

Розвиток, бойове застосування та озброєння авіації

УДК 358.422

О.М. Полуйко, П.М. Онипченко

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ СИЛ І ЗАСОБІВ АВІАЦІЙНОЇ БРИГАДИ ПО ЗАДАНИХ ОБ'ЄКТАХ У ГРУПОВОМУ УДАРІ

В статті розглянута можливість застосування методу нелінійного програмування під час рішення оперативно-тактичної задачі, щодо оптимального розподілу сил і засобів авіаційної бригади по заданих об'єктах у груповому ударі.

Ключові слова: оперативно-тактична задача, оптимальний розподіл сил і засобів, метод нелінійного програмування, оптимальний варіант дій, особи бойового розрахунку.

Вступ

Постановка проблеми. Одним з найбільш відповідалних, трудомістких і складних заходів планування і прийняття рішення є відпрацювання оптимального варіанта дій авіаційної частини (підрозділу) по виконанню бойових завдань. Підготовка авіаційних частин (підрозділів) до бойових дій у сучасних умовах потребує виконання великого об'єму оперативно-тактичних розрахунків (ОТР) в процесі планування та прийняття рішення в короткий період часу. Цю проблему можна вирішити виконанням ОТР на електронно-обчислювальній техніці (ЕОТ) особами бойового розрахунку частини

Мета статті. Оптимізація діяльності командирів, штабу та начальників служб авіаційної частини (підрозділів) під час підготовки до бойових дій, підвищення якості прийняття рішень, щодо відпрацювання оптимального варіанту дій підрозділів при виконанні бойових завдань по знищенню (ураженню) наземних (морських) цілей.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Методи відпрацювання ОТР під час планування бойових дій, а також дослідження бойової ефективності авіації під час авіаційної підтримки СВ були розглянуті в [3]. Однак, розробка оптимального варіанту дій, для виконання бойових завдань щодо знищення наземних (морських об'єктів) з застосуванням ЕОТ особами бойового розрахунку під час планування бойових дій потребує більш досконалої розробки [2]. Тобто розробки комплексу оперативно-тактичної задачі (ОТЗ). Одною з основних ОТЗ комплексу є основними з яких є задача про оптимальний розподіл сил і засобів бригади по заданих об'єктах у груповому ударі.

Метою рішення ОТЗ є визначення оптимального варіанта розподілу наявних сил і засобів авіацій-

ної бригади по об'єктах удару, а також по ЗРК, необхідність знищення яких є необхідно при виконанні бойового завдання.

Викладення основного матеріалу

В основу рішення задачі взятий один з методів нелінійного програмування – метод максимального елемента, докладно викладений в [1]. Сутність завдання зводиться до такого.

У бойовому завданні *бр ТА* вказується: ресурс N – кількість однорідних активних одиниць (бомбардувальників); об'єкти дій і ступень їхньої поразки.

Визначається відносна важливість (вага) A_i об'єктів дій (удару) i ($i = 1, 2, \dots, S$). На підставі оцінки й вибору ефективних засобів поразки а також умов їхньої поразки визначається ймовірність поразки i -го об'єкта – P_i . При розподілі однорідного рівно ефективного ресурсу ймовірність поразки i -го об'єкта удару може бути розрахована за формулою:

$$P_i = 1 - \left(1 - P_i^{(1)} / K_i\right)^{N_i}, \quad (1)$$

де $P_i^{(1)}$ – ймовірність поразки однієї елементарної цілі i -го об'єкта одним бомбардувальником; K_i – кількість елементарних цілей в i -му об'єкті; N_i – наряд однорідних засобів, призначений на i -й об'єкт удару.

Потрібно так розподілити бомбардувальники по об'єктах дій, щоб сумарний ефект (збиток), обумовлений виразом (2), був максимальним, тобто потрібно знайти оптимальний вектор $X^0 = (X_i^0)$, що доставляє максимум функції [2]:

$$F(X) = \sum_{i=1}^S F(X_i) = \sum_{i=1}^S A_i \cdot \left(1 - (1 - P_i)^{X_i}\right). \quad (2)$$

При розробці завдання прийняті такі обмеження й допущення:

– об'єкти дій зазначені старшим начальником, місце їхнього положення ймовірно;

- при рішенні завдання не враховується ресурс, який визначений на дорозвідку й позначення цілей;
- імовірність поразки визначається до рішення задачі, виходячи з комплектів засобів поразки наявних у бригаді;
- рішення задачі повинне задовольняти вимозі цілочисельності;

