, коли людина має у своєму розпорядженні достатній час для глибокого аналізу обстановки, а ЕОМ відіграє роль сховища інформації і допоміжного засобу для оцінки варіантів рішень у процесі управління. Перевага методу полягає у відносній простоті програмного

забезпечення і можливості його реалізації на "малопотужних" ЕОМ досягається ціною використання спрощених математичних моделей фізичної реальності [1,2]. Наслідком є підвищене інформаційне навантаження на користувача в ході функціонування шляхом рішення задач управління.

Когнітивний метод може бути реалізований у різних формах – від систем, що забезпечують підтримку прийняття рішень у режимі діалогу з користувачем, так званих експертних систем, до цілком автоматичних систем, що управляють автономною діяльністю. Специфіка когнітивного методу вимагає при постановці задач прийняття рішень на етапі розробки системи чіткого визначення складу і призначення компонентів знань, що розміщуються в ЕОМ, а також порядку їхнього використання в процесі управління:

1. Всі або частина знань, необхідних для прийняття рішень у широкому діапазоні умов діяльності системи, формалізуються і містяться в базі знань ЕОМ.

2. Поряд із програмами для задач розрахункового характеру існують програми маніпулювання знаннями.

3. На ЕОМ можуть бути покладені функції по формулюванню або визначенню умови задач управління, також по знаходженню рішень задач управління в непередбачених ситуаціях.

Функції людини в таких системах полягають у створенні загального математичного забезпечення на етапі проектування, у формалізації і введенні в ЕОМ експертних знань на етапі настроювання системи на деяку предметну область.

Таким чином, з урахуванням проведеного аналізу методів автоматизації задач управління, когнітивний метод є найбільш раціональним для розробки процедури формування черговості знищення засобів повітряного нападу противника на пункті управління тактичного рівня.

Для представлення знань про правила формування черговості відбору повітряного об'єкту (ПО) за деякими ознаками необхідно використовувати певну модель представлення знань. Сучасні моделі представлення знань можна розбити на два типи: логічні й евристичні [1]. Евристичні моделі поділяються на мережеві, продукційні, фреймові [2]. В основі логічних моделей представлення знань лежить поняття формальної системи та формалізованої теорії. У основі логічних моделей представлення знань відношення, що існують між окремими компонентами знань, виражаються тільки за допомогою тих засобів, що надаються синтаксичними правилами використовуваної функціональної сіті [3].

Однією з задач на пункті управління тактичного рівня є відбір повітряних цілей для визначення черговості їх знищення. Основними параметрами за якими проводиться відбір є тип повітряного об'єкту,

дальність до зони поразки зенітного ракетного комплексу, висота і т.д. Така задача відбору зводиться до сортування таких об'єктів за ознаками.

Ціль сортування – полегшити пошук у відсортованій множині. Елементи сортування присутні в більшості проаналізованих алгоритмів вирішення задач управління. При аналізі методів сортування необхідно відзначити, що існує багато різних методів сортування. Причому кожний з них має свої позитивні і негативні фактори. Сортування простим виключенням, основним недоліком цього методу є у тому числі і з бінарним пошуком, є необхідність зрушення всього ряду елементів при кожному включенні елемента в готову послідовність. Сортування методом Шелла виконується в кілька проходів, При першому проході сортуються елементи, що знаходяться один від одного на три позиції, При другому сортуються елементи, що відстоять один від одного на дві позиції, і, нарешті при останньому проході сортуються елементи, що стоять разом. Сортування простим обміном Сортування простим обміном засноване на порівнянні і при необхідності обміні пари сусідніх елементів до тих пір, поки не будуть упорядковані всі елементи сортуємої послідовності. Як і при сортуванні простим вибором при сортуванні простим обміном організуються проходи по масиву, «просівання» найменший елемент при русі до лівого кінця чи масиву «просіваючи» найбільший елемент при русі до правого кінця масиву. Серед існуючих методів сортування найбільш доцільним при вирішенні задачі формування черговості знищення ЗПН противника є використання сортування методом перебору елементів простим обміном [4].

