Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра «Сільськогосподарські машини та інженерія тваринництва»

Транспортна задача лінійного програмування. Метод потенціалів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи з навчальної дисципліни
«Моделювання технологічних процесів та систем»

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 208 «Агроінженерія»

Затверджено рішенням
науково-методичної комісії
факультету мехатроніки та
інжинірингу ДБТУ
Протокол № 2 від 27.12.2023 р.

Харків – 2023

УДК 519.852(072)
Т 68

Схвалено
на засіданні кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва
Протокол № 5 від 19.12.2023 р.

Т 68 Транспортна задача лінійного програмування. Метод потенціалів: методичні вказівки до виконання практичної роботи з навчальної дисципліни «Моделювання технологічних процесів та систем» для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад. Р.В. Кириченко – Харків: [б. в.], 2023. – 20 с.

До методичних вказівок за темою «Транспортна задача лінійного програмування. Метод потенціалів» включено загальні відомості, побудова опорного плану діагональним методом, метод мінімальної вартості, метод подвійних відміток, методика розв’язку транспортної задачі в середовищі EXCEL, аналіз розв’язку задачі та контрольні запитання для самоперевірки.

Видання призначене здобувачам другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія».

Рецензенти:

Р.В. Антощенков, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю Державного біотехнологічного університету.

М.Л. Шуляк, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету.

УДК 519.852(072)
Відповідальний за випуск: М.М. Крекот
© Р.В. Кириченко, 2023
© ДБТУ, 2023

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. МЕТОД ПОТЕНЦІАЛІВ

Мета роботи

Навчитися складати, вирішувати і аналізувати транспортну задачу лінійного програмування методом потенціалів.

Загальні відомості

Транспортна задача - це особлива задача лінійного програмування, яку застосовують для визначення найбільш ефективного плану перевезень однорідної продукції або взаємозамінних продуктів із пунктів виробництва у пункти споживання.

Розглянемо економічну постановку класичної транспортної задачі: нехай маємо m пунктів виробництва чи запасу однорідної продукції з відомими величинами її обсягу у кожному пункті (a_1 ,a_2... a_m) та n пунктів споживання цієї продукції з відомими величинами попиту на неї (b_1 ,b_2... b_n). Також відома матриця транспортних витрат $C//c_{ij}//$, що необхідно витратити для перевезення одиниці продукції від кожного виробника до кожного споживача.

Необхідно скласти такий план перевезення однорідної продукції, щоб вона була вивезена від усіх виробників, попит усіх споживачів був задоволений і сукупні транспортні витрати на це перевезення були мінімальними.

Алгоритм розв'язку транспортної задачі

ЗАДАЧА. На трьох зерносховищах А1…А3 є відповідно 100; 200; 100 тис. т зерна, яке доставляється на вантажівках 4 птахівницьким фермам П1…П4. Їх потреба в зерні складає відповідно 80; 140; 100; 80 тис. т. Вартість завантаження зерна в вантажівку на обох зерносховищах однакова. Питому відстань перевезення l_{ij} (км) від i-го зерносховища до j-й птахівницькій ферми складають:

$$C = \begin{vmatrix} 2 & 5 & 4 & 6 \\ 8 & 4 & 3 & 8 \\ 5 & 1 & 4 & 5 \end{vmatrix}$$

Визначити оптимальний варіант обслуговування птахівницьких ферм, за якого буде виконано план перевезення і пробіг вантажівок буде мінімальним.

<u>Теорема</u> (умова існування розв'язку транспортної задачі): необхідною і достатньою умовою існування розв'язку транспортної задачі є її збалансованість, тобто:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

1. Першим кроком розв'язування транспортної задачі є перевірка балансової умови:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j \qquad (1)$$

Якщо балансова умова виконується (тобто попит = пропозиції), то задача закритого типу або з правильним балансом.

Якщо балансова умова не виконується (або більше випускається продукції, або навпаки, більший попит, ніж пропозиція), то задача відкритого типу або з порушеним балансом.

У такому випадку необхідно знайти фіктивного виробника чи споживача (залежно від ситуації) і умовно звести задачу до закритої.

У даному випадку:

$$\sum_{i=1}^{3} a_i = 100 + 200 + 100 = 400 \text{ (шт.)}$$

$$\sum_{j=1}^{4} b_j = 80 + 140 + 100 + 80 = 400 \text{ (шт.)}$$

Перенесемо умови задачі у таблицю 1 та знайдемо опорний план транспортної задачі.

Знаходження опорного плану можливе:

- діагональним методом;
- методом подвійних оцінок;
- методом мінімальної вартості.

Таблиця 1

					a_i	U_i
	2	5	4	6	$a_1 = 100$	$U_1 = 0$
	80	20				
	8	4 –	3 +	8	$a_2 = 200$	$U_2 = -1$
		120	80			
	5	1 +	4 –	5	$a_3 = 100$	$U_3 = 0$
			20	80		
b_j	$b_1 = 80$	$b_2 = 140$	$b_3 = 100$	$b_4 = 80$	400 400	
V_j	$V_1 = 2$	$V_2 = 5$	$V_3 = 4$	$V_4 = 5$		

Побудова опорного плану діагональним методом починається із заповнення верхньої лівої клітини (північне-західного кута, звідси і назва методу діагональний або метод північно-західного кута) $x_{11} = min\{a_1;\ b_1\}$ якщо $x_{11} = a_1$, то перший виробник повністю вивіз свою продукцію, і наступною обчислюється величина $x_{21} = min\{a_2;\ b_1 - a_1\}$.

