



УДК 519.86

## ПОБУДОВА ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ НА ПРИКЛАДІ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ

Смага Лариса Маркіянівна,  
старший викладач  
кафедри інформаційних технологій та вищої математики  
Львівського навчально-наукового інституту  
ДВНЗ «Університет банківської справи»  
e-mail: smaga\_LM@ukr.net

Сокирка Діана Степанівна,  
студентка  
факультету фінансів, економіки та обліку  
Львівського навчально-наукового інституту  
ДВНЗ «Університет банківської справи»

**Анотація.** Продемонстровано застосування лінійного програмування для визначення оптимального плану перевезень між різними країнами. На прикладі міжнародної торгівельної операції з транспортування зерна розраховано мінімальну вартість і складено оптимальний план перевезень.

**Ключові слова:** лінійне програмування, транспортна задача, цільова функція, оптимальний план, матриця витрат.

Формул: 0; рис.: 0; табл.: 3; бібл.: 6.

## THE CONSTRUCTION OF A TRANSPORT PUZZLE ON THE EXAMPLE OF INTERNATIONAL TRADE

Smaha Larysa,  
Senior Lecturer  
of the Department of Information technology and Higher Mathematics  
of the Lviv Institute  
of SHEI «Banking University»  
e-mail: smaga\_LM@ukr.net

Sokyrka Diana,  
Student  
of the Faculty of Finance, Economics and Accounting  
of the Lviv Institute  
of SHEI «Banking University»

**Abstract.** The twenty-first century is the time of the informational era, the time when information, technology and capital guide the world. Along with these modern trends in the development of society, agriculture is of paramount importance. This applies to economically backward countries and advanced countries. The urgent task for the development of agriculture is the rational use of raw materials and materials; Drafting an optimal plan for transportation of agricultural products, inventory management and reducing the cost of its transportation.

The article demonstrates the use of linear programming to determine the optimal transportation plan between different countries. On the example of the international trading transaction for grain transportation the minimal cost was calculated and the optimal plan of transportation was drawn up.

**Keywords:** linear programming, transport task, target function, optimal plan, cost matrix.

Formulas: 0; fig.: 0; tabl.: 3; bibl.: 6.

## ПОСТРОЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ НА ПРИМЕРЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

Смага Лариса Маркияновна,  
старший преподаватель  
кафедры информационных технологий и высшей математики  
Львовского образовательного-научного института  
ГВУЗ «Университет банковского дела»  
e-mail: smaga\_LM@ukr.net



Сокирка Диана Степановна,  
студентка  
факультета фінансов, економіки і учета  
Львівського освітньо-наукового інституту  
ГВУЗ «Університет банківського дела»

**Анотація.** Продемонстровано застосування лінійного програмування для визначення оптимального плану перевезень між різними країнами. На прикладі міжнародної торгової операції по транспортуванню зерна розраховано мінімальну ціну та складено оптимальний план перевезень.

**Ключові слова:** лінійне програмування, транспортна задача, цільова функція, оптимальний план, матриця витрат.

Формул: 0; рис.: 0; табл.: 3; библ.: 6.

**Вступ.** Двадцять перше століття – це час інформаційної ери, час, коли інформація, технології і капітал керують світом. Та поряд із цими сучасними тенденціями в розвитку суспільства не менш вагоме значення має сільське господарство. Це стосується не тільки економічно відсталі країн, а й передових. Україна, поряд із такими країнами, як США, Канада, Австралія, Польща, є потужним гравцем на експортному ринку сільськогосподарської продукції. Вигідне географічне положення, близькість до ринків збуту, торговельні шляхи, родючі чорноземи – це фактори, що впливають на стан вітчизняного агропромислового комплексу. Тому актуальним завданням задля подальшого його розвитку є раціональне використання сировини і матеріалів; складання оптимального плану перевезень сільгосппродукції, управління запасами і зменшення собівартості її перевезення.

