

УДК 658.588.2

С. М. Осипенко

### МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПЛАНУ ПОСТАЧАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЧАСТИН НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Розглянуто порядок обґрунтування параметрів плану постачання матеріальних засобів для військових частин на основі застосування оптимізаційних моделей.

**Ключові слова:** матеріальне забезпечення, задача оптимізації, математична модель, вартість поставки, надійність постачання, алгоритм розв'язання задачі оптимізації.

**Постановка проблеми.** Аналіз існуючої схеми планування матеріально-технічного забезпечення частин Національної гвардії України [1, 2] засвідчує, що обов'язковим її етапом є визначення потреби у матеріальних засобах як для кожної частини, так і військ у цілому в натуральному і вартісному вимірах. Вартісний вимір потреби у матеріальних засобах за сутністю відбиває обсяг необхідного фінансування для її задоволення. Обґрунтування мінімально необхідної величини цього обсягу в складних економічних умовах, в яких поки що перебуває країна, стає особливо актуальним, оскільки забезпечує відповідні керівні органи об'єктивною інформацією для раціонального розподілу та витрачення бюджетних коштів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Задачу оптимізації плану закупівлі матеріальних ресурсів можна розглядати як складову вибору їх постачальника в рамках закупівельної логістики [3]. Однак у таких працях розглядаються питання вибору постачальника для окремих поставок і для одного споживача. У [4] пропонується варіант вирішення задачі вибору постачальників матеріальних ресурсів для споживача на весь їх обсяг для забезпечення діяльності на певний період. Однак використання як критерію вибору відносних, не вартісних величин не дозволяє визначити загальні витрати на закупівлю ресурсів, що вкрай потрібні у процесі планування. У [5] запропоновані моделі оптимального розподілу матеріальних засобів між споживачами (військовими підрозділами) від їх джерел (баз, складів) за умови, що ці джерела вже заповнені, тобто загальна вартість необхідних для постачання матеріальних засобів також не визначається.

**Метою статті** є розроблення математичної моделі задачі оптимізації параметрів плану постачання матеріальних засобів та алгоритму

її розв'язання для частин Національної гвардії України.

**Виклад основного матеріалу.** У загальному змістовому вигляді задача оптимізації відповідно до мети формулюється так: на підставі даних про потребу кожного споживача у кожному виді матеріальних засобів, можливостей постачальників у постачанні засобів кожному споживачеві, цін на засоби, витрат на транспортування, а також показників надійності поставок визначити мінімально необхідні кошти для забезпечення потреби споживачів у кожному засобі з урахуванням транспортування та надійності поставок.

Математична модель сформульованої задачі матиме такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L P_{pijl} \cdot C_{nijl} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\sum_{l=1}^L P_{pijl} \leq P_{nij}, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^J P_{pijl} \leq B_{il}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J P_{pijl} \cdot C_{nijl} \leq C_{Bil}, \quad (4)$$

$$P_{pijl} \geq 0, \quad (5)$$

де  $P_{pijl}$  – обсяг поставки  $i$ -го засобу  $j$ -му споживачеві від  $l$ -го постачальника;  $C_{nijl}$  – вартість постачання одиниці виміру  $i$ -го засобу  $j$ -му споживачеві від  $l$ -го постачальника;  $P_{nij}$  – нормативна потреба  $j$ -го споживача в  $i$ -му засобі;  $B_{il}$  – можливий обсяг поставки  $i$ -го засобу  $l$ -му постачальником;  $C_{Bil}$  – обсяг коштів, що виділено на закупівлю  $i$ -го засобу для  $j$ -го споживача;  $I, J, L$  – кількість назв засобів, кількість

споживачів та постачальників, відповідно,  
 $i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}, l = \overline{1, L}$ .

У наведеній моделі величини  $P_p, P_n, B$  мають натуральні одиниці виміру, а  $C_{II}$  та  $C_B$  – грошові.

Вираз (1) – це цільова функція, а вирази (2) – (5) – це функції обмеження.

За результатами розв’язання сформульованої задачі визначенню підлягає величина  $P_{pijl}$ , що відображує обсяг  $i$ -го засобу для  $j$ -го споживача від  $l$ -го постачальника.