Для розробки процедури формування черговості знищення ЗПН противника будемо використовувати мережну модель представлення знань, яку формально можна задати у виді:

$$H = \langle I, Z_1, Z_2, \dots, C_n, G \rangle, \quad (1)$$

де I – множина інформаційних одиниць; (Z_1, Z_2, \dots, C_n) – множина типів зв'язків між інформаційними одиницями; G задає зв'язок між інформаційними одиницями, що входять в I , зв'язок заданого набору типів зв'язків. Переваги мережних моделей: проста формалізації знань про початкові умови; великі виразні можливості; близькість структури сіті, до семантичної структури фраз природної мови; природність і наочність системи знань, представленої графічно; облік усіх видів неоднозначності і невизначеності ознакової інформації. Фрагмент мережної моделі визначення пріоритетного ЗПН противника представлена на рис. 1. Семантична інтерпретація та умовне позначення початкових умов та вершин сіті представлені в табл. 1 та 2:

В існуючих комплексах засобів автоматизації для визначення важливості цілі, що в подальшому буде впливати на вибір пріоритету знищення ЗПН використовуються наступні характеристики цілі:

тип, висота, факт постановки перешкод, швидкість та координати. На даний час цього недостатньо, тому у подальшому можливо буде розширити і оцінювати важливість повітряного об'єкту по таким характеристикам як роль ЗПН, бойові можливості, використання висот, постановка перешкод, потенційні можливості бойових засобів. Це дозволить збільшити ефективність діяльності особи що приймає рішення при формуванні черги знищення ЗПН з меншими затратами ресурсів [2, 5].

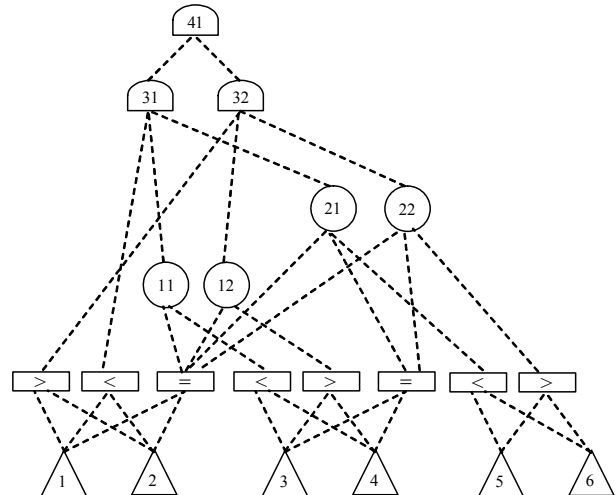


Рис. 1. Фрагмент мережної моделі знань про правила пріоритетного відбору засобів повітряного нападу противника

Таблиця 1

Семантична інтерпретація початкових умов мережної моделі

№	Позначення на мережі	Семантична інтерпретація початкових умов	Позначення
1	1	Пріоритет i-го ЗПН	X[i].T
2	2	Пріоритет j-го ЗПН	X[j].T
3	3	Значення висоти i-го ЗПН	X[i].S
4	4	Значення висоти j-го ЗПН	X[j].S
5	5	Дальність до i-го ЗПН	X[i].D
6	6	Дальність до j-го ЗПН	X[j].D

Таблиця 2

Семантична інтерпретація вершин мережної моделі

№	Позначення	Семантична інтерпретація цільових вершин
1	11	j-й ЗПН являється першочерговим за двома ознаками
2	12	(j+1)-й ЗПН являється першочерговим за двома ознаками
3	21	j-й ЗПН являється першочерговим за трьома ознаками
4	22	(j+1)-й ЗПН являється першочерговим за трьома ознаками
5	31	j-й ЗПН являється першочерговим
6	32	(j+1)-й ЗПН являється першочерговим
7	41	Визначений пріоритет ЗПН

На основі вищесказаного представимо структурну схему процедури формування черговості

знищення ЗПН_противника на пункті управління тактичного рівня (рис. 2).