**Аналіз досліджень і постановка завдання.** Одним з економіко-математичних методів, що дозволяє оптимізувати будь-який процес, є лінійне програмування. Побудова економіко-математичних моделей для економічних процесів і явищ розглядається у працях відомих вітчизняних і зарубіжних учених, таких як: В. Вітлінський [2], Т. Гулай [3], А. Долгополова [3], О. Іващук [4], Д. Літвін [3], С. Наконечний [5], С. Савіна [5] та ін.

**Метою** статті є застосування лінійного програмування для визначення оптимального плану перевезень між країнами. Для досягнення поставленої мети передбачено вирішити комплекс завдань, зокрема, підібрати умови, актуальні до задач лінійного програмування, а також розв'язати вихідну транспортну задачу, використовуючи Пошук рішень.

**Результати дослідження.** Розглянемо операцію міжнародної торгівлі з експорту пшениці. Пшениця – це сільськогосподарська культура, що росте в більшості кліматичних поясів, тому вона найпоширеніша. Саме з цієї культури починався розвиток сільського господарства. До найпотужніших експортерів пшениці належать такі країни, як США, Канада, Аргентина і Україна. Імпортерами є Китай, Японія, Єгипет, Ізраїль. Торгівля і взаємодія між цими країнами є основою для складання найвигідніших маршрутів збуту зерна і мінімальної собівартості. Мінімальні витрати на перевезення дозволяють зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток. Уведемо такі умовні позначення:

- країни – експортери зерна, тобто постачальники:  
 $A_1$  – США,  $A_2$  – Канада,  $A_3$  – Аргентина,  $A_4$  – Україна;
- країни-імпортери, тобто споживачі:  
 $B_1$  – Китай,  $B_2$  – Японія,  $B_3$  – Єгипет,  $B_4$  – Ізраїль.

Зробимо такі припущення:

- кожен постачальник має певний запас зерна, який готовий продати, і кожен споживач має певні потреби в зерні, які готовий нівелювати;

- витрати на перевезення зумовлені відстанню між країнами та іншими соціально-економічними причинами.

Вихідні дані завдання наведемо схематично і знайдемо оптимальний план перевезень, використовуючи Пошук рішень (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані					
Обсяг поставок \ Потреби	150	40	110	50	
70	9	5	10	7	
80	11	8	9	6	
90	7	6	5	4	
110	6	4	3	2	

Цільова функція, націлена на мінімізацію витрат, буде такою:

$$F = 9x_{11} + 5x_{12} + 10x_{13} + 7x_{14} + 11x_{21} + 8x_{22} + 9x_{23} + 6x_{24} + 7x_{31} + 6x_{32} + 5x_{33} + 4x_{34} + 6x_{41} + 4x_{42} + 3x_{43} + 2x_{44} \rightarrow \min$$

Система обмежень має такий вигляд:

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 70 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 80 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 90 \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 110 \end{cases}$$

Загальний обсяг поставок становитиме:  $70 + 80 + 90 + 110 = 350$ .

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 150 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 40 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 110 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 50 \end{cases}$$

Загальні потреби становитимуть:  $150 + 40 + 110 + 50 = 350$ .

$$x_{ij} \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$$

Для визначення найменшої собівартості перевезень побудуємо табл. 2 і 3.

Таблиця 2

## План перевезень (ум. од.)

Поста- чальники	Споживачі				Вивезено	Запаси	Залишок
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>			
A <sub>1</sub>	30	40	0	0	70	70	0
A <sub>2</sub>	30	0	0	50	80	80	0
A <sub>3</sub>	90	0	0	0	90	90	0
A <sub>4</sub>	0	0	110	0	110	110	0
Отримано	150	40	110	50			
Потреби	150	40	110	50			
Недоотри- мано	0	0	0	0			

Примітка. Дані розраховано за допомогою Excel.

Таблиця 3

## Матриця витрат (ум. грош. од.)

Постачальники	Споживачі			
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
A <sub>1</sub>	9	5	10	7
A <sub>2</sub>	11	8	9	6
A <sub>3</sub>	7	6	5	4
A <sub>4</sub>	6	4	3	2
Витрати	2 060			

Примітка. Дані розраховано за допомогою Excel.

