Практична робота №1
ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТНОГО ТИПУ

Мета: навчитися формулювати і вирішувати оптимізаційні завдання засобами MS Excel оволодіти практичними навичками економічного аналізу оптимального плану

1.1. Задачі лінійного програмування (ЗЛП)

1.1.1. Постановка задачі

Меблева фабрика виробляє недорогі столи і стільці. У розпорядженні фабрики 4 види ресурсів, запаси яких обмежені. Потреби в ресурсах і можливості щодо їх використання (запаси) протягом доби наведені в табл. 1. Кожний проданий стіл приносить прибуток в $ 7, а проданий стілець – в $ 5.

Таблиця 1.1 - Вихідні дані

Ресурс	Потреба у ресурсі		Денний запас ресурсу
	Столи	Стільці	
Теслярська ділянка, хв.	4	3	240
Ділянка фарбування, хв.	2	1	100
Ділянка контролю, хв.	0,5	0,6	36
Деревина (кв. м)	32	10	1248

Визначити оптимальний план виробництва меблевої фабрики, при якому прибуток буде максимальним.

1.1.2. Економіко-математична модель

Система змінних:

x_1 – кількість столів, шт.

x_2 – кількість стільців, шт.

Система обмежень:

1. По ресурсу теслярської ділянки
   $4x_1 + 3x_2 \leq 240$
2. По ресурсу ділянки фарбування
   $2x_1 + x_2 \leq 100$
3. По ресурсу ділянки контролю
   $0,5x_1 + 0,6x_2 \leq 36$
4. По ресурсу деревини
   $32x_1 + 10x_2 \leq 1248$

Критерій оптимальності – максимальний прибуток, тобто цільова функція (ЦФ) має вигляд:

$$F=7x_1+7x_2 \rightarrow max$$

1.1.3. Етапи розв'язання задачі в середовищі Excel.

1. В книзі Excel «До Лаб 1» відкрийте Лист з ім'ям ЗЛП, що містить таблицю з вихідними числовими даними, як на рис. 1.

	A	B	C	D	E	F
1	Назва обмеження	Столи	Стільці	Обмеження		
2		x1	x2	Ліва частина	Знак	Права частина
3	Змінні					
4	Теслярська ділянка, хв.	4	3		≤	240
5	Ділянка фарбування, хв.	2	1		≤	100
6	Ділянка контролю, хв.	0,5	0,6		≤	36
7	Древина (кв. м)	32	10		≤	1248
8	Прибуток, $	7	5		max	

Рисунок 1.1 - Матриця економіко-математичної моделі задачі у вигляді електронної таблиці Excel

2. Заповніть електронну таблицю формулами, необхідними для створення обмежень. Наприклад, для обмеження на ресурс Теслярська ділянка – у комірку D11 стовпчика «Права частина» введіть = СУММПРОИЗВ (B4:C4;B$3:C$3). Аналогічно, за допомогою копіювання, заповніть комірки по інших трьох обмеженнях;

3. У комірку F8 запишіть формулу для ЦФ= СУММПРОИЗВ (B8:C8; B3:C3).

Результат виконання пунктів 2 – 3 у режимі формул показаний на рисунку 1.2.

Назва обмеження	Столи	Стільці	Обмеження		
	x1	x2	Ліва частина	Знак	Права частина
Змінні					
Теслярська ділянка, хв.	4	3	=СУММПРОИЗВ(B4:C4;B$3:C$3)	≤	240
Ділянка фарбування,	2	1	=СУММПРОИЗВ(B5:C5;B$3:C$3)	≤	100
Ділянка контролю, хв.	0,5	0,6	=СУММПРОИЗВ(B6:C6;B$3:C$3)	≤	36
Древина (кв. м)	32	10	=СУММПРОИЗВ(B7:C7;B$3:C$3)	≤	1248
Прибуток, $	7	5		max	=СУММПРОИЗВ(B8:C8;B3:C3)

Рисунок 1.2 - Фрагмент робочого листа в режимі формул

4. Для пошуку оптимального набору значень параметрів плану виробництва, який відповідає максимальному значенню ЦФ (прибунку), слід скористатися надбудовою Поиск решения. Заповніть діалогове вікно, як на Рис. 1.3.

3. Натискання кнопки Добавить, дозволяє вводити необхідні обмеження (рис. 1.4).

4. Натиснувши кнопку Найти решение, одержимо результат (Рис. 1.5).

5. Перейменуйте лист з отриманим результатом під ім'ям «ЗЛП-1».

