Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України
Military Science. Vol. 1 No. 1. 2023

Варіант побудови оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ в імітаційній моделі операції (бойових дій)

Владислав Горгуленко
ад'юнкт
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, 28Б, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна
e-mail: vladyslavhorhulenko@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6382-5075

Андрій Воробйов
старший науковий співробітник
Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України
03049, 28Б, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна
e-mail: atmssw@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1689-3128

Анотація. Актуальність досліджуваної проблеми підтверджується чисельними аналізами досвіду ведення воєнних конфліктів сучасності загалом та російсько-української війни зокрема, які стверджують, що найбільш значна роль в операціях угруповань військ (сил) залишається відведеною підрозділам (частинам) механізованих (танкових) військ, а отже, їх силам та засобам. Це засвідчує нагальність проведення всебічних досліджень закономірностей процесів, які мають місце під час застосування сил та засобів механізованих (танкових) військ. Важливою умовою досягнення цілей операції (загальновійськового бою) є оптимальний (найкращий серед можливих) розподіл сил та засобів для виконання завдань із вогневого ураження противника. У зв'язку з цим дана стаття спрямована на побудову оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ в імітаційній моделі операції. Провідним методом дослідження операцій, котрий використовується для розв'язання оптимізаційних задач метод лінійного програмування. Саме цей метод дозволяє комплексно розглянути особливості побудови оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ. У статті проаналізовано фактори, що впливають на розподіл сил та засобів механізованих (танкових) військ, проведено ранжування типових цілей для вогневого ураження силами та засобами механізованих (танкових) військ за показником важливості (небезпечності), розроблено варіант побудови оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ, та на його основі сформульовано узагальнений алгоритм моделювання процесу прийняття рішення та постановки вогневих завдань в імітаційній моделі операції (бойових дій) військ (сил). Матеріали статті становлять теоретичну цінність для проведення подальших наукових досліджень стосовно порушеної проблеми, а також практичну – для удосконалення методик, які безпосередньо використовуються в органах військового управління при плануванні вогневого ураження противника.

Ключові слова: дослідження операцій, математичне моделювання, розподіл сил та засобів, оптимальний план, управління вогнем підрозділів механізованих (танкових) військ.

Вступ (Introduction)

Сучасний загальновійськовий бій характеризується високою маневреністю та швидкоплинністю, насиченістю і різноманітністю озброєння та специфікою його застосування. При цьому специфіка застосування визначається, насамперед, характеристиками озброєння та особливостями поточної тактичної обстановки.

Основним озброєнням механізованих (танкових) підрозділів є бойові машини піхоти (БМП), бронетранспортери (БТР) та танки, які, у свою чергу, мають різні типи засобів ураження (наприклад, БМП-3 має на озброєнні 100-мм гладкоствольну гармату, 30-мм автоматичну гармату, протитанковий ракетний комплекс (ПТРК) та кулемети). Очевидно, що різні типи перелічених засобів призначені для ураження різних типів об'єктів противника, які перебуватимуть у зоні дій механізованих (танкових) підрозділів.

Різнотипність як озброєння, так і об'єктів ураження, поряд зі змінами тактичної обстановки, зумовлюють потребу в оптимальному розподілі існуючих засобів для надійного ураження, насамперед, найбільш важливих та небезпечних об'єктів противника. Розв'язання такої задачі передбачає необхідність урахування важливості та небезпечності об'єктів, а також їхніх характеристик, важливих для вибору певного типу озброєння для їх ураження з максимальною ефективністю.

Крім цього, у ході ведення російсько-української війни підрозділи (частини) механізованих (танкових) військ отримали від союзників озброєння та військову техніку різного виробництва та тактико-технічних характеристик (наприклад: ПТРК Javelin, NLAW та ін.; БМП Bradley; танки Leopard різних модифікацій). Вивчення питання цілерозподілу цих не притаманних вітчизняному оборонно-промисловому комплексу засобів вогневого ураження є необхідним для адекватності результатів імітаційного моделювання операції (бойових дій) в цілому, що і зумовлює актуальність та засвідчує нагальність проведення дослідження за обраною тематикою.

Прогнозування перебігу та результатів дій механізованих (танкових) підрозділів та оцінка впливу останніх на загальновійськовий бій загалом є достатньо складною задачею. Для її розв'язання, як правило, використовується імітаційне моделювання як достатній та доступний метод проведення необхідних досліджень. При цьому точність отриманих результатів багато в чому залежить від повноти та коректності урахування основних факторів (особливостей) всіх етапів загальновійськового бою.

