

УДК 355.422.2

Швалючинський В.В., к.військ.н.

Кафедра Сухопутних військ Національного університету оборони України.

Оптимізація рішення на розподіл виділеного льотного ресурсу для підтримки батальйонних тактичних груп у ході бою за допомогою методу динамічного програмування

Оптимизация решения на распределение выделенного летного ресурса для поддержки батальонных тактических групп в ходе боя с помощью метода динамического программирования

Optimization of solutions for distribution of allocated flight hours for supporting of the battalion task forces during the battle with using the dynamic programming method

Резюме. Розглянуто варіант розв'язання оптимізаційної задачі динамічного програмування щодо розподілу льотного ресурсу між батальйонними тактичними групами у ході наступального бою.

Ключові слова: батальйонна тактична група, льотний ресурс.

Резюме. Рассмотрен вариант решения оптимизационной задачи динамического программирования о распределении лётного ресурса между батальонными тактическими группами в ходе наступательного боя.

Ключевые слова: батальонная тактическая группа, лётный ресурс.

Resume. The variant of decision of optimization task of the dynamic programming is considered in relation to distribution of flying resource between battalion tactical groups during an offensive fight.

Keywords: battalion tactical group, flying resource.

Постановка проблеми. У процесі реформування Збройних Сил України передбачаються значні зміни в організаційно-штатній структурі частин та підрозділів, а також існує потреба перегляду способів застосування військових формувань у різних видах бою. Виступи Начальника Генерального штабу – Головнокомандувача Збройних Сил України [1–2] вказують на те, що основними способами застосування військ (сил) у майбутньому будуть оборонні, наступальні та стабілізаційні дії, які в свою чергу включатимуть стримуючі, блокувальні, ізоляційні, розмежувальні, стабілізаційні, ударно-вогневі, блокувальні та інші дії. Ведення зазначених дій буде покладатися на батальйонні тактичні групи (БТГр), що становитимуть основні військові формування тактичного рівня та за рахунок включення до їх складу потужних засобів вогневого ураження противника спроможні будуть тривалий час самостійно виконувати бойові завдання у відриві від головних сил.

Для досягнення максимального рівня реалізації бойових можливостей підрозділів у ході ведення загальновійськового бою необхідно раціонально розподілити сили та засоби артилерії, протиповітряної оборони, інженерних

військ та підрозділів інших родів військ, які є у розпорядженні загальновійськового командира для посилення механізованих (танкових) підрозділів, а також здійснити розподіл виділеного старшим начальником льотного ресурсу авіації для підтримки створених тактичних груп на різних етапах ведення бою. Такий розподіл дозволить створити тактичні групи, склад яких буде відповідати завданням, які необхідно виконати у ході бою. На даний час під час розв'язання задач оптимального розподілу сил та засобів для обґрунтування рішення на ведення загальновійськового бою командири та офіцери штабів, як правило, покладаються на власну інтуїцію, яка неодноразово на практиці призводить до неочікуваних та небажаних результатів.

Отже, беручи до уваги усе вище зазначене, можна стверджувати про актуальність теми даної статті та необхідність пошуку раціональних методів для вирішення задачі оптимального розподілу сил та засобів посилення між механізованими підрозділами та їх перерозподілу на різних етапах бою.

Аналіз останніх досліджень та публікацій [3–6] показав, що під час дослідження операцій для розв'язання оптимізаційних задач

застосовуються ряд методів, а саме: лінійного, нелінійного та динамічного програмування. Останній із перерахованих є особливим методом, який спеціально пристосований до “багатошарових” або “багатоетапних” операцій. Оскільки загальновійськовий бій, зазвичай, умовно розподіляють на певні етапи, то зазначений метод найбільш підходить для вирішення задачі оптимального розподілу наявних ресурсів між тактичними групами та їх перерозподілу на різних етапах бою.

Метою статті є на прикладі планування наступального бою продемонструвати вирішення задачі оптимального розподілу льотного ресурсу між батальйонними тактичними групами на одному із етапів ведення бою.

Виклад основного матеріалу. Метод динамічного програмування дозволяє з успіхом розв’язувати різноманітні економічні задачі, в тому числі задачі щодо розподілу ресурсів [4]. Відтак, не виникатиме труднощів застосувати даний метод для розв’язання військово-прикладної задачі, яка буде розглянута надалі. Нехай у розпорядженні командира бригадної тактичної групи є певний запас льотного ресурсу K , який повинен бути розподілений між m батальйонними тактичними групами 1 БТГр, 2 БТГр, ..., m БТГр. За умов виділення певної кількості льотного ресурсу x для підтримки підрозділів кожна із БТГр $_i$ наносить ураження противнику, чисельне значення якого залежить від x , тобто являє собою функцію $\varphi_i(x)$. Оскільки метою статті не ставилось розкрити методіку визначення вогневих можливостей підрозділів, тому вважатиметься, що усі функції $\varphi_i(x)$ ($i=1, 2, \dots, m$) задані. Необхідно визначити, яким чином розподілити льотний ресурс K між БТГр, щоб у результаті бою вони нанесли максимальні втрати противнику?

За даних умов льотний ресурс, який розподіляється, буде являти собою систему S , над якою здійснюється управління. Стан системи S перед кожним кроком характеризується одним числом – наявним запасом іще не розподілених літаків. У цій задачі “кроковими управліннями” є авіаційні засоби x_1, x_2, \dots, x_m , які виділяються для підтримки БТГр. Необхідно знайти оптимальне управління, тобто таку сукупність чисельних значень x_1, x_2, \dots, x_m , при яких сумарні втрати противника будуть максимальними:

$$W_1 = \sum_{i=1}^m \varphi_i(x_i) \Rightarrow \max. \quad (1)$$

Процес оптимізації розпочинається з останнього m -го кроку. Нехай до цього кроку залишок засобів складає S . Очевидно, виділити усі засоби для підтримки m -ї БТГр, тому умовне

оптимальне управління на m -му кроці: виділити останній батальйонній тактичній групі усі наявні засоби S , тобто

$$x_m(S) = S,$$

а умовний оптимальний виграш

$$W_m(S) = \varphi_m(S).$$

Для кожного значення S_m можна визначити $x_m(S)$ та $W_m(S)$ та завершити оптимізацію рішення на останньому кроці.

Надалі необхідно перейти до оптимізації передостаннього ($m - 1$)-го кроку. Нехай запас льотного ресурсу на цьому етапі розрахунків становить S . Умовний оптимальний виграш на двох останніх кроках ($m - 1$ -му та m -му (який уже оптимізований) буде позначено $W_{m-1}(S)$. Якщо на ($m - 1$ -му кроці для підтримки ($m - 1$)-ї БТГр буде виділено льотний ресурс x , то на останній крок залишиться $S - x$. Виграш на двох останніх кроках буде дорівнювати

$$\varphi_{m-1}(x) + W_m(S - x),$$

а значення, при якому цей виграш буде максимальний, можна визначити за залежністю:

$$W_{m-1}(S) = \max_{x \leq S} \{ \varphi_{m-1}(x) + W_m(S - x) \}. \quad (2)$$

Знак $\max_{x \leq S}$ означає, що береться

максимальне чисельне значення по всіх x , які тільки можливі від виразу, наведеного у фігурних дужках (виділити літаків більше, ніж S , неможливо).

В подальшому здійснюється оптимізація ($m - 2$ -го, ($m - 3$ -го і т. д. кроків. Для будь-якого i -го кроку необхідно визначити оптимальний виграш за усі кроки з цього та до кінця за залежністю:

$$W_i(S) = \max_{x \leq S} \{ \varphi_i(x) + W_{i+1}(S - x) \} \quad (3)$$

та умовне оптимальне управління $x_i(S)$ – таке чисельне значення x , при якому цей максимум досягається.

Продовжуючи таким чином, можна досягти першої БТГр. На цьому етапі розрахунків немає необхідності варіювати чисельними значеннями S , оскільки точно відомо, що кількість літаків-вильотів перед першим кроком дорівнює K :

$$W^* = W_1(K) = \max_{x \leq K} \{ \varphi_1(x) + W_2(K - x) \} \quad (4)$$

Отже, максимальний виграш (максимальні втрати противника) від усіх БТГр визначені, залишається “прочитати рекомендації”. Чисельне значення x , при якому досягається максимум (4), є оптимальним управлінням x_1^* на першому кроці. Після того як будуть виділені ці засоби для підтримки 1 БТГр, у розпорядженні командира залишиться

$K - x_1^*$ засобів авіаційної підтримки. “Читаючи” рекомендацію для цього значення S , можна визначити для підтримки 2 БТГр оптимальну кількість льотного ресурсу: $x_2^* = x_2(K - x_1^*)$, і т. д. до останньої тактичної групи.

Надалі буде наведено приклад розв’язання оптимізаційної задачі, у якій задані чисельні значення показників, що є вихідними даними для проведення розрахунків. Такими даними є:

льотний ресурс, виділений бригаді на день бою, який складає виліт однієї ескадрильї тактичної авіації (12 штурмовиків Су-25), необхідно його оптимальним чином розподілити між чотирма БТГр ($m=4$). Для даного прикладу чисельні значення показників, які характеризують вогневі можливості БТГр в залежності від виділеного льотного ресурсу наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність вогневих можливостей батальйонних тактичних груп від виділеного льотного ресурсу штурмової авіації

Чисельні значення x – літако-вильотів	Чисельні значення $\varphi_i(x)$ – можливості БТГр щодо нанесення противнику втрат в типових об’єктах, розрахункових одиниць (р.од.)			
	1 БТГр – $\varphi_1(x)$	2 БТГр – $\varphi_2(x)$	3 БТГр – $\varphi_3(x)$	4 БТГр – $\varphi_4(x)$
0	9,32	9,17	9,43	15,86
2	9,64	9,49	9,79	16,16
3	9,7	9,55	9,87	16,22
4	9,77	9,62	9,95	16,27
5	9,83	9,68	10,03	16,32
6	9,89	9,75	10,11	16,37
7	9,96	9,81	10,19	16,42
8	10,02	9,87	10,26	16,47
9	10,08	9,94	10,34	16,52
10	10,15	10,00	10,42	16,57
11	10,21	10,06	10,50	16,62
12	10,27	10,12	10,58	16,67

У табл. 2 наведені результати умовної оптимізації по всіх кроках. Таблиця побудована таким чином: у першому стовпці ці наведені чисельні значення запасу льотного ресурсу S , з яким ми підходимо до даного кроку. Надалі

таблиця розподілена на чотири пари стовпців, відповідно до номера кроку. У першому стовпці кожної пари наведено чисельне значення умовного оптимального управління, в другому – умовного оптимального виграшу.

Таблиця 2

Результати умовної оптимізації розподілу льотного ресурсу для підтримки батальйонних тактичних груп

Кількість літако/вильотів, S	4 БТГр		3 БТГр		2 БТГр		1 БТГр	
	$x_4(S)$	$W_4(S)$	$x_3(S)$	$W_3(S)$	$x_2(S)$	$W_2(S)$	$x_1(S)$	$W_1(S)$
0	0	15,86	0	25,29	0	34,46		
2	2	16,16	3	25,65	2	35,14		
3	3	16,22	3	25,73	0	34,9		
4	4	16,27	2	25,95	2	35,14		
5	5	16,32	3	26,03	2	35,22		
6	6	16,37	4	26,11	2	35,44		
7	7	16,42	5	26,19	2	35,52		
8	8	16,47	6	26,27	2	35,6		
9	9	16,52	7	26,35	2	35,68		
10	10	16,57	8	26,42	2	35,76		
11	11	16,62	9	26,5	2	35,84		
12	12	16,67	10	26,58	2	35,91	2	45,4

Таблиця заповнюється зліва направо, згори донизу. Розв'язання на п'ятому (останньому) кроці – вимушене, оскільки виділяються усі засоби; на всіх решті кроках розв'язання необхідно оптимізувати. В результаті послідовної оптимізації 4-го, 3-го, 2-го та 1-го кроків можна отримати список усіх рекомендацій з оптимального управління та безумовного оптимального виграшу W^* за весь період наступального бою – в даному випадку він становить 45,4 типових об'єкти противника (р.од.). Оптимальне управління на всіх кроках виділене сірим кольором. Таким чином, можна зробити остаточний висновок: необхідно виділити для підтримки 1 БТГр 2 літако-вильоти

Су-25 із 12-ти, 2 БТГр – 6 літако-вильотів, 3 та 4 БТГр – по 2 літако-вильоти штурмовиків.

Щоб зрозуміти, яким чином заповнюється табл. 2, надалі буде наведено порядок здійснення розрахунків на одному із прикладів. Нехай, наприклад, необхідно оптимізувати $x_2(11)$ – яку кількість льотного ресурсу необхідно виділити для підтримки 2 БТГр, якщо в наявності є 11 літаків та якого максимуму можна досягти застосовуючи 2-гу, 3-ю та 4-у БТГр? Наступні кроки після другого вже оптимізовано, тобто, заповнено дві перші пари стовпців табл. 2. Надалі визначаються $x_2(11)$ та $W_2(11)$, чисельні значення яких наведені у допоміжній табл. 3.

Таблиця 3

Результати умовної оптимізації розподілу льотного ресурсу для підтримки 2 БТГр

x – кількість літаків, яку можна виділити, од.	$11-x$ – кількість літаків, яка залишиться, од.	$\varphi_2(\delta)$ – вогневі можливості 2 БТГр, р.од.	$W_3(11-\delta)$ – вогневі можливості 3 та 4 БТГр, р.од.	$\varphi_2(\delta) + W_3(11-\delta)$ – сумарні вогневі можливості 2, 3 та 4 БТГр, р.од.
11	0	10,06	25,29	35,35
10	0	10	25,29	35,29
9	2	9,94	25,65	35,59
8	3	9,87	25,73	35,6
7	4	9,81	25,95	35,76
6	5	9,75	26,03	35,78
5	6	9,68	26,11	35,79
4	7	9,62	26,19	35,81
3	8	9,55	26,27	35,82
2	9	9,49	26,35	35,84
0	11	9,17	26,5	35,67

У першому стовпці таблиці наведені усі можливі варіанти виділення льотного ресурсу x для підтримки 2 БТГр, які не перевищують $S=11$. У другому стовпці – льотний ресурс, який залишиться після посилення 2 БТГр. У третьому стовпці – виграш на другому кроці після виділення льотного ресурсу для підтримки 2 БТГр (заповнюється по стовпцю $\varphi_2(\delta)$ табл. 1). У четвертому стовпці – оптимальний виграш на двох наступних кроках за умов, що до 3-го кроку підійшли із авіаційними засобами, які залишилися (заповнюється по стовпцю $W_3(S)$ таблиці 2). У п'ятому стовпці – сума двох виграшів: крокового та оптимізованого подальшого при даному виділенні льотного ресурсу x в другий крок. Із усіх виграшів останнього стовпця обирається максимальний,

який у табл. 3 становить $W_2(11) = 35,84$ (р.од.) та відповідне йому управління $\delta(11) = 2$.

Висновки дослідження. На основі викладеного матеріалу можна зробити наступні висновки: запропонований підхід щодо розв'язання заданої оптимізаційної задачі дозволяє визначити раціональний варіант розподілу засобів посилення між тактичними групами та кількісно оцінити ефективність ведення бою. В даній статті проаналізовано варіант розподілу лише однорідних засобів вогневого ураження противника на одному із етапів наступального бою, а на практиці, зазвичай, у розпорядженні командира є підрозділи, які мають на озброєнні різні типи озброєння та військової техніки, тому на різних етапах ведення бою може виникнути

необхідність їх перерозподілу між тактичними групами.

Перспективи подальших досліджень.

Для розв'язання задачі оптимального розподілу різнотипних засобів посилення між загальновійськовими підрозділами та їх перерозподілу на різних етапах ведення бою в подальшому необхідно здійснити пошук наукових методів, які сприятимуть вирішенню даного завдання.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тези виступу Начальника Генерального штабу – Головнокомандувача Збройних Сил України перед керівним складом, науково-педагогічними, науковими працівниками та слухачами Національного університету оборони України з нагоди Дня знань на тему: "Розвиток форм та способів застосування Збройних Сил та напрямки удосконалення системи підготовки Збройних Сил" 01 вересня 2012 року. – К.: ГШ ЗСУ, 2012. – 18 с. Інв. 45329.
2. Тези виступу Начальника Генерального штабу – Головнокомандувача Збройних Сил України перед керівним складом, науково-педагогічними, науковими працівниками та слухачами Національного університету оборони України на тему "Уроки і висновки комплексу навчань "Перспектива 2012" для визначення пріоритетів подальшого реформування і розвитку Збройних Сил України". К.: ГШ ЗСУ, 2013. – 22 с.
3. Абчук В.А. и др. Справочник по исследованию операций / Под общ. ред. Ф.А. Матвейчука – М.: Воениздат, 1979. – 368 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология / Елена Сергеевна Вентцель. – М.: Наука, 1988. – 208 с. – (Проблемы науки и технического процесса).
5. Чувев Ю.В. Исследование операций в военном деле. – М.: Воениздат, 1970. – 256 с.
6. Елементи дослідження складних систем військового призначення: [навч. посібник для докторантів, ад'юнктів, здобувачів та слухачів Національної академії оборони України] / Загорка О. М., Мосов С. П., Сбітнев А. І., Стужук П. І. – К.: НАОУ, 2005. – 100 с.

Рецензент: Рибидайло А.А. – к.т.н., с.н.с., ЦВСД НУОУ.

Поступила в редакцію 18.04.13