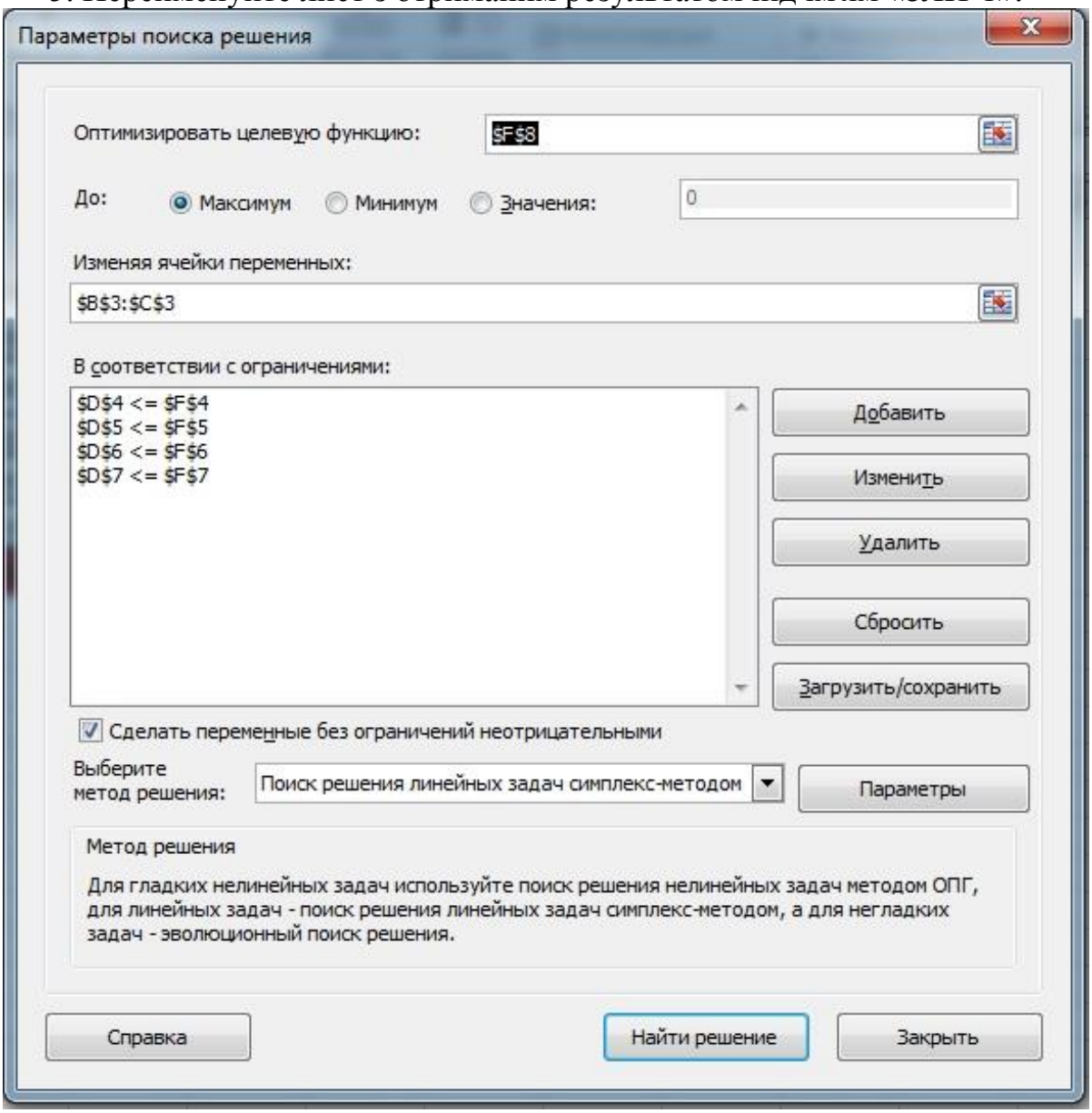

Рисунок 1.3 - Діалогове вікно Поиск решения

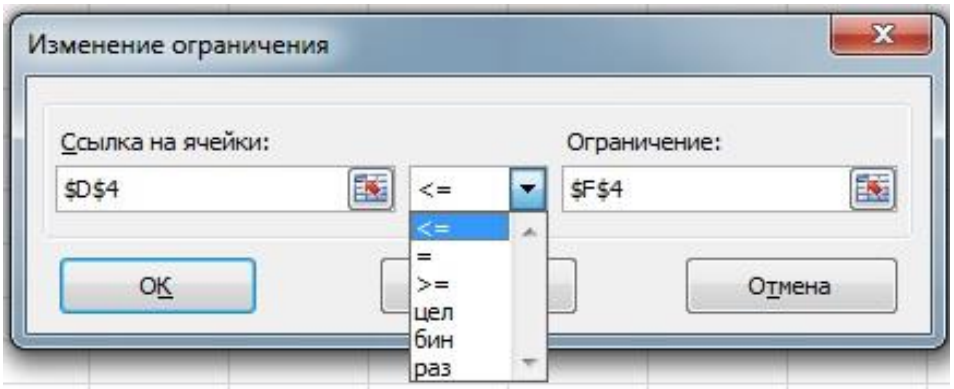

Рисунок 1.4 - Вікно вводу обмежень

Висновок: оптимальний план денного виробництва меблевої фабрики: 27 столів і 37 стільців. При цьому досягається максимальний прибуток у 377,6 доларів на день.

	A	B	C	D	E	F
1	Назва обмеження	Столи	Стільці	Обмеження		
2		x1	x2	Ліва частина	Знак	Права частина
3	Змінні	27,4	37,2			
4	Теслярська ділянка, хв.	4	3	221,1	≤	240
5	Ділянка фарбування, хв.	2	1	91,9	≤	100
6	Ділянка контролю, хв.	0,5	0,6	36,0	≤	36
7	Древина (кв. м)	32	10	1248,0	≤	1248
8	Прибуток, $	7	5		max	377,58

Рисунок 1.5 - Результат розв’язання задачі лінійного програмування

1.1.4. Аналіз чутливості оптимального плану.

Неминуче коливання значень таких економічних параметрів, як ціни на продукцію та сировину, запаси сировини, попит на ринку і т.д. може призвести до неоптимальності або непридатності попереднього режиму роботи.

Для врахування подібних ситуацій проводиться аналіз чутливості, тобто аналіз того, як можливі зміни параметрів вихідної моделі вплинуть на отримане раніше оптимальне рішення задачі лінійного програмування.

Застосовуючи надбудову пошуку рішення, ми окрім знаходження оптимального рішення отримаємо 3 листа із звітами, серед яких Звіт зі стійкості, який є найкориснішим при аналізі чутливості оптимального плану.

Звіт по стійкості складається з 2 таблиць (Рис. 1.6):

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Microsoft Excel 14.0 Отчет об устойчивости							
2	Лист: [Книга1]Лист1							
3	Отчет создан: 13.08.2013 13:32:38							
4								
5								
6	Ячейки переменных							
7				Окончательное	Приведенн.	Целевая функция	Допустимое	Допустимое
8		Ячейка	Имя	Значение	Стоимость	Коэффициент	Увеличение	Уменьшение
9		$B$3	Змінні x1	27,38	0	7	9	2,83
10		$C$3	Змінні x2	37,18	0	5	3,4	2,81
11								
12	Ограничения							
13				Окончательное	Тень	Ограничение	Допустимое	Допустимое
14		Ячейка	Имя	Значение	Цена	Правая сторона	Увеличение	Уменьшение
15		$D$4	Теслярська ділянка, хв.	221,07	0	240	1E+30	18,93
16		$D$5	Ділянка фарбування, хв.	91,94	0	100	1E+30	8,06
17		$D$6	Ділянка контролю, хв.	36	6,34	36	4,8	16,5
18		$D$7	Древина (кв. м)	1248	0,12	1248	163,43	648

Рисунок 1.6 - Звіт зі стійкості

***1 – Комірки, що змінюються* (*Изменяемые ячейки*)**. Крім імені змінних і адрес комірок в ній присутні стовпчики:

Остаточне значення – це оптимальний план.