Математичне моделювання процесу управління вогнем сил та засобів механізованих (танкових) військ та їх цілерозподілу є ключовим в імітаційній моделі операції (бойових дій) (Романченко, 2017). Цей процес здійснюється з метою максимальної реалізації їх вогневих можливостей в умовах швидкоплинності загальновійськового бою. Він може бути представлений шляхом побудови певного плану цілерозподілу, котрий має відповідати вимозі оптимальності (бути найкращим із можливих). Найбільш відповідним предметній області методом розв'язання задач щодо здійснення розподілу певних сил та засобів (ресурсів) є метод лінійного програмування, який досить повно висвітлений, наприклад, у літературі, присвяченій дослідженню операцій (Вентцель, 1972), (Абчук, 1979).

Такий та подібні методи спрямовані на побудову оптимального плану, що задовольняє умовам задачі та відповідає поставленій меті, і можуть бути покладені в основу. Разом із тим, такі методи не повною мірою дозволяють ураховувати певні особливості загальновійськового бою, а саме порівняно низький рівень автоматизації процесу управління вогнем (Юдин, 1961). За таких умов вплив суб'єктивних факторів (зокрема рівня підготовки відповідних командирів, екіпажів танків та БМП, їх здатність правильно оцінити рівень небезпечності об'єктів ураження тощо) накладає ряд обмежень, які повинні бути враховані в імітаційних моделях. У іншому випадку результати моделювання відображатимуть лише результати

розв'язання оптимізаційної задачі, що не завжди коректно відтворює реальні процеси управління вогнем у загальновійськовому бою.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

У загальному вигляді задачу управління вогнем, прийняття рішення і постановки вогневих завдань механізованим (танковим) підрозділам, а як результат, побудову оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ може бути сформульовано таким чином (Мильграм, 1968).

Нехай, є m груп різнотипних засобів (механізованих (танкових) підрозділів) своїх військ, кожна з яких складається з N одиниць озброєння та повинна здійснити вогневе ураження n виявлених об'єктів військової техніки противника. Об'єкти ураження (цілі) характеризуються коефіцієнтами важливості і небезпечності p_j та вразливості j-того об'єкта засобом i-тої групи – w_{ij}.

Математично набір показників важливості і небезпечності можна описати за допомогою матриці із $n \in N$ класів елементів "вектора" засобів по $m \in N$ класів елементів "вектора" цілей:

$$\|P\| = [p_{ij}], \tag{1}$$

де p_{ij} – значення показника важливості і небезпечності j-го класу об'єктів військової техніки (озброєння) противника для i-го класу засобів механізованих (танкових) військ угруповання своїх військ, $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$.

Відповідно, набір показників вразливості об'єктів військової техніки противника:

$$\|W\| = [w_{ij}], \tag{2}$$

де w_{ij} – значення показника вразливості j-го класу об'єктів військової техніки (озброєння) противника для i-го класу засобів механізованих (танкових) військ угруповання своїх військ, $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$.

Розподіл засобів по цілях характеризується матрицею $A = \|x_{ij}\|$, де x_{ij} – кількість засобів i-тої групи, що призначаються на j-тий об'єкт вогневого ураження.

Необхідно розподілити засоби по цілях таким чином, щоб математичне очікування кількості уражених цілей M_{max} з урахуванням їх важливості та небезпечності було максимальним (Данциг, 1966):

$$M_{max} = \sum_{j=1}^{n} p_j \left[1 - \prod_{i=1}^{m} \left(1 - w_{ij}\right)^{x_{ij}}\right], \tag{3}$$

де n – кількість виявлених об'єктів вогневого ураження (техніки противника);

m – кількість груп засобів ураження (підрозділів своїх військ);

p_j – коефіцієнт важливості та небезпечності j-того об'єкта;

w_{ij} – вразливість j-того об'єкта засобом i-тої групи;

x_{ij} – кількість засобів i-тої групи, що призначаються на j-тий об'єкт вогневого ураження

за умов:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = N_i, i = 1,2 \dots, m; \\ x_{ij} \geq 0, i = 1,2, \dots, m, j = 1,2, \dots, n. \end{cases} \quad (4)$$

Результати і обговорення (Results and Discussions)

