

РЄЗНІК Дмитро Вікторович (кандидат технічних наук)

ШКУРАТ Богдан Жоржович

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

СТВОРЕННЯ ТАБЛИЦІ ВЗАЄМОДІЇ СИЛ І ЗАСОБІВ ППО З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

В статті запропоновано використання генетичного алгоритму під час створення планової таблиці взаємодії сил і засобів угруповання ППО, яка задовольняє критеріям мінімізації часу виконання завдань ППО, витрат ресурсів для виконання цих завдань, а також проводити його уточнення при зміні обстановки в реальному часі.

Взаємодія є одним з важливих елементів в системі управління військами (силами). Одним з важливих завдань організації взаємодії є завдання планування взаємодії, зокрема, розроблення планової таблиці взаємодії (ПТВ) сил і засобів що виконують завдання в угрупованні ППО. План взаємодії складають на підставі інформації про склад сил і засобів, що взаємодіють, та складу противника, що очікується.

Для вирішення завдання планування взаємодії протиповітряну оборону уявлено у вигляді системи, яка складається з множини вогневих одиниць та множини цілей, які потрібно знищити [1]. Основними параметрами для завдання планування взаємодії сил і засобів угруповання ППО будуть: цикли стрільби (повітряного бою) кожної вогневої одиниці; рубіж виконання завдання (РВЗ) повітряним противником, до якого необхідно знищити цілі; вагові коефіцієнти, що характеризують відносну важливість цілей, функція, що визначає вартість знищення цілі. При цьому слід дотримуватись наступних умов та обмежень: початок цілерозподілу не раніше виявлення цілі засобами розвідки; ЗПН буде знищений до рубежу виконання ним завдання.

Аналіз існуючих документів та публікацій показує, що завдання розробки ПТВ ускладнюється недосконалістю відповідних методик та відсутністю алгоритму, з використанням якого у відповідному програмному забезпеченні можливо автоматизувати цей процес. Крім того, під час ведення операції (бойових дій) виникає потреба у вчасному уточненні змісту ПТВ, що складно реалізувати вручну при швидких змінах обстановки.

Тому метою статті є огляд алгоритму, який дозволяв би розробляти та уточнювати ПТВ в реальному часі.

Оскільки планова таблиця взаємодії за своїм місцем має ознаки розкладу, при формалізації її складання доцільно використовувати елементи теорії розкладів [2-4,6,7]. Завдання розробки ПТВ є завданням календарного планування з обмеженими ресурсами, коли задана множина робіт, пов'язаних один з одним умовами передування. Для кожної роботи задана тривалість її виконання і об'єм використаних ресурсів. Сумарний об'єм кожного ресурсу вважається відомим в кожен момент часу. Вимагається знайти розклад виконання робіт який

задовольняє умовам передування, обмеженням по ресурсах і мінімізації сумарного відхилення фактичного часу виконання робіт від директивних термінів [5].

Здійснимо математичну постановку завдання календарного планування взаємодії сил і засобів зенітних ракетних військ (ЗРВ) та винищувальної авіації (ВА), що діють в угрупованні ППО та виконують завдання протиповітряної оборони військ (сил).

Процес планування завдання ППО, зокрема, взаємодії обмежується виділеними для цього ресурсами: часом на планування, кількістю залучених родів військ в угрупованні ППО, кількістю типів вогневих засобів а також кількістю вогневих одиниць, що належать до кожного типу; кількість та типи засобів ураження. Крім того, вогневі одиниці можуть перебувати у різних станах (бойовий стан, готовність 2, 3, технічне обслуговування, відновлення, тренування, марш (переліт) тощо). Для переходу з одного стану в інший необхідний час, який задається відповідними нормативами. Міжстанові часові інтервали становлять тривалість бойового режиму.

Всі вказані вище ресурси, часові та матеріальні, виражаються множинами нормативних величин. До того ж, множинами змінних параметрів виражаються моменти початку та закінчення бойового режиму, а через них – множини груп вогневих засобів, які перебувають в цьому стані.

Для вирішення завдання календарного планування взаємодії сил і засобів угруповання ППО можуть бути використані наступні критерії оптимізації [1,5].

Першим критерієм буде мінімізація функції вартості, тобто суми відхилень нормативного і фактичного часу на знищення цілі, що призначена для кожної вогневої одиниці.

Другим критерієм оптимізації буде мінімальне використання наявних ресурсів на знищення ЗПН, вогневими одиницями, що знаходяться в бойовому режимі. Сутність критерію полягає в мінімізації витрат вогневої одиниці на знищення цілі.

