

APPLICATION OF THE APPROXIMATION METHOD TO IDENTIFICATION OF THE FUNCTION OF FRONTAL RESISTANCE OF PROJECTILE

V. Grabchak, E. Ivanyk

The thesis develops a method for identifying functions resistance, based on its representation through stepwise - single function Hevisayd. Determination of the unknown coefficients presentation provides a comparison of two trajectory: in a vacuum (reference trajectory) and atmospheric conditions (real path). An estimated dependence to determine the coefficients that identify the function of the resistance in terms of the components of a given vector of residuals certain conditions. On the basis of numerical calculations generated table of values of the elements of the real and the reference trajectories and resistance coefficients of functions in discrete time points that correspond to nodes partition flight duration shell, depending on three main ballistic parameters: rise angle, initial velocity and projectile form factor. According to the obtained numerical values proposed an empirical expression function resistance.

Key words: *mathematical modelling, artillery projectile, approximation methods, function of the frontal resistance, moving equations, supporting moving trajectory, modify parabola, Cauchy value problem, Euler-Cauchy one-step method.*

УДК 355.42:519.872.4

Ю.А. Дзюбенко, І.В. Рєпін

*Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів***АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ З УРАЖЕННЯ РІВНОЗНАЧНИХ ЗА ВАЖЛИВІСТЮ ЦІЛЕЙ**

У статті обґрунтовується можливість розгляду процесу ураження високомобільних цілей з точки зору функціонування систем масового обслуговування різного типу та надано рекомендації щодо підвищення ефективності їх функціонування при необхідності одночасного ураження об'єктів, що мають однакову важливість з тактичної точки зору.

Ключові слова: *система масового обслуговування, заявка, ранг, абсолютний пріоритет, час очікування, імовірність обслуговування.*

Вступ

Досвід локальних війн і збройних конфліктів останніх десятиріч вказує на те, що жодна операція чи бій не проходили без того, щоб війська не відбивали напад диверсантів, терористів, які влаштовували засади, мінно-вибухові загородження, здійснювали вогневі нальоти, снайперські обстріли. Сьогодні боротьба з противником, який широко застосовує диверсійно-терористичні дії та акції, є такою ж важливою, як і боротьба з танками, мотопіхотою, артилерією та авіацією противника. Більш того, боротьба з диверсіями і тероризмом у внутрішніх збройних конфліктах стає їх основним змістом.

Такі особливості збройних конфліктів сучасності, як осередковий характер бойових дій, відсутність суцільної лінії фронту, наявність щоденної прихованої і відкритої боротьби, значно ускладнюють боротьбу з диверсійно-терористичною діяльністю противника. Якщо раніше ці завдання цілком поклалися на спецслужби, сьогодні ситуація суттєво змінилася і збройні сили повинні

професійно брати участь у боротьбі з тероризмом. Особлива складність вирішення вказаних завдань полягає у тому, що диверсійно-терористичні формування (ДТФ) та незаконні збройні формування (НЗФ) мають, як правило, перевагу у виборі часу, місця, способів і засобів завдання ударів, часто використовують фактор раптовості. При цьому першочерговими об'єктами нападу диверсійно-терористичних формувань можуть бути аеродроми, пункти управління частин і з'єднань, вузли зв'язку, тилові частини та заклади, важливі комунікаційні об'єкти.

При виробленні необхідних способів протидії диверсіям найбільшу складність являє оцінка можливостей противника із застосування ДТФ (на якому етапі, в якій кількості, з якими завданнями). Розрахунки сил противника, які ним можуть бути застосовані під час збройного конфлікту в якості диверсійно-терористичних дій, вказують на те, що ні сили внутрішніх військ, ні прикордонних військ не зможуть відігравати провідну роль у боротьбі з цими формуваннями. Окрім того, навіть

загальновійськові частини і підрозділи для своєчасної реакції на загрози зі сторони ДТФ повинні застосовувати нові оперативно-тактичні способи дій з використанням вибіркового ударів із застосуванням високоточної зброї.

З урахуванням вкрай обмежених ресурсів на сьогодні найбільш ефективними засобами боротьби з ДТФ (за умови функціонування такого рівня військової розвідки, яка здатна вестися не лише перед фронтом оборони, на флангах і стиках, а й на великій глибині в тилу своїх військ, на комунікаціях, виявляти дрібні ДТФ в умовах обмеженої видимості та на пересіченій місцевості) є вертольоти армійської авіації (АА).