Якщо ж $x_{11} = b_1$, то всі $x_{i1} = 0$ і наступною обчислюється величина $x_{12} = min\{a_1 - b_1;\ b_2\}$.

Розрахунки проводяться до моменту виконання умов:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i\,, \quad i = \overline{1;m} \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j\,, \quad j = \overline{1;n} \tag{3}$$

$$\overline{X} = \begin{vmatrix} 80 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 120 & 80 & 0 \\ 0 & 0 & 20 & 80 \end{vmatrix}$$

$$Z(\hat{x}_1) = 80 \cdot 2 + 20 \cdot 5 + 4 \cdot 120 + 3 \cdot 80 + 4 \cdot 20 + 5 \cdot 80 = 1460 \text{ (грн. од)}$$

2. Перевіряють опорний план на виродженість. План транспортної задачі є невиродженим, якщо кількість відмінних від нуля елементів матриці плану (базисних клітин) дорівнює $k=m+n-1$, де m - кількість рядків (пунктів виробництва), а n- кількість колонок (пунктів споживання), $k=3+4-1=6$.

План x_1 теж містить 6 заповнених клітин, тому він є невиродженим. У випадку невиродженості плану до сукупності базисних (ненульових) клітин таблиці додається небазисна (нульова) клітина, але так, щоб вона не утворювала циклу зі сукупністю базисних клітин таблиці.

Суть ***методу мінімальної вартості*** полягає в тому, що спочатку заповнюються ті клітини таблиці, *в* яких вартості перевезень дорівнюють найменшому елементу матриці $C//c_{ij}//$ Потім заповнюються клітини, які мають найменшу вартість перевезення, що залишилися незаповненими після першого кроку і т. д. аж до виконання умов (2) та (3).

Метод подвійних відміток працює за таким правилом, проглядають рядки і позначають певними відмітками клітини, що характеризуються найменшими транспортними витратами, потім, аналогічно по колонках. У результаті таких дій отримаємо таблицю, позначену певним чином: деякі клітини подвійною відміткою, інші - одинарною, деякі – непомічені. При знаходженні опорного плану необхідно максимально заповнити клітини з подвійною відміткою, потім – з одинарною аж до виконання умов (2) та (3).

3. Знайдемо оптимальний план методом потенціалів

Теорема (умова оптимальності опорного плану транспортної задачі): якщо для деякого опорного плану $X^* = x_{ij}^*$ існують числа U_i та V_i, для яких виконуються умови:

$$x_{ij} \succ 0, \quad U_i + V_j = C_{ij}; \tag{5}$$

$$x_{ij} = 0, \quad U_i + V_j \le C_{ij}. \tag{6}$$

Для всіх $i=[1,\ldots,m]$ та $j=[1,\ldots,n]$, то він є оптимальним планом транспортної задачі.

Розглянемо умову (5), згідно з якою позначимо рядки (пункти виробництва) через $U_1, U_2, U_3;$ а колонки (пункти споживання) через $V_1; V_2; V_3; V_4$.

$\underline{x > 0}$

$U_1 + V_1 = 2$

$U_1 + V_2 = 5$

$U_2 + V_2 = 4$

$U_2 + V_3 = 3$

$U_3 + V_3 = 4$

$U_3 + V_4 = 5$

Ця система містить 6 рівнянь та 7 невідомих і є неозначеною, тобто не має єдиного розв'язку. Припустимо, що один із потенціалів (бажано потенціал того рядка чи колонки, що містить найбільшу кількість заповнених клітин) дорівнює 0, тобто $U_1 = 0$. Тоді, шляхом підстановки у систему (7) замість $U_1 = 0$, отримаємо:

$V_1 = 2$; $V_2 = 5$; $V_3 = 4$; $V_4 .= 5$; $U_2 = -1$; $U_3 = 0$.

Таблицю 1 доповнимо колонкою U_i та V_j, куди і впишемо одержані потенціали. Перевіримо, чи виконується умова (6) для небазисних клітин таблиці:

$\underline{x_{ij} = 0}$

$U_2 + V_1 = 2 + (-1) = 1 < 8$

$U_3 + V_1 = 0 + 2 = 2 < 5$

$U_3 + V_2 = 0 + 5 = 5 > 1$

$U_1 + V_3 = 0 + 4 = 4 = 4$

$U_1 + V_4 = 0 + 5 = 5 < 6$

$U_2 + V_4 = 5 + (-1) = 4 < 8$

Умова потенціальності порушена у клітині (U_3; V_2). Якщо такі порушення більше ніж у одній клітині, то вибирають ту з них, для якої найбільше порушена умова потенціальності плану.

