

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до розрахункового завдання «Оптимізація виробничої програми підприємства» за розділом «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання» для студентів очної та заочної форми навчання спеціальностей 6.030601 «Менеджмент», 6.030501 «Економіка підприємства», 6.030509 «Облік та аудит», 6.030507 «Маркетинг», 6.030507 «Інтелектуальна власність»

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету  
протокол № 1 від 20.06.2012 р.

Харків  
НТУ «ХП»  
2013

**Методичні вказівки** до розрахункового завдання «Оптимізація виробничої програми підприємства» за розділом «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання» для студентів очної та заочної форми навчання спеціальностей 6.030601 «Менеджмент», 6.030501 «Економіка підприємства», 6.030509 «Облік та аудит», 6.030507 «Маркетинг», 6.030507 «Інтелектуальна власність» / Уклад. О.Є. Скворчевський, В.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Р.О. ПОБЕРЕЖНИЙ. – Х.: НТУ «ХП», 2013. – 36 с.

Укладачі: О.Є. Скворчевський  
В.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ  
Р.О. ПОБЕРЕЖНИЙ

Рецензент проф. Л.М. Любчик

Кафедра організації виробництва та управління персоналом

## Вступ

Метою цього видання є надання рекомендацій щодо виконання студентами розрахункового завдання (РЗ) за темою «Оптимізація виробничої програми підприємства» з розділу «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання».

Виконання РЗ дозволить студентам краще засвоїти принципи формалізації економічних оптимізаційних задач, їх розв'язання за допомогою надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel та аналізу чутливості отриманого рішення оптимального за певним критерієм.

Надбудова «Пошук рішення» Microsoft Excel є найбільш поширеним та визнаним серед економістів засобом розв'язання оптимізаційних задач. Використання зазначеної надбудови Microsoft Excel 2003 розглядається в багатьох підручниках та методичних вказівках. Перспективність цього видання полягає у вивченні надбудови «Пошук рішення», що працює у складі Microsoft Excel 2007 та Microsoft Excel 2010.

Між Microsoft Excel 2003 та Microsoft Excel 2007 існують принципові відмінності в інтерфейсі самої програми, однак діалогові вікна надбудови «Пошук рішення» практично не відрізняються. Порівняно із MS Excel 2003 та MS Excel 2007 в MS Excel 2010 надбудова «Пошук рішення» значно покращена як за своїми можливостями, так і за своїм інтерфейсом. У методичних рекомендаціях наведено алгоритм розв'язання оптимізаційної задачі як в Microsoft Excel 2007, так і в Microsoft Excel 2010. Студент виконує РЗ у тій чи іншій програмі за бажанням.

РЗ доцільно виконувати після прослуховування відповідної частини лекційного курсу, у якому більш глибоко розкриваються питання, наведені в методичних вказівках. А також після того, як студенти набудуть навичок розв'язання задач лінійного програмування за допомогою надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel на лабораторно-практичних заняттях за розділом «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання».

Успішне виконання студентом цього РЗ, як і вивчення інших тем розділу «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання», дозволить майбутнім спеціалістам використовувати методи оптимального планування та приймати науково обґрунтовані управлінські рішення.

## 1. Оптимізаційна задача та її формалізація

### 1.1. Оптимізаційна задача

Підприємство може виробляти десять видів продукції. При їх виробництві використовується дефіцитна сировина трьох видів. Норми витрати сировини на одиницю продукції та максимально можливе постачання на місяць наведено у табл. 1.1. Вона показує, що, наприклад, на 1 т продукції 1 необхідно 0,21 т сировини *A*, 0,37 т – *B*, сировина *C* при виробництві продукції 1 не використовуються.

Таблиця 1.1 – Показники використання та постачання сировини

Сировина	Норми витрати сировини на 1 т продукції, т										max постачання сировини, т/міс.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>A</i>	0,21		0,2	0,2	0,3		0,12	0,3	0,4	0,1	23
<i>B</i>	0,37	0,2	0,15		0,21	0,2	0,2	0,5		0,2	21,3
<i>C</i>		0,3	0,2	0,1	0,15	0,25		0,1		0,2	18

Виробництво продукції здійснюється на технологічній лінії (ТЛ). Норми витрати робочого часу ТЛ на 1 т кожного виду продукції та максимальний фонд робочого часу ТЛ на місяць подано у таблиці 1.2. У ній показано, що, наприклад, на 1 т продукції 1 необхідно 3,5 години робочого часу ТЛ.

Таблиця 1.2 – Показники використання технологічної лінії

Норми витрати робочого часу ТЛ на 1 т продукції, год										max фонд робочого часу ТЛ, год/міс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336

Підприємство має довгострокові контракти на постачання продукції 1–3-го виду у загальній кількості 60 т на місяць у довільному співвідношенні між ними. Надлишки цих видів продукції можуть надходити у вільний продаж.

Відомо, що продукція 4-, 5- та 6-го виду реалізується тільки у комплекті, причому на одиницю продукції 4-го виду продається 1,5 одиниці продукції 5-го та 2-го одиниці продукції 6.

Прибуток, який приносить підприємству реалізація 1 т продукту кожного виду, вказано у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Прибуток підприємства на 1 т продукції

Прибуток на 1 т продукції, грн									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	163	172	191	172	150	180	200	140	170

Необхідно визначити місячну виробничу програму підприємства, що максимізує його прибуток. Виробнича програма визначає яку продукцію та в якій кількості підприємству виробляти протягом певного періоду часу, у розглядуваному випадку протягом місяця.

### 1.2. Формалізація оптимізаційної задачі

Під формалізацією задачі розуміють її переведення на мову математики, тобто її подання у вигляді рівнянь, нерівностей, графіків, логічних співвідношень тощо. В нашому випадку будуть використовуватися тільки рівняння та нерівності.

Ця оптимізаційна задача буде містити 10 керованих змінних (КЗ)  $x_1, x_2, \dots, x_{10}$ , економічний зміст яких – кількість продукції видів 1–10, які виробляються підприємством. У рамках цієї задачі КЗ складають вектор, отже ця задача належить до одноіндексних задач математичного програмування.

Критерієм оптимальності буде максимальний прибуток підприємства. Як було зазначено вище, економічним змістом кожної із КЗ  $x_i$  буде кількість виробленої продукції  $i$ -го виду. Тоді прибуток, який приносить кожний із видів продукції, буде дорівнювати кількості цієї продукції  $x_i$ , помноженій на прибуток  $c_i$ , що приносить одиниця продукції  $i$ -го виду –  $c_i \cdot x_i$ . Сумарний прибуток за усіма видами продукції буде максимізуватися та являти собою цільову функцію (ЦФ):

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \rightarrow \max, \quad (1.1)$$

де  $n$  – кількість КЗ, в умовах цієї задачі  $n = 10$ .

Використовуючи інформацію, наведену в таблиці 1.3, ЦФ (1.1) можна записати у вигляді:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{10}) = 160 \cdot x_1 + 163 \cdot x_2 + 172 \cdot x_3 + 191 \cdot x_4 + 172 \cdot x_5 + 150 \cdot x_6 + 180 \cdot x_7 + 200 \cdot x_8 + 140 \cdot x_9 + 170 \cdot x_{10} \rightarrow \max. \quad (1.2)$$

Нерівності, що витікають із умов обмеженого постачання сировини в загальному випадку, будуть мати вигляд:

$$\sum_{i=1}^n a_{ji} \cdot x_i \leq b_j, \quad (1.3)$$

де  $x_i$  – обсяги виробництва продукції  $i$ -го виду ( $i = 1..n$ );  $a_{ji}$  – норми витрати сировини  $j$  ( $j = 1..m$ ) на одиницю продукції  $i$ ;  $b_j$  – максимальні обсяги постачання сировини  $j$ -го виду;  $n$  – кількість видів продукції, що виробляється підприємством;  $m$  – кількість видів сировини, що використовується підприємством.