Приведена (нормована, редукована) вартість – показує, на скільки зміниться значення в цільовій комірці при збільшенні значення в комірці, що змінюється на одну одиницю. Тобто в нашій задачі, вона показує, на скільки зміниться цільова функція після примусового включення одиниці цієї продукції в оптимальний план. Якщо, наприклад, продукт рентабельний, то нормована вартість дорівнюватиме 0. У нашому прикладі нормована вартість дорівнює 0 і для столів і для стільців, тому що продукція рентабельна.

Цільовий коефіцієнт – значення коефіцієнтів цільової функції. У нашому прикладі – питомий прибуток – 7 і 5 грн./шт.

Допустиме збільшення, допустиме зменшення – показує межі змін цільових коефіцієнтів, при яких зберігається набір змінних, що входять в оптимальне рішення, але змінюється оптимальне значення цільової функції. Наприклад, якщо вартість стола збільшиться на 9 і більше грошових одиниць (наприклад, до 17 гр. од.), то зміниться набір змінних, що входять в оптимальне рішення. Який саме буде оптимальний план, ми сказати не можемо.

2 – Обмеження. Крім імені змінних і адрес комірок в ній присутні стовпчики:

Остаточне значення – значення лівої частини обмеження при оптимальному плані. Тобто скільки фактично використано ресурсу. Наприклад, Теслярська ділянка – 221,07 хв., Деревина – 1248 кв.м.

Тіньова ціна – зміна цільової функції при зміні дефіцитного ресурсу на 1 одиницю. Тіньова ціна недефіцитного ресурсу буде дорівнює 0. Наприклад, зміни кількості ресурсу Теслярської ділянки або ділянки фарбування не вплине на значення цільової функції (= 0). Якщо ж збільшити ресурс ділянки контролю на 2 хв. (до 38 хв.), то цільова функція збільшиться на 2 * 6,34 = 12,68 гр. од. і стане рівною 377,58 + 12,68 = 390,26 гр. од.

Обмеження. Права частина – показує обсяг певного обмеження, наприклад, наявний запас ресурсу.

Допустиме збільшення, допустиме зменшення – показує, на скільки можна змінити праву частину обмеження до того моменту поки це буде впливати на базисний набір змінних, що входять в оптимальне рішення вихідної задачі. Наприклад, при зменшенні запасу часу на ділянці контролю більше, ніж на 4,8 хв. або його збільшенні більше, ніж на 16,5 хв., тобто його знаходження за межами від 19,5 до 40,8 хв. обсяг ресурсу вже не впливатиме на оптимальний план виробництва.

1.1.5. Додаткові умови

Введемо до вихідних даних задачі умови, що щоденне виробництво стільців повинно становити не менше 40 шт., а також додамо умову цілочисельності змінних.

Додаткове обмеження в системі обмежень виглядатимуть:

$$x_2 \geq 40$$

x_1, x_2 – цілі числа

Етапи розв'язання

1.Скопіюйте лист «ЗЛП-1».

2.Додайте Додаткове обмеження до параметрів пошуку рішення, як показано на рисунку 1.7

3. За допомогою кнопки Добавить, вводимо додаткові обмеження(Рис. 1.8).

4. Натиснувши кнопку Найти решение, одержимо результат (Рис. 1.9).

5. Перейменуйте лист з отриманим результатом під ім'ям «ЗЛП-2».