В цілому, питання щодо дослідження оптимізації розподілу різноманітних сил та засобів, а також ресурсів воєнного призначення відкрито вже досить тривалий час. Наприклад, І. Кулініч (2020) запропонував підхід до оптимізації розподілу сил і засобів протиповітряної оборони, О. Полуйко (2016) висунув на розгляд наукової спільноти свій варіант оптимального розподілу сил і засобів авіаційної бригади по заданих об'єктах у груповому ударі. Крім цього: В.Чуєв (2016) запропонував моделі розрахунку результатів бойових дій багаточисельних угруповань військ; Б. Бутвін (2019) опублікував своє бачення щодо використання модифікованих рівнянь динаміки середніх для оперативного прогнозування ходу та результатів бойових дій; В. Назаренко (2014) сформулював методику оцінювання способів ведення бою; О. Семененко (2023) розробив математичну модель вирішення багатокритеріальної задачі вибору раціональних форм і способів застосування військ (сил); О. Полуйко (2016) запропонував підхід до оптимального розподілу сил і засобів авіаційної бригади; О. Дроль (2020) висунув на розгляд методику визначення оптимальної кількості та виду озброєння мобільних тактичних груп для забезпечення дій по стримуванню противника; С. Телюков (2023) запропонував авторську методику оптимізації складу сил та засобів спостережного поста підрозділу охорони об'єктів військової частини. Досить інформативними та корисними є праці В. Швалючинського (2013) щодо оптимізації розподілу льотних ресурсів та Б. Дем'янчука (2023) про оптимізацію обсягів додаткових матеріальних запасів і бойового екіпірування підрозділів транспортної логістики. А також, вирішенням інших не менш важливих завдань щодо оптимізації процесів у військовій сфері займалися: О. Загорка (2023), О. Морозов (2015), Б. Попков (2013) та багато інших. Проте, дослідженню проблем побудови оптимальних планів цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкови) військ в імітаційних моделях операції (бойових дій), та з рівнем деталізації до окремої одиниці військової техніки (озброєння) достатньої уваги приділено не було.

Наведена вище постановка задачі управління вогнем, прийняття рішення і віддання вогневих завдань механізованим (танковим) підрозділам може бути розв'язана шляхом побудови оптимального плану розподілу засобів вогневого ураження по об'єктах, що описані вище. Таким чином, розглянемо дану задачу як транспортну задачу лінійного програмування.

Універсальним методом розв'язання задач лінійного програмування є симплекс-метод, який ґрунтується на багаторазових перерахуваннях системи рівнянь обмежень основної задачі лінійного програмування відносно нових вільних та базисних змінних. Проте розв'язок таких задач лінійного програмування, як транспортні задачі, можна отримати більш простими методами (Лисенко, 2017).

Так як кількість виявлених об'єктів (військової техніки противника), вогневе ураження яких необхідно призначити засобам (підрозділам своїх військ) заздалегідь невідома, отримуємо окремий випадок транспортної задачі, а саме задачі про призначення з неправильним балансом.

В основу розв'язання задачі цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ покладемо, так званий, угорський метод (алгоритм) лінійного програмування, кінцевим результатом використання якого є матриця оптимального плану, яка у предметній області поставленої задачі управління вогнем механізованих (танкових) підрозділів дозволяє у повному обсязі досягти умови максимального математичного очікування кількості уражених

цілей та здійснити розподіл засобів вогневого ураження по цілях з урахуванням їх важливості та небезпечності.

Кількість кроків k, необхідних для розв'язання задачі (3) угорським методом лінійного програмування, дорівнює сумарній кількості засобів, що розподіляються:

$$k = \sum_{i=1}^{m} N_{i.} \tag{5}$$

Окремо слід відзначити порядок розрахунку коефіцієнтів важливості (небезпечності) та вразливості цілей. Поняття "важлива" та "небезпечна" ціль мають дещо різний характер, наприклад, командний пункт батальйону противника є важливою ціллю, а позиція мінометної батареї, що здійснює обстріл позицій механізованого (танкового) підрозділу, – ціллю небезпечною. Тому постає задача визначення пріоритетності цілей, що плануються до ураження. Опосередкованим чином пріоритетність ураження виявлених об'єктів визначається у роботі О. Вентцель (1972), тому, на наш погляд, цілком можлива побудова пріоритетного ряду важливості цілей за допомогою одного коефіцієнта p_j. Тобто, у будь-якому випадку, у першу чергу механізованими (танковими) підрозділами буде здійснюватися обстріл найнебезпечніших цілей (протитанкових ракетних комплексів, танків, БМП та БТР), потім – позицій командних пунктів та командно-штабних машин, та тільки після цього – позицій артилерійських, зенітно-ракетних підрозділів противника тощо.