Третім критерієм оптимізації буде мінімізація загальної тривалості простою вогневої одиниці в бойовому режимі, без роботи по цілі.

Для вирішення поставленого завдання потрібно обрати метод її реалізації [5]. Відомі наступні методи рішення задачі календарного планування

(рис. 1): математичне програмування, комбінаторні методи, статистичні методи і евристичні методи.

Аналіз приведених методів показав, що складність використання як комбінаторного методу, так і методу динамічного програмування пов'язана з експоненціальним зростанням тривалості обчислень від розмірності завдання. До того ж в завданнях календарного планування на кожному кроці планування змінюється система обмежень, що ускладнює застосування симплекс-методу, як частини методу гілок і меж. Для

використання імітаційного моделювання потрібний великий об'єм статистичних даних, доступ до яких зазвичай ускладнений. Таким чином, найбільш перспективним буде вибір евристичних методів. Зараз розроблена безліч евристичних методів, заснованих на застосуванні генетичних алгоритмів і їх модифікацій [4-7], що дозволяють знаходити близьке до оптимального рішення задачі календарного планування з обмеженими ресурсами за невеликий час [6].



Рис. 1 Методи календарного планування

На підставі проведеного аналізу для вирішення завдання планування взаємодії сил і засобів ЗРВ та ВА був розроблений алгоритм побудови раціональної планової таблиці взаємодії на основі генетичного алгоритму. Блок-схема роботи генетичного алгоритму стосовно розглянутого завдання представлена на рис. 2.

На початку виконання алгоритму випадковим чином формується множина планів (планових таблиць взаємодії), або початкова їх популяція (блок 1). Далі створена множина перевіряється на наявність планів, що повторюються, і виконується видалення дублікатів (блок 2). Наступний етап - це випадковий вибір з рівною імовірністю двох планів з початкової популяції (блок 4) і на їх основі створюються два нові плани ідентичних початковим (блок 5). У блоках 6, 7 виконується пошук розбіжності в створених планах і обмін заходами між планами - операція кросинговер. Спочатку виконується попарне порівняння заходів в планах і при знаходженні першої розбіжності в послідовності виконується обмін заходів між планами. Якщо в отриманих розкладах утворюються дублюючі заходи, то продовжується виконання обміну заходами до зникнення їх

дублювання в кожному плані. У блоці 8 проводиться перевірка допустимості розкладу, тобто для усіх бойових одиниць, що є в плані, перевіряється виконання умови передування заходів.

Якщо умова не виконується, то виробляється "мутація" плану, тобто його коригування (блок 9). Стани, які не задовольняють умові передування, змінюються місцями до тих пір, поки план не стане допустимим.

Після виконання заданої кількості операцій кросинговеру виконується видалення дублюючих планів (блок 10). Далі проводиться сортування і відсіювання неперспективних планів (блок 11). Число неперспективних планів визначається так, щоб отримана популяція мала кількість початкової популяції. У блоці 12 виконується розробка ПТВ у вигляді діаграми Ганта та визначається сума відхилень термінів фактичного початку бойової роботи від директивних (Рис. 3). Виконання блоків 3-12 повторюється до тих пір, поки не буде виконано умову закінчення пошуку рішення завдання: значення критеріїв оптимізації кращого плану не змінюються в десяти наступних "поколіннях".