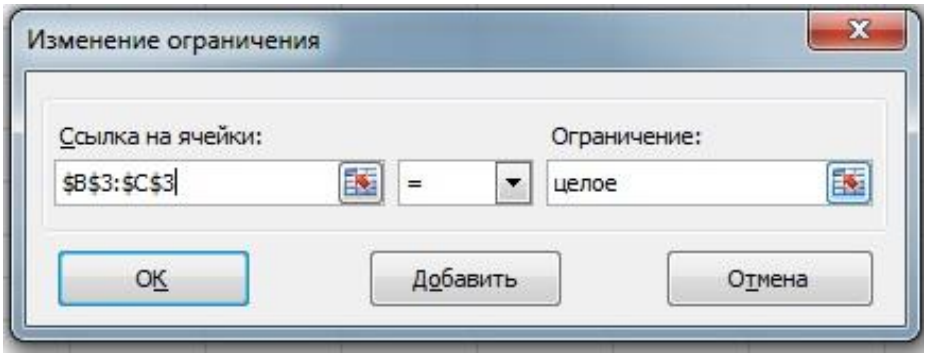

Рисунок 1.7 - Введення додаткових обмежень

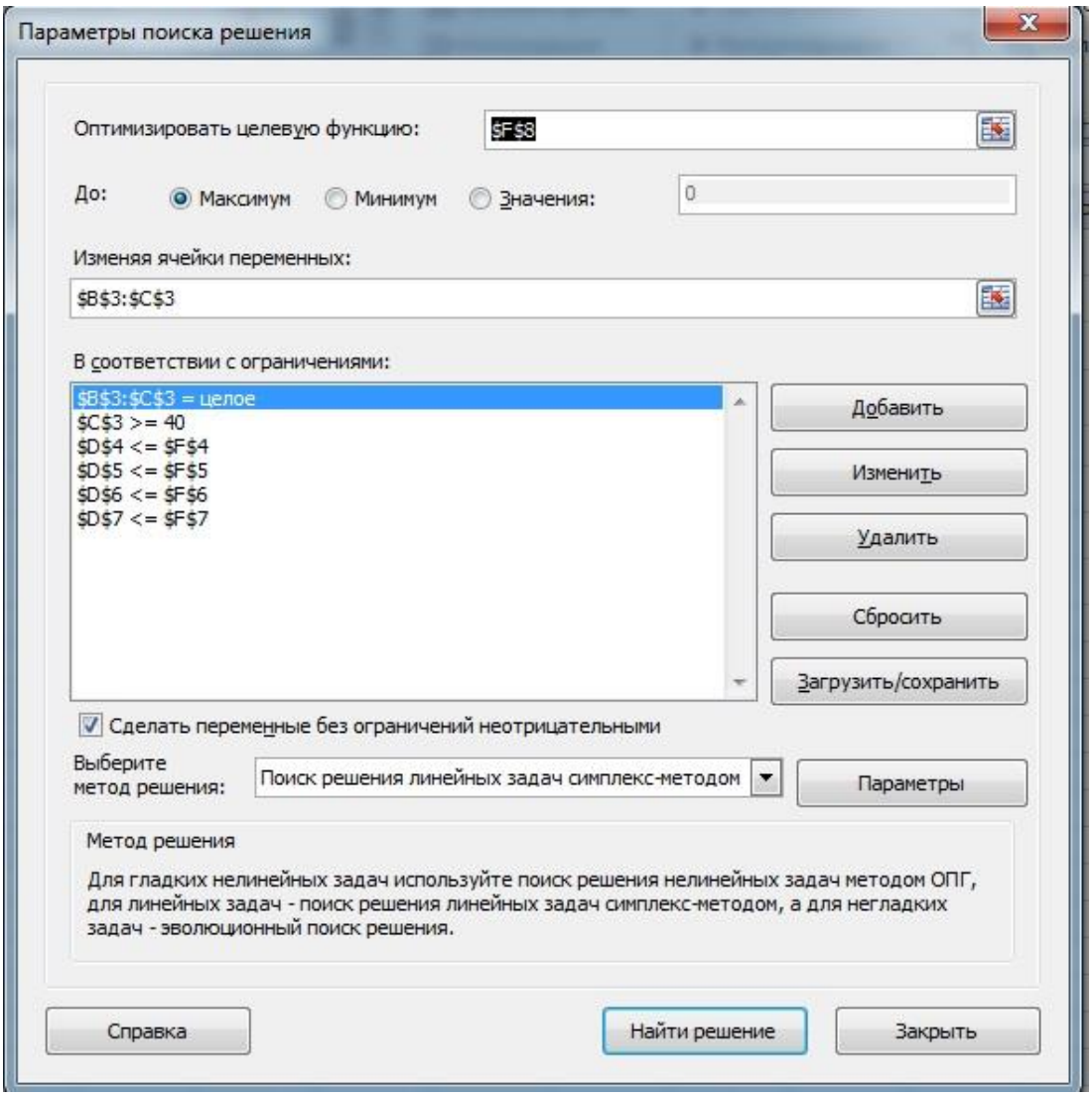

Рисунок 1.8 - Діалогове вікно Поиск решения з додатковими умовами

	A	B	C	D	E	F
1	Назва обмеження	Столи	Стільці	Обмеження		
2		x1	x2	Ліва частина	Знак	Права частина
3	Змінні	24,0	40,0			
4	Теслярська ділянка, хв.	4	3	216,0	≤	240
5	Ділянка фарбування, хв.	2	1	88,0	≤	100
6	Ділянка контролю, хв.	0,5	0,6	36,0	≤	36
7	Древина (кв. м)	32	10	1168,0	≤	1248
8	Прибуток, $	7	5		max	368,00

Рисунок 1.9 - Результат розв’язання задачі лінійного програмування з додатковими умовами

Висновок: оптимальний план денного виробництва меблевої фабрики: 24 столи і 40 стільців. При цьому досягається максимальний прибуток у 368 доларів на день.

1.2 Розв'язання транспортної задачі в Excel

1.2.1 Транспортна задача з закритою моделлю.

У задачах з закритою моделлю запаси постачальників збігаються з потребами споживачів.

Постановка задачі.

Визначити план доставки вантажів від постачальників споживачам за умови мінімальної сумарної вартості всіх перевезень. Умови задачі представлено в Таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Вихідні дані

Споживачі / Постачальники	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.
	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4	
Постачальник 1	2	3	5	4	30
Постачальник 2	3	2	4	1	40
Постачальник 3	4	3	2	6	20
Потреба, шт.	20	25	35	10	90

У кожній з перших трьох рядків таблиці вказані постачальник, тарифи на перевезення до кожного споживача і величина запасу. У нижньому рядку вказані потреби, причому, сума по рядку «Потреба» дорівнює сумі за стовпцем «Запаси на складі».

Математична модель:

Система змінних:

Всі величини $x_{11} - x_{34}$ є шуканими ***змінними*** – кількість перевезеного вантажу відповідним постачальником відповідному споживачеві, шт.:

x_{11} – кількість вантажу, перевезеного Постачальником 1 Споживачу 1;

…

x_{34} – кількість вантажу, перевезеного Постачальником 3 Споживачу 4

Система обмежень

1. Усі вантажі постачальників мають бути вивезені

2.Усі потреби споживачів мають бути задоволені

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}=30 \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}=40 \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}=20 \end{cases} = \begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}=20 \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}=25 \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}=35 \\ x_{14}+x_{24}+x_{34}=10 \end{cases}$$

Критерій оптимальності – загальна вартість перевезень, яка дорівнює сумі вартостей усіх перевезень. *Цільова функція* (ЦФ) має вигляд :

$$F = 2x11 + 3X12 + 5X13 + 4X14 + 3X21 + 2X22 + 4X23 + 1X24 + 4X31 + 3X32 + 2X33 + 6X34 \rightarrow min$$

Етапи розв'язання в середовищі Excel.