Цільова функція (1) забезпечує вибір таких величин  $P_{pijl}$ , які забезпечують мінімальну вартість загального постачання матеріальних засобів як до кожного споживача, так і до всіх споживачів.

Обмеження (2) потребує постачання засобів у межах нормативної потреби споживачів. Обмеження (3) – це обмеження на граничні можливості постачальників за відповідними засобами. Можлива ситуація, коли є обмеження на розмір виділених асигнувань для закупівлі засобів як взагалі, так і за окремими видами засобів та окремими споживачами. Нерівність (4) відображує саме такий, більш жорсткий варіант обмежень. При цьому припускається, що величина  $C_{vij}$ , тобто обсяг коштів, уже визначений, виходячи з конкретних умов.

Нормативна потреба споживачів у кожному виді засобів визначається на основі норм споживання за допомогою відомих методів і для наведеної задачі вважається відомою. Можливості постачальників у поставках певних засобів також повинні бути відомими. Тут важливо, щоб загальна потреба у будь-якому засобі була нижчою, ніж загальні можливості постачальників по ньому. Інакше задовольнити потребу неможливо. Тому перевірку такої умови слід провести на етапі формування вихідних даних.

Потребує попереднього визначення вартість постачання одиниці виміру кожного засобу, тобто величина  $C_{nijl}$ . Пропонується до її складу відповідно до змісту сформульованої задачі включити:

- відпускну ціну постачальника  $C_n$ ;
- витрати на транспортування продукту від постачальника до споживача  $C_m$ ;
- вартісний вираз ступеня надійності поставки постачальником відповідного засобу  $C_n$ .

Таким чином, у загальному вигляді вартість поставки одиниці виміру  $C_{nijl}$  буде дорівнювати:

$$C_{nijl} = C_{nil} + C_{mijl} + C_{nil}. \quad (6)$$

Ціна засобу надається постачальником і вважається відомою.

Транспортні витрати залежать від виду транспорту, відстані між постачальником та споживачем, повноти завантаження транспорту. Будемо вважати, що вартість 1 тонно-кілометра перевезень вибраним видом транспорту, а також їх умови (самовивезенням, транспортом постачальника або спеціалізованими транспортними організаціями) відомі. Тоді можна розрахувати загальну суму транспортних витрат для конкретної пари “постачальник – споживач”  $C_{mijl}$ , а також вартість транспортування одиниці виміру засобу  $C_{moijl}$ :

$$C_{TOijl} = \frac{C_{T3ijl}}{B_{ijl}}. \quad (7)$$

Для врахування  $C_{TOijl}$  до вартості  $C_{nijl}$  достатньо ввести коефіцієнт  $K_{mijl}$  до ціни  $C_{nil}$ , тобто

$$K_{Tijl} = \frac{C_{TOijl}}{C_{nil}}. \quad (8)$$

Величина  $C_{nil}$  у виразі (6) відображує вартісну оцінку надійності постачальника за строками, обсягом та якістю. Ступінь надійності можна подати у вигляді коефіцієнта  $K_m$  у межах  $0 \dots 1$ . Чим більший  $K_m$ , тим вища надійність поставки і відповідно менший вартісний вираз ступеня надійності. Іншими словами, величина  $C_n$  – це грошові втрати споживача через ненадійність поставок, тобто додаток до ціни засобу. Їх можна розрахувати таким чином:

$$C_{nil} = C_{nil} \cdot (1 - K_{nil}), \quad (9)$$

де  $(1 - K_{nil})$  – коефіцієнт ненадійності постачання  $i$ -го засобу  $l$ -м постачальником.

Коефіцієнт  $K_n$  пропонується визначати за формулою

$$K_n = J_\partial \cdot L_\partial + J_\gamma \cdot L_\gamma + J_{ec} \cdot L_{ec}, \quad (10)$$

де  $J_\partial$  – індекс виконання договірних зобов’язань постачальником за попередній період (рік);  $J_\gamma$  – індекс якості засобу;  $J_{ec}$  – індекс економічного стану постачальника;  $L_\partial, L_\gamma, L_{ec}$  – коефіцієнти вагомості відповідних індексів (визначається експертно за умови, що  $L_\partial + L_\gamma + L_{ec} = 1$ ).