Ймовірність ураження *j*-того об'єкта засобом *i*-тої групи може розглядатися як добуток залежних величин (Алексеев, 1989):

$$q_{ij} = v_i w_{ij}, \tag{6}$$

де v_i – коефіцієнт, який враховує рівень підготовки особового складу підрозділу;

w_{ij} – вразливість *j*-того об'єкта засобом *i*-тої групи.

Коефіцієнт v_i враховує рівень підготовленості особового складу до застосування *i*-того засобу ураження. Оскільки рівень підготовленості особового складу у загальному випадку є величиною випадковою, можна зробити низку припущень.

Фактор часу в умовах швидкоплинності загальновійськового бою є досить важливим і підлягає безумовному урахуванню в імітаційній моделі. Крім цього, рівень підготовленості особового складу може бути визначений за часовими нормативами виконання певних вправ з використанням *i*-того засобу ураження, тобто коефіцієнт v_i є функцією часу. Роблячи припущення про нормальний закон розподілу часу, що витрачається особовим складом на виконання певної вправи з використанням *i*-того засобу ураження, його функція розподілу $F_i(t)$ на інтервалі $t_1 \div t_2$ матиме вигляд, показаний на рис. 1. Граничні значення такого інтервалу відповідають нормативним значенням виконання контрольних вправ при застосуванні різних засобів ураження по типових цілях (наприклад, t_1 – відповідає нормативному часу на оцінку "відмінно", t_2 – "задовільно").

Оскільки рівень підготовки особового складу, як правило, заздалегідь невідомий, певне значення коефіцієнта v_i обирається за допомогою випадкової величини t, рівномірно розподіленої на інтервалі $t_1 \div t_2$, та функції $\left(1 - F\middle|\ \middle|i(t)\right)$ (рис. 1). Такий підхід певною мірою дозволить урахувати вплив суб'єктивного фактора при розрахунку результатів дій механізованих (танкових) підрозділів.

У результаті проведення дослідження за темою було розроблено алгоритм імітаційного моделювання дій підрозділів (частин) механізованих (танкових) військ, який виконується покроково та ядром якого є запропонований варіант побудови оптимального плану цілерозподілу сил та засобів зазначеного роду військ (рис. 2).

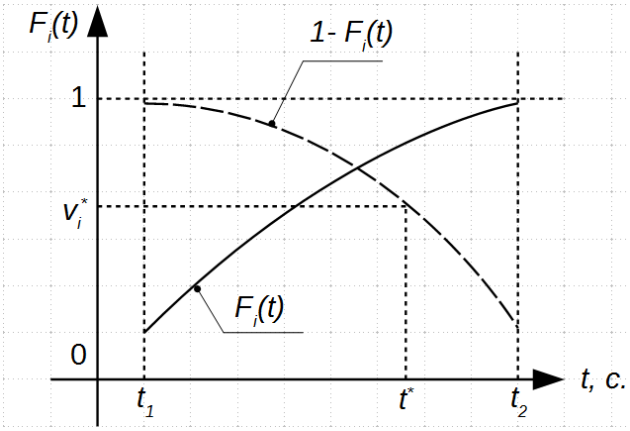


Рисунок 1. Функція розподілу $F_i(t)$

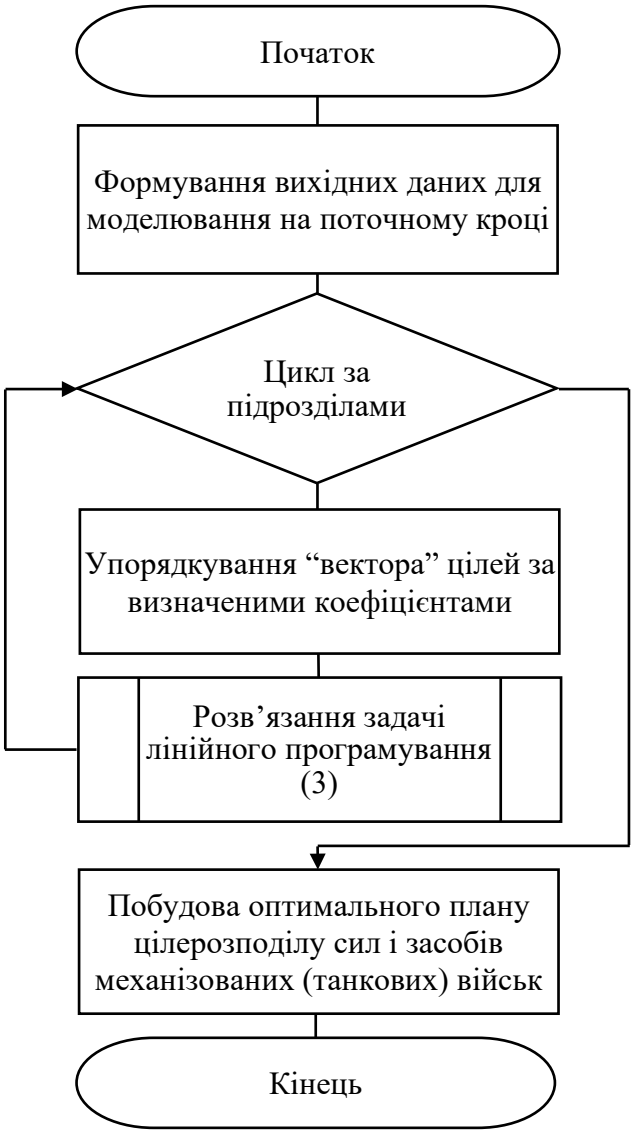


Рисунок 2. Блок-схема алгоритму прийняття рішення і постановки вогневих завдань механізованим (танковим) підрозділам

Побудова оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ є ключовою процедурою (структурним елементом) запропонованого алгоритму. Оптимальний план цілерозподілу будується на кожному під час імітаційного моделювання операції (бойових дій) із врахуванням важливості та небезпечності цілей для вогневого ураження, доступних на певному конкретному кроці моделювання.

Запропонований варіант побудови оптимального плану цілерозподілу є комплексним та, на відміну від підходів запропонованих у роботах О. Соболєва(2010) та В. Стеблецького (2010), враховує рівень підготовки особового складу.

Безпосереднє здійснення цілерозподілу відбувається під час роботи блоку алгоритму “ розв’язання задачі лінійного програмування ” та здійснюється для кожного елементу множини засобів. Завдяки попереднім крокам алгоритму можна стверджувати, що до множини цілей та множини засобів потрапили цілі, що визначені як найбільш важливі та небезпечні в даних умовах обстановки, та засоби, ефективність застосування яких по відповідному класу цілей – найвища.

Висновки (Conclusion)

Запропонований авторський варіант побудови оптимального плану цілерозподілу сил та засобів механізованих (танкових) військ в імітаційній моделі дозволяє врахувати особливості процесу управління вогнем, а саме, прийняття рішення та постановки завдань механізованим (танковим) підрозділам. Окрім цього, його використання надасть можливість враховувати вплив суб’єктивного фактора і дій відповідних командирів за умов достатньо низького ступеня автоматизації такого процесу. Завдяки урахуванню впливу коефіцієнтів важливості та небезпечності об’єктів ураження противника під час управління вогнем сил та засобів механізованих (танкових) військ на хід та результати операції (бойових дій), попередня оцінка результатів моделювання показала підвищення їх точності та достовірності за основними показниками ефективності. Основною науковою новизною вважається спосіб призначення цілей механізованим (танковим) підрозділам шляхом розв’язання транспортної (оптимізаційної) задачі угорським методом лінійного програмування. Напрямом подальших досліджень пропонується розглянути удосконалення математичної моделі дій механізованих (танкових) підрозділів шляхом урахування додаткових часткових показників, таких як рельєф місцевості району проведення операції (бойових дій), роль підрозділу в задумі старшого начальника, місце в бойовому порядку, математичне моделювання розвідки на тактичному рівні тощо.

Рекомендації (Recommendations)

Ознайомлення з матеріалами, що подані у статті може бути корисним для фахівців (наукових, науково-педагогічних працівників) у галузі математичного моделювання складних систем воєнного призначення, а також для здобувачів вищої освтіи (курсантів, студентів, слухачів та ад’юнктів), які вивчають зазначені питання.