1. Відкрийте Лист Excel з ім'ям ТЗ, що містить таблицю з вихідними числовими даними, і створіть робочу таблицю із змінними комірками, в які будуть записуватися шукані результати плану перевезень, як на рисунок 1.10.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Споживачі	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.	
2	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
3	Постачальник 1	2	3	5	4	30	
4	Постачальник 2	3	2	4	1	40	
5	Постачальник 3	4	3	2	6	20	
6	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	
7							
8							
9	Споживачі	План доставки				Використано, шт.	Запаси на складі, шт.
10	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
11	Постачальник 1						30
12	Постачальник 2						40
13	Постачальник 3						20
14	Обсяг поставки, шт.					Загальні суми	90
15	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	співпадає
16	Загальна вартість перевезень, гр. од.						0

Рисунок 1.10 - Фрагмент листа Excel с вихідними даними

2. У таблиці «План доставки» продубльовані стовпчик «Запаси на складі» і рядок «Потреба» (за допомогою посилань – див. Рис. 1.22), додані:

• стовпчик «Використано»,

• рядок «Обсяг доставки»,

• комірку «Загальні суми».

3. Заповніть таблицю «План доставки» формулами, необхідними для створення обмежень (Рис. 1.11, 13):

• обмеження на запаси – у комірку F11 стовпчика «Використано» введіть = СУММ (B11: E11), а потім скопіюйте цю формулу в комірки F12: F13;

• обмеження на потреби – у комірку B14 рядка «Обсяг доставки» = СУММ (B11: B13) і скопіюйте її в комірки C14: E14.

4. Запишіть загальні суми по стовпцях і рядках:

• у комірку G14 – по стовпчику «Запаси на складі» = СУММ (G11: G13);

• у комірку F15 – по стовпчику «Потреба» = СУММ (B15: E15);

• у комірку G15 введіть логічну формулу для контролю загальних сум: = ЕСЛИ (F15 = G14; "співпадає"; не співпадає). У задачі із закритою моделлю значення цієї функції – «співпадає» (рис.11).

5. У комірку G16 запишіть формулу для ЦФ: СУММПРОИЗВ (B3:E5; B11:E13).

Результат виконання пунктів 2 – 5 в числовому і формульному режимах показаний на (Рис. 1.12 і 1.13)

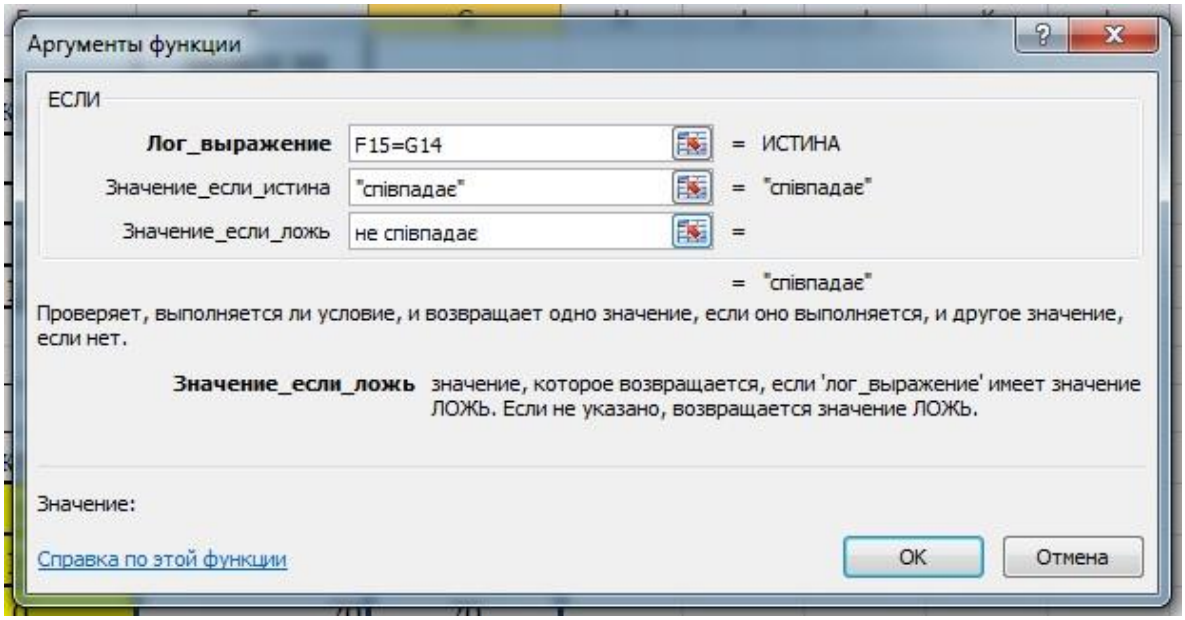

Рисунок 1.11 - Діалогове вікно логічної функції ЕСЛИ

	A	B	C	D	E	F	G
1	Споживачі	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.	
2	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
3	Постачальник 1	2	3	5	4	30	
4	Постачальник 2	3	2	4	1	40	
5	Постачальник 3	4	3	2	6	20	
6	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	
7							
8							
9	Споживачі	План доставки				Використано, шт.	Запаси на складі, шт.
10	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
11	Постачальник 1					0	30
12	Постачальник 2					0	40
13	Постачальник 3					0	20
14	Обсяг поставки, шт.	0	0	0	0	Загальні суми	90
15	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	співпадає
16	Загальна вартість перевезень, гр. од.						0

Рисунок 1.12 - Фрагмент робочого листа в числовому режимі

	A	B	C	D	E	F	G
1	Споживачі	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.	
2	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
3	Постачальник 1	2	3	5	4	30	
4	Постачальник 2	3	2	4	1	40	
5	Постачальник 3	4	3	2	6	20	
6	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	
7							
8							
9	Споживачі	План доставки				Використано, шт.	=F1
10	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
11	Постачальник 1					=СУММ(B11:E11)	=F3
12	Постачальник 2					=СУММ(B12:E12)	=F4
13	Постачальник 3					=СУММ(B13:E13)	=F5
14	Обсяг поставки, шт.	=СУММ(B11	=C5	=D5	=E5	Загальні суми	=СУММ(G11:G13)
15	=A6	=B6	=C6	=D6	=E6	=СУММ(B15:E15)	=ЕСЛИ(G14=F15;"співпадає";"не співпадає")
16	Загальна вартість перевезень, гр. од.						=СУММПРОИЗВ(B3:E5;B11:E13)

Рисунок 1.13 - Фрагмент робочого листа в режимі формул

6. Обмеження, що накладаються, наведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Обмеження задачі

Поле «Ссылка на ячейку»	Тип обмеження	Поле «Обмеження»	Примітка
$B$14:$E$14	=	$B$15:$E$15	Умова повного задоволення потреб
$F$11:$F$13	=	$G$11:$G$13	Умова повного розподілу запасів
$B$11:$E$13	>=	0	Умова невід'ємності кількостей продукту, що перевозять (встановіть у вікні «Параметры Поиска решения»)

7. Для пошуку оптимального набору значень параметрів плану доставки, який відповідає мінімальному значенню ЦФ (загальної вартості всіх перевезень), слід скористатися надбудовою Поиск решения. Заповніть діалогове вікно, як на Рис. 1.14.