**Висновки.** За даними табл. 2 і 3 можна зробити такі висновки:

– A<sub>1</sub> (США) може продати 70 умовних одиниць, які вдало і з мінімальними витратами купують B<sub>1</sub> (Китай) і B<sub>2</sub> (Японія) – 30 і 40 одиниць відповідно, собівартість перевезень у такому разі набуває мінімуму і сягає 600 ум. грош. од. ( $30 \cdot 9 + 40 \cdot 5$ );

– A<sub>2</sub> (Канада) може продати 80 одиниць, з них B<sub>1</sub> (Китай) – 30 од., а B<sub>4</sub> (Ізраїль) – 50 од., собівартість перевезень у такому разі мінімальна і дорівнює 630 ум. грош. од. ( $30 \cdot 11 + 50 \cdot 6$ );

– A<sub>3</sub> (Аргентина) може продати 90 одиниць, єдиним покупцем є B<sub>1</sub> (Китай), собівартість перевезень становитиме 630 ум. грош. од. ( $90 \cdot 7$ );

– A<sub>4</sub> (Україна) може продати 110 одиниць товару покупцеві B<sub>3</sub> (Єгипет), при цьому собівартість перевезень становитиме 330 ум. грош. од. ( $110 \cdot 3$ );

– усі постачальники продали 350 умовних одиниць пшениці, при цьому витратили на перевезення 2 060 умовних одиниць валюти. Це абсолютний мінімум собівартості постачання, який був досягнутий саме завдяки побудові транспортної задачі.

Отже, лінійне програмування і метод мінімальної собівартості перевезень дозволяє швидко і якісно побудувати оптимальний план перевезень.

**Список використаної літератури**

1. Світові лідери на ринку експорту-імпорту зерна [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://universal-trade.in.ua/torgivlia/svitovi-lideri-na-rinku-eksportu-importu-zerna>.
2. Вітлінський В. В. Моделювання економіки : навч. посібник / В. В. Вітлінський. – К. : КНЕУ, 2005. – 408 с.
3. Долгополова А. Ф. Особенности применения методов математического моделирования в экономических исследованиях / А. Ф. Долгополова, Т. А. Гулай, Д. Б. Литвин // Кант : Экономика и управление. – 2013. – № 1. – С. 62–66.
4. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / за ред. О. Т. Іващука. – Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
5. Наконечний С. І. Математичне програмування : навч. посіб. / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К. : КНЕУ, 2007. – 452 с.
6. Які країни вирощують найбільше зерна (карта) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://news.tochka.net/ua/98969-kakie-strany-vyrashchivayut-zerna-bolshe-vsekh-karta>.

**References**

1. Svitovi lidery na rynku eksportu-importu zerna [World leaders in the market for export-import of grain]. (n. d.). universal-trade.in.ua. Retrieved from : <http://universal-trade.in.ua/torgivlia/svitovi-lideri-na-rinku-eksportu-importu-zerna> [in Ukrainian].
2. Vitlinskyi, V. V. (2005). Modeliuvannia ekonomiky [Economics Modeling]. Kyiv : KNEU [in Ukrainian].
3. Dolgopolova, A. F., Gulay, T. A., & Litvin, D. B. (2013). Osobennosti primeneniya metodov matematicheskogo modelirovaniya v ekonomicheskikh issledovaniyah [Features of the application of methods of mathematical modeling in economic research]. Kant: Ekonomika i upravlenie – Kant : Economics and Management, 1, 62–66 [in Russian].
4. Ivashchuk, O. T. (Eds.). (2008). Ekonomiko-matematichne modeliuвання [Economic and mathematical modeling]. Ternopil : TNEU «Ekonomichna dumka» [in Ukrainian].
5. Nakonechnyi, S. I., & Savina, S. S. (2007). Matematichne prohramuvannia [Mathematical programming]. Kyiv : KNEU [in Ukrainian].
6. Yaki krainy vyroshchuyut naibilshe zerna (karta) [Which countries produce the most grain (map)]. (n. d.). news.tochka.net. Retrieved from : <http://news.tochka.net/ua/98969-kakie-strany-vyrashchivayut-zerna-bolshe-vsekh-karta> [in Ukrainian].