У даному випадку вона одна, що і визначить першу клітину ланцюга транспортної задачі.

Ланцюгом транспортної задачі називають послідовність клітин таблиці 2, яка задовольняє умови:

– кожна пара клітин міститься або в одному рядку або в одній колонці;

– кількість клітин має бути парною (починаючи з 4-х), тобто 4, 6, 8 і т. д;

– перша та остання клітини ланцюга транспортної задачі мають бути або в одному рядку, або в одній колонні, тобто він повинен бути замкнутим;

– клітини ланцюга транспортної задачі почергово позначають «+», «–» і т. д.

Таблиця 2

<table>
<tr><td rowspan="7"></td><td colspan="5" align="right">a_i</td><td>U_i</td></tr>
<tr><td>2</td><td>5 –</td><td>4</td><td>6 +</td><td rowspan="2">$a_1 = 100$</td><td rowspan="2">$U_1 = 5$</td></tr>
<tr><td>80</td><td>20</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>4</td><td>3</td><td>8</td><td rowspan="2">$a_2 = 200$</td><td rowspan="2">$U_2 = 4$</td></tr>
<tr><td></td><td>100</td><td>100</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>1 +</td><td>4</td><td>5 –</td><td rowspan="2">$a_3 = 100$</td><td rowspan="2">$U_3 = 1$</td></tr>
<tr><td></td><td>20</td><td></td><td>80</td></tr>
<tr><td rowspan="2">b_j</td><td rowspan="2">$b_1 = 80$</td><td rowspan="2">$b_2 = 140$</td><td rowspan="2">$b_3 = 100$</td><td rowspan="2">$b_4 = 80$</td><td>400</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>400</td></tr>
<tr><td>V_j</td><td>$V_1 = -3$</td><td>$V_2 = 0$</td><td>$V_3 = -1$</td><td>$V_4 = 4$</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Ланцюг, у якого збігається перша та остання клітини, називається *циклом.* Ланцюг, що не утворює циклу, називається *ациклічним.*

Серед елементів ланцюга транспортної задачі, які позначені мінусом (–), треба вибрати найменший $\lambda = min$ (120,20) = 20.

Перехід до наступної таблиці здійснюється за правилом:

– якщо елемент таблиці не входив у ланцюг транспортної задачі, то у наступну таблицю він переноситься без змін, тобто $x = x'$;

– якщо елемент таблиці входив у ланцюг транспортної задачі з позначкою плюс «+», то у наступній таблиці він буде збільшений на λ;

– якщо елемент таблиці входив у ланцюг транспортної задачі з позначкою мінус «–», то у наступній таблиці він буде зменшений на λ.

$$\overline{X} = \begin{vmatrix} 80 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 20 & 0 & 80 \end{vmatrix}$$

$$Z(\hat{x}_2) = 80 \cdot 2 + 20 \cdot 5 + 4 \cdot 100 + 3 \cdot 100 + 1 \cdot 20 + 5 \cdot 80 = 1380 \text{ (грн. од)}$$

Тобто $Z_1 > Z_2$. Ми перейшли до другого опорного плану, що є кращим за попередній (дешевший).

Перевіримо його на оптимальність згідно з умовами (5; 6).

$\underline{x > 0}$

$U_1 + V_1 = 2$

$U_1 + V_2 = 5$

$U_2 + V_2 = 4$

$U_3 + V_3 = 1$

$U_2 + V_3 = 3$

$U_3 + V_4 = 3$

Припустимо, що $V_2 = 0$, тоді, шляхом підстановки у систему рівнянь (8) і отримаємо відповідні значення:

$V_1 = -3$; $V_3 = -1$; $V_4 = 4$; $U_2 = 4$; $U_3 = 1$; $U_1 = 5$.

Умова потенціальності порушена у клітині (U_1; V_4).

Будуємо з цієї клітини ланцюг транспортної задачі.
Вибираємо $\lambda = min(20, 80) = 20$.
Переходимо до таблиці 3.

Таблиця 3

					a_i	U_i
	2	5	4	6	$a_1 = 100$	$U_1 = 2$
	80			20		
	8	4	3	8	$a_2 = 200$	$U_2 = 4$
		100	100			
	5	1	4	5	$a_3 = 100$	$U_3 = 1$
		20		60		
b_j	$b_1 = 80$	$b_2 = 140$	$b_3 = 100$	$b_4 = 80$	400 400	
V_j	$V_1 = 0$	$V_2 = 0$	$V_3 = -1$	$V_4 = 4$		

$$\overline{X} = \begin{vmatrix} 80 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 100 & 100 & 0 \\ 0 & 40 & 0 & 60 \end{vmatrix}$$

$$Z(\hat{x}_3) = 80 \cdot 2 + 20 \cdot 6 + 4 \cdot 100 + 3 \cdot 100 + 1 \cdot 40 + 5 \cdot 60 = 1320 \text{ (грн. од)}$$

Тобто $Z_1 > Z_2 > Z_3$.
Перевіримо на оптимальність 3-й план перевезення продукції:

$\underline{x > 0}$

$U_1 + V_1 = 2$

$U_2 + V_2 = 4$

$U_3 + V_2 = 1$

$U_2 + V_3 = 3$

$U_1 + V_4 = 6$

$U_3 + V_4 = 5$

Приймемо умову - $V_2 = 0$, тоді розв'язавши систему рівнянь, отримаємо такі значення:

$V_1 = 0$; $V_3 = -1$; $V_4 = 4$; $U_2 = 4$; $U_3 = 1$; $U_1 = 2$.