8. Натиснувши кнопку Найти решение, одержимо результат (Рис. 1.15).

9. Перейменуйте лист з отриманим результатом під ім'ям «Закрита модель».

Висновок: оптимальним є план доставки, при якому:

- Постачальник 1 доставить 20 шт. вантажів Споживачу 1 та 10 шт. – Споживачу 2;
- Постачальник 2 доставить 25 шт. вантажів Споживачу 2, 5 шт. – Споживачу 3 та 10 шт. – Споживачу 4;
- Постачальник 2 доставить всі 20 шт. вантажів Споживачу 3.

Загальна вартість перевезень складе 210 гр. од.

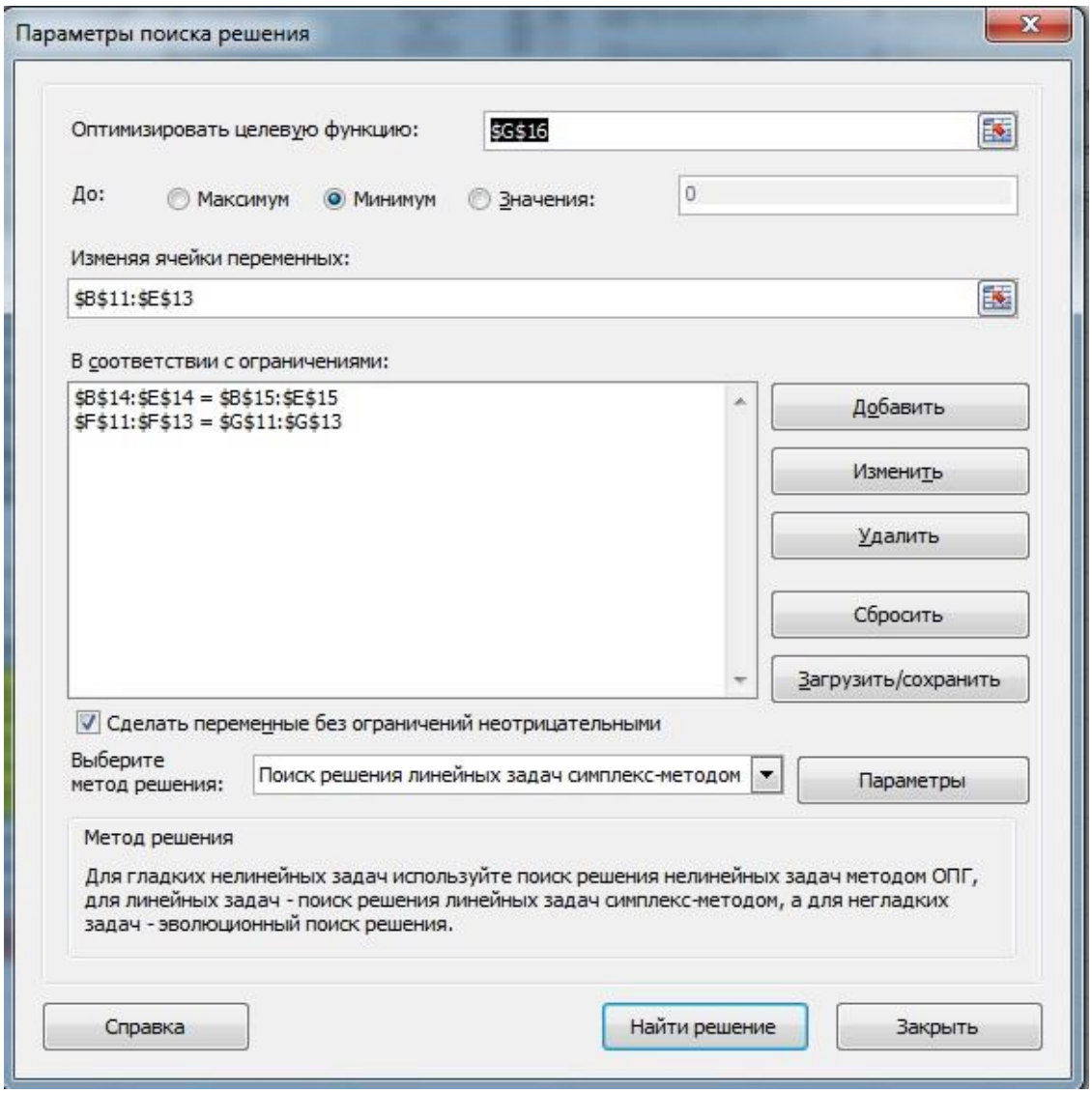

Рисунок 1.14 - Діалогове вікно Поиск решения

Споживачі / Постачальники	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.
	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4	
Постачальник 1	2	3	5	4	30
Постачальник 2	3	2	4	1	40
Постачальник 3	4	3	2	6	20
Потреба, шт.	20	25	35	10	90

Споживачі / Постачальники	План доставки				Використано, шт.	Запаси на складі, шт.
	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
Постачальник 1	20	0	10	0	30	30
Постачальник 2	0	25	5	10	40	40
Постачальник 3	0	0	20	0	20	20
Обсяг поставки, шт.	20	25	35	10	Загальні суми	90
Потреба, шт.	20	25	35	10	90	співпадає
Загальна вартість перевезень, гр. од.						210

Рисунок 1.15 - Результат розв’язання закритої моделі транспортної задачі

1.2.2. Транспортна задача з відкритою моделлю

У задачах з відкритою моделлю запаси постачальників не рівні потребам споживачів.

