

*Олександр Ізраїльович Хазанович (доктор технічних наук, професор) ¹
Віктор Іванович Лазоренко (кандидат військових наук, доцент) ²
Володимир Вікторович Лоза ²*

¹ *Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил, Київ, Київ, Україна*

² *Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ПІДВЕЗЕННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВІЙСЬКАМ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ

Стаття підготовлена на актуальну тему, що пов'язана з підвищенням ефективності функціонування підсистеми підвезення матеріальних засобів логістичної системи на основі моделювання логістичних процесів забезпечення військ з використанням логіко-математичних моделей.

Для ефективного забезпечення матеріальними засобами військ необхідно застосовувати логістичний підхід, військову логістику. При логістичному підході до забезпечення матеріальними засобами військ створюється логістична система. Логістична систем функціонує як організаційно-господарський механізм управління матеріальними та інформаційними потоками. Як правило, вона складається з кількох підсистем і має розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем. Мета логістичної системи, це доставка у визначені терміни, у задане місце необхідної кількості та асортименту максимально підготовлених матеріальних засобів при мінімальних витратах. Це важливе завдання вирішується підсистемою підвезення матеріальних засобів.

Розглядаються питання удосконалення підсистеми підвезення матеріальних засобів, як складової логістичної систем, на основі моделювання процесу підвезення матеріальних засобів військам.

На основі проведеного аналізу застосування математичного моделювання щодо забезпечення військ (сил) Збройних Сил України на сучасному етапі розвитку визначена проблема розроблення логіко-математичної моделі підсистеми підвезення матеріальних засобів військам. Запропонована логіко-математична модель надає змогу визначити термін підвезення матеріальних засобів військам під час операції. У статті проведений опис процесу моделювання цієї підсистеми з використанням логічних функцій.

Наприкінці сформульовані напрямки подальших досліджень у цьому напрямку, які пов'язані з розробленням логіко-математичних моделей інших процесів забезпечення військ.

Ключові слова: *моделювання; матеріальні засоби; логістична система; підвезення; логічні функції; логіко-математична модель.*

Вступ

В умовах коли Україна вирішує завдання набуття та підтримання необхідного рівня оборонних спроможностей Збройних Сил, ефективного реагування на загрози та виклики національній безпеці, особлива увага повинна приділятися удосконаленню підсистеми підвезення матеріальних засобів військам (силам) та її сумісності з державами членів НАТО та ЄС.

Очікуваним результатом цього буде створення майбутніх сил оборони. Для досягнення зазначеної мети необхідно досягнути ряд цілей та виконати ряд завдань, які визначені у доктринальних документах розвитку сил оборони України. Одним з таких завдань є створення підсистеми підвезення матеріальних засобів, яка б відповідала стандартам, доктринам і рекомендаціям НАТО.

Постановка проблеми. Під час дослідження процесу підвезення матеріальних засобів військам важливі результати можуть бути досягнуті завдяки

застосуванню математичного моделювання [1]. При цьому використовуються різноманітні математичні моделі як аналітичні, так і статистичні. Аналітичні моделі, у свою чергу, поділяють на детерміновані та імовірнісні [2 – 4]. При побудові таких моделей, як правило, пріоритет надається певним математичним співвідношенням, а логічні функції якщо й використовуються, то носять допоміжний характер [5]. У той же час в науковій літературі, вже порівняно давно, знайшло своє відображення, так зване, логічне моделювання [6], під час якого пріоритет надається логічним функціям, як основним. Звідси зрозуміло, що при побудові математичних моделей слід шукати певного поєднання математичних та логічних функцій. Досить цікаві результати в цьому випадку можуть бути отримані під час моделювання підвезення матеріальних засобів військам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі є досить невелика кількість джерел, у яких наведений опис застосування логічних функцій під час побудови математичних або логіко-математичних моделей. Найбільш детально він зроблений у [5 – 7], тому саме на ці джерела спирається автор. Однак, математичні моделі з використанням логічних функцій, які поряд з математичними функціями мають суттєвий внесок у вирішення задач, пов'язаних з підвезенням матеріальних засобів військам, у науковій літературі майже не представлені. Винятком є стаття [7], але в ній зроблено акцент на візуалізацію результатів моделювання.

