

УДК 355.9

О.В. Кулешов, О.В. Батурін, А.В. Тристан

Харківський університет Повітряних Сил ім.І. Кожедуба, Харків

АЛГОРИТМ РОЗПОДІЛУ ЗЕНІТНИХ РАКЕТ (БОЄПРИПАСІВ) В УГРУПУВАННІ ППО СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ПРИ ВІДБИТТІ УДАРІВ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА

Розглянуто проблеми розподілу зенітних ракет та боєприпасів між підрозділами ППО СВ при веденні бойових дій щодо прикриття військ та об'єктів. Рішення проблеми розподілу зенітних ракет і боєприпасів в угрупованні ППО при відбитті повітряного удару по військах, що прикриваються, зводиться до пошуку аналітичних співвідношень, які дозволять визначити алгоритм рішення поставленої задачі. Надано алгоритм розподілу зенітних ракет та приведені відповідні розрахункові формули. Програмна реалізація алгоритму дозволить формалізувати ряд питань планування бойових дій частин (підрозділів) ППО СВ.

Ключові слова: автоматизована система управління, алгоритм, вогневі можливості, ефективність, зенітний ракетний комплекс, маневр, повітряний противник, планування бойових дій, протиповітряна оборона.

Вступ

Постановка проблеми. Протиповітряна оборона військ є складовою частиною загальновійськового бою і організовується у всіх його видах, а також при пересуванні (розгортанні) і розташуванні військ на місці. Вона здійснюється військами ППО Сухопутних військ у взаємодії з частинами і підрозділами Повітряних Сил.

Основу сил і засобів ППО військ складають частини і підрозділи ППО Сухопутних військ (ППО СВ), які прикривають війська і інші об'єкти від ударів повітряного противника шляхом ведення бойових дій. З цією метою частини і підрозділи ППО СВ розгортаються в бойовий порядок, утворюючи на місцевості угруповання сил і засобів ППО СВ.

Склад сил і засобів ППО в створюваних угрупованнях визначається організаційно-штатною структурою частин і підрозділів ППО, що входять до складу з'єднань і частин Сухопутних військ, а також завданнями, які вирішують війська, що прикриваються.

В умовах реформування Збройних Сил України, для вирішення оперативних завдань по нейтралізації локальних озброєних конфліктів, створені Об'єднані сили швидкого реагування (ОСШР), основу сухопутною компоненти якої складає армійський корпус (АК).

Залежно від масштабу збройного конфлікту АК може діяти у повному складі або частиною загальновійськових з'єднань, що визначає вирішувані задачі частинами та підрозділами ППО АК.

Частини і підрозділи ППО АК включають: зенітний ракетний полк (зрп) «ОСА-АКМ», зенітні ракетно-артилерійські дивізіони (зрадн), які входять до складу окремих механізованих бригад (омбр) та окремої танкової бригади (отбр),

зенітну ракетну батарею (зрбатр), озброєну переносним зенітним ракетним комплексом (ПЗРК)

типу «Ігла» і зенітну артилерійську батарею (забатр) ЗУ-23, які входять до складу окремої аеромобільної бригади (оаебр).

З урахуванням вищевикладеного стає очевидним, що типові угруповання ППО СВ у складі АК визначатимуться організаційно - штатною структурою зрп корпусу і зрадн, які входять до складу з'єднань АК.

В основу бойового застосування частин і підрозділів ППО СВ покладений ряд принципів, реалізація яких дозволяє успішно вирішувати задачі по прикриттю військ від ударів повітряного противника. При рішенні проблеми розподілу зенітних ракет і боєприпасів в угрупованні ППО СВ необхідно враховувати, перш за все, такі принципи як:

рішуче зосередження зусиль для прикриття головних угруповань військ і важливих об'єктів;

повне використання бойових можливостей частин і підрозділів ППО СВ для нанесення максимальних втрат повітряному противникові та забезпечення надійного прикриття військ і об'єктів від ударів з повітря;

своєчасний маневр підрозділами, вогнем і зенітними ракетами (боєприпасами).