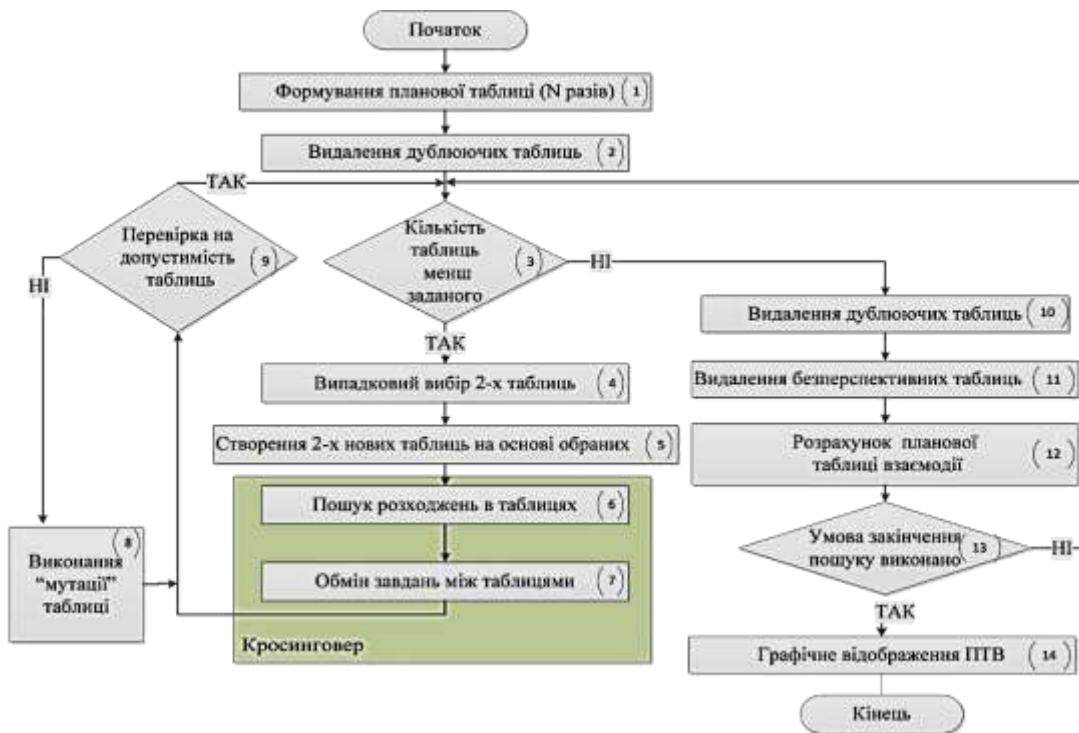


Рис. 2 Блок-схема генетичного алгоритму розробки планової таблиці взаємодії

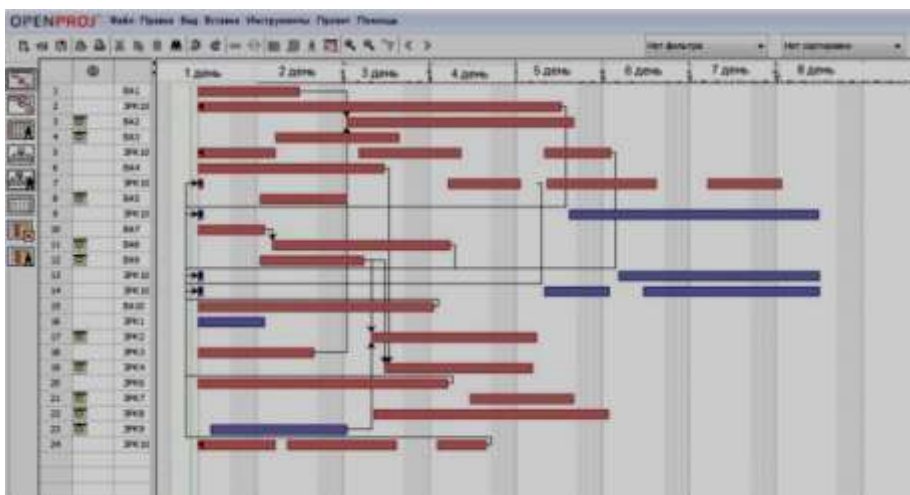


Рис. 3 Приклад побудованої планової таблиці взаємодії

Застосування запропонованого алгоритму надає можливість розробки раціонального варіанту планової таблиці взаємодії сил і засобів угруповання ППО та проводити її уточнення, при зміні обстановки, в реальному часі.

У подальшому описаний алгоритм доцільно вдосконалити блоком перевірки розробленої ПТВ на практичну реалізацію імітаційним моделюванням.

Список використаних джерел

1. Ярош С. П. Теоретичні основи побудови та застосування розвідувально-управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони: монографія / С. П. Ярош; за ред. І. О. Кириченко. // Х. : ХУПС. 2012. – 512 с.

2. Танаев В. С. Введение в теорию расписаний / В. С. Танаев, В. В. Шкурба. // М. : Наука. 1975. – 256 с.
3. Конвей Р. В. Теория расписаний / Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л.В. // М. : Наука. 1975. – 359 с.
4. Резнік Д.В. Використання генетичного алгоритму для вирішення завдання планування взаємодії / Д.В. Резнік // – К.: Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони. 2015. №3(24). – С. 97-102.
5. Johnson S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included // Nav. res. log. quart. – 1954. Vol. 1. No. 1.
6. Hartmann S. A. Self-Adapting Genetic Algorithm for Project Scheduling under Resource Constraints. // – Naval Research Logistics. 2002. Vol. 49.– pp. 433–448.
7. Holland H. J. Adaptation in Natural and Artificial Systems. // University of Michigan Press, Ann Arbor. 1975.