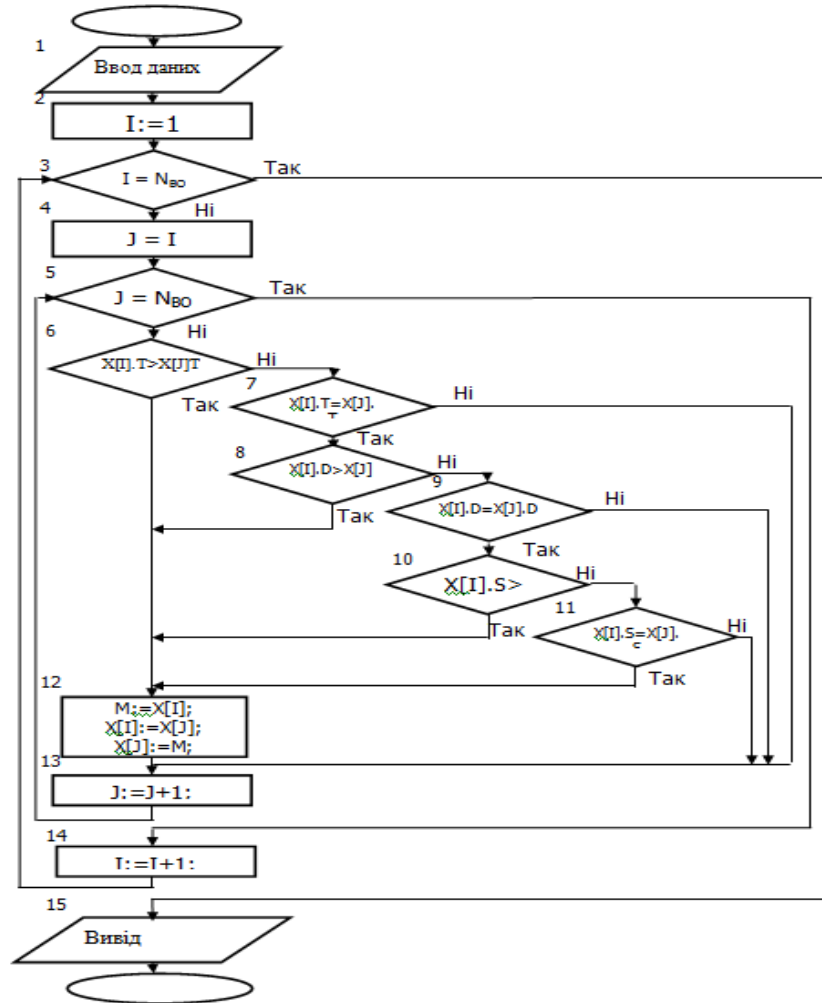


Рис. 2. Структурна схема процесу формування черговості знищення засобів повітряного нападу противника

Порядок вирішення задачі відбору ЗПН наступний:

- у блоці №1 здійснюється введення вихідних даних - заповнення масиву записів, що містять параметри цілей та загальну кількість ЗПН;
- у блоці №2 змінної I (номер поточного ЗПН) присвоюється значення 1;
- у блоці №3 організується цикл: якщо номер поточного ЗПН дорівнює загальній кількості ЗПН, то відбувається перехід в кінець циклу та виводу результатів роботи алгоритму, а саме – ЗПН, відсортовані за важливістю, інакше виконується 4-й блок;
- у блоці №4 - змінної J (номер порівнюваного ЗПН, з яким порівнюється поточний ЗПН), присвоюється J:=1, після чого управління передається п'ятому блоку;
- у блоці №5 реалізується умова: якщо переіраховані усі ЗПН управління передається до блоку №8, якщо ні, то виконуються блоки алгоритму, в яких реалізується процедури визначення пріоритетного ЗПН противника;

- у блоці №6 порівнюється пріоритет ЗПН за типом. Якщо тип першого ЗПН більш пріоритетний, ніж тип другого ЗПН, то виконується наступна умова:

$$X[I].T > X[J].T, \quad (2)$$

- а саме, заміна місцями J-го та I-го ЗПН за номерами (перестановка) – номер поточного ЗПН зберігає змінна M, номер порівнюваного ЗПН зберігається в змінній N_{ок} порівнюваний ЗПН заноситься на місце поточного ЗПН, значенням полів запису у матриці порівнюваного ЗПН присвоюється значення поточного за номером елемента із змінної M, номеру елемента матриці поточного ЗПН привласнюється значення із змінної N_{ок}; після виконання операцій блоку 12 поточний ЗПН виявляється на позиції порівнюваного, а порівнюваний - на позиції поточного. Якщо не виконується умова порівняння за типами, управління передається блоку 7;

- у блоці №7 алгоритму порівнюється рівність пріоритетів типів ЗПН:

$$X[I].T = X[J].T. \quad (3)$$

- Якщо пріоритети типів ЗПН рівні, виконується порівняння ЗПН за значенням дальності до

ЗПН(блок №8); в протилежному випадку управління передається блоку №13, в якому збільшується змінна $j(j:=j+1)$;

- у блоці №8 перевіряється важливість i -го ЗПН від j -го ЗПН за параметром дальності до ЗПН :

$$X[i].D > X[j].D. \quad (4)$$

Якщо дальність до i -го ЗПН більша, ніж до j -го ЗПН, управління передається блоку №12, який був описаний вище; в протилежному випадку управління передається блоку №9.