А) Відкрита модель-1:
запаси постачальників більше потреб споживачів.

Економіко-математична модель аналогічна закритій, але ***система обмежень*** коректується:

1. Не всі вантажі постачальників можуть бути вивезені

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}\le 30 \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}\le 40 \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}\le 20 \end{cases}$$

2.Усі потреби споживачів мають бути задоволені

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}=20 \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}=25 \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}=35 \\ x_{14}+x_{24}+x_{34}=10 \end{cases}$$

Етапи розв'язання

1. Відкрийте Лист Excel із закритою моделлю. Скопіюйте лист та видаліть з плану доставки отримані результати. Змініть дані в стовпці «Запаси на складі», відповідно до табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Вихідні дані – відкрита модель 1

Постачальники	Запаси на складі, шт.
Постачальник 1	35
Постачальник 2	40
Постачальник 3	25

Зміниться загальна сума запасів на складі (100) і в комірці G15 з'явиться повідомлення «не співпадає».

2. Ця ситуація призведе до того, що вичерпані будуть не всі запаси, Змініть одне з обмежень, як на рис.16, де нерівність $F$11:$F$13 <= $G$11: $G$13 означає умову неповного розподілу запасів.

3. Результат рішення – на рис.17.

4. Перейменуйте лист з отриманим результатом під ім'ям «Відкрита модель-1».

Висновок: в результаті реалізації оптимального плану перевезень Постачальник 1 використає лише 25 з 35 шт. вантажу, тобто залишок на складі становитиме 10 шт. Загальна вартість перевезень складе 195 гр. од.

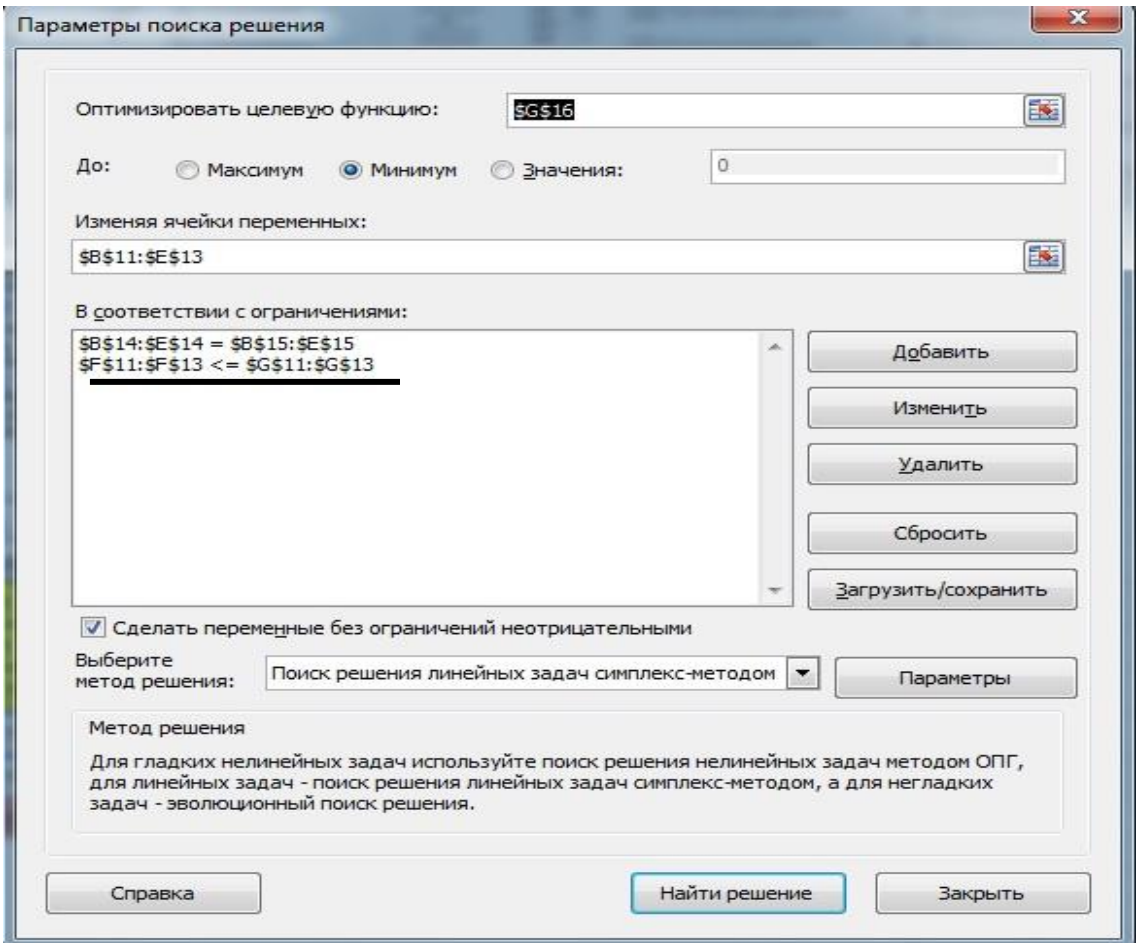

Рисунок 1.16 - Заповнення діалогового вікна Поиск решения

	A	B	C	D	E	F	G
1	Споживачі	Тарифи, гр. од.				Запаси на складі, шт.	
2	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
3	Постачальник 1	2	3	5	4	35	
4	Постачальник 2	3	2	4	1	40	
5	Постачальник 3	4	3	2	6	25	
6	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	
7							
8							
9	Споживачі	План доставки				Використано, шт.	Запаси на складі, шт.
10	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4		
11	Постачальник 1	20	0	5	0	25	35
12	Постачальник 2	0	25	5	10	40	40
13	Постачальник 3	0	0	25	0	25	25
14	Обсяг поставки, шт.	20	25	35	10	Загальні суми	100
15	Потреба, шт.	20	25	35	10	90	не співпадає
16	Загальна вартість перевезень, гр. од.						195

Рисунок 1.17 - Результат розв’язання відкритої моделі-1 транспортної задачі

Відкрита модель-2:
Запаси постачальників менше потреб споживачів.