Норми витрат сировини на 1 т продукції  $a_{ji}$  та її максимальне постачання  $b_j$  на місяць наведені у таблиці 1.1. Тоді обмеження на максимальне використання сировини виду  $A$  матиме вигляд:

$$0,21 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,2 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0,12 \cdot x_7 + 0,3 \cdot x_8 + 0,4 \cdot x_9 + 0,1 \cdot x_{10} \leq 23. \quad (1.4)$$

Аналогічно обмеження на максимальне використання сировини видів  $B$  та  $C$  матимуть вигляд, відповідно:

$$0,37 \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,15 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0,21 \cdot x_5 + 0,2 \cdot x_6 + 0,2 \cdot x_7 + 0,5 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 21,3. \quad (1.5)$$

$$0 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,15 \cdot x_5 + 0,25 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0,1 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 18. \quad (1.6)$$

В обмеженнях (1.4), (1.5) та (1.6) присутні множники виду  $0 \cdot x_1$ ,  $0 \cdot x_7$  і т.д. Доцільність їх введення у математичні вирази може бути обґрунтована подальшою необхідністю внесення числових характеристик оптимізаційної моделі у відповідну таблицю Microsoft Excel.

Обмеження щодо витрат робочого часу обладнання у загальному випадку матимуть вигляд:

$$\sum_{i=1}^n t_{ki} \cdot x_i \leq T_k, \quad (1.7)$$

де  $t_{ki}$  – норми витрат робочого часу обладнання  $k$  ( $k=1..s$ ) на одиницю продукції;  $T_k$  – максимальний час роботи обладнання  $k$ ;  $s$  – кількість видів обладнання на підприємстві.

У нашій задачі як обладнання із обмеженим фондом робочого часу зазначена одна ТЛ. Норми витрати робочого часу ТЛ (год) на 1 т кожного виду продукції та максимальний місячний фонд робочого часу ТЛ (год) наведені в таблиці 1.2. Тоді обмеження (1.7) матиме вигляд:

$$3,5 \cdot x_1 + 3,1 \cdot x_2 + 4,6 \cdot x_3 + 3,1 \cdot x_4 + 4,4 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 + 3,7 \cdot x_7 + 3,8 \cdot x_8 + 3 \cdot x_9 + 4,5 \cdot x_{10} \leq 336. \quad (1.8)$$

Із умов задачі також відомо, що підприємство має довгострокові контракти на постачання продукції видів 1–3 у кількості 60 т/міс, причому співвідношення між видами 1–3 можуть бути довільними при здійсненні цих постачань. Тоді мінімальний випуск продукції, який забезпечує довгострокові контракти, матиме вигляд:

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 60. \quad (1.9)$$

Величина  $x_1 + x_2 + x_3 = 60$  буде забезпечувати виконання довгострокових контрактів, а надлишок  $[(x_1 + x_2 + x_3) - 60]$ , якщо він буде, стане надходити у вільний продаж.

Обмеження, що випливає із умови комплектності видів продукції, у загальному випадку матиме вигляд:

$$x_i = k_i \cdot x_{од}, \quad (1.10)$$

де  $k_i$  – коефіцієнт комплектності  $k_i = x_i / x_{од}$ ;  $x_{од}$  – обсяг випуску продукції, коефіцієнт комплектності якої прийнятий за одиницю.

В умовах цієї задачі зазначено, що на одиницю продукції 4-го виду продається 1,5 одиниці продукції 5-го виду та 2 одиниці продукції 6-го виду. Тоді продукцією, обсяг випуску якої прийнятий за одиницю, буде продукція 4-го виду, тобто  $x_{од} = x_4$ . Значить обмеження щодо комплектності матимуть вигляд:

$$x_5 = 1,5 \cdot x_4, \quad (1.11)$$

$$x_6 = 2 \cdot x_4. \quad (1.12)$$

Для зручності заповнення таблиці числових характеристик моделі в Microsoft Excel рівняння (1.11), (1.12) перепишемо у вигляді:

$$x_5 - 1,5 \cdot x_4 = 0, \quad (1.13)$$

$$x_6 - 2 \cdot x_4 = 0. \quad (1.14)$$

Економічна сутність задачі робить очевидним, що обсяги виробництва підприємством продукції не можуть бути від'ємними, тобто:

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1..10). \quad (1.15)$$

На основі ЦФ (1.2) та обмежень (1.4), (1.5), (1.6), (1.8), (1.9), (1.13), (1.14), (1.15) сформуємо *оптимізаційну модель*:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_{10}) = 160 \cdot x_1 + 163 \cdot x_2 + 172 \cdot x_3 + 191 \cdot x_4 + 172 \cdot x_5 + 150 \cdot x_6 + 180 \cdot x_7 + 200 \cdot x_8 + 140 \cdot x_9 + 170 \cdot x_{10} \rightarrow \max,$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,21 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,2 \cdot x_4 + 0,3 \cdot x_5 + 0 \cdot x_6 + 0,12 \cdot x_7 + 0,3 \cdot x_8 + 0,4 \cdot x_9 + 0,1 \cdot x_{10} \leq 23, \\ 0,37 \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,15 \cdot x_3 + 0 \cdot x_4 + 0,21 \cdot x_5 + 0,2 \cdot x_6 + 0,2 \cdot x_7 + 0,5 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 21,3, \\ 0 \cdot x_1 + 0,3 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,15 \cdot x_5 + 0,25 \cdot x_6 + 0 \cdot x_7 + 0,1 \cdot x_8 + 0 \cdot x_9 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 18, \\ 3,5 \cdot x_1 + 3,1 \cdot x_2 + 4,6 \cdot x_3 + 3,1 \cdot x_4 + 4,4 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 + 3,7 \cdot x_7 + 3,8 \cdot x_8 + 3 \cdot x_9 + 4,5 \cdot x_{10} \leq 336, \end{array} \right. \quad (1.16)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 \geq 60, \\ x_5 - 1,5 \cdot x_4 = 0, \\ x_6 - 2 \cdot x_4 = 0, \\ x_i \geq 0 \quad (i = 1 \dots 10). \end{array} \right.$$

9

Необхідно відзначити, що цільова функція та обмеження носять лінійний характер, таким чином задачу можна класифікувати, як задачу лінійного програмування (ЛП). Найбільш ефективним та поширеним засобом розв'язання задач такого типу є надбудова «Пошук рішення» Microsoft Excel.

У результаті виконання першого розділу необхідно виконати другий лист РЗ, який містить умови задачі із таблицями вихідних даних, згідно із варіантом, та оптимізаційну модель (див. додаток 1). Перший лист книги Microsoft Excel використовуємо як титульний.

## 2. Підготовка електронної таблиці для пошуку оптимального рішення в Microsoft Excel

### 2.1. Складання матриці числових характеристик оптимізаційної моделі

Під числовими характеристиками моделі будемо розуміти сукупність цільових коефіцієнтів, правих частин обмежень (ПЧО), коефіцієнтів, на які помножені керовані змінні в обмеженнях. Також матрицю числових характеристик моделі іноді називають технологічною матрицею.

Кількість рядків матриці буде дорівнювати кількості обмежень та додатковий рядок для цільових коефіцієнтів. Кількість стовпчиків буде дорівнювати кількості змінних та додатковий стовпчик для ПЧО. Також необхідно передбачити стовпчики та рядки для оформлення таблиці, як показано на рис. 2.1.

Далі переносимо числові характеристики оптимізаційної моделі у створену таблицю. Перенесення числових характеристик здійснюється на основі принципу відповідності кожного із рядків таблиці (рис. 2.1) окремому обмеженню, а останнього рядка – цільовій функції.

Якщо в обмеженні присутні не всі КЗ, наприклад обмеження (1.9) по мінімальному випуску продукції 1–3-го виду, то комірки, що відповідають КЗ, які не входять в обмеження, можна залишити порожніми. Microsoft Excel сприймає порожні комірки як нуль, якщо в настройках не вказано іншого.