$\underline{x_{ij} = 0}$

$U_2 + V_1 = 4 + 0 = 4 < 8$

$U_3 + V_1 = 1 + 0 = 1 < 5$

$U_1 + V_2 = 2 + 0 = 2 < 5$

$U_1 + V_3 = 2 + (-1) = 1 < 4$

$U_3 + V_3 = 1 + (-1) = 0 < 4$

$U_2 + V_4 = 4 + 4 = 8 = 8$

Умова потенціальності виконується для всіх небазисних клітин. Це свідчить про те, що останній план перевезень є оптимальним, і йому відповідає найменша загальна вартість перевезень, тобто:

$$x_3 = x^*; \qquad Z(x^*) = Z(\hat{x}_3) = 1320 \text{ (грн. од).}$$

Методика розв'язку транспортної задачі в середовищі EXCEL

Складемо систему обмежень:

1. Цільова функція:

$$f = 2x_{11} + 5x_{12} + 4x_{13} + 6x_{14} + 8x_{21} + 4x_{22} + 3x_{23} + 8x_{24} + 5x_{31} + x_{32} + 4x_{33} + 5x_{34}.$$

2. Система обмежень:

$$
\begin{cases}
x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 100 \\
x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 200 \\
x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 100 \\
x_{11} + x_{21} + x_{31} = 80 \\
x_{12} + x_{22} + x_{32} = 140 \\
x_{13} + x_{23} + x_{33} = 100 \\
x_{14} + x_{24} + x_{34} = 80 \\
x_{ij} \geq 0 \\
i \in \{1,2,3\}, \quad j \in \{1,2,3,4\}.
\end{cases}
$$

Система обмежень для розв’язання задачі на персональному комп’ютері в середовище EXCEL набуде вигляду (рис. 1):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Транспортна задача														
2		Птахівницькі ферми													
3	Зерносховище	П1	П2	П3	П4	П1	П2	П3	П4	П1	П2	П3	П4	Одержані обмеження	Задані обмеження
4	А1	1	1	1	1										100
5	А2					1	1	1	1						200
6	А3									1	1	1	1		100
7	П1	1				1				1					80
8	П2		1				1				1				140
9	П3			1				1				1			100
10	П4				1				1				1		80
11	Відстань	2	5	4	6	8	4	3	8	5	1	4	5	Цільова функція	
12															
13	Змінні	x11	x12	x13	x14	x21	x22	x23	x24	x31	x32	x33	x34		
14	значення														

Рис. 1. Дані введено в форму

Ведемо залежність для цільової функції:

– робимо активною клітину **О11**.
– курсор на ***Мастер функций.***
– на екрані з’являється діалогове вікно *Мастер функций.*
– з вікна *Категория* курсором вибираємо категорію *Математические*.
– у вікні *Функции* обираємо **СУММПРОИЗВ**.
– у масив 1 ввести **В11:М11.**

– у масив 2 ввести **B14:M14** (адреси клітин в усі діалогові вікна зручно вводити не з клавіатури, а рухаючись мишкою по клітинах, адреси яких слід ввести).

– установку цільової функції завершено. На екрані в **O11** цільова функція введена, як показано на рисунку 2.