– лінійні обмеження на компоненти вектора повинні відповідати умові:

$$\sum_{i=1}^S X_i \leq N \quad (3)$$

при додаткових умовах:

$$X_i \in \overline{0, N}; \quad A_i > 0. \quad (4)$$

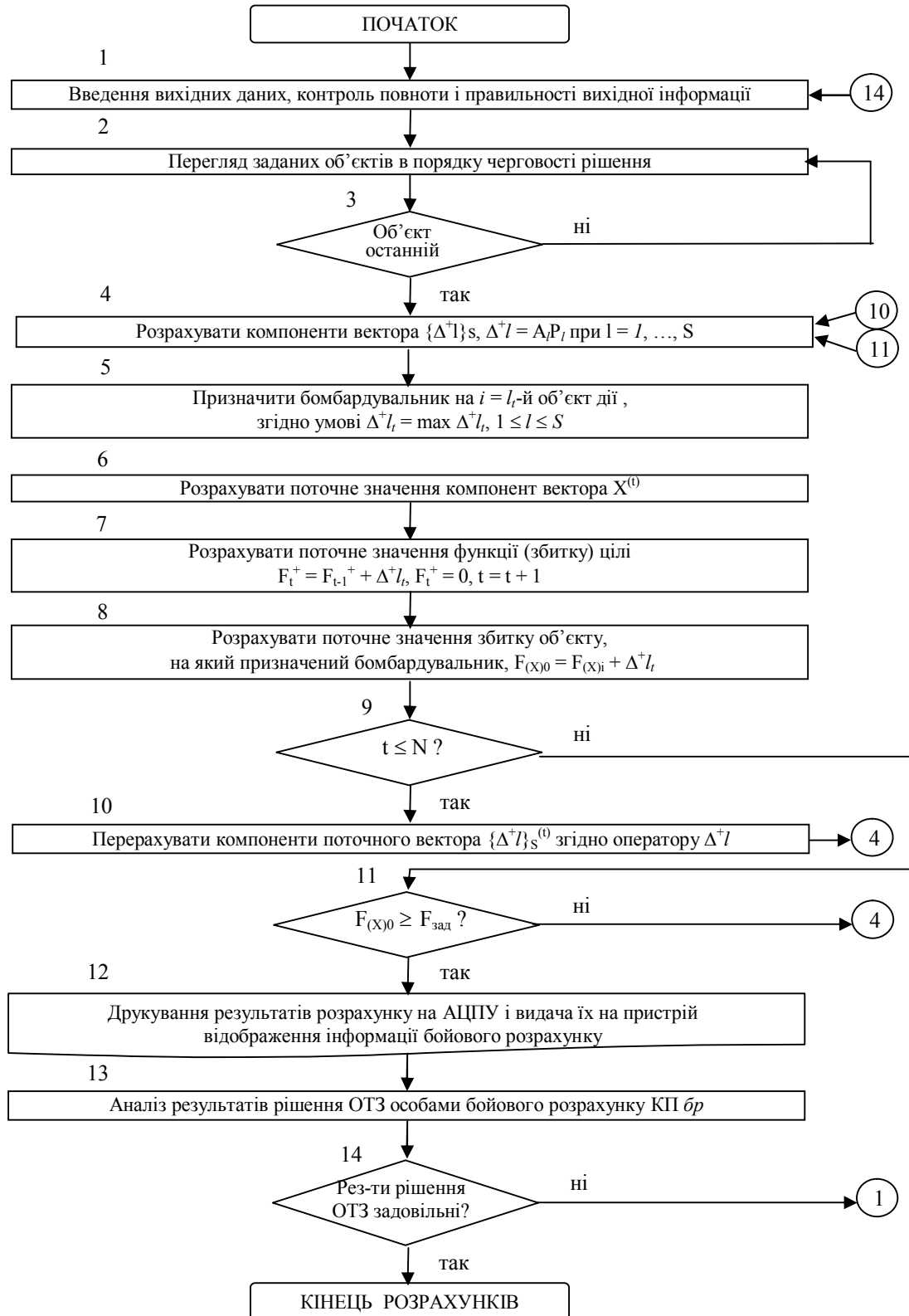


Рис. 1. Алгоритм рішення ОТЗ з оптимального розподілу сил і засобів БР ТА по заданих об'єктах у груповому ударі

Очікувана частота рішення задачі особами бойового розрахунку *бр ТА* не більше 4 разів на добу.

Вихідні дані для рішення задачі формуються на основі задуму рішення командира *бр ТА* на бойові дії й результатів інших розрахункових задач, комплексу ОТЗ по визначенню оптимального варіанта дій авіаційного удару. Вхідна інформація, представлена у формалізованому виді, вводиться для розрахунку з робочих місць, оснащених дисплеями. Результати розрахунків повинні у формалізованому виді видаватися як на друк, так і на засоби відображення командира (НШ) і посадових осіб, що беруть участь у рішенні даної й наступних задач. Оптимізація розподілу сил і засобів повинна здійснюватися по двох варіантах:

– рішення прямої задачі – максимізація збитку заданим об'єктам дій при фіксованому (установленому) составі сил і засобів *бр ТА* із використанням залежності (2);

– рішення зворотної задачі – мінімізації складу сил і засобів *бр ТА* для нанесення об'єктам супротивника заданого збитку. Для рішення зворотної задачі використовується такий вираз [2]:

$$F_1(X) = \sum_{i=1}^S A_i \cdot (1 - P_i)^{X_i} \quad (5)$$

З аналізу мети випливає, що максимізація збитку $F(X)$ еквівалентна максимізації величини збитку, що доводиться в середньому на кожну одиницю з N засобів, за рахунок якого досягається цей збиток, тобто

$$\max F(X) = \max \{F(X) / N = v(X)\}. \quad (6)$$

Середній збиток, що доводиться на один засіб $v(X)$ буде максимальний, якщо на кожному кроці рахунку закріплювати один з бомбардувальників для впливу по тому з об'єктів $i = l$, де приріст збитку $(\Delta^+ l)$ є найбільшим. Величина збільшення $\Delta^+ l$ цільової функції $F_1(X)$, на t -му кроці процесу оптимізації буде мати вигляд:

$$\Delta l_t = F_t^+ - F_{t-1}^+ = A_l^{(t-1)} P_l, \quad l = 1, 2, \dots, S. \quad (7)$$

Якщо A_l – вихідна важливість (вага) об'єкта, то $A_l^{(t-1)}$ – його вага після розподілу $(t-1)$ засобів ресурсу (бомбардувальників). Якщо сумарний збиток об'єкту дій $F(X)$ менше заданого ($F_{\text{зад}}$), то на даний об'єкт буде призначатися ресурс, поки не буде задовольнятися така умова: $F(X)_j \geq F_{\text{зад}}$.

На початку в цьому випадку повинен видаватися не виділений, а потрібний ресурс для ураження об'єктів удару із заданим ступенем поразки. Це ставить перед особами бойового розрахунку потребу знаходження інших варіантів дій.

Алгоритм рішення ОТЗ вказаний на рис. 1.

При рішенні зворотної задачі – мінімізації ресурсу N при нанесенні об'єктам дій збитку не менш заданого скористаємося таким виразом [2]:

$$N(X_0) = \min_x \sum_{i=1}^S X_i \quad (8)$$

$$\text{за умови} \quad \sum_{i=1}^S A_i \cdot (1 - (1 - P_i)^{X_i}) \geq F_{\text{зад}}. \quad (9)$$

Алгоритм задачі залишається таким, але процес рішення припиняється в момент виконання умови:

$$F_d^+ = \sum_{t=1}^d \Delta^+ l(t) \geq F_{\text{зад}}, \quad (10)$$

що й визначає значення $N(X_0)$. При цьому додаткові обмеження на рішення ОТЗ мають вигляд:

$$X_i \leq d_i; \quad A_i \cdot (1 - (1 - P_i)^{X_i}) \leq F_{\text{зад}} \quad (11)$$

Висновки

У результаті рішення ОТЗ на печать повинні видаватися: розподіл ресурсу по об'єктах удару й наземних засобів ППО противника, необхідність знищення яких визначена в попередніх задачах комплексу ОТЗ; сумарний відносний збиток об'єктам дій; відвернений збиток у результаті розподілу ресурсу на об'єкти ППО, які уражаються у відповідному ступені.

Список літератури

1. Берзин Е.А. *Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем* / Е.А. Берзин. – М.: Сов. радио, 1984. – 180 с.
2. Химмельблау Д. *Прикладное нелинейное программирование* / Д. Химмельблау. – М.: Мир, 1975. – 536 с.
3. Кононенко А.І. *Математичне програмування: Тексти лекцій* / А.І. Кононенко, І.С. Храповицький, Л.І. Щелкунова. – Х.: ХДТУБА, 2010. – 114 с.

Надійшла до редколегії 5.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Леонтьєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ АВИАЦИОННОЙ БРИГАДЫ ПО ЗАДАНЫМ ОБЪЕКТАМ В ГРУППОВОМ УДАРЕ

А.Н. Полуйко, П.Н. Онипченко

В статье рассмотрена возможность применения метода нелинейного программирования при решении оперативно-тактической задачи, относительно оптимального распределения сил и средств авиационной бригады по заданным объектам в групповом ударе.

Ключевые слова: оперативно-тактическая задача, оптимальное распределение сил и средств, метод нелинейного программирования, оптимальный вариант действий, лица боевого расчета.

OPTIMAL DISTRIBUTION CAPABILITIES AVIATION BRIGADE FOR A GIVEN OBJECT IN THE GROUP KICK

О.М. Polujko, P.M. Onypchenko

In this paper the possibility of using nonlinear programming decisions at operational and tactical tasks on the optimal distribution capabilities Aviation Brigade on the set of objects in a group blow.

Keywords: operational-tactical task, the optimal distribution capabilities, nonlinear programming method, the best course of action, individuals fighting crew.