Економіко-математична модель аналогічна закритій, але ***система обмежень*** коректується:

1. Усі вантажі постачальників мають бути вивезені

$$\begin{cases} x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}=30 \\ x_{21}+x_{22}+x_{23}+x_{24}=40 \\ x_{31}+x_{32}+x_{33}+x_{34}=20 \end{cases}$$

2.Не всі потреби споживачів можуть бути задоволені

$$\begin{cases} x_{11}+x_{21}+x_{31}\le 20 \\ x_{12}+x_{22}+x_{32}\le 25 \\ x_{13}+x_{23}+x_{33}\le 35 \\ x_{14}+x_{24}+x_{34}\le 10 \end{cases}$$

Етапи розв'язання

1. Відкрийте Лист Excel із закритою моделлю. Скопіюйте лист та видаліть з плану доставки отримані результати. Змініть вихідні дані згідно з табл. 6.

Таблиця 1.6 - Вихідні дані – Відкрита модель-2

Споживачі	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4
Потреба, шт.	25	30	40	10

Зміниться загальна сума запасів на складі (90) і потреб (105). Значення комірки G15 – «не співпадає». 2. Виконайте пошук рішення в нових умовах, змінивши обмеження;

3. Вид обмежень показаний у вікні Пошуку рішення на рис.18, де вираз $B$14:$E$14 <= $B$15:$E$15 означає умову неповного задоволення потреб.

4. Результат розв'язання – на Рис. 1.19. Перейменуйте лист з отриманим результатом під ім'ям «Відкрита модель-2».

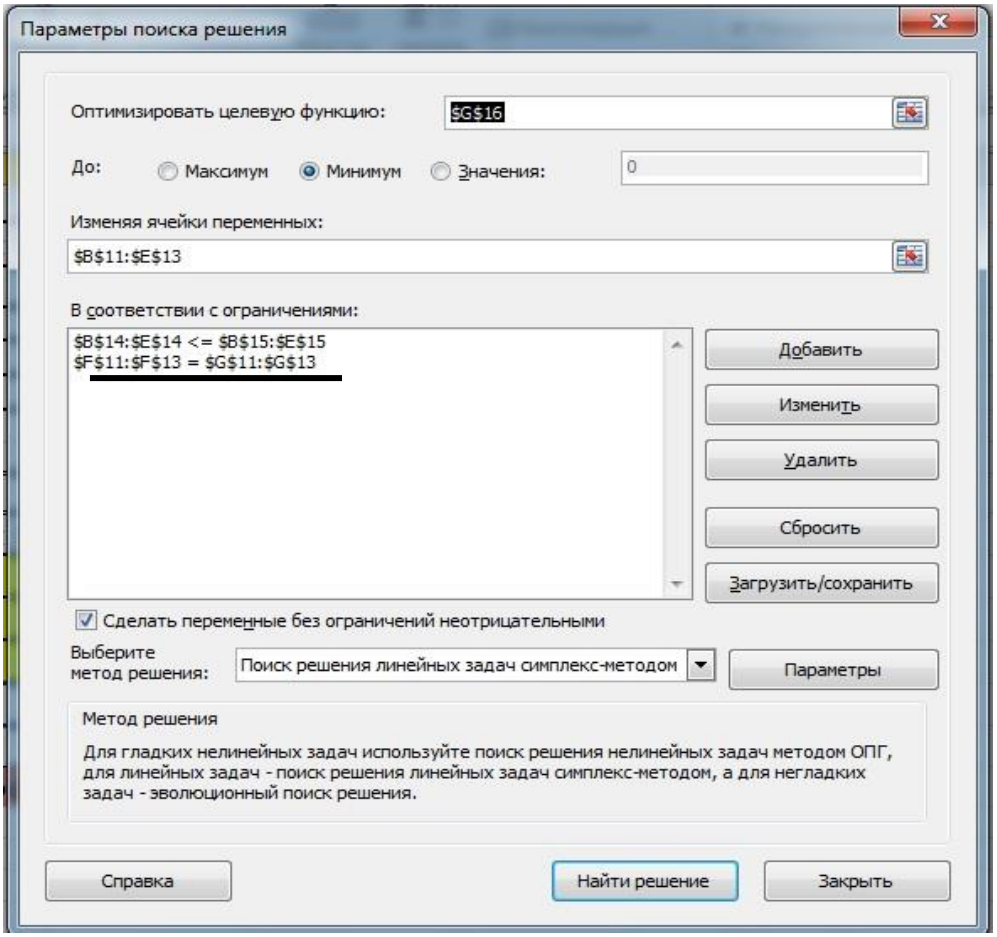

Рисунок 1.18 - Зміна обмежень пошуку рішення

	A	B	C	D	E	F	G
1	Споживачі	Тарифи, гр. од.				Запаси на	
2	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4	складі, шт.	
3	Постачальник 1	2	3	5	4	30	
4	Постачальник 2	3	2	4	1	40	
5	Постачальник 3	4	3	2	6	20	
6	Потреба, шт.	25	30	40	10	90	
7							
8							
9	Споживачі	План доставки				Використано,	Запаси на
10	Постачальники	Споживач 1	Споживач 2	Споживач 3	Споживач 4	шт.	складі, шт.
11	Постачальник 1	25	0	5	0	30	30
12	Постачальник 2	0	30	0	10	40	40
13	Постачальник 3	0	0	20	0	20	20
14	Обсяг поставки, шт.	25	30	25	10	Загальні суми	90
15	Потреба, шт.	25	30	40	10	105	не співпадає
16	Загальна вартість перевезень, гр. од.						185

Рисунок 1.19 - Результат розв’язання відкритої моделі-2 транспортної задачі

Висновок: в результаті реалізації оптимального плану перевезень Споживач 3 отримає лише 25 з 40 шт. вантажу, тобто дефіцит потреби становитиме 10 шт. Загальна вартість перевезень складе 185 гр. од.

!!! Збережіть виконане завдання у своїй папці.

Для довідок