У зв'язку зі значною невизначеністю у виявленні таких специфічних об'єктів ураження системою розвідки основними способами бойових дій АА (за досвідом останніх збройних конфліктів) були послідовні удари по задалегідь заданих чи виявлених у ході бою об'єктах противника за викликом із положення чергування на землі чи в повітрі.

Таким чином, в сучасних умовах жорсткого ліміту застосування наявних сил і засобів, що можуть бути виділені підрозділами АА, питання підвищення ефективності застосування вертольотів полягає у найбільш раціональному способі їх розподілу під час вищезазначених способів дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз існуючих методик оцінки ефективності бойових дій АА в авіаційній підтримці військ показує, що сутність цієї оцінки полягала у тому, що встановлювався критерій ефективності і в залежності від характеру задачі або розраховувалось його значення для даних умов, або визначалося, за яких умов він досягне заданого значення [1-2]. Однак отримані при цьому результати відповідали таким умовам функціонування чергових сил, які встановлюються лише через певний час, порівняний із загальним періодом авіаційної підтримки, тоді як неврахування особливостей їх функціонування в перші години бою веде до розрахунків із значною похибкою.

Інші недоліки пов'язані з неврахуванням пріоритетності заявок, обумовлену важливістю об'єктів і терміновістю їх ураження, а також можливістю вертольотів діяти з майданчиків підскоку та зон чергування у повітрі [3].

У деяких роботах останніх років ці недоліки вирішувалися застосуванням методу диференційного аналізу, що надавало змогу визначення ймовірностей виконання заявок у залежності від тривалості періоду авіаційної підтримки, першочерговості виконання заявок, а також від наявності у чергових сил резерву часу, протягом

якого об'єкти удару перебуватимуть на місці виявлення [4].

Проте під час проведення операції можуть виникати ситуації, коли є необхідність завдання удару по знову виявлених цілях, які мають однакову важливість з точки зору розподілу за рангами відповідно до стану цих цілей.

Наприклад, при висуванні чи розгортанні механізованих колон противника з декількох напрямків, при виявленні декількох місць їх зосередження або при отриманні даних про місцезнаходження декількох диверсійно-розвідувальних груп чи незаконних збройних формувань з метою підвищення ефективності виконання поставлених задач черговими силами авіації Сухопутних військ (штурмової авіації) застосування розподілу об'єктів ураження за рангами, які визначають важливість цілей, втрачає сенс.

Постановка задачі

Метою даної роботи є встановлення (надання) та обґрунтування пріоритетів щодо ураження цілей (які з тактичної точки зору мають рівнозначну важливість) за іншими ознаками, ніж поділ на першочергові та другорядні, оскільки їх неправильний вибір може значно знизити ефективність процесу виконання термінових бойових завдань.

Основний матеріал

Якою розвинутою не була б система розвідки, вона не в змозі добувати інформацію про всі важливі цілі, які, окрім того, якимось маневрують на місцевості і намагаються маскуватися. Тому потік вимог на виконання вогневих завдань буде слідувати через певні проміжки часу, які є функціями умов обстановки, характеру операції, бойових можливостей тощо, а моменти часу отримання вогневих завдань авіаційної підтримки будуть мати випадковий характер.

Час, необхідний для виконання кожного вогневого завдання, також є випадковою величиною, оскільки знову виявлені цілі будуть знаходитися на різній відстані від місць базування частини АА, і час, необхідний на її подолання, а отже, і на виконання вогневих завдань, буде різним.

Таким чином, всі потоки вогневих завдань, як вхідні (ті, що потребують виконання), так і вихідні (ті, що виконані), є випадковими, а кількісні показники ефективності процесу їх виконання є імовірнісними величинами.

У цьому випадку бойові дії авіаційних частин являють собою функціонування системи, у якій кожний підрозділ є каналом обслуговування (черговим підрозділом), виклик – заявкою на

виконання завдань авіаційної підтримки (виконання вогневого завдання), а бойовий політ чергового підрозділу – результат виконання (обслуговування) отриманої заявки (вогневого завдання).

Якщо випадковий процес є марківським, то математичний аналіз процесу виконання (обслуговування) заявок може бути описаний за допомогою апарату звичайних диференціальних (в граничному випадку – лінійних алгебраїчних) рівнянь і виражати в явному вигляді основні характеристики ефективності процесу обслуговування через параметри обслуговування і потоки заявок [5,6].