Метою статті є опис процесу моделювання підсистеми підвезення матеріальних засобів військам з використанням логічних функцій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Логіко-математична модель підвезення матеріальних засобів для визначення терміну підвезення цих засобів військам під час операції [7] має такі вихідні (початкові) дані:

c_1 – параметр потреби, який задає мінімальний рівень потреби військ у матеріальних засобах, він відповідає гранично допустимому рівню зниження запасу матеріальних засобів у військах, являє собою частку від максимального рівня забезпеченості військ, є безрозмірним;

Δc – величина припустимого зменшення поточної забезпеченості військ матеріальними засобами відповідно до заданого мінімального рівня потреби військ у цих засобах, являє собою частку від максимального рівня забезпеченості військ, є безрозмірною;

λ – інтенсивність витрат матеріальних засобів у військах під час операції;

Δt – проміжок часового зсуву двох послідовностей, що відображають інформацію про можливі терміни підвезення матеріальних засобів військам під час операції, задає точність визначення терміну підвезення матеріальних засобів військам;

T – тривалість операції.

Модель складається з двох модулів: математичних функцій, логічних функцій.

Модуль математичних функцій має три блоки.

Блок 1 є блоком генератора часу, що задає послідовність моментів часу t , відповідно до яких проводиться розрахунок числових значень усіх характеристик досліджуваного процесу. Зазначені моменти часу відповідають послідовності діб забезпечення військ під час операції.

У блоці 2 формується функція мінімальної потреби військ у матеріальних засобах за добами операції $c_1(t)$.

У блоці 3 формується функція поточної забезпеченості військ матеріальними засобами за добами операції, яка має вигляд

$$c_2(t) = c_0 \exp(-\lambda t), \quad (1)$$

де c_0 – коефіцієнт, що показує забезпеченість військ матеріальними засобами на початок

операції $t = 0$.

Функція (1) обрана, як експонента, бо це наближено відповідає реальному процесу зміни забезпеченості військ матеріальними засобами під час операції [1].

Модуль логічних функцій має чотири блоки.

У блоці 4 формується функція рішення щодо забезпеченості військ матеріальними засобами, яка має вигляд

$$c_n(t) = c_1(t) - c_2(t) + \Delta c > 0. \quad (2)$$

З використанням цієї функції формується певна числова послідовність $r(t)$. Зокрема, коли у відповідну добу значення функції $c_n(t) > 0$, генерується цифра 0, це означає, що підвезення матеріальних засобів військам не потрібне. Коли $c_n(t) = 0$ або $c_n(t) < 0$, генерується цифра 1 – підвезення матеріальних засобів військам потрібно. Наприклад, для семи діб

$$r(t) \rightarrow (0000111). \quad (3)$$

Ця операція відповідає логічній функції “імплікація” [8].

У блоці 5 здійснюється зсув величини $r(t)$ за аргументом на величину Δt . Таким чином, задається точність визначення терміну підвезення, що дорівнює одній добі

$$r(t + \Delta t) \rightarrow (0000011). \quad (4)$$

Блок 6 являє собою інвертор, який надає можливість сформулювати “зустрічну” послідовність, яка виконує допоміжну функцію під час пошуку рішення розглядуваної задачі

$$r_-(t) = -r(t + \Delta t) \rightarrow (1111100). \quad (5)$$

Очевидно, що в цьому блоці реалізовано логічну функцію “заперечення” [8].

У блоці 7 визначається термін підвезення матеріальних засобів військам за формулою, що відповідає логічній функції “кон’юнкція” [8]

$$r_n(t) = r(t) \cap r_-(t). \quad (6)$$

При цьому формується послідовність

$$r_n(t) \rightarrow (0000100). \quad (7)$$

Ця послідовність відображає термін підвезення матеріальних засобів військам.

Модуль візуалізації має один блок.

Для перевірки працездатності логіко-математичної моделі проведено розрахунки відповідно до вихідних (початкових) даних, які представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Початкові дані для проведення розрахунків

| Характеристика параметрів | Вихідні параметри | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------|-----------------------|---------------------|--------------|
| | c_1 | Δc | λ [1/доба] | Δt [діб] | T [діб] |
| Числові значення вихідних параметрів | 0,7 | 0,1 | 0,1 | 1 | 15 |

Результати розрахунків представлено в табл.2

Таблиця 2

Результати розрахунків щодо визначення терміну підвезення матеріально-технічних засобів військам

| Показники, характеристики | Доба операції – t_n | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| λt | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| $c_1(t) - c_2(t)$ | 0,20 | 0,12 | 0,04 | -0,03 | -0,09 | -0,15 |
| $c_n(t)$ | 0,30 | 0,22 | 0,14 | 0,07 | 0,01 | -0,05 |
| $r(t)$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| $r(t + \Delta t)$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| $r_-(t)$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| $r \cap(t)$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Як видно з таблиці 2, подачу матеріальних засобів військам потрібно здійснити на п'яту добу.

Література

1. Теоретичні основи аналізу, моделювання та синтезу системи матеріально-технічного забезпечення як просторово-розподіленої системи / І. С. Романченко, В. А. Шуєнкін, О. І. Хазанович, І. Ю. Марко. – К.: ЦНДІ ЗС України, 2013. – 221 с. 2. Вентцель, Е. С. Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с. 3. Карпов, Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с. 4. Томашевський, В. М. Моделирование систем / В. М. Томашевський. – К.: Видавнична група BHV, 2007. – 352 с. 5. Ладенко, И. С. Логические методы

Висновки і перспективи подальших досліджень

Отже, в статті проведено опис логіко-математичної моделі підвезення матеріальних засобів з використанням логічних функцій для визначення терміну подачі цих засобів військам. Модель містить математичні та логічні функції відповідно до формул (1) – (7).

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку пов'язані з розробленням логіко-математичних моделей інших процесів забезпечення військ.

построения математических моделей / И. С. Ладенко. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1980. – 193 с. 6. Попов, С. В. Логическое моделирование: монография / С. В. Попов. – М.: Тривант, 2006. – 256 с. 7. Хазанович О.І., Дробаха Г.А., Давидов І.Г. Математична модель підвезення матеріально-технічних засобів військам з використанням логічних функцій // Зб. наук. пр. № 1 (75) – К.: ЦНДІ ЗСУ, 2016. – С. 103 – 109. 8. Хоменко, І. В., Алексюк, І. А. Основи логіки / І. В. Хоменко, І. А. Алексюк. – К.: Золоті ворота, 1996. – 221 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПОДВОЗА МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВОЙСКАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Александр Израйлевич Хазанович (доктор технических наук, профессор)¹

Виктор Иванович Лазоренко (кандидат военных наук, доцент)²

Владимир Викторович Лоза²

¹ *Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил, Киев, Украина*

² *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Статья подготовлена на актуальную тему, связанную с повышением эффективности функционирования подсистемы подвоза материальных средств на основе внедрения системы автоматизированного управления и мониторинга логистических процессов в Вооруженных Силах Украины.

Для эффективного обеспечения материальными средствами и услугами Вооружённых Сил нужно использовать логистический подход, военную логистику. При логистическом подходе к обеспечению материальными средствами и услугами войск создается логистическая система. Логистическая система функционирует как организационно-хозяйственный механизм управления материальными и информационными потоками. Как правило, она состоит из нескольких подсистем и имеет развитые связи с внешней средой. Цель логистической системы это доставка в определенные сроки, в заданное место необходимого количества и ассортимента максимально подготовленных материальных средств при минимальных затратах. Эта задача решается подсистемой подвоза материальных средств.

Рассматриваются вопросы совершенствования подсистемы подвоза материальных средств как составляющей логистической систем на основе моделирования процесса подвоза материальных средств войскам.

На основе проведенного анализа применения математического моделирования обеспечения войск (сил) Вооруженных Сил Украины на современном этапе развития определена проблема разработки логико-математической модели подсистемы подвоза материальных средств войскам. Для определения срока подвоза материальных средств войскам во время операции произведено описание процесса моделирования этой подсистемы с использованием логистических функций.

В конце сформулированы направления дальнейших исследований в этом направлении, связанные с разработкой логико-математических моделей других процессов обеспечения войск.

Ключевые слова: моделирование, материальные средства, логистическая система, подвоз, логистические функции, логико-математическая модель.

SIMULATION THE FUNCTIONING OF SUBSYSTEM OF DELIVERY OF MATERIAL MEANS TO TROOPS USING LOGICAL FUNCTIONS

*Alexander Khazanovich (Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher)*¹
*Victor Lazorenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)*²
*Volodymyr Loza*²

¹ *Central Research Institute of the Armed Forces, Kyiv, Kyiv, Ukraine*

² *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine*

The article is dedicated to a topical issue which is related to improving the efficiency of the transportation material resources subsystem based on the introduction of an automated management system and monitoring of logistics processes in the Armed Forces of Ukraine.

It is necessary to apply a logistical approach and military logistics to effective provision by material resources and services of Armed Forces of Ukraine. The logistic system is created with a logistic approach to the provision of materiel and services to the troops. The logistics system functions as an organizational and economic mechanism for managing material and information flows. It usually consists of several subsystems and has developed connections with the external environment. The purpose of the logistics system is delivery in a timely manner, in a given place the required number and range of the most prepared material resources at minimum cost. This task is solved by the subsystem for the supply of material resources.

The issues of improving the subsystem of transportation of material resources, as a component of logistics systems, on the basis of modeling the process of transportation of material resources to the troops are considered.

At the present stage of development, the problem of developing a logical and mathematical model of a subsystem for the supply of material resources to troops on the basis of the analysis of the application of mathematical modeling of the support of troops (forces) of the Armed Forces of Ukraine has been identified. The description of the process of modeling this subsystem using logistic functions to determine the time for the delivery of materiel to the troops during the operation has been made.

In the end, the directions of further research in this direction are formulated, which are connected with the development of logical-mathematical models of other processes of providing troops.

Key words: *modeling, material means, logistic system, delivery, logistic functions, logical-mathematical model.*

References

1. Theoretical bases of analysis, modeling and synthesis of the system of material and technical support as a spatially distributed system / IS Romanchenko, VA Shuenkin, OI Khazanovich, I. Yu. Marko. - Kyiv: Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, 2013. - 221 p.
2. **Wentzel**, ES Research of operations / ES Wentzel. - M.: Sov. radio, 1972. - 552 p.
3. **Karpov**, Yu. Simulation modeling of systems. Introduction to modeling with AnyLogic 5 / Yu. Karpov. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 400 с.
4. **Tomashevsky**, VM Modeling of systems / VM Tomashevsky. - К.: Видавнича група BHV, 2007. - 352 с.
5. **Ladenko**, IS Logical methods for constructing mathematical models / IS Ladenko. - Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie, 1980. - 193 s.
6. **Popov**, SV Logical modeling: monograph / SV Popov. - M.: Trovant, 2006. - 256 p.
7. **Khazanovich** OI, Drobaha GA, Davidov IG Mathematical model of transportation of material and technical means to troops using logical functions // Coll. Science. пр. № 1 (75) - К.: ЦНДІ ЗСУ, 2016. - С. 103 - 109.
8. **Khomenko**, IV, Aleksyuk, IA Fundamentals of logic / IV Khomenko, IA Aleksyuk. - К.: Golden Gate, 1996. - 221 p.