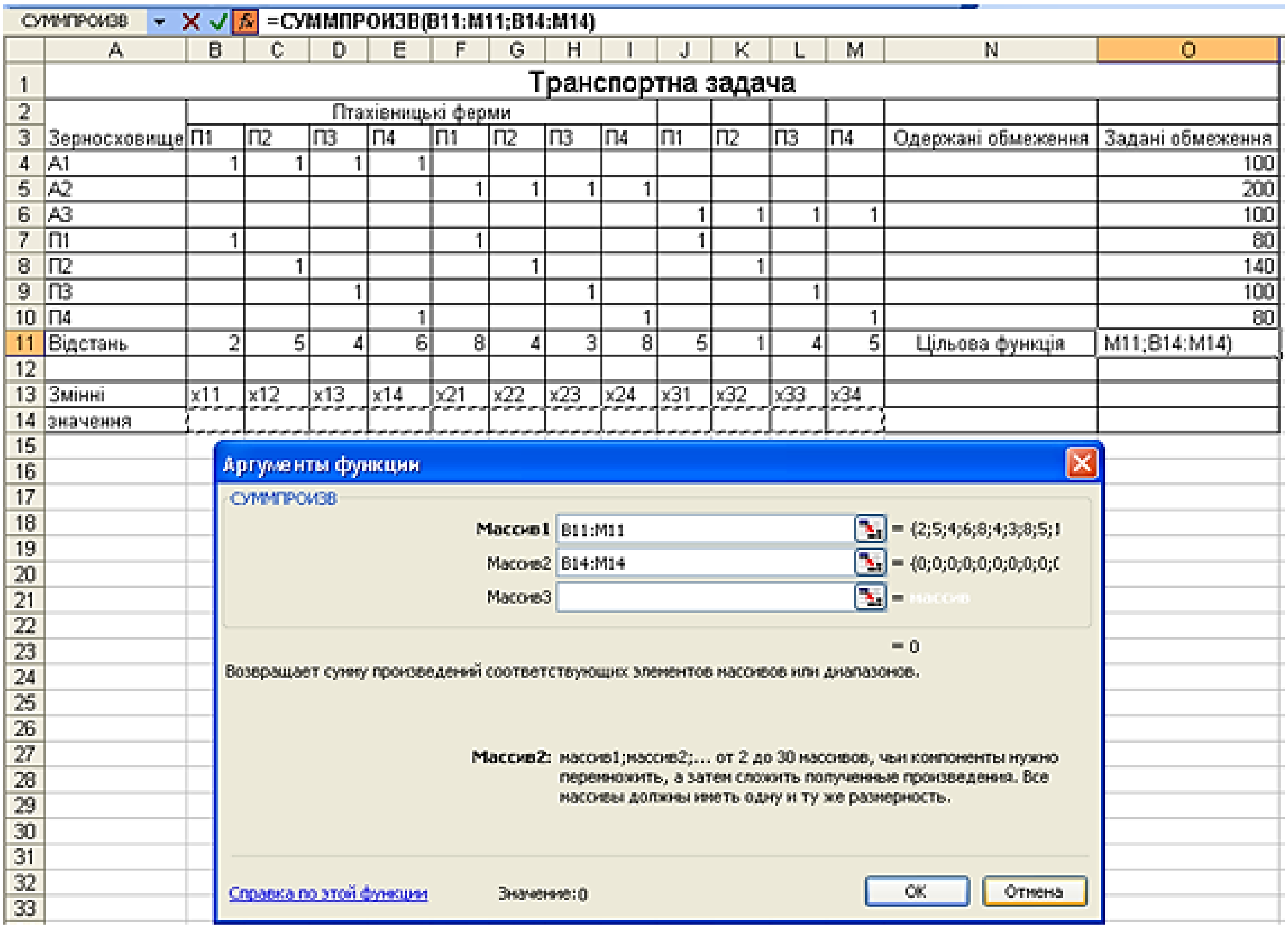


Рис. 2. Формування цільової функції

У діапазон клітин **O4:O10** введені значення правих частин обмежень. У клітини **N4:N10** введені формули для лівих частин обмежень. Тут також використовується функція **СУММПРОИЗВ**. Для її вибору і роботи з нею варто зробити дії, зазначені у попередньому пункті.

Так у клітину **N4** варто ввести: **СУММПРОИЗВ(B4:M4;B14:M14);** у клітину **N5**: **СУММПРОИЗВ(B5:M5;B14:M14)** і т. п.

Запускаємо сервісну програму *«ПОИСК РЕШЕНИЯ»*:

– навести курсор у поле *Установить целевую функцию*.
– ввести адресу клітини **O11**.
– ввести напрямок цільової функції (мінімального значення).

Ввести адреси змінних:

– навести курсор у поле *«Изменяя ячейки»* (рис. 3).
– ввести адреси **B14:M14**.

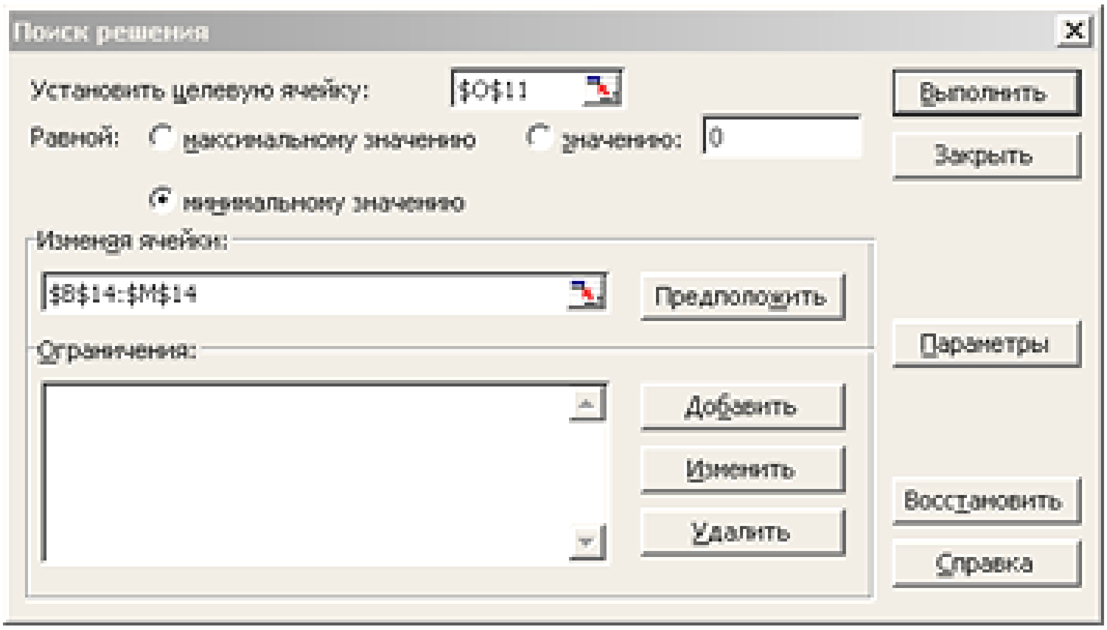


Рис. 3. Введення адреси **B14:M14**

Вводимо обмеження:

– курсор у поле *Добавить,* з'являється діалогове вікно *Добавление ограничений* (рис. 4).
– ввести знак обмеження та обсяг обмеження ***N4:O4***.

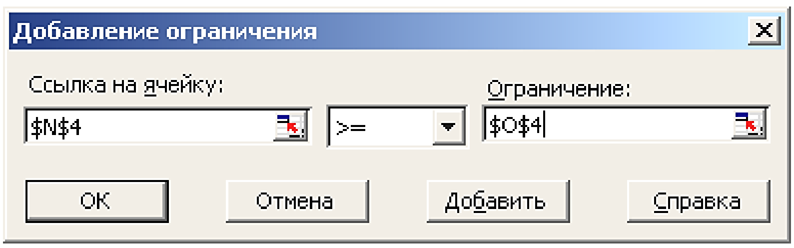


Рис. 4. Формування обмежень ***N4:O4***

Натиснути «Добавить»

Ввести знак обмеження та обсяг обмеження ***N5:O5***.

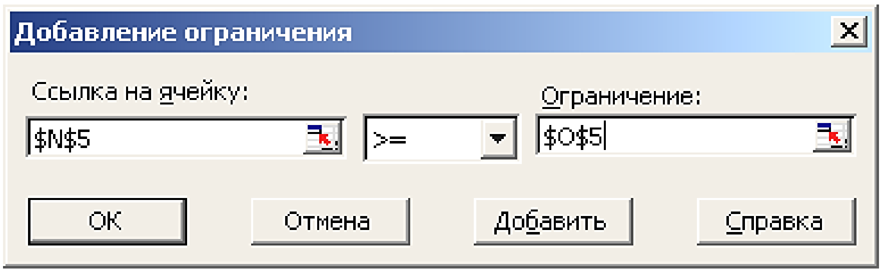


Рис. 5. Формування обмежень.***N5:O5***

Цю операцію необхідно продовжувати доки не буде введено останнє обмеження ***N10:O10***. Далі потрібно натиснути ***ОК.***

На екрані з'являється діалогове вікно *«Поиск решения»* з введеними умовами (рис. 6)

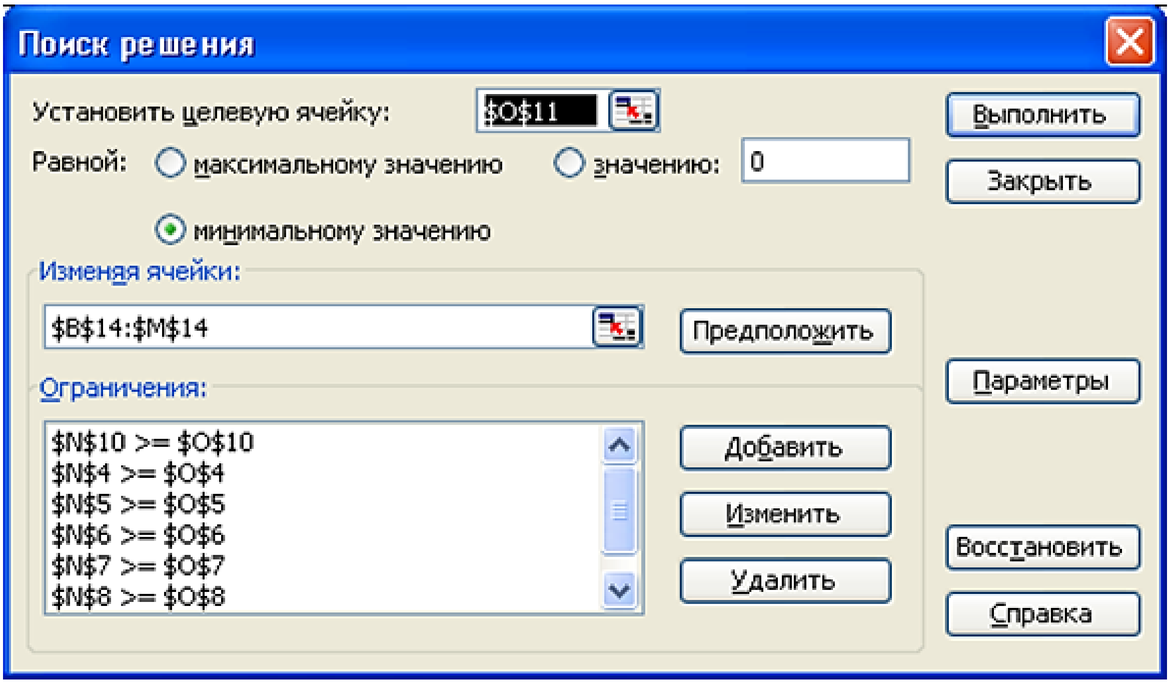


Рис. 6. Сформовані та введені всі умови для розв'язку задачі

– Необхідно натиснути «Параметри»