- у блоці №9 перевіряється рівність дальностей до i -ого та j -ого ЗПН:

$$X[i].D = X[j].D. \quad (5)$$

Якщо (5) не виконується, управління передається до блоку №13 даного алгоритму; інакше управління передається до блоку №10;

- у блоці № 10 перевіряється важливість i -го ЗПН за значенням висоти :

$$X[i].S > X[j].S. \quad (6)$$

Якщо виконується (6) управління передається блоку №12; інакше управління передається блоку №11;

- у блоці № 11 перевіряється рівність висоти i -го та j -го ЗПН:

$$X[i].S = X[j].S. \quad (7)$$

Якщо умова (7) не виконується управління передається до блоку №13; інакше управління передається до блоку №12;

- у блоці №15 здійснюється передача результатів роботи алгоритму у вигляді відсортированого наступним чином масиву: ЗПН розташовані від найменш пріоритетного значення типу до найбільшого; якщо є ЗПН з рівними типами, вони розташовані по зростанню дальності до них. При однаковій дальності до ЗПН, пріоритет віддається ЗПН з більшою висотою.

Запропонована процедура відрізняється від попередніх алгоритмів тим, що при зміні повітряної обстановки, ознак, правил відбору знищення ЗПН не потрібно змінювати структуру всього алгоритму, а необхідно лише удосконалити структуру мережної моделі знань про правила пріоритетного відбору

засобів повітряного нападу противника відповідно зі обстановкою, що склалося на даний момент часу.

Висновки

Таким чином, у роботі проведений аналіз методів автоматизації прийняття рішень, який показав, що найбільш оптимальним є когнітивний метод. Також було найбільш доцільним при вирішенні задачі формування черговості знищення ЗПН противника є використання сортування методом перебору елементів простим обміном. Аналіз моделей представлення знань про задачі прийняття рішень показав доцільність використання мережних моделей представлення знань, які характеризуються простою формалізацією знань про предметну область, великими виразними можливостями, природністю та наочністю представлення системи знань. Розроблений алгоритм формування черговості знищення засобів повітряного нападу противника.

Список літератури

1. Багатоцільові комплекси засобів автоматизації пунктів управління тактичного та оперативного рівня Повітряних Сил / Н.О. Королюк, О.І. Тимочко, М.А. Павленко, О.В. Ходич. – Х.: ХУПС, 2013. – 232 с.
2. Об'єкти управління автоматизованих систем управління Повітряних Сил. Част. 1 Об'єкти управління автоматизованих систем управління радіотехнічних та зенітних ракетних військ / Ю.В. Глебов, Н.О. Королюк, О.І. Тимочко, М.А. Павленко. – Х.: ХУПС, 2013. – 244 с.
3. Герасимов Б.М. Системи підтримки прийняття рішень : проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинов, И.Ю. Субач. – Севастополь : МО Украины, 2004. – 318 с.
4. Моделирование бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 409 с.
5. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек, В.П. Прохоров, А.В. Мишин, Б.Н. Судаков. – Х.: ХУВС, 2011. – 355 с.

Надійшла до редколегії 17.12.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.В. Лемешко, Харківський університет радіоелектроніки, Харків.

ПРОЦЕДУРА ФОРМИРОВАНИЯ ОЧЕРЕДНОСТИ УНИЧТОЖЕНИЯ СРЕДСТВ ВОЗДУШНОГО НАПАДЕНИЯ ПРОТИВНИКА НА ПУНКТЕ УПРАВЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Н.А. Королюк, Б.В. Тимошук, В.А. Швец, О.А. Коршець

Рассматривается разработка процедуры формирования очередности уничтожения средств воздушного нападения на пункте управления тактического уровня с использованием сортировки методом перебора элементов простым обменом.

Ключевые слова: средства воздушного нападения, пункт управления, системы поддержки принятия решений.

PROCEDURE FOR DESTRUCTION FORMATION OF THE NEXT ENEMY AIR ATTACKS TO THE CONTROL TACTICAL LEVEL

N.O. Korolyuk, B.V. Tymoshuk, V.A. Shvec, O.A. Korshets

We consider the development of the procedure of formation of the order of destruction of air attack at the control tactical level using the sort method of iterating a simple exchange.

Keywords: means of air attack, the control point, a decision support system.