Індекси  $J_\partial, J_\gamma, J_{ec}$  визначаються за даними постачальника під час формування вихідної інформації до розв’язання задачі оптимізації (1) – (5). Їх величина повинна мати однакову спрямованість у межах від 0 до 1.

Таким чином, вартість одиниці засобу  $C_{nijl}$  з урахуванням (8) та (9) дорівнює:

$$C_{nijl} = C_{nil} [1 + K_{mijl} + (1 - K_{nil})]. \quad (11)$$

Математична модель, що подана формулами (1) – (5), є типовою задачею оптимізації лінійного виду [5]. Розв'язувати її пропонується методом цілеспрямованого перебору вартості чергової поставки  $i$ -го засобу від  $l$ -го постачальника до  $j$ -го споживача з метою пошуку мінімальної величини за вартістю одиниці виміру поставки  $C_{ijl}$ . Процес розв'язування закінчується у разі виконання обмежень (2) – (5). Припускається, що кожний постачальник має змогу поставити кожному споживачеві будь-який засіб з їх переліку, або перелік таких поставок відомий.

Для реалізації пропонованого методу розв'язування сформульованої задачі необхідно сформувати матрицю вартості одиниці виміру кожного засобу розміром  $(J \times L)$ . Для  $i$ -го засобу вона має такий вигляд:

$$\begin{bmatrix} C_{i11} & C_{i12} & \dots & C_{i1l} \dots & C_{i1L} \\ C_{i21} & C_{i22} & \dots & C_{i2l} \dots & C_{i2L} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{ij1} & C_{ij2} & \dots & C_{ijl} \dots & C_{ijL} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{iJ1} & C_{iJ2} & \dots & C_{iJl} \dots & C_{iJL} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Усього кількість таких матриць має дорівнювати кількості засобів для постачання, тобто величині  $I$ . Значення елементів матриці розраховується за формулою (11).

Алгоритм розв'язання задачі оптимізації (1)–(5) повинен базуватися на вибраному методі цілеспрямованого перебору варіантів постачання певного засобу в напрямку пошуку мінімальної вартості поставок у рамках обмежень (2) – (5). Блок-схему такого алгоритму наведено на рисунку.

Розглянемо порядок виконання запропонованого алгоритму.

У блоці 1 здійснюється введення необхідних даних та проводиться їх перевірка на виконання вимоги, щоб потреба у кожному засобі була меншою за можливості постачальників по цьому засобу. Інакше потребу деяких споживачів буде незадоволено.

У блоці 2 розраховується вартість одиниці виміру  $i$ -го засобу при поставці  $l$ -м

постачальником до  $j$ -го споживача за формулою (11).

Далі у блоці 3 формується матриця вартостей одиниці виміру  $i$ -го засобу вигляду (12).

У блоці 4 проводиться вибір мінімального значення вартості  $C_{nijl}$  за всіма елементами матриці  $\{C_{nijl}\}$  шляхом стандартних процедур.

За вибраним елементом матриці визначається постачальник  $l$  та його можливості поставки засобу  $i$ , тобто величина  $B_{il}$  з вихідних даних, а також споживача  $j$  та його потреба  $P_{Hij}$ .