– Відмітити позначку *Линейная модель,* що забезпечує використання симплекс-методу, та позначити прапорцем *«Неотрицательные значения».*

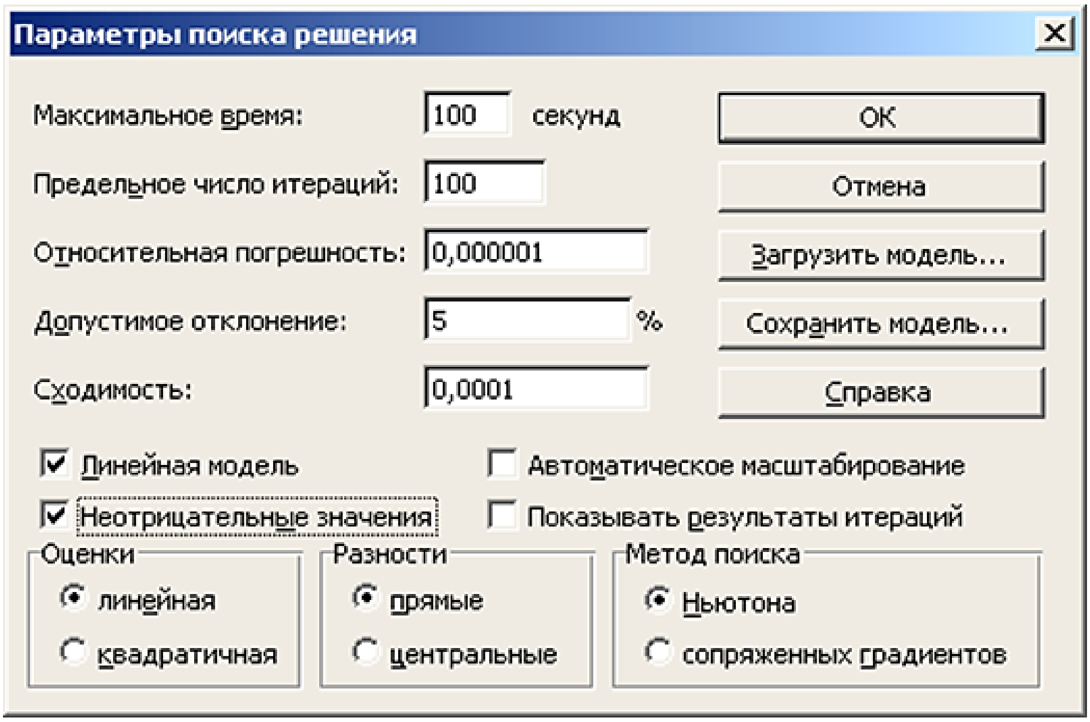
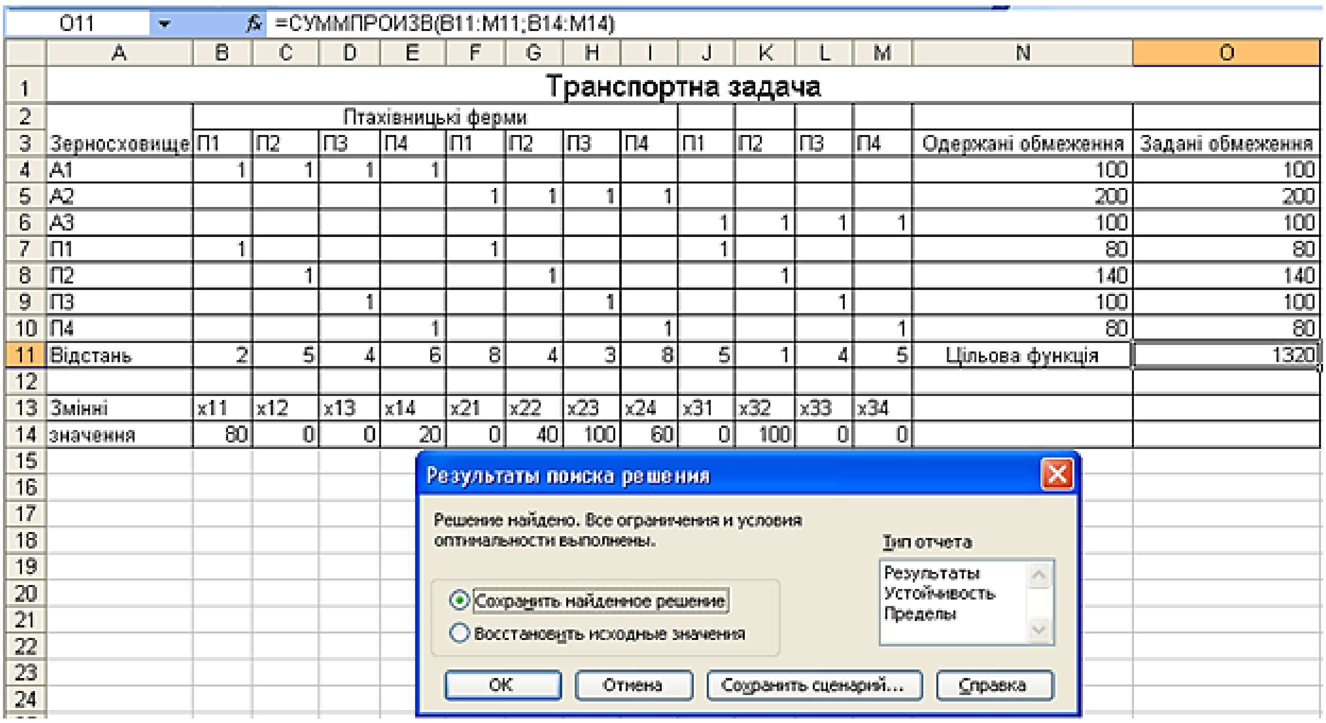