Маневр підрозділами, вогнем і зенітними ракетами (боєприпасами) здійснюється для створення в короткі терміни найбільш вигідного бойового порядку, зосередження зусиль на прикритті загальновійськових з'єднань і частин, які вирішують в даний момент головні задачі. Маневр зенітними ракетами (боєприпасами) здійснюється шляхом їх перерозподілу між підрозділами і обслугами, які входять до складу угруповання ППО СВ. Особливість рішення цієї задачі полягає в тому, що:

завдання має сенс в умовах обмежень по запасу зенітних ракет (боєприпасів). Така ситуація виникає, як правило, при веденні підрозділами ППО бойових дій протягом тривалого часу;

розподілу підлягають зенітні ракети (боєприпаси), що знаходяться в технічній батареї зрп «ОСА-АКМ» і в підрозділах бойового забезпечення з'єднань АК;

розподіл зенітних ракет (боєприпасів) здійснюється між підрозділами ППО СВ, на озброєнні яких перебувають однотипні ЗРК або ЗАК, надалі такі підрозділи називатимемо однотипними.

Рішення задачі розподілу (перерозподілу) зенітних ракет (боєприпасів) між підрозділами ППО є складовою частиною роботи командирів (штабів) при підготовці рішення на бойові дії і його уточненні, а також при зміні бойової обстановки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У існуючих публікаціях [5, 6] достатньо повно розглянуті питання, які пов'язані з призначенням необхідного числа зенітних ракет (боєприпасів) для забезпечення заданої ефективності стрільби ЗРК і ЗАК при відбитті повітряних ударів авіації противника заданої тривалості.

Зокрема, в [1] детально викладені питання оцінки вогневих можливостей підрозділів ППО СВ, приводяться аналітичні співвідношення для визначення імовірності поразення одиночних цілей заданим числом ракет (боєприпасів). Проте в такій постановці питання розподілу ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ не зустрічались.

Мета статті. Рішення проблеми розподілу зенітних ракет і боєприпасів в угрупованні ППО при відбитті повітряного удару по військах, що прикриваються, зводиться до пошуку аналітичних співвідношень, які дозволять визначити алгоритм рішення поставленої задачі. Мета статті полягає в обґрунтуванні розрахункових формул і структури алгоритму для вирішення цього завдання.

Основна частина

Вирішення проблеми розподілу зенітних ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ пов'язане з аналізом і оцінкою:

тактики дії повітряного противника при прориві ППО сторони, що обороняється;

вогневих можливостей підрозділів ППО;

можливостей підрозділів технічного забезпечення по запасу зенітних ракет і боєприпасів;

можливостей програмної реалізації алгоритму на обчислювальних засобах.

Порядок рішення задачі розподілу (перерозподілу) зенітних ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ при відбитті повітряних ударів визначають такі чинники:

положення, склад і характер дії повітряного противника в смузі дії військ, що прикриваються;

вогневі можливості підрозділів ППО СВ та основні показники їх оцінки;

можливості підрозділів ППО по запасу зенітних ракет (боєприпасів) та їх поповненню підрозділами технічного забезпечення.

Характеристика угруповання тактичної авіації при прориві ППО. Аналіз тактики дії тактичної авіації в ході регіональних війн та локальних озброєних конфліктів показує, що для підвищення ефективності бойового застосування авіації противник створює угруповання авіаційних засобів, які включають ешелон прориву ППО, ударний ешелон і ешелон дорозвідки наземних цілей [7]. При відбитті повітряних ударів основними цілями для частин і підрозділів ППО СВ є аеродинамічні засоби нападу (АЗН) тактичної авіації (ТА).

На думку зарубіжних військових фахівців, ешелон прориву ППО включатиме групи ударних тактичних винищувачів (50 – 60%), винищувачів супроводу (30 – 40%) та літаки РЕБ (до 10%) від загального складу цілей в ешелоні. Ударний ешелон включатиме групи тактичних винищувачів (до 70%), винищувачів супроводу (до 20%) і літаків РЕБ (до 10%) сил, що входять до складу ешелону.

В цілому, в смузі оборони кожної окремої механізованої бригади першого ешелону АК слід чекати від 32 до 48 повітряних цілей, вказаних вище типів.

В ході бойових дій підрозділи ТА будують бойові порядки, які характеризуються трьома параметрами: глибиною, шириною та висотою.

Основу побудови бойових порядків ТА складають пари літаків, які визначають бойовий порядок ланок (груп), а ланки складають бойовий порядок ескадрилій.

Вогневі можливості підрозділів ППО СВ. Вогневі можливості підрозділів ППО СВ визначаються як здатність, розгорнених в бойовий порядок та підготовлених до бою зенітних підрозділів, знищувати повітряного противника в різних умовах обстановки [5]. Вони характеризуються математичним сподіванням числа знищених цілей при відбитті повітряного удару заданої тривалості або при витраченні встановленого запасу зенітних ракет (боєприпасів) [5].

Можливості частин і підрозділів ППО СВ по забезпеченню зенітних підрозділів ракетами і боєприпасами.

На озброєнні зенітних частин і підрозділів ППО СВ знаходяться різнотипні по бойових характеристиках та запасу зенітних ракет (боєприпасів) зенітні ракетні комплекси (ЗРК), зенітні гарматні ракетні комплекси (ЗГРК) і зенітні кулеметні установки (ЗКУ).

У зенітних частинах і підрозділах ППО СВ ракети і боєприпаси можуть знаходитися:

на бойових машинах (БМ), зенітних самохідних установках (ЗСУ) і зенітних установках (ЗУ);

на транспортно-заряджаючих машинах і транспортних машинах, з яких здійснюється перезарядження БМ і ЗСУ (ЗУ);

на транспортно-заряджаючих машинах і транспортних машинах технічних батарей і взводів забезпечення.

Можливості по маневру ракетами і боєприпасами обмежуються їх запасами, які знаходяться в технічній батареї і підрозділах технічного забезпечення загальновійськових з'єднань.

Принципи побудови і структура алгоритму розподілу ракет (боєприпасів). Завдання розподілу ракет (боєприпасів) між підрозділами ППО відноситься до класу задач лінійного програмування [3].

При певних допущеннях її можна звести до завдання про використання ресурсів.

У прийнятих вище позначеннях математично завдання розподілу ракет (боєприпасів) між підрозділами ППО можна сформулювати таким чином.

Задана система лінійних нерівностей, що визначають порядок розподілу ракет (боєприпасів) з урахуванням запасу, що є в наявності

$$\sum_{m=1}^{K_m} \sum_{i=1}^{K_i} \sum_{s=1}^{K_s} B_s \lambda_{mis} \leq B_{is}, \quad (1)$$

та лінійна форма, яка визначає вогневі можливості підрозділів ППО з урахуванням ступеня їх можливої реалізації в конкретних умовах обстановки

$$\mu_{mis} = \sum_{m=1}^{K_m} \sum_{i=1}^{K_i} \sum_{s=1}^{K_s} N_{ук.mis} N_{стр.mis} n_{mis}, \quad (2)$$

де B_s – запас зенітних ракет (боєприпасів) s -го типу, які підлягають розподілу;

B_{is} – боєкомплект i -го підрозділу s -го типу;

λ_{mis} – вагові коефіцієнти, які визначають ступінь реалізації граничних вогневих можливостей i -го підрозділу s -го тип в m -му угрупованні ППО.

Вагові коефіцієнти λ_{mis} повинні задовольняти умові:

$$\sum_{m=1}^{K_m} \sum_{i=1}^{K_i} \sum_{s=1}^{K_s} \lambda_{mis} = 1. \quad (3)$$

Потрібно серед невід'ємних рішень системи (1) вибрати таке, при якому лінійна форма (2) приймає найбільше (максимальне) значення.

Основними операціями (процедурами) алгоритму розподілу зенітних ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ, що реалізує метод послідовного пошуку, є:

- введення початкових даних алгоритму;
- формування бази даних для обробки;
- організація циклу обробки бази даних;

вибір максимального значення математичного очікування числа знищених цілей підрозділами ППО СВ s -го типу;

формування бази даних для коефіцієнтів реалізації вогневих можливостей підрозділів ППО СВ s -го типу;

визначення вагових коефіцієнтів для прогнозування запасу ракет і боєприпасів підрозділів ППО СВ s -го типу;

визначення витрати ракет і боєприпасів підрозділами ППО СВ s -го типу;

розподіл запасу ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ s -го типу;

видача результатів рішення задачі.

При введенні початкових даних задаються варіанти угруповань ППО СВ, для яких необхідно вирішувати задачу прогнозування витрат зенітних ракет і боєприпасів та оптимального розподілу їх між підрозділами ППО СВ s -го типу.

Початкові дані алгоритму визначають напрям обробки та задають початкові значення змінних m, i, s .

Обчислювальні процедури алгоритму будуються шляхом організації трьох вкладених циклів по змінним m, i, s бази даних

Результатом обробки параметрів бази даних для заданого типу вогневих засобів підрозділів протиповітряної оборони СВ формується впорядкований ряд значень коефіцієнтів реалізації $K_{p(s)}$, виходячи з умов:

$$K_{p(s)} = f(\mu_{mis} > \mu_{k-1}), \quad (4)$$

де μ_{mis} – поточне значення показника вогневих можливостей підрозділів s -го типу, що реалізуються, з i -м номером в m -му угрупованні ППО.

μ_{k-1} – максимальне значення показника зі всіх можливих значень, розглянутих в попередніх циклах обробки.

Відповідно до поточних значень змінних m, i, s для кожного підрозділу s -го типу з бази даних вибирається параметр, що визначає витрату ракет (боєприпасів) підрозділом в ході відбиття повітряного удару (B_{mis}):

$$B_{mis} = N_{стр.s} n_s \quad (5)$$

Розподіл зенітних ракет і боєприпасів для поповнення боєкомплекту підрозділів здійснюється на основі вагових коефіцієнтів, які встановлюють пропорційні зв'язки між витратою ракет (боєприпасів) і коефіцієнтом реалізації вогневих можливостей підрозділу ППО при відбитті удару повітряного противника.

Значення вагових коефіцієнтів визначаються із співвідношень:

$$\lambda_{(\zeta)} = \frac{\Delta K_{p(\zeta)}}{\sum \Delta K_{p(\zeta)}}; \quad (6)$$

$$\Delta K_{p(\zeta)} = K_{p(\zeta)} - K_{p(\zeta)\min}, \quad (7)$$

де ζ – індекс, що позначає сукупність змінних (m, i, s).

Необхідне число зенітних ракет та боєприпасів для заповнення боєкомплекту зенітних підрозділів s -го типу $V_{s(\zeta)}^*$ визначається як добуток:

$$V_{s(\zeta)}^* = V_{\text{mis}} \cdot \lambda_{s(\zeta)}. \quad (8)$$

Обчислювальний процес регламентується шляхом завдання параметра вибору типу підрозділу ($S_{\text{зад}}$) і введення оперативної ознаки «кінець завдання» ($K3 \neq 0$). Програмна реалізація алгоритму перерозподілу зенітних ракет (боєприпасів) на сучасних персональних ЕОМ дозволяє ефективно вирішувати розглянуту задачу при плануванні бойових дій частин і підрозділів ППО СВ.

Висновки

Розглянутий алгоритм розподілу зенітних ракет між підрозділами ППО, на озброєнні яких перебувають однотипні ЗРК або ЗАК, дозволяє формалізувати одну з функцій командирів і штабів при рішенні задач по забезпеченню своєчасного маневру підрозділами, вогнем і ракетами (боєприпасами) при підготовці і в ході бойових дій частин і підрозділів ППО СВ.

Прийнятий в алгоритмі критерій оптимальності дозволяє на основі оцінки математичного сподівання числа знищених цілей однотипними підрозділами

ППО СВ визначити (виявити) підрозділи, які найефективніше витрачають свій боєкомплект.

Програмна реалізація алгоритму розподілу ракет і боєприпасів між підрозділами ППО СВ дозволить розширити можливості інформаційно-аналітичної системи АСУ військами ППО Сухопутних військ.

Список літератури

1. Бойовий статут військ Протиповітряної оборони Сухопутних військ. Дивізіон, батарея, рота, взвод, відділення, розрахунок. – К.: Варта, 2000. – 240 с.
2. Карпелевич Ф.И. Элементы линейной алгебры и линейного программирования / Ф.И. Карпелевич, Л.Е. Садовский. – М.: Физматгиз, 1963. – 274 с.
3. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
4. Кулешов А.В. Методика оценки эффективности системы ПВО оперативно-тактического уровня на основе комплексной модели реального времени / А.В. Кулешов, В.Н. Онищенко, Ю.П. Перекосов, И.Н. Евтушенко // 3б. наук. пр. – Х.: ХВУ, 2001. – Вып. 4(39). – С. 111-114.
5. Деменко М.П. Методичний підхід до оцінки стійкості управління підрозділами ППО СВ / М.П. Деменко, О.В. Кулешов, Ю.П. Перекосов // 3б. наук. праць. – Х.: ХВУ, 2002. – Вып. 3(4). – С. 14-16.
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1968. – 344 с.
7. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торощин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.

Надійшла до редколегії 16.09.2009

Рецензент: д-р військ. наук, проф. М.О. Єрмошин, Харківський університет Повітряних Сил ім.І.Кожедуба, Харків.

АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТ (БОЕПРИПАСОВ) В ГРУППИРОВКЕ ПВО СУХОПУТНЫХ ВОЙСК ПРИ ОТРАЖЕНИИ УДАРОВ ВОЗДУШНОГО ПРОТИВНИКА

А.В. Кулешов, О.В. Батурин, А.В. Тристан

Рассмотрены проблемы распределения зенитных ракет и боеприпасов между подразделениями ПВО СВ при ведении боевых действий относительно прикрытия войск и объектов. Решение проблемы распределения зенитных ракет и боеприпасов в группировке ПВО при отражении воздушного удара по войскам, которые прикрываются, сводится к поиску аналитических соотношений, которые позволят определить алгоритм решения поставленной задачи. Предоставлен алгоритм распределения зенитных ракет и приведены соответствующие расчетные формулы. Программная реализация алгоритма позволит формализовать ряд вопросов планирования боевых действий частей (подразделов) ПВО СВ.

Ключевые слова: автоматизирована система управления, алгоритм, огневые возможности, эффективность, зенитный ракетный комплекс, маневр, воздушный противник, планирование боевых действий, противовоздушная оборона.

ALGORITHM OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE DISTRIBUTING (AMMUNITIONS) IN ARMY AIR DEFENCE FORCE DURING AIR STRIKE REPULSING

A.V. Kuleshov, O.V. Baturin, A.V. Tristan

The problems of distributing of anti-aircraft missiles and ammunitions are considered between Army air defence units at the conduct of battle actions in relation to the protection of troops and objects. Decision of problem of distributing of anti-aircraft missiles and ammunitions in air DEFENCE force at the air strike repulsion to the troops which are covered, taken to the search of analytical correlations which will allow to define the algorithm of decision of the put task. The algorithm of distributing of anti-aircraft missiles is given and the proper calculation formulas are resulted. Programmatic realization of algorithm will allow formalizing the row of questions of battle actions planning of Army air defence units.

Keywords: automated control system, algorithm, fire possibilities, efficiency, anti-aircraft missiles complex, maneuver, air opponent, battle actions planning, air defense.