Основною властивістю ланцюга Маркова є відсутність післядії, яка полягає у тому, що для будь-яких ділянок часу, які не перекриваються, кількість подій, що попадають на одну з них, не залежить від того, скільки подій попало на другу (чи інші, коли розглядається більше двох ділянок), оскільки причини, що викликають ці події у той чи інший момент часу, не пов'язані між собою [5,7,8].

При розгляді в часі процесу викриття об'єктів противника системою розвідки можна відмітити відсутність зв'язку факту виявлення того чи іншого об'єкта від того, скільки і яких об'єктів вже було виявлено раніше [9]. Окрім того, відсутність післядії для чергових сил АА в авіаційній підтримці військ виражається у тому, що дії одного каналу обслуговування, який представляє один черговий підрозділ (бойову одиницю), не передбачають накопичення збитку об'єкта удару, а невиконане або не повністю виконане вогневе завдання буде передане іншій бойовій одиниці або іншим засобам вогневого ураження.

Можна також погодитись із твердженням, що в той самий момент часу виявляється лише один важливий об'єкт, а не декілька (ординарність потоку) і що при налагодженій роботі система розвідки за певний проміжок часу буде мати деяку середню „продуктивність”, тобто здатність виявляти в одиницю часу певну кількість цілей [9].

Таким чином, потік викликів на виконання вогневих завдань у авіаційній підтримці і потік їх виконання мають властивості пуассонівського, або найпростішого потоку, а час надходження вогневих завдань і час їх виконання розподілені по показовому закону [5,7,8,10,11].

У роботах [12,13] проведено аналіз функціонування одноканальної системи масового обслуговування (СМО), в яку поступає R найпростіших потоків заявок з інтенсивностями λ_r , $[r=1(1)R]$. Час обслуговування заявок r -го типу – показовий з параметром μ_r , $[r=1(1)R]$. Розподіл за рангами у заявок такий, що заявка r -го типу має r -й ранг і має відповідний цьому рангу абсолютний

пріоритет, у відповідності з яким вона відразу починає обслуговуватися, якщо (СМО) в цей момент була вільною або була зайнятою обслуговуванням заявки більш низького рангу, яка належить потоку з номером $n < r$. Якщо в цей момент СМО обслуговувала заявку того ж чи більш високого рангу, то нова заявка отримує відмову і губиться.

На основі проведеного аналізу було встановлено принцип, по якому повинні розподілятися за рангами потоки заявок, щоб повна ефективність процесу масового обслуговування, яка визначається таким критерієм, як імовірність повного обслуговування довільної заявки із об'єднаного потоку була максимальною. Імовірність повного обслуговування довільної заявки із об'єднаного потоку буде визначатися рівністю

$$P_{\text{вук}} = P_0 = \sum_{r=1}^R \frac{\lambda_r}{\Lambda_R} P_{\text{вук}r} = \prod_{r=1}^R \frac{\Lambda_{r-1} + \mu_r}{\Lambda_r + \mu_r}, \quad (1)$$

де P_0 – імовірність незайнятості каналу обслуговування;

λ_r – інтенсивність r -го потоку заявок;

Λ_R – інтенсивність сумарного потоку заявок;

$P_{\text{вук}r}$ – імовірність повного обслуговування заявки r -го рангу;

μ_r – інтенсивність обслуговування заявок r -го рангу.

З (1) видно, що імовірність $P_{\text{вук}}$ залежить від порядку нумерації співмножників у правій частині цього виразу.

При цьому виявляється, що незалежно від інтенсивностей λ_r , $[r=1(1)R]$ вхідних потоків заявок максимум $P_{\text{вук}}$ досягається при умові

$$\mu_1 \geq \mu_2 \geq \dots \geq \mu_R. \quad (2)$$

Це означає, що пріоритет повинен надаватися заявкам, на обслуговування яких витрачається менше часу (оскільки $\mu_R = 1/t_r$). Причому чим більша різниця між параметрами μ_r , тим більший ефект дає розподіл за рангами у відповідності з (1).

Описана методика дозволяє проводити апріорний розподіл потоків заявок за рангами по середніх характеристиках $\bar{t}_r = 1/\mu_r$ часу їх обслуговування, і правило (1) забезпечує максимальну середню ефективність процесу масового обслуговування, який на певних відрізках часу може виявитися неефективним. Цей недолік розглянутої методики може бути усунений, якщо можливе апріорне визначення часу, необхідного для обслуговування заявок, що поступають у СМО. Оскільки викриття цілей передбачає отримання

координат їх розташування, то, знаючи відстань від об'єктів удару та швидкість вертольотів, призначених для його завдання, час, необхідний для виконання кожного виклику, можна визначити завчасно, тим самим створивши умови для призначення пріоритетів згідно з (1).