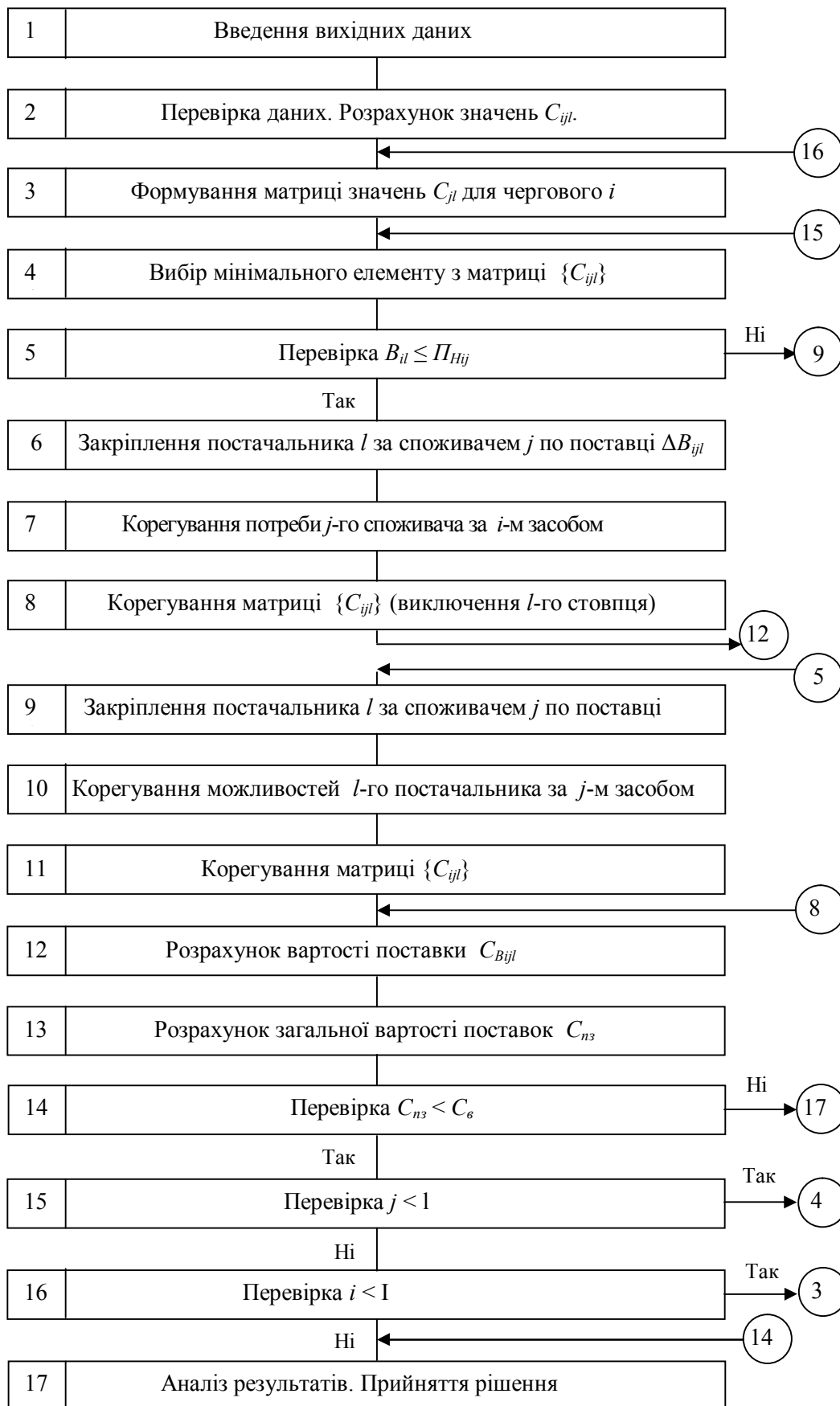
У блоці 5 проводиться перевірка нерівності  $B_{il} \leq P_{Hij}$ . Якщо можливості  $l$ -го постачальника менші за потребу  $j$ -го споживача в  $i$ -му засобі, то у блоці 6  $l$ -й постачальник “закріплюється” у розрахунках за  $j$ -м споживачем, а розмір поставок від цього постачальника дорівнює його можливостям. У блоці 7 потреба  $j$ -го споживача зменшується на визначену величину, а у блоці 8 вихідна матриця вартостей корегується шляхом виключення  $l$ -го стовпця. Це означає, що постачальник за цим номером у подальшому розв'язуванні задачі участі не братиме.

Оскільки нормативна потреба  $j$ -го споживача є незадовільною за цією гілкою алгоритму (блок 5), то з блоку 8 здійснюється перехід до блоку 4 доти, доки у блоці 5 нерівність, що перевіряється, не буде виконуватися. У цьому разі, тобто коли  $B_{il}$  буде більше  $P_{Hij}$ , відбувається перехід до блоку 9. Тут  $l$ -й постачальник по  $i$ -му засобу закріплюється за  $j$ -м споживачем, тобто формується обсяг поставок, що дорівнює потребі споживача.

У блоці 10 зменшуються можливості  $l$ -го постачальника на величину сформованої поставки, а у блоці 11 виключається із подальшого розгляду  $j$ -й рядок матриці вартості, що відповідає потребам  $j$ -го споживача. Вважається, що потреба цього споживача цілком задоволена у конкретному засобі.