Рис. 7. Параметри для ЗЛП

– ОК. На екрані знов з'явиться вікно *«Поиска решения»*.

– Необхідно натиснути «Выполнить».



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
3	Зерносховище	П1	П2	П3	П4	П1	П2	П3	П4	П1	П2	П3	П4	Одержані обмеження	Задані обмеження
4	А1	1	1	1	1									100	100
5	А2					1	1	1	1					200	200
6	А3									1	1	1	1	100	100
7	П1	1				1				1				80	80
8	П2		1				1				1			140	140
9	П3			1				1				1		100	100
10	П4				1				1				1	80	80
11	Відстань	2	5	4	6	8	4	3	8	5	1	4	5	Цільова функція	1320
13	Змінні	x11	x12	x13	x14	x21	x22	x23	x24	x31	x32	x33	x34		
14	значення	80	0	0	20	0	40	100	60	0	100	0	0		

Рис. 8. Оптимальний розв'язок знайдено

Аналіз розв’язку задачі

Відповідно до цього плану перевезень для птахівницької ферми П1 – 80 тис. т. та для П4 – 20 тис. т. зерна треба перевозити з зерносховища А1, для ферм П2 – 40 тис. т., П3 – 100 тис. т. та П4 – 60 тис. т зерна з зерносховища А2, для ферми П2 – 100 тис. т. зерна з зерносховища А3. При такому варіанті пробіг вантажівок буде найменшим і дорівнюватиме 1320 тис.т/км.

ФОРМУВАННЯ ЗВІТУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ПОШУКУ РОЗВ’ЯЗКУ

A1 Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам

Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам
Рабочий лист: [Книга1]Лист1
Отчет создан: 04.08.2008 11:10:46

Целевая ячейка (Минимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
$O$11	Цільова функція Задані обмеження	0	1320

Изменяемые ячейки

Ячейка	Имя	Исходное значение	Результат
$B$14	значення x11	0	80
$C$14	значення x12	0	0
$D$14	значення x13	0	0
$E$14	значення x14	0	20
$F$14	значення x21	0	0
$G$14	значення x22	0	40
$H$14	значення x23	0	100
$I$14	значення x24	0	60
$J$14	значення x31	0	0
$K$14	значення x32	0	100
$L$14	значення x33	0	0
$M$14	значення x34	0	0

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
$N$5	А2 Одержані обмеження	200	$N$5>=$O$5	связанное	0
$N$6	А3 Одержані обмеження	100	$N$6>=$O$6	связанное	0
$N$7	П1 Одержані обмеження	80	$N$7>=$O$7	связанное	0
$N$8	П2 Одержані обмеження	140	$N$8>=$O$8	связанное	0
$N$10	П4 Одержані обмеження	80	$N$10>=$O$10	связанное	0
$N$4	А1 Одержані обмеження	100	$N$4>=$O$4	связанное	0
$N$9	П3 Одержані обмеження	100	$N$9>=$O$9	связанное	0

Рис. 9. Звіт за результатами пошуку

Контрольні запитання для самоперевірки знань

1. Для чого застосовують транспортну задачу?
2. Як здійснюється алгоритм розв'язання транспортної задачі?
3. Як будується опорний план діагональним методом?
4. В чому суть методу мінімальної вартості?
5. Як працює метод подвійних відміток?
6. В чому полягає алгоритм знаходження оптимального плану методом потенціалів?
7. Що називають ланцюгом транспортної задачі?

Навчальне видання

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ. МЕТОД ПОТЕНЦІАЛІВ

Методичні вказівки
до виконання практичної роботи з навчальної дисципліни
«Моделювання технологічних процесів та систем»

Укладач:

КИРИЧЕНКО Роман Васильович

Формат 60х84/16. Гарнітура Times New Roman.
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 0,83.
Тираж 100 пр.
Державний біотехнологічний університет.
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44.