Очевидно, що методика вибору пріоритетів відповідно до виразу (1) діє лише при дефіциті бойових одиниць у порівнянні з кількістю отриманих викликів на виконання вогневих завдань авіаційної підтримки військ, тому в умовах значної кількості знову виявлених об'єктів, призначених для ураження, та обмеженої кількості чергових підрозділів АА, які можуть бути виділені, вона набуває більш вагомого значення.

Висновки

Отже, для максимальної ефективності використання обмежених ресурсів АА при необхідності одночасного ураження цілей, що мають з тактичної точки зору однакову важливість, пріоритет завдання удару необхідно надавати тому об'єкту, який знаходиться на найменшій відстані від аеродрому, майданчика підскоку або зони чергування у повітрі.

Подальшу практичну цінність матимуть теоретичні дослідження щодо визначення аналітичних залежностей для функціонування багатоканальної СМО (застосування декількох підрозділів АА).

Список літератури

1. Скоморохов Н.М. Тактика армейской авиации: В 2 ч. / – Монино: ВВКА им. Ю.А. Гагарина, 1988. - Ч.2. – 252 с.
2. Харитонов В.А. К вопросу оценки эффективности

боевого применения авиации / В.А. Харитонов // Военная мысль. – 1996. – №6. – С. 54–56.

3. Горбенко В.М. Методика оцінки ефективності авіаційної підтримки військ в оборонній операції армійського корпусу: Дис... канд. військ. наук.: 20.01.01. – К., 2004. – 215 с.

4. Дзюбенко Ю.А. Методика обґрунтування раціонального розподілу сил і засобів частин армійської авіації для виконання завдань авіаційної підтримки військ у операції угруповання Об'єднаних сил швидкого реагування: Дис. канд. військ. наук.: 20.01.01. – К., 2006. – 162 с.

5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.

6. Авен О.И., Гурин Н.Н., Коган Я.А. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем / О.И. Авен, Н.Н. Гурин, Я.А. Коган. – М.: Наука, 1982. – 464 с.

7. Таха Х. Введение в исследование операций: В 2 кн. / Х. Таха. – М.: Мир, 1985. – 496 с.

8. Тараканов К.В. Овчаров Л.А., Тырышкин А.Н. Аналитические методы исследования операций / К.В. Тараканов, Л.А. Овчаров, А.Н. Тырышкин. – М.: Сов. радио, 1974. – 240 с.

9. Основы исследования операций в военной технике / Чуев Ю.В., Мельников П. М., Петухов С.И. и др. [под ред. Ю.В. Чуева]. – М.: Сов. радио, 1965. – 592 с.

10. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей / Б.В. Гнеденко, А.Я. Хинчин. – 1976. – 168 с.

11. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1972. – 368 с.

12. Петухов Б.Г. Основы теории массового обслуживания / Б.Г. Петухов. – Л.: ВИКА им. А.Ф. Можайского, 1974. – 245 с.

13. Новиков О.П. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О.П. Новиков, С.И. Петухов. – М.: Советское радио, 1969. – 344 с.

Рецензент: к.військ.н., с.н.с. Р. В. Казмірчук, Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПО ПОРАЖЕНИЮ РАВНОЗНАЧНЫХ ПО ВАЖНОСТИ ЦЕЛЕЙ

Ю.А. Дзюбенко, Репин И.В.

В статье обосновывается возможность рассмотрения процесса поражения высокоподвижных целей с точки зрения функционирования систем массового обслуживания различного типа, а также даны рекомендации по повышению эффективности их функционирования при необходимости одновременного поражения объектов, которые имеют одинаковую важность с тактической точки зрения.

Ключевые слова: система массового обслуживания, заявка, ранг, абсолютный приоритет, время ожидания, вероятность обслуживания.

ANALYSIS OF WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF MISSIONS IN TARGETTING EQUALLY SIGNIFICANT AIMS

Yu. Dzubenko, I. Repin

The article analyses the process of targeting highly mobile aims from the point of the variety of queuing systems. It also provides recommendations to increase efficiency of the systems when the mission is to simultaneously target several tactically equally significant aims.

Key words: queuing system, application, rank, absolute priority, delay, likelihood of service.