У блоках 12 та 13 проводиться розрахунок відповідно вартості чергової поставки до чергового  $j$ -го споживача та загальної поточної вартості поставок.

У блоці 14 перевіряється нерівність на використання виділених для закупівлі матеріальних засобів коштів. Якщо їх достатньо, то у блоці 15 проводиться перевірка на кількість розглянутих до постачання споживачів. Якщо  $j < J$ , тобто не за всіма



Блок-схема алгоритму розв'язання задачі визначення оптимальної вартості постачання матеріальних засобів

споживачами проведені розрахунки по  $i$ -му засобу, то здійснюється перехід до блоку 4.

Після розгляду потреб усіх споживачів проводиться перехід до блоку 16, де організується цикл виконання алгоритму за видами матеріальних засобів, тобто за індексом  $i$ . Якщо у блоці 14 загальна поточна вартість поставок засобів перевищує величину виділених коштів або дорівнює їй, а також коли цикл за видами засобів закінчено, то здійснюється перехід до блоку 17. Тут аналізуються отримані результати і приймаються рішення щодо обсягу коштів для постачання матеріальних засобів. У разі необхідності можливе повернення до попередніх блоків алгоритму, починаючи з 1, тобто з уточнення вихідних даних.

### **Висновок**

Запропоновані модель та алгоритм дозволяють:

1) визначити мінімальну вартість закупівлі потрібних матеріальних засобів для військової частини як за окремими поставками, так і взагалі на основі аналізу можливостей ринку;

2) розрахувати максимальний обсяг поставок засобів у межах заданої величини коштів;

3) регулювати параметри закупівель шляхом корегування вихідних даних як для споживачів, так і для постачальників;

4) проводити розрахунки закупівель як для всієї системи матеріального забезпечення Національної гвардії України, так і для окремих її ланок, тобто для централізованих та децентралізованих форм постачання у будь-яких поєднаннях по горизонталі чи вертикалі.

Розроблений алгоритм доцільно використовувати на кожному рівні матеріального постачання, тобто на рівнях Департаменту матеріального забезпечення МВС України (ДМЗ), Головного управління Національної гвардії України (ГУ НГУ), управління ТРК НГУ та частин Національної гвардії України. Це означає, що спочатку розраховуються кошти для заповнення необхідними засобами складів ДМЗ, потім складів ГУ НГУ та складів ТРК НГУ. Для вирішення цих завдань як споживачі повинні бути відповідні склади. Їх потреба визначається окремо спеціальними розрахунками.

Таким чином, запропонована модель сформульованої задачі оптимізації поставок матеріальних засобів та алгоритм її розв'язання відповідають змісту цієї задачі і певною мірою є універсальними для задач такого типу.

### **Список використаних джерел**

1. Про вдосконалення централізованого матеріально-технічного забезпечення органів та підрозділів внутрішніх справ України [Текст] : наказ МВС України № 1337 від 11.11.2003 р.

2. Про затвердження Інструкції щодо порядку забезпечення з'єднань, військових частин, установ та навчальних закладів внутрішніх військ МВС України військовим майном [Текст] : наказ командувача внутрішніх військ МВС України № 131 від 03.04.2003 р.

3. Гаджинский, А. М. Логистика [Текст] : учебник / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К<sup>0</sup>, 2004. – 432 с.

4. Сисоев, В. В. Вибір постачальників за критерієм надійності постачань [Текст] / В. В. Сисоев, Ю. І. Кушнерук // Вісник Тернопільської академії народного господарства. – Тернопіль : ТАНГ, 2005. – № 2. – С. 157–162.

5. Формалізована модель матеріального забезпечення військ (сил) [Текст] / В. І. Білетов, В. І. Галаган, К. В. Панадій, С. В. Бондарчук // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – К. : НУО України ім. Івана Черняхівського, 2014. – № 1 (50). – С. 48–53.

6. Плоткин, Б. К. Экономико-математические методы и модели в управлении материальными ресурсами [Текст] : учеб. пособие / Б. К. Плоткин. – С. Пб. : Ун-т экономики и финансов, 1992. – 63 с.

*Стаття надійшла до редакції 09.12.2014 р.*

**Рецензент** – кандидат технічних наук, доцент Ю. П. Бабков, Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна