

УДК 330.46:338

О.В. Гуляк к.ю.н.**Б.О. Дем'янчук**, д. т. н., доц.**В.А. Маханьков***Військова академія (м. Одеса), Україна*

ВІЙСЬКОВА ЛОГІСТИКА: ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСУ, ЗМІСТУ І ОБСЯГІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Обґрунтована необхідність постановки і рішення завдань логістичного забезпечення підготовки і здійснення бойових дій в обороні та, перш за все, завдання оптимізації часу, змісту і обсягів додаткових запасів матеріально-технічних засобів, їх створення і розташування системою логістичного забезпечення шліхом застосування апарату дискретної оптимізації за критерієм мінімуму витрат часу на потрібне всебічне оснащення.

Ключеві слова: *матеріально-технічні засоби, логістичне забезпечення, створення додаткових запасів, апарат дискретної оптимізації.*

Вступ. «Попит» на матеріальні засоби (за часом подачі, змістом, і обсягом потреб наступного переліку засобів: боєприпасів; пально-мастильні матеріалів; озброєння і автомобільної техніки; технологічного устаткування; ремонтних комплектів до озброєння і автотранспорту) звичайно має випадковий характер. Протягом бойових дій випадкові та антагоністичні невизначеності бойових втрат вказаних засобів та їх витрати з початком операції, спричиняють необхідність заощадження часу, сил і засобів для узгодженої доставки матеріально-технічних засобів, наприклад, угрупованню сил оборони. Всі ці фактори потребують створення нової системи, а саме, системи науково-обґрунтованого всебічного забезпечення підготовки і забезпечення бойових дій військ, тобто *логістичного забезпечення*.

Функціями цієї системи є, наприклад, наступні:

по-перше, визначити об'єктивно необхідний об'єм запасу матеріальних засобів для кожної військової частини з урахуванням її бойового завдання;

по-друге, визначити доцільний час для їх подачі з урахуванням прогнозних результатів бойових втрат і витрат матеріально-технічних засобів;

по-третє, оптимізувати обсяг запасів, який змінюється протягом бою, з тим щоб він був достатнім в умовах дефіциту, а саме: часу; пального; боєприпасів; ремонтних комплектів; засобів управління; ремонтних комплектів для озброєння та військової техніки; автомобілів і т. ін. для своєчасного підвезення цієї сукупності матеріально-технічних засобів (МТЗ). В той же час запас матеріальних засобів не повинен бути надмірним, з метою запобігання його надлишковим втратам через вогневу дію супротивника;

по-чверте, урахувати, що постачання потрібних обсягів додаткових МТЗ протягом бою пов'язане з більш суттєвими витратами часу на перевезення МТЗ і з додатковим ризиком його бойових втрат на шляху перевезень, в порівнянні з витратами і втратами у випадку перевезення додаткових засобів до початку бою і зберігання цих запасів у захищеному сховищі в смузі оборони;

по-п'яте, вирішувати практичні завдання всебічного оснащення військ шляхом цілеспрямованого управління складною системою бойового, тилового, технічного і медичного забезпечення, за допомогою системи науково-обґрунтованого логістичного забезпечення підготовки і ведення бойових дій військ за допомогою штабних діалогово-інформаційних моделей у реальному масштабі часу, процес функціонування якої відповідає звичайно марківському дискретному процесу.

Узгоджене вирішення цієї сукупності складних завдань потребує: поточного контролю станів об'єктів управління системи, визначення слабкої ланки, адекватного та адаптивного корегування ситуації за допомогою заходу, обраного в цієї системі, наприклад, методом перевірки статистичних гіпотез, з метою збільшення ефективності функціонування цієї системи оперативного реагування, яка задовольняє потребам достатньої різноманітності та швидкодії.

Таким чином, потрібне логістичне забезпечення бойових дій, а саме, науково-обґрунтоване за змістом, обсягами, часом і місцем всебічне оснащення військ, частин і підрозділів всіх видів Збройних Сил озброєнням, боеприпасами, транспортом, технічним обладнанням і майном під час підготовки до бойових дій та їх здійснення протягом пересування, оборони та наступу.

Таким чином, для наукового обґрунтування рішень, з метою всебічного бойового та логістичного забезпечення бойових дій частин і підрозділів, потрібні наступні засоби:

- науково-методичний апарат підготовки та обґрунтування рішень і прогнозування наслідків рішень;
- науково-методичний апарат управління запасами озброєння, боеприпасів, пального-мастильних матеріалів, засобів транспорту, технічного обладнання і майна;
- програмні продукти на основі адекватних моделей забезпечення підготовки і ведення бойових дій;
- діалогові інформаційні штабні моделі, що реалізовані на комп'ютері та дозволяють готувати прийняття рішень у реальному масштабі часу і прогнозувати наслідки цих рішень.

Метою циклу статей на подібну тематику є приклади постановки і рішення трьох завдань логістичного забезпечення підготовки і бойових дій, наприклад, в обороні за допомогою моделей:

- оптимізації часу, обсягу, розташування і створення системою логістичного забезпечення додаткових запасів матеріально-технічних засобів за допомогою апарату дискретної оптимізації;
- аналізу ефективності функціонування системи логістичного забезпечення і виявлення необхідних потреб в засобах і заходах для підвищення цієї ефективності за допомогою апарату марківських процесів;
- адаптивного корегування ситуації в системі логістичного забезпечення за допомогою заходів, обраних методом застосування апарату перевірки статистичних гіпотез.

В даній статті розглянемо завдання оптимізації часу, обсягу, розташування і створення системою логістичного забезпечення додаткових запасів матеріально-технічних засобів за допомогою апарату дискретної оптимізації.

Актуальність проблеми. Науково-технічний аналіз ефективності функціонування будь-якої складної системи, ступені досягнення мети дій системи та якості виконання її завдань, наприклад, забезпечення дій ієрархічної системи більш високого рівня, є достатньо складним. Відомі наукові рекомендації для послідовного і обґрунтованого вирішення подібної задачі, на жаль зустрічаються нечасто. Виключенням є публікації [1, 2, 3].

Однак, безліч факторів, що впливають на результати функціонування складної системи, які не тільки погано ув'язані, але і супроводжуються невизначеністю випадкового, природного і антагоністичного характеру, не урахувати на практиці неможливо.

Тому існуючі потреби кількісно обґрунтованого вирішення указаної задачі та відсутність прийнятних теоретичних рекомендацій для її вирішення підкреслюють актуальність теми даних досліджень.

Аналіз досліджень і публікацій. Роботи вчених, перш за все, Д. Марсі, Г. Райфа, та ін. спрямовані на аналіз, визначення корисності та ризику дослідження операцій, прийняття рішень та прогнозування їх наслідків [1, 2, 3, 4].

Визначення і порівняння ймовірностей перебування складної системи забезпечення в різних станах в процесі її функціонування розглянуто в [5]. Відомі результати дослідження прогнозних оцінок реалізації варіантів інвестицій в безпеку країни. Вони надані в [6].

Метою даної статті є оптимізація часу, обсягу і розташування за допомогою системи логістичного забезпечення додаткових запасів матеріальних засобів для всебічного оснащення сил оборони протягом операції.

У цьому прикладі за результатами оцінки супротивника, що наступає, і сил оборони, що здійснюють підготовку до бою, відомо, що міра очікуваних (ймовірних) втрат матеріальних засобів в «*k*» підрозділах сил оборони характеризуються ймовірністю

$$W(x, y, k) = W(x, y) + \Delta W(x, y, k), \nabla k = 1, \dots, \infty,$$

де $x = \{x_1, x_2, \dots\}$ – варіанти дій сил оборони з метою зниження очікуваних втрат;

$y = \{y_1, y_2, \dots\}$ – варіанти дій супротивника, що спрямовані на збільшення втрат тих, що обороняються;

$W(x, y, k)$ – міра втрат матеріальних засобів середньої кількості k підрозділів угруповання сил оборони (за даними прогнозування втрат) .

Час на доставку матеріальних засобів до початку операції в « k » підрозділів сил оборони характеризуються величиною t_1 . Витрати часу на доставку в ході операції, у разі браку матеріальних засобів, характеризується істотно більшою величиною, рівною $t_2 \gg t_1$.

Завдання. Необхідно визначити ту кількість матеріально-технічних засобів для N підрозділів сил оборони, які необхідно додатково створити до початку бою, для того, щоб сумарні витрати часу на доставку МТЗ в ході підготовки до операції та середні витрати часу (через нестачу запасів МТЗ при бойових втратах) в ході операції були б мінімальними.

Рішення задачі. Побудуємо модель цільової функції операції забезпечення оборони військ матеріальними засобами. Для цього позначимо через $t(N)$ сумарні середні витрати часу, що, як правило, відповідають деякому запасу, рівному N комплектів МТЗ. Для цієї функції $t(N)$, яка є цільовою функцією, складемо залежність

$$t(x, y, N) = t_1(x, y) \sum_{k=0}^V W(x, y, k)(V - k) + t_2(x, y) \sum_{k=V+1}^{\infty} W(x, y, k)(k - N). \quad (1)$$

Функцію t необхідно мінімізувати, відшукавши таке ціле, не негативне число N , яке призводить до мінімального значення $t(N)$ в умовах, коли супротивником створюються найменш сприятливі умови для забезпечення дій військ, а дії своїх сил спрямовані протилежно. Математично цільова функція має наступний (узагальнений) вид

$$t^* = t(N^*) = \min_N \min_{x_i} \max_{y_j} [t_1 \sum_{k=0}^N W(k)(V - k) + t_2 \sum_{k=V+1}^{\infty} W(k)(k - N)]. \quad (2)$$

Поточне значення цільової функції має вид

$$t(N) = t_1 \sum_{k=0}^N (V - k)W(k) + t_2 \sum_{k=N+1}^{\infty} (k - N)W(k) \quad (3)$$

Визначимо умови, яким повинно задовольняти число N^* . Оскільки цій величині відповідає найменшій рівень середніх витрат часу $t(N^*)$ на доставку МТЗ в розташування сил оборони, то це означає, що, якщо від цього найкращого значення величини N , рівного N^* (чи від його еквіваленту V^*) відняти або до нього додати одиницю, відповідні середні витрати часу можуть лише вирости, тобто справедливі наступні нерівності:

$$\begin{aligned} t(N^* - 1) - t(N^*) &\geq 0, \\ t(V + 1) - t(N^*) &\geq 0; \end{aligned} \quad (4)$$

Перейдемо до відшукування величини N^* . У виразі (3) замінимо N спочатку на $N+1$. В результаті перетворень (3) отримаєм

$$\begin{aligned} t(N + 1) &= t_1 \sum_{k=0}^{N+1} (N + 1 - k)W_k + t_2 \sum_{k=N+2}^{\infty} (k - N - 1)W_k = t_1 \sum_{k=0}^N (N - 1 - k)W(k) + t_1 \sum_{k=0}^N (W(k) + \\ &+ t_2 \sum_{k=N+1}^{\infty} W(k - N) - t_2 \sum_{k=N+1}^{\infty} W(k). \end{aligned} \quad (5)$$

З урахуванням, що $\sum_{k=0}^{\infty} W(k) = 1$, запишемо залежність

$$1 - t \sum_{k=0}^N W(k) = \sum_{k=N+1}^{\infty} W(k).$$

Тоді співвідношення (5), згідно до (3), набирає вигляду

$$t(N + 1) = t(N) + (t_1 + t_2) \sum_{k=0}^N W(k) - t_2. \quad (6)$$

Замінюючи в (6) аргумент N на $(N - 1)$, отримаємо

$$t(N - 1) = t(N) - (t_1 + t_2) \sum_{k=0}^{N-1} W(k) + t_2. \quad (7)$$

Підставляючи (6) і (7) в умови (4), приходимо до системи нерівностей:

$$\begin{cases} (t_1 + t_2) \sum_{k=0}^{N^*} W(k) - t_2 > 0 \\ -(t_1 + t_2) \sum_{k=0}^{N^*-1} W(k) + t_2 > 0 \end{cases}. \quad (8)$$

Рішення системи (8) дає шукане значення оптимального запасу для N^* підрозділів. З (8) знаходимо, що найкращим є той запас, який задовольняє нерівності

$$\sum_{k=0}^{N^*-1} W(k) < \frac{t_2}{t_1 + t_2} < \sum_{k=0}^{N^*} W(k). \quad (9)$$

Повертаючись до загальнішого запису, подібного (2), знаходимо, що найбільш прийнятним є запас такої кількості комплектів N^* матеріальних засобів, тобто запас комплектів матеріальних засобів на таку кількість N^* підрозділів угруповання сил оборони, при якій справедлива нерівність

$$\min_{x_i} \max_{y_i} \sum_{k=0}^{N^*-1} W(x, y, k) < \min_{x_i} \max_{y_i} \frac{t_2(x, y)}{t_1(x, y) + t_2(x, y)} < \min_{x_i} \max_{y_i} \sum_{k=0}^{N^*} W(x, y, k). \quad (10)$$

З отриманого результату видно, що цей *гарантований рівень оптимального запасу комплектів матеріальних засобів для успішного усебічного забезпечення операції*, однозначно відповідає:

- співвідношенням часів підвезення матеріальних засобів на етапі підготовки до оборони і на етапі бойового протистояння;
- достовірності обліку очікуваних варіантів дії супротивника;
- адекватності підготовлених і вживаних силами оборони протидій протягом оборонної операції;
- розподілу (по кількості пошкоджених і витрачених комплектів) імовірнісних (очікуваних) бойових (втрат + витрат) матеріально-технічних засобів в ході операції.

Приклад 1. Нехай в результаті оцінки супротивника і своїх військ відомо, що найбільш серйозні втрати МТЗ (при найбільш несприятливих (для сил оборони) варіантах дії супротивника і при найбільш сприятливих варіантах дії військ тих, що обороняються) очікуються на ділянці, наприклад, морського узбережжя протяжністю 60 км.

При цьому розподіл ймовірностей $W(k)$ бойових пошкоджень і витрати запасів МТЗ в 12 підрозділах на обороні цього узбережжя характеризується таблицею 1, де k - кількість комплектів додаткового запасу МТЗ, які можуть в ході операції знадобитися, що кількісно дорівнює кількості підрозділів на береговій смузі, що обороняється.

Таблиця 1

**Розподіл ймовірності бойових втрат і витрати запасів
матеріальних засобів, що очікувані**

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W(k)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,17	0,20	0,16	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03

Нехай час підвезення МТЗ з району Одеса в район вказаного узбережжя, що обороняється, складає: до початку операції: $t_1 = 3,0$ ч; в ході операції: $t_2 = 9,0$ ч.

Необхідно визначити запаси МТЗ, що відповідають мінімальним витратам часу на їх перевезення з урахуванням втрат і витрат МТЗ, а саме:

- а) оптимальний запас найбільш вигідної кількості комплектів додаткового запасу МТЗ, N^* ;
- б) оптимальний запас обсягів кожного з видів МТЗ.

Рішення:

а) Згідно з умовою (9) отримуємо нерівність

$$\sum_{k=0}^{N^*-1} W(k) < \frac{9}{3+9} < \sum_{k=0}^{N^*} W(k), \quad (11)$$

Яка, відповідно до таблиці 1, є справедливою лише при $N^*=8$.

б) Оптимальний обсяг додаткових запасів МЗ для забезпечення операції під час оборони узбережжя складає наступний перелік:

1) боєприпасів: $B = N^* \cdot 2 = 16$ б. к. підрозділу;

2) пального: $G = N^* \cdot 3$ заправки = 24 заправки підрозділу;

3) устаткування тилового пункту управління: $U = N^* \cdot 1$ к-т = 8 комплектів підрозділу;

4) запасні комплекти для відновлення озброєння і автотранспорту: $ОВТ = N^* \cdot 1$ к-т = 8 комплектів підрозділу.

Наведений приклад ілюструє ефективність, адекватність і універсальність алгоритму (10) оптимізації запасів МЗ під час підготовки оборонної операції для її всебічного матеріально-технічного забезпечення.

Крім того, з отриманого алгоритму видається наочною послідовність дій для знаходження відповідей на питання, що зазвичай представляють серйозну трудність для командирів, штабів і організаторів забезпечення військ в період підготовки і проведення оборонної операції, наприклад, корпусного штабу.

Висновок. Таким чином, якщо відомі основні і додаткові запаси МЗ усіх видів, відомі за результатами попередньої оцінки супротивника і своїх військ (див. таблицю 1) також очікувані втрати МЗ по їх видах і очікувані витрати цих МЗ, і можливості по створенню запасів на початку операції та в її окремі моменти, наприклад, після обміну сторін ударами з метою вогневої поразки супротивника, у момент початку бойового протистояння за першу траншею, необхідно приділити увагу завданню оцінки живучості підсистем забезпечення.

Далі доцільно аналізувати ефективність функціонування системи логістичного забезпечення і, перш за все, підсистеми технічного забезпечення, а також аналізувати та виявити потреби засобів для її підвищення.

Отримані результати можуть стати основою і для висновків про живучість системи логістичного забезпечення угруповання в обороні, і для визначення шляхів її підвищення.

Список використаних джерел

1. Марсі Д. Стохастическая модель для прогнозирования технологических изменений // Д. Марсі. / Реф. Сб. «Экономика промышленности», 1980, № 1. – С. 22 – 27.
2. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. – М – Знание. Серия «Математика, кибернетика». – № 7. – 1979. – 67 с.
3. Райфа Г. Анализ решений / Г. Райфа. – М: Изд-во Московского университета, 1977. – 186 с.
4. Гуляк О.В. Модель для оцінки варіантів адаптивного відновлення працездатності складної системи забезпечення / О.В. Гуляк, Б.О. Дем'янчук, В.М. Косарев // Колективна монографія. Економічна кібернетика. Днепр: Пороги. – С. 242 – 269.
5. Дем'янчук Б.О. Узагальнена модель системи технічного забезпечення бойових дій/ Б.О. Дем'янчук, О.В. Малишкін // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил. – Харків: ХУПС, вип. № 2(39), 2014. – С. 3 – 8.
6. Дем'янчук Б.О. Методичні основи оцінки ймовірності інвестування в безпеку країни в умовах невизначеності / Б.О. Дем'янчук, В.М. Косарев // Європейський вектор економічного розвитку. Дніпровський університет імені Альфреда Нобеля. Видання міжнародної наукометричної бази INDEX COPERNICUS. – 2(19), 2015. – С. 44 – 54.

ВОЕННАЯ ЛОГИСТИКА: ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ, СОДЕРЖАНИЯ И ОБЪЕМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

О.В. Гуляк, Б.А. Демьянчук, В.А. Маханьков

Обоснована необходимость постановки и решения задач логистического обеспечения подготовки и осуществления боевых действий в обороне и, прежде всего, задача оптимизации времени, содержания и объемов дополнительных запасов материально-технических средств, их создание и размещение системой логистического обеспечения шлюхов применения аппарата дискретной оптимизации по критерию минимума затрат времени на нужное всестороннее оснащение.

***Ключевые слова:** материально-технические средства, логистическое обеспечение, создание дополнительных запасов, аппарат дискретной оптимизации.*

MILITARY LOGISTICS: OPTIMIZATION OF TIME, CONTENT AND PROVIDING FORMS OF FIGHTING ACTION

O.Guliak, B. Demianchuk, V. Machanjkov

The necessity of formulating and solving the tasks of logistic providing for the preparation and implementation of military operations in defense and, above all, the task of optimizing the time, content and volumes of additional stocks of material and technical means, their creation and placement of the logistic support system by the use of the discrete optimization apparatus according to the minimum criterion is substantiated. time expenditures for the necessary comprehensive equipment.

***Keywords:** material and technical means, logistic support, creation of additional stocks, discrete optimization apparatus.*