Використані джерела

1. Бойовий статут механізованих і танкових військ Сухопутних військ Збройних Сил України. Частина ІІІ (взвод, відділення, екіпаж). Київ: Паливода А. В., 2018. 332 с.
2. Романченко І. С., Шуєнкін В. О., Можаровський В. М. Комплексна математична модель обґрунтування бойового складу Збройних Сил України через величину відвернутого збитку своїх військ в операці. Наука і оборона. Київ. 2017. № 1. С. 13–17.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций. Москва: Сов. радио, 1972. 552 с.
4. Абчук В. А. и др. Справочник по исследованию операций. Москва: Воениздат, 1979. 368 с.

5. Юдин Д. Б. Задачи и методы линейного программирования. Москва: Сов. радио, 1961. 490 с.
6. Мильграм Ю. Г. Исследование операций и алгоритмизация боевых действий. Москва: ВВИА, 1968. 462 с.
7. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения. Москва: Прогресс, 1966. 600 с.
8. Лисенко О. І., Тачиніна О. М., Алєксєєва І. В. Математичні методи моделювання та оптимізації. Ч. 1. Математичне програмування та дослідження операцій. Київ: НАУ, 2017. 212 с.
9. Алексеев О. Г., Васильковский С. А. Эффективный алгоритм решения транспортных задач с ограниченными пропускными способностями. Проблемы повышения эффективности АСУ войск ПВО СВ. Киев. ВА ПВО СВ. 1989. 247 с.
10. Стеблецький В. Б., Демчик В. І., Іонкін О. В. Про один підхід до моделювання вогневого ураження основним озброєнням механізованих (танкових) підрозділів. Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. 2010. № 4. С. 280-288.
11. Соболєв О. М., Богучарський О. В., Воробйов А. В. Підходи до моделювання комплексного вогневого ураження для різнорідних угруповань військ (сил). Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. 2010. № 3. С. 102–108.
12. Чуев В. Ю., Дубограй И. В. Модели двусторонних боевых действий многочисленных группировок. Математическое моделирование и численные методы. 2016. № 9. С. 89-104.
13. Бутвін Б. Л., Машкін О. О., Соломицький О. І. Використання модифікованих рівнянь динаміки середніх для оперативного прогнозування ходу та результатів бойових дій. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2019. № 2 (35). С. 115-120.
14. Назаренко В. О. Методика оцінки способів ведення бою протидіючих угруповань військ (сил). Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського. 2014. № 1. С. 91-95
15. Коркін О., Семененко О., Митченко С., Зарицький О., Столінець С. Математична модель вирішення багатокритеріальної задачі вибору раціональних форм та способів застосування військ (сил) в умовах ведення російсько-української війни. Збірник наукових праць військової академії (м. Одеса). 2023. № 1 (19). С 40-49.
16. Полуйко О. М., Онипченко П. М. Оптимальний розподіл сил і засобів авіаційної бригади по заданих об’єктах у груповому ударі. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2016. № 1 (22). С. 18-20.
17. Дроль О. Ю., Гузченко С. В., Телюков С. М. Методика визначення оптимальної кількості та виду озброєння мобільних тактичних груп для забезпечення дій по стримуванню противника. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 2 (64). С. 26–32.
18. Телюков С., Гузченко С., Куценко В., Медінець І. Методика оптимізації складу сил та засобів спостережного поста підрозділу охорони об’єктів військової частини. Всеохоплююча оборона: досвід протидії збройній агресії рф проти України: зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф. кафедри стратегії національної безпеки та оборони Національного університету оборони України, Київ: НУОУ, 2023. С. 249-256.
19. Швалючинський В.В. Оптимізація рішення на розподіл виділеного льотного ресурсу для підтримки батальйонних тактичних груп у ході бою за допомогою методу динамічного програмування. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. 2013. № 2. С. 47-51.

20. Дем'янчук, Б. О., Маханьков, В. А., Малиновський, О. А., Щеглов, А. І. Оптимізація обсягів додаткових матеріальних запасів і бойового екіпірування підрозділів транспортної логістики. Морська безпека. 2023. № 2. 26-32.
21. Загорка О. М., Уварова Т. В., Загорка І. О. Визначення об'єктів ураження противника з метою завдання максимального збитку за умовою витрачання заданого ресурсу: методичний підхід. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. 2023. № 1 (77). С. 89-94.
22. Морозов О. О. Методика оптимального розподілу озброєння і військової техніки між військовими формуваннями угруповання військ. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. 2015. № 2 (26). С. 56-61.
23. Попков Б.О., Мокроцький М.Ю., Лупіньова К.І. Розв'язок задачі оптимізації розподілу фінансового ресурсу на користь розробки і модернізації засобів вогневого ураження. Системи озброєння і військова техніка. 2013. № 1 (33). С 115-118.
24. Дем'янчук Б. О., Маханьков В. А., Малиновський О. А., Щеглов А. І. Оптимізація обсягів додаткових матеріальних запасів і бойового екіпірування підрозділів транспортної логістики. Морська безпека. 2023. № 2. 26-32.
25. Дем'янчук Б.О., Косарєв В.М., Маханьков В.А. Методичні основи оптимізації додаткових запасів матеріальних засобів у системі логістики. Нобелівський вісник. 2018. № 1 (11). С 17-23.

References

1. Combat Regulations of the Mechanized and Tank Troops of the Land Forces of the Armed Forces of Ukraine. Part III (platoon, squad, crew). Kyiv: Palyvoda A. V., 2018. 332 c.
2. Romanchenko IS, Shuenkin VO, Mozharovskyi VM Complex mathematical model of justification of the combat composition of the Armed Forces of Ukraine through the amount of prevented damage to its troops in the operation. Science and Defence. Kyiv. 2017. № 1. C. 13-17.
3. Wentzel E.S. Operations Research. Moscow: Sov. radio, 1972. 552 c.
4. Abchuk V.A. Handbook on operations research. Moscow: Voenizdat, 1979. 368 c.
5. Yudin D.B. Problems and methods of linear programming. Moscow: Sov. radio, 1961. 490 c.
6. Milgram Y.G. Operations Research and Algorithmisation of Combat Operations. Moscow: VVIA, 1968. 462 c.
7. Danzig J. Linear programming, its applications and generalizations. Moscow: Progress, 1966. 600 c.
8. Mathematical methods of simulation and optimization. Ч. 1. Mathematical programming and operations research. Kyiv: NAU, 2017. 212 c.
9. Alekseev O. G., Vasilkovsky S. A. Effective algorithm for solving transport problems with limited capacity. Problems of increasing the efficiency of the air defense system of the Air Force. Kyiv. VA AIR DEFENCE FORCES. 1989. 247 c.№ 1. C. 256-266.
10. Stebletskyi V.B., Demchyk V.I., Ionkin O.V. About one approach to simulation fire damage by the main armament of mechanized (tank) units. Collection of scientific articles of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. 2010. № 4. C. 280-288.
11. Sobolev O. M., Bohucharskyi O. V., Vorobiov A. V. Approaches to simulation complex fire damage for heterogeneous groups of troops (forces). Collection of scientific articles of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. 2010. № 3. C. 102-108.
12. Chuev V.Y., Dubograi I.V. Models of bilateral combat actions of multiple groups. Mathematical simulation and numerical methods. 2016. № 9. C. 89-104.

13. Butvin B.L., Mashkin O.O., Solomytskyi O.I. The use of modified equations of dynamics of averages for operational forecasting of the course and results of military operations. Modern information technologies in the field of security and defence. 2019. № 2 (35). C. 115-120.
14. Nazarenko V. O. Methodology for Assessing the Methods of Combat of Opposing Groups of Troops (Forces). Collection of scientific papers of the Centre for Military Strategic Studies of the Ivan Chernyakhovsky National Defence University of Ukraine. 2014. № 1. C. 91-95
15. Korkin O., Semenenko O., Mitchenko S., Zarytskyi O., Stolinets S. Mathematical model for solving a multi-criteria problem of choosing rational forms and methods of using troops (forces) in the conditions of the Russian-Ukrainian war. Collection of scientific papers of the Military Academy (Odesa). 2023. № 1 (19). C 40-49.
16. Poluiko O. M., Onipchenko P. M. Optimal distribution of forces and means of an aviation brigade over the specified objects in a group strike. Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. 2016. № 1 (22). C. 18-20.
17. Drol O. Yu., Guzchenko S. V., Teliukov S. M. Methodology for determining the optimal number and type of weapons of mobile tactical groups to ensure actions to deter the enemy. Collection of scientific papers of Kharkiv National University of the Air Force. 2020. № 2 (64). C. 26-32.
18. Telyukov S., Guzchenko S., Kutsenko V., Medinets I. Methodology for optimizing the composition of forces and means of the observation post of the unit for the protection of military unit facilities. Comprehensive Defense: Experience of Counteracting the Armed Aggression of the Russian Federation against Ukraine: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of the Department of National Security and Defense Strategy of the National Defense University of Ukraine, Kyiv: NDU, 2023. C. 249-256.
19. Shvaliuchynskyi V.V. Optimisation of the decision on the allocation of the allocated flight resource to support battalion tactical groups during the battle using the dynamic programming method. Collection of scientific papers of the Centre for Military Strategic Studies of the National Defense University of Ukraine. 2013. № 2. C. 47-51.
20. Demianchuk, B. O., Makhankov, V. A., Malinovsky, O. A., Shcheglov, A. I. Optimization of the volumes of additional material reserves and combat equipment of transport logistics units. Maritime security. 2023. № 2. 26-32.
21. Zahorka O. M., Uvarova T. V., Zahorka I. O. Determination of the enemy's targets to cause maximum damage under the condition of spending a given resource: a methodological approach. Collection of scientific papers of the Centre for Military Strategic Studies of the National Defense University of Ukraine. 2023. № 1 (77). C. 89-94.
22. Morozov O.O. Methodology of optimal distribution of weapons and military equipment between military formations of a group of troops. Collection of scientific works of the National Academy of the National Guard of Ukraine. 2015. № 2 (26). C. 56-61.
23. Popkov B.O., Mokrotskiy M.Y., Lupieva K.I. Solving the problem of optimizing the distribution of financial resources in favour of the development and modernization of firearms. Systems of weapons and military equipment. 2013. № 1 (33). C 115-118.
24. Demianchuk B. O., Makhankov V. A., Malinovsky O. A., Shcheglov A. I. Optimisation of the volumes of additional material reserves and combat equipment of transport logistics units. Maritime security. 2023. № 2. 26-32.
25. Demianchuk B.O., Kosarev V.M., Makhankov V.A. Methodological bases of optimization of additional stocks of material resources in the logistics system. Nobel Bulletin. 2018. № 1 (11). C 17-23.

Центральний науково-дослідний інститут
Збройних Сил України
Military Science. Vol. 1 No. 1. 2023

A variant of building an optimal plan for the target's distribution to forces and means of mechanized (tank) troops in an operation's simulation model (combat operations)

Vladyslav Horhulenko
Adjunct
Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
28B, Povitroflotskyi ave. 03049, Kyiv, Ukraine
e-mail: vladyslavhorhulenko@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6382-5075

Andrii Vorobiov
Senior researcher
Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine
28B, Povitroflotskyi ave. 03049, Kyiv, Ukraine
e-mail: atmssw@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1689-3128

Abstract. The relevance of the problem under study is confirmed by numerous analyses of the experience of modern military conflicts in general and the Russian-Ukrainian war in particular, which state that the most significant role in the operations of task forces remains assigned to units of mechanized (tank) troops, and therefore to their forces and means. This demonstrates the urgency of conducting comprehensive studies of the regularities of the processes that take place during the use of forces and means of mechanized (tank) troops. An important condition for achieving the objectives of an operation (general battle) is the optimal (best possible) distribution of forces and means to perform tasks to destroy the enemy. In this regard, this article is aimed at building an optimal plan for the target distribution to forces and means of mechanized (tank) troops in an operation's simulation model. The leading method of operations research used to solve optimization problems is the linear programming method. This method allows a comprehensive consideration of the peculiarities of building an optimal plan for the target distribution to forces and means of mechanized (tank) troops. The article analyses the factors influencing the distribution of forces and means of mechanized (tank) troops, ranks typical targets for fire destruction by forces and means of mechanized (tank) troops by the indicator of importance (danger), develops a variant of building an optimal plan for the target's distribution for mechanized (tank) troops, and on its basis formulates a generalized algorithm for simulation the decision-making process and assignment of fire tasks in a simulation model of an operation (combat) of troops (forces). The materials of the article have theoretical value for further research on the problem, as well as practical value for improving the methods that are directly used in military headquarters when planning joint fire against the enemy.

Keywords: research of operations, mathematical simulation, distribution of forces and means, optimal plan, fire control of mechanized (tank) troops.