1	Керовані змінні										ПЧО
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>	x <sub>9</sub>	x <sub>10</sub>	
2	Обмеження										
3	0,21	0	0,2	0,2	0,3	0	0,12	0,3	0,4	0,1	23
4	0,37	0,2	0,15	0	0,21	0,2	0,2	0,5	0	0,2	21,3
5	0	0,3	0,2	0,1	0,15	0,25	0	0,1	0	0,2	18
6	3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
7	1	1	1								60
8				-1,5	1						0
9				-2		1					0
10	ЦФ	160	163	172	191	172	150	180	200	140	170

Рисунок 2.1 – Таблиця числових характеристик моделі в Microsoft Excel

## 2.2. Створення розрахункової таблиці

Для створення розрахункової таблиці додамо до таблиці рядок із назвою «Змінні». Зазначений рядок буде відповідати вектору КЗ. Після створеного рядка скопіюємо рядки із 3-го по 10-й включно, таблиці параметрів оптимізаційної моделі (рис. 2.1). Звільнимо створені рядки від числових даних та отримаємо таблицю (рис. 2.2).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Обмеження											ПЧО
2		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$	
3	Сировина А	0,21	0	0,2	0,2	0,3	0	0,12	0,3	0,4	0,1	23
4	Сировина В	0,37	0,2	0,15	0	0,21	0,2	0,2	0,5	0	0,2	21,3
5	Сировина С	0	0,3	0,2	0,1	0,15	0,25	0	0,1	0	0,2	18
6	ТЛ	3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
7	Міп випуск	1	1	1								60
8	Компл.к. 4-5				-1,5	1						0
9	Компл.к. 4-6				-2	1						0
10	ЦФ	160	163	172	191	172	150	180	200	140	170	
11	Змінні											
12	Сировина А	0,00										
13	Сировина В											
14	Сировина С											
15	ТЛ											
16	Міп випуск											
17	Компл.к. 4-5											
18	Компл.к. 4-6											
19	ЦФ											

Рисунок 2.2 – Результат перших етапів створення розрахункової таблиці

Далі у комірці B12 помножимо комірку B11, що відповідає керованій змінній  $x_1$ , на комірку B3, тобто на відповідний їй коефіцієнт в обмеженні на використання сировини А, причому комірka B3 записується як відносна, а B11 як змішана із зафіксованим рядком (рис. 2.2):

$$= B3*B\$11. \quad (2.1)$$

Залежно від поведінки при копіюванні комірок розрізняють абсолютні, відносні і змішані посилання. Відносні посилання при копіюванні комірки автоматично коректуватимуться, зміщуються відносно комірки так, що зсув

комірки, що впливає, (тієї, на яку ми посилаємося) відносно залежної (тієї, у яку введена формула з посиланням) залишиться таким самим.

Абсолютні посилання при копіюванні не коректуються. Вводити абсолютні посилання просто – при введенні формули після введення посилання (зазвичай це робиться мишею) – відкриваємо формулу знаком «=» і за допомогою миші обираємо потрібну комірku. Після появи у формулі відносного посилання потрібно натиснути клавішу F4. Посилання перетвориться в абсолютне. Це виражається в тому, що перед посиланнями на стовпці і рядку з'являється знак \$, наприклад:  $\$A\$1$ .

Повторне натиснення F4 перетворить посилання у змішане. Перетворення відбуваються в такій послідовності:  $A1 \rightarrow \$A\$1 \rightarrow \$A1 \rightarrow A\$1 \rightarrow A1$  і далі по колу. У змішаних посилань «закріплені» або стовпчик, або рядок, залежно від того, перед чим знаходиться знак \$. Крім того, відносні, абсолютні та змішані посилання можна ввести з клавіатури. Далі формулу (2.1) копіюємо шляхом «протягування» у діапазон комірок від B12 до K19, включно (рис. 2.3).

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as in Figure 2.2, but with the formula from B12 copied into the range B12:K19. The formula bar shows  $=СУММ(B19:K19)$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Обмеження											ПЧО	
2		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$	$x_{10}$		
3	Сировина А	0,21	0	0,2	0,2	0,3	0	0,12	0,3	0,4	0,1	23	
4	Сировина В	0,37	0,2	0,15	0	0,21	0,2	0,2	0,5	0	0,2	21,3	
5	Сировина С	0	0,3	0,2	0,1	0,15	0,25	0	0,1	0	0,2	18	
6	ТЛ	3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336	
7	Міп випуск	1	1	1								60	
8	Компл.к. 4-5				-1,5	1						0	
9	Компл.к. 4-6				-2	1						0	
10	ЦФ	160	163	172	191	172	150	180	200	140	170		
11	Змінні												
12	Сировина А	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
13	Сировина В	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	Сировина С	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
15	ТЛ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
16	Міп випуск	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	Компл.к. 4-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
18	Компл.к. 4-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19	ЦФ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Рисунок 2.3 – Електронна таблиця для пошуку оптимального рішення

У комірku L12 шляхом натискання  $\Sigma$  та визначення посилань на відповідний діапазон комірок вводимо формулу:

$$=СУММ(B12: K12), \quad (2.2)$$

Формулу (2.2) також можна ввести з клавіатури. У Microsoft Excel 2007 та 2010 знак  $\Sigma$  можна знайти у закладці «Головна», як показано на рис. 2.3. Потім формулу (2.2) копіюємо для діапазону комірок від L12 до L19. Закінчити введення формул необхідно виділенням комірки L19. У результаті визначеної вище послідовності дій ми отримали електронну таблицю (рис. 2.3), придатну для використання надбудови «Пошук рішення».

### 3. Налаштування надбудови «Пошук рішення» в Microsoft Excel

#### 3.1. Налаштування «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2010

Надбудова «Пошук рішення» є специфічним компонентом Microsoft Excel та використовується лише спеціалістами в галузі оптимізації економічних та інших процесів, логістики і т.д. Більшості ж користувачам Microsoft Excel вона не потрібна. Саме тому цей компонент реалізований як надбудова, яка потребує окремої настройки перед початком використання. В Microsoft Excel 2010 необхідно відкрити закладку «Файл» та обрати «Параметри», як показано на рис. 3.1.

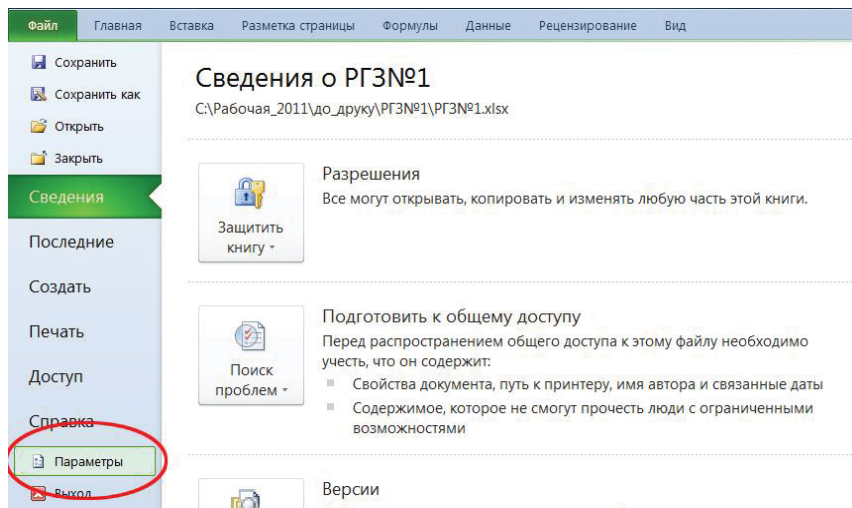


Рисунок 3.1 – Діалогове вікно «Файл» у Microsoft Excel 2010

Відкриється діалогове вікно Параметри Excel (рис. 3.2), в якому необхідно обрати закладку Настройки.

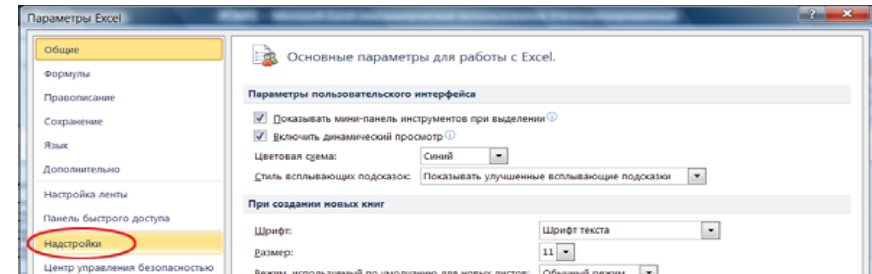


Рисунок 3.2 – Діалогове вікно «Параметри Excel» в Microsoft Excel 2010

З'явиться діалогове вікно (рис. 3.3), в якому потрібно виділити «Пошук рішення» та натиснути «Перейти» в нижній частині вікна.

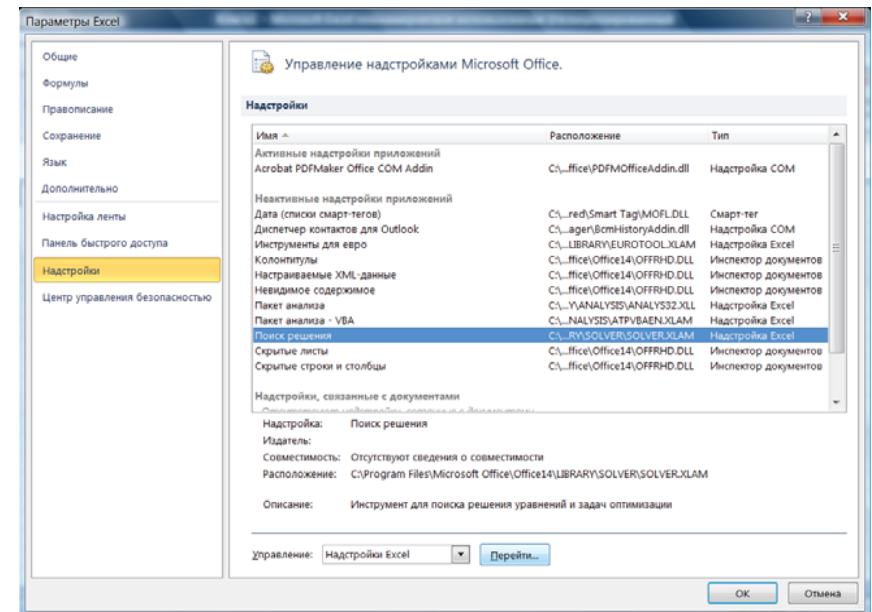


Рисунок 3.3 – Діалогове вікно «Управління надбудовами Microsoft Office»

У вікні (рис. 3.4) потрібно відзначити «Пошук рішення» та натиснути ОК.

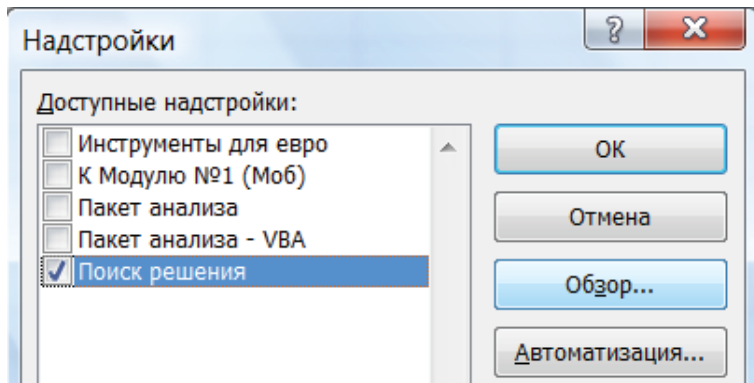


Рисунок 3.4 – Диалогове вікно «Набудови» Microsoft Excel 2010

Якщо «Excel» вимагає вставити установчий диск для настройки компонентів «Пошуку рішення», необхідно це зробити. Після установки ярлик запуску надбудови «Пошук рішення» має з'явитися в закладці «Дані».

### 3.2. Настройка «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2007

По-перше, необхідно натиснути кнопку Office, що знаходиться у лівому верхньому куті панелі інструментів. У нижній частині діалогового вікна, що з'явилося (рис. 3.5), необхідно обрати «Параметри Excel».

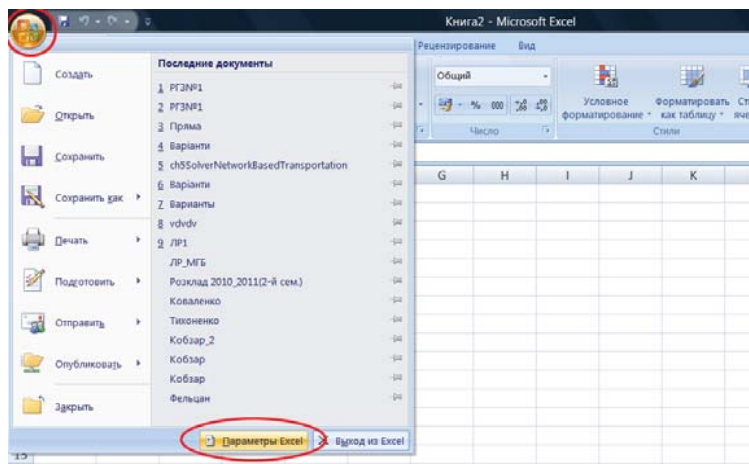


Рисунок 3.5 – Диалогове вікно кнопки Office Microsoft Excel 2007

В іншому настройка «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2007 аналогічне настройці цієї надбудови в Microsoft Excel 2010.

### 3.3. Настройка «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2003

Настроїти надбудову «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2003 значно простіше ніж в більш нових версіях цієї програми. Для цього достатньо обрати закладку «Сервіс», далі «Набудови» (рис. 3.6). З'явиться діалогове вікно, схоже на показане на рис. 3.4. У вказаному діалоговому вікні потрібно відзначити «Пошук рішення» та натиснути ОК.

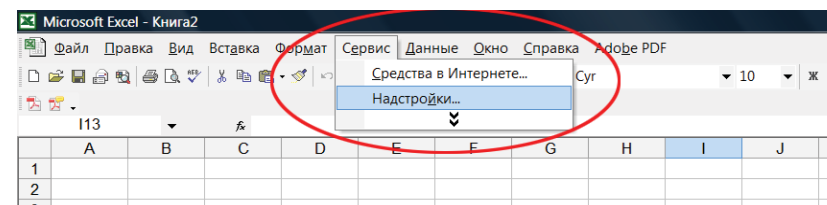


Рисунок 3.6 – Настройка «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2003

На відміну від Excel 2007, у Microsoft Excel 2003 після запуску надбудови «Пошук рішення» необхідно повернутися до оптимізаційної задачі, а саме електронної таблиці (рис. 2.3).

Після настройки «Пошуку рішення» необхідно повернутися до оптимізаційної задачі, а саме електронної таблиці (рис. 2.3).

## 4. Визначення оптимальної виробничої програми підприємства

### 4.1. Проведення аналізу надбудови «Пошук рішення» в Microsoft Excel 2010

При виділеній комірці L19 (рис. 2.3), де буде визначено екстремальне значення цільової функції (ЦФ) при заданих обмеженнях, необхідно активувати надбудову «Пошук рішення» в закладці «Сервіс». Діалогове вікно, що має з'явитися в результаті активізації, показано на рис. 4.1.

У полі «Оптимізувати цільову функцію» за умовчанням вказана комірці \$L\$19 тому, що вона була виділена під час запуску надбудови «Пошук рішення». В іншому випадку комірці, у якій буде записане екстремальне значення ЦФ, необхідно вказати вручну. В умовах розв'язуваної задачі необхідно відзначити у вікні (рис. 4.1), що ЦФ прагне до максимуму.

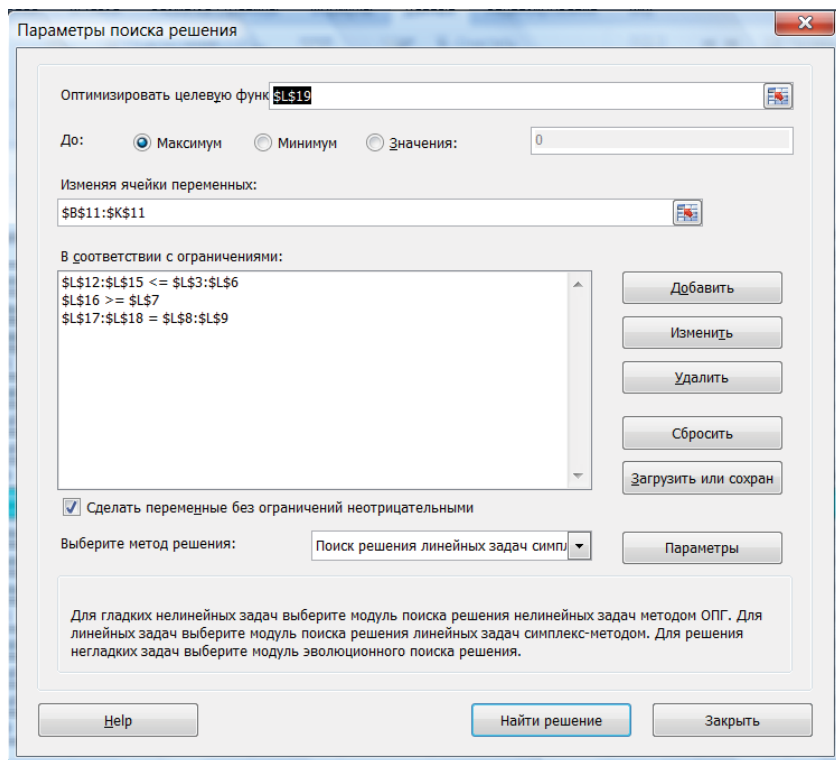


Рисунок 4.1 – Діалогове вікно надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel 2010

У рядку «Змінюючи комірки змінних» необхідно вказати комірки, які відповідають КЗ – \$B\$11:\$K\$11.

Для додавання обмежень у вікно «У відповідності із обмеженнями» необхідно натиснути кнопку «Додати». У діалоговому вікні «Додавання обмеження» (рис. 4.2) необхідно ввести обмеження та натиснути «ОК». Додавання наступних обмежень здійснюється аналогічно.

При помилці під час введення обмеження можна виділити його та натиснути «Змінити» (рис. 4.1), з'явиться вікно «Додавання обмеження» (рис. 4.2), в якому потрібно провести необхідні виправлення. При введенні зайвого обмеження потрібно виділити його та натиснути «Видалити» (рис. 4.1).



Рисунок 4.2 – Діалогове вікно «Додавання обмеження» надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel 2010

У результаті проведеної роботи вікно «У відповідності із обмеженнями» повинно мати вигляд, як показано на рис. 4.1.

Також необхідно пам'ятати, що у переважній більшості економічних оптимізаційних задач, у тому числі і розв'язуваних, на КЗ накладаються обмеження невід'ємності (1.15). Введення цих обмежень в діалоговому вікні «Параметри пошуку рішення» здійснюється шляхом встановлення прапорця навпроти «Зробити змінні без обмежень невід'ємними», в нижній частині діалогового вікна надбудови «Пошук рішення» (рис. 4.1).

Залежно від типу оптимізаційної задачі обираємо метод її розв'язання. Як було наголошено вище, ця задача належить до класу задач лінійного програмування, значить як метод розв'язання у відповідному рядку (рис. 4.1) обираємо «Пошук рішення лінійних задач симплекс-методом».

Далі натискаємо «Параметри» та переходимо у відповідне діалогове вікно, в закладці «Усі методи» встановлюємо параметри, як показано на рис. 4.3. Величина точності обмеження може бути визначена із економічних передумов задачі. Величини меж розв'язання (максимальний час та число ітерацій) мають бути тим більші, чим складніша задача. Ці параметри краще зазначати із певним запасом.

Після встановлення параметрів необхідно натиснути «ОК». Microsoft Excel повернеться до діалогового вікна «Параметри пошуку рішення» (рис. 4.1). Внизу діалогового вікна «Параметри пошуку рішення» (рис. 4.1) потрібно натиснути «Знайти рішення».

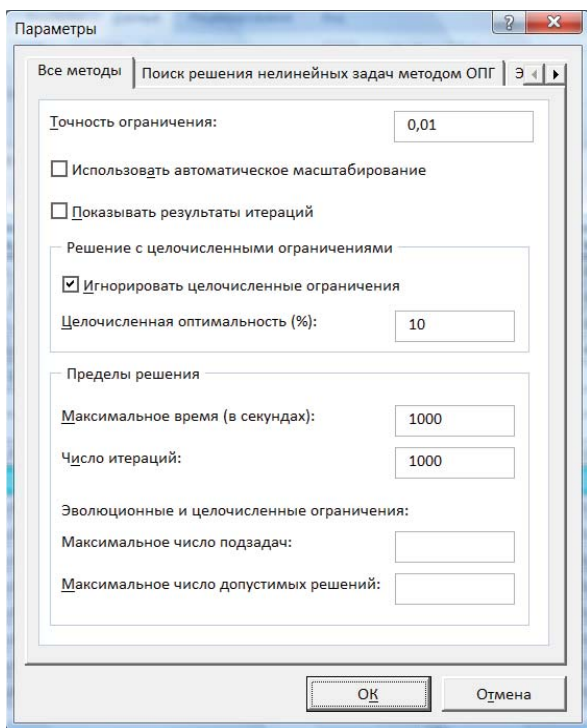


Рисунок 4.3 – Діалогове вікно «Параметри» надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel 2010

Якщо розрахункова електронна таблиця була створена правильно та коректно введені параметри пошуку рішення (рис. 4.1), має з'явитися діалогове вікно «Результати пошуку рішення» (рис. 4.4), де необхідно виділити мишею три звіти: «Результати», «Стійкість», «Межі», за якими підготувати висновки за результатами розв'язання задачі. Запитання для написання висновків наведено у п'ятому розділі.

Якщо оптимально рішення не знайдено, потрібно повернутися до розрахункової електронної таблиці (рис. 2.3) або діалогового вікна «Параметри пошуку рішення» (рис. 4.1) для того, щоб знайти і виправити помилки, через які воно не може бути знайдено. В окремих випадках неможливість знаходження оптимального рішення може бути пов'язана із неправильною або неповною

установкою надбудови «Пошук рішення». В таких випадках рекомендується спробувати провести розрахунки на іншому комп'ютері.

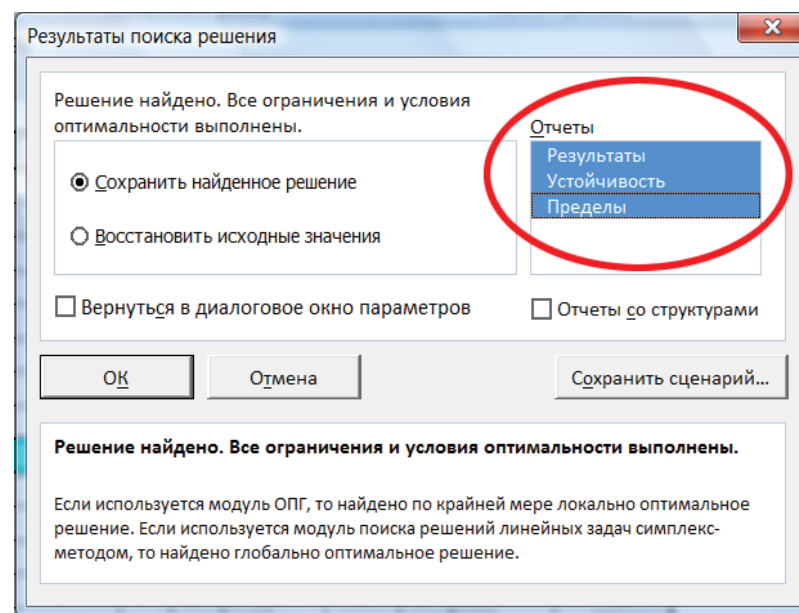


Рисунок 4.4 – Діалогове вікно «Результати пошуку рішення»

У результаті розв'язання задачі визначається оптимальна виробнича програма підприємства, при якій прибуток буде максимальним для заданих обмежень.

#### 4.2. Проведення оптимізації в Microsoft Excel 2007 та 2003

Надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel 2007 та 2003 ідентичні між собою, однак суттєво відрізняються від такої надбудови у Microsoft Excel 2010. Саме тому проведення оптимізації виробничої програми підприємства в Microsoft Excel 2007 та 2003 доцільно розглянути окремо. Порядок підготовки електронної таблиці для проведення оптимізації відповідає описаному в розд. 2 цих методичних вказівок.

При виділеній комірці L19, в якій буде визначено максимальне значення ЦФ, необхідно активізувати надбудову «Пошук рішення» в закладці «Дані». У результаті з'явиться діалогове вікно (рис. 4.5).

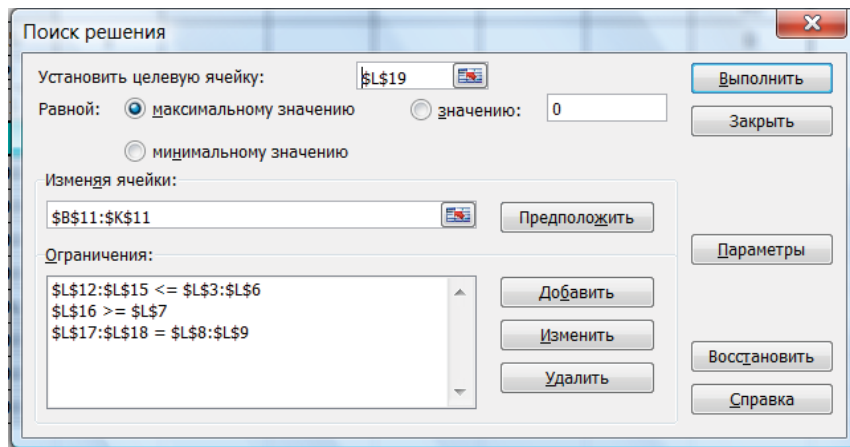


Рисунок 4.5 – Діалогове вікно «Пошук рішення» Microsoft Excel 2007

У полі «Встановити цільову комірку» за умовчанням вказана комірка \$L\$19 тому, що вона була виділена під час запуску надбудови «Пошук рішення». В іншому випадку комірку, у якій буде записано оптимальне значення ЦФ, необхідно вказати вручну. В умовах цієї задачі необхідно зазначити в діалоговому вікні (рис. 4.5), що цільова комірка має бути рівною максимальному значенню. У вікні «Змінюючи комірки» необхідно відзначити комірки, яким відповідають керовані змінні: \$B\$11:\$K\$11.

Для додавання обмежень необхідно натиснути кнопку «Додати». Діалогове вікно «Додавання обмеження» аналогічне такому вікну в Microsoft Excel 2010 (рис. 4.2). В результаті проведеної роботи обмеження задачі мають бути вказані у діалоговому вікні «Пошук рішення», як показано на рис. 4.5.

Далі необхідно натиснути кнопку «Параметри» в діалоговому вікні «Пошук рішення» (рис. 4.5) та встановити значення параметрів, як показано на рис. 4.6. Детально про показники вікна «Параметри» можна прочитати у довідці Microsoft Excel 2007.

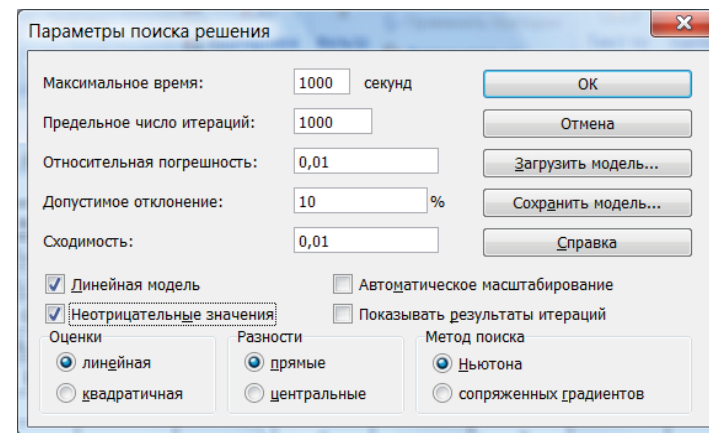


Рисунок 4.6 – Діалогове вікно «Параметри пошуку рішення» Microsoft Excel 2007

Після введення параметрів пошуку рішення необхідно повернутися у попереднє вікно шляхом виконання команди ОК, а потім у вікні «Пошук рішення» натиснути кнопку команди «Виконати».

Якщо оптимальне рішення знайдено – з'явиться діалогове вікно «Результати пошуку рішення» (рис. 4.7), в якому необхідно мишею відзначити три типи звітів: результати, стійкість, межі, після чого натиснути «ОК». В електронній таблиці (рис. 2.3) з'являться результати розрахунків. На окремих листах додадуться виділені звіти.

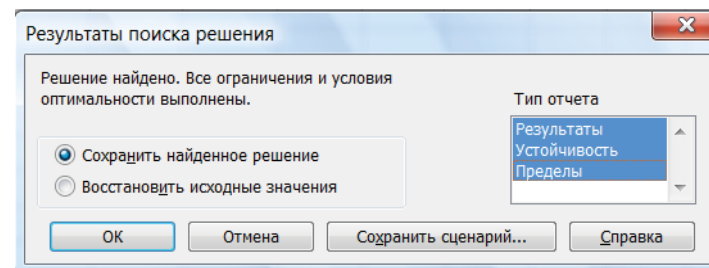


Рисунок 4.7 – Діалогове вікно «Результати пошуку рішення»

Після розв'язання задачі значення деяких комірок можуть мати вигляд, наприклад «1E-16». Це означає, що значення комірки дорівнює  $1 \cdot 10^{-16}$ , тобто знаходиться у межах похибки обчислень. Фактично значення такої комірки дорівнює 0. При округленні результатів рішення до меншої кількості знаків після коми значення «1E-16» перетворяться у 0. Результати розв'язання задачі рекомендується округлити до сотих.

Певні комірки можуть набувати значення вигляду 1E+30, що відповідає числу  $1 \cdot 10^{30}$ , тобто практично нескінченності.

Альбомне чи книжне розташування аркушів звітів необхідно обирати так, щоб таблиця звіту помістилася на одному аркуші. Приклад оформлення РЗ наведений у додатку 1.

### 5. Підготовка висновків за результатами розв'язання задачі та звітами надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel

Написання висновків можливе лише після знайомства студентів із частиною лекційного курсу, що висвітлює питання аналізу чутливості розв'язання задачі лінійного програмування, зокрема за допомогою звітів надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel. Для кращого розуміння студентами послідовності та структури написання висновків нижче наведено такі запитання.

1. Які види продукції та в якій кількості забезпечать максимальний прибуток підприємству при заданих обмеженнях?
2. Чому дорівнює максимальний прибуток підприємства при заданих обмеженнях?
3. Які обмеження визначають максимальний прибуток підприємства? Які ресурси (під ресурсами тут розуміється постачання сировини *A*, *B*, *C* та фонд робочого часу ТЛ) будуть дефіцитними?
4. Чому дорівнюють залишки недефіцитних ресурсів?
5. Які види продукції є збитковими, а які просто не увійшли у це рішення?
6. Чи надійде продукція 1-го, 2-го та 3-го видів у вільний продаж? Якщо так, то в якій кількості?
7. Вказати межі, у яких можуть змінюватися цільові коефіцієнти так, щоб при незмінних інших числових характеристиках оптимізаційної моделі оптимальне рішення залишилося незмінним.

8. Вказати межі у яких можуть змінюватися ПЧО за ресурсами та обмеження щодо мінімального випуску продукції 1-го, 2-го, 3-го видів так, щоб при незмінних інших числових характеристиках оптимізаційної моделі оптимальне рішення залишилося незмінним.

9. Кількість якого із дефіцитних ресурсів доцільно збільшувати в першу чергу при інших рівних економічних умовах?

10. Для кожної із керованих змінних визначити область допустимих значень при заданих обмеженнях.

Приклад написання висновків за результатами розв'язання задачі, розглянутої в розд. 2 та 3, наведений у додатку 1.

### 6. Варіанти для виконання РЗ

У цих методичних вказівках наведено 20 варіантів РЗ. Номер варіанта відповідає номеру прізвища студента за журналом. Студенти, чий номер прізвищ за журналом більше 20, обирають варіанти, починаючи із першого. Умови задачі для всіх студентів академічної групи однакові (див. підпункт 1.1). Відрізняються лише числові характеристики, які наведені нижче.

Таблиця 6.1 – Показники використання та постачання сировини

Варіант	Сировина	Норми витрати сировини на 1 т продукції, т										max постачання сировини, т/міс.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	A		0,21	0,2	0,2	0,3		0,12	0,3	0,4	0,1	22
	B	0,2	0,37	0,15		0,21	0,2	0,2	0,5		0,2	22
	C	0,3		0,2	0,1	0,15	0,25			0,1		0,2
2	A	0,21		0,2	0,3	0,2		0,12	0,3	0,4	0,1	22,3
	B	0,37	0,2	0,15	0,21		0,2	0,2	0,5		0,2	21,3
	C		0,3	0,2	0,15	0,1	0,25			0,1		0,2
3	A	0,21		0,2		0,3	0,2	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,37	0,2	0,15	0,2	0,21		0,2	0,5		0,2	21,3
	C		0,3	0,2	0,25	0,15	0,1			0,1		0,2
4	A		0,21	0,2	0,2		0,3	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37	0,15		0,2	0,21	0,2	0,5		0,2	20,3
	C	0,3		0,2	0,1	0,25	0,15			0,1		0,2

Продовження таблиці 6.1

Варіант	Сировина	Норми витрати сировини на 1 т продукції, т										max постачання сировини, т/міс.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	A		0,21	0,2	0,3	0,2		0,12	0,3	0,4	0,1	22
	B	0,2	0,37	0,15	0,21		0,2	0,2	0,5		0,2	21,5
	C	0,3		0,2	0,15	0,1	0,25		0,1		0,2	19
6	A		0,21	0,2		0,3	0,2	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37	0,15	0,2	0,21		0,2	0,5		0,2	21,3
	C	0,3		0,2	0,25	0,15	0,1		0,1		0,2	18,5
7	A		0,21	0,2	0,2		0,3	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37	0,15		0,2	0,21	0,2	0,5		0,2	21,3
	C	0,3		0,2	0,1	0,25	0,15		0,1		0,2	19,5
8	A	0,2	0,21		0,2	0,3		0,12	0,3	0,4	0,1	23,5
	B	0,15	0,37	0,2		0,21	0,2	0,2	0,5		0,2	21
	C	0,2		0,3	0,1	0,15	0,25		0,1		0,2	19
9	A	0,2		0,21	0,3	0,2		0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,15	0,2	0,37	0,21		0,2	0,2	0,5		0,2	22,3
	C	0,2	0,3		0,15	0,1	0,25		0,1		0,2	17,8
10	A	0,2		0,21		0,3	0,2	0,12	0,3	0,4	0,1	24
	B	0,15	0,2	0,37	0,2	0,21		0,2	0,5		0,2	21,3
	C	0,2	0,3		0,25	0,15	0,1		0,1		0,2	17,8
11	A	0,2	0,21		0,2		0,3	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,15	0,37	0,2		0,2	0,21	0,2	0,5		0,2	21,3
	C	0,2		0,3	0,1	0,25	0,15		0,1		0,2	18,1
12	A	0,1	0,21	0,2	0,3	0,2		0,12		0,4	0,1	23
	B	0,2	0,3	0,15	0,21		0,2	0,2	0,5		0,2	21,3
	C	0,3	0,2	0,2	0,15	0,1	0,25		0,1		0,2	17,6
13	A	0,11	0,2	0,2		0,3	0,2	0,12	0,3	0,4	0,1	23,2
	B	0,2	0,25	0,15	0,2	0,21		0,2	0,3		0,2	20,5
	C	0,28	0,1	0,2	0,25	0,15	0,1		0,1		0,2	18
14	A		0,21	0,2	0,2		0,3	0,12	0,3	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37		0,1	0,2	0,21	0,2	0,5		0,2	21
	C	0,3		0,2	0,1	0,25	0,15	0,12	0,1		0,2	18,2
15	A		0,21	0,2	0,3	0,2		0,12	0,1	0,4	0,1	23

Продовження таблиці 6.1

Варіант	Сировина	Норми витрати сировини на 1 т продукції, т										max постачання сировини, т/міс.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	B	0,2	0,37	0,15	0,21		0,2	0,2	0,2		0,2	21
	C	0,3		0,2	0,15	0,1	0,25		0,1		0,2	18,3
16	A		0,21	0,2		0,3	0,2	0,12	0,1	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37	0,15	0,2	0,21		0,2	0,2		0,2	20
	C	0,3		0,2	0,25	0,15	0,1		0,1		0,2	18,4
17	A		0,21	0,2	0,2		0,3	0,12	0,15	0,4	0,1	23
	B	0,2	0,37	0,15		0,2	0,21	0,2	0,21		0,2	21,2
	C	0,3		0,2	0,1	0,25	0,15		0,12		0,2	18,2
18	A	0,2	0,21		0,2	0,3		0,12	0,1	0,4	0,1	23,1
	B	0,15	0,37	0,2		0,21	0,2	0,2	0,2		0,2	21,1
	C	0,2		0,3	0,1	0,15	0,25		0,1	0,05	0,2	18,1
19	A	0,21		0,2	0,3	0,2		0,12	0,1	0,4	0,1	23
	B	0,37	0,2	0,15	0,21		0,2	0,2	0,22		0,2	21
	C		0,3	0,2	0,15	0,1	0,25		0,1	0,1	0,2	19
20	A	0,21		0,2		0,3	0,2	0,12	0,1	0,4	0,1	24
	B	0,37	0,2	0,15	0,2	0,21		0,2	0,2		0,2	22
	C		0,3	0,2	0,25	0,15	0,1		0,1		0,2	19

Таблиця 6.2 – Показники використання технологічної лінії

Варіант	Норми витрати робочого часу ТЛ на 1 т продукції, год										max фонд часу ТЛ, год/міс.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3,1	3,5	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
2	3,5	3,1	4,6	4,4	3,2	2,5	3,7	3,8	3	4,5	320
3	3,5	3,1	4,6	2,5	4,4	3,1	3,7	3,8	3	4,5	336
4	3,5	3,1	4,6	3,1	2,5	4,4	3,7	3,8	3	4,5	320
5	3,1	3,5	4,6	4,4	3,2	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
6	3,1	3,5	4,6	2,5	4,4	3,1	3,7	3,8	3	4,5	320
7	3,1	3,5	4,6	3,1	2,5	4,4	3,7	3,8	3	4,5	336
8	4,6	3,5	3,1	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	320
9	4,6	3,1	3,5	4,4	3,2	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
10	4,6	3,1	3,5	2,5	4,4	3,1	3,7	3,8	3	4,5	320
11	4,6	3,1	3,5	3,1	2,5	4,4	3,7	3,8	3	4,5	336

Продовження таблиці 6.2

Варіант	Норми витрати робочого часу ТЛ на 1 т продукції, год										max фонд часу ТЛ, год/міс.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12	3	3,2	4,1	4,4	3,2	2,5	3,6	3,8	3	4	320
13	3	3,5	3	2,5	4,4	3,1	3,7	3,2	3	4	336
14	3,1	3,5	4	2,8	2,5	4,4	3,7	3,8	3	4,5	320
15	3,1	3,5	4,6	4,4	3,2	2,5	3,7	3,2	3	4,5	336
16	3,1	3,5	4,6	2,5	4,4	3,1	3,7	3	3	4,5	320
17	3,1	3,5	4,6	3,1	2,5	4,4	3,7	2,8	3	4,5	336
18	4,6	3,5	3,1	3,1	4,4	2,5	3,7	3,2	3	4,5	320
19	3,5	3,1	4,6	4,4	3,2	2,5	3,7	2,8	3	4,5	336
20	3,5	3,1	4,6	2,5	4,4	3,1	3,7	3	3	4,5	320

Таблиця 6.3 – Прибуток підприємства на 1 т продукції

Варіант	Прибуток на 1 т продукції, грн									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	163	160	172	191	172	150	180	200	140	170
2	160	163	172	172	191	150	180	200	140	170
3	160	163	172	150	172	191	180	200	140	170
4	160	163	172	191	150	172	180	200	140	170
5	163	160	172	172	191	150	180	200	140	170
6	163	160	172	150	172	191	180	200	140	170
7	163	160	172	191	150	172	180	200	140	170
8	172	160	163	191	172	150	180	200	140	170
9	172	163	160	172	191	150	180	200	140	170
10	172	163	160	150	172	191	180	200	140	170
11	172	163	160	191	150	172	180	200	140	170
12	165	162	170	170	190	150	180	200	140	170
13	163	157	172	150	170	195	180	200	140	170
14	160	165	170	190	157	175	185	200	155	170
15	163	160	172	172	191	150	180	193	140	170
16	163	160	172	150	172	191	180	190	140	170
17	163	160	172	191	150	172	180	187	140	170

Продовження таблиці 6.3

Варіант	Прибуток на 1 т продукції, грн									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	172	160	163	191	172	150	180	178	140	170
19	160	163	172	172	191	150	180	200	140	170
20	160	163	172	150	172	191	180	190	140	170

### Список літератури

1. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения / Дж. Данциг; пер. с англ. – М. : Физматгиз, 1961. – 310 с.
2. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций / Таха, А. Хемди, 7-е изд.; пер. с англ. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2005. – 912 с.
3. Исследование операций в экономике : учеб. пособ. для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин, М.Н. Фридман ; под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М. : ЮНИТИ, 2002. – 407 с.
4. Алесинская Т.В. Экономико-математические методы и модели. Линейное программирование : учеб.-метод. Пособ. / Т.В. Алесинская, В.Д. Сербин, А.В. Катаев. – Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2001. – 79 с.
5. Белобродский А.В. Поиск решения с Excel 2000. Руководство по решению экстремальных задач в экономике. / А.В. Белобродский, М.А. Гриценко. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2001. – 76 с.
6. Microsoft Excel 2010 Interactive Guide RUS – Microsoft Corporation, 2010.
7. Сингаевская Г.И. Функции в Microsoft Office Excel 2010 / Г.И. Сингаевская. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2011. – 1094 с.
8. Долженков В.А. Microsoft Office Excel / В.А. Долженков, А.С. Струченков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 816 с.
9. Курбатова Е.А. Microsoft Office Excel 2010. Самоучитель / Е.А. Курбатова – М. : Диалектика, 2010. – 416 с.
10. Кузьмичов А.І. Математичне програмування в Excel : навч. посіб. / А.І. Кузьмичов, М.Г. Медведєв. – К. : Вид-во Європ. Ун-ту, 2005. – 320 с.

## ДОДАТОК 1

### ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Харківський політехнічний інститут»  
 Кафедра організації виробництва та управління персоналом

#### РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ

«Оптимізація виробничої програми підприємства»

за розділом «Оптимізаційні методи і моделі»  
 курсу «Економіко-математичне моделювання»

**Виконала:** ст. гр. ЕК-50<sup>а</sup>

Петренко Т.Г.

**Перевірів:** доц. каф. ОВ та УП

Скворчевський О.Є.

Харків – 2012

## Продовження додатка 1

### Варіант 0

#### Задача

Умови задачі відповідають вказаним у методичних вказівках. Числові характеристики оптимізаційної задачі наведені в таблицях.

Таблиця 1 – Показники використання та постачання сировини

Сировина	Норми витрати сировини на 1 т продукції, т										max постачання сировини, т/міс.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	0,21		0,2	0,2	0,3		0,12	0,3	0,4	0,1	23
B	0,37	0,2	0,15		0,21	0,2	0,2	0,5		0,2	21,3
C		0,3	0,2	0,1	0,15	0,25		0,1		0,2	18

Таблиця 2 – Показники використання технологічної лінії

Норми витрати робочого часу ТЛ на 1 т продукції, год										max фонд робочого часу ТЛ, год/міс.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336

Таблиця 3 – Прибуток підприємства на 1 т продукції

Прибуток на 1 т продукції, грн									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	163	172	191	172	150	180	200	140	170

Необхідно визначити місячну виробничу програму підприємства, що максимізує його прибуток. Виробничу програму визначає яку продукцію та в якій кількості підприємству виробляти протягом певного періоду часу, в нашому випадку протягом місяця.

#### Оптимізаційна модель

$$\begin{cases}
 160 \cdot x_1 + 163 \cdot x_2 + 172 \cdot x_3 + 191 \cdot x_4 + 172 \cdot x_5 + 150 \cdot x_6 + 180 \cdot x_7 + 200 \cdot x_8 + 140 \cdot x_9 + 170 \cdot x_{10} \rightarrow \max; \\
 \text{при.} \\
 0,21 \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,3 \cdot x_4 + 0,12 \cdot x_7 + 0,3 \cdot x_8 + 0,4 \cdot x_9 + 0,1 \cdot x_{10} \leq 23; \\
 0,37 \cdot x_1 + 0,2 \cdot x_2 + 0,15 \cdot x_3 + 0,21 \cdot x_4 + 0,2 \cdot x_5 + 0,2 \cdot x_6 + 0,2 \cdot x_7 + 0,5 \cdot x_8 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 21,3; \\
 0,3 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 0,1 \cdot x_4 + 0,15 \cdot x_5 + 0,25 \cdot x_6 + 0,1 \cdot x_8 + 0,2 \cdot x_{10} \leq 18; \\
 3,5 \cdot x_1 + 3,1 \cdot x_2 + 4,6 \cdot x_3 + 3,1 \cdot x_4 + 4,4 \cdot x_5 + 2,5 \cdot x_6 + 3,7 \cdot x_7 + 3,8 \cdot x_8 + 3 \cdot x_9 + 4,5 \cdot x_{10} \leq 336; \\
 x_1 + x_2 + x_3 \geq 60; \\
 x_5 - 1,5 \cdot x_4 = 0; x_6 - 2 \cdot x_4 = 0 \\
 x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; x_3 \geq 0; x_4 \geq 0; x_5 \geq 0; x_6 \geq 0; x_7 \geq 0; x_8 \geq 0; x_9 \geq 0; x_{10} \geq 0.
 \end{cases}$$

Розрахункова таблиця

Обмеження	Керовані змінні										ПЧО
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	
Сировина А	0,21		0,2	0,2	0,3		0,12	0,3	0,4	0,1	23
Сировина В	0,37	0,2	0,15		0,21	0,2	0,2	0,5		0,2	21,3
Сировина С		0,3	0,2	0,1	0,15	0,25		0,1		0,2	18
ТЛ	3,5	3,1	4,6	3,1	4,4	2,5	3,7	3,8	3	4,5	336
мін випуск	1	1	1								60
Комплект. 4-5				-1,5	1						0
Комплект. 4-6			-2			1					0
ЦФ	160	163	172	191	172	150	180	200	140	170	
Змінні	1,15	58,85	0,00	0,00	0,00	0,00	36,86	3,46	0,00	0,00	
Сировина А	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42	1,04	0,00	0,00	5,70
Сировина В	0,43	11,77	0,00	0,00	0,00	0,00	7,37	1,73	0,00	0,00	21,30
Сировина С	0,00	17,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	18,00
ТЛ	4,04	182,42	0,00	0,00	0,00	0,00	136,37	13,16	0,00	0,00	336,00
мін випуск	1,15	58,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00
Комплект. 4-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Комплект. 4-6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ЦФ	184,76	9591,78	0,00	0,00	0,00	0,00	6634,41	692,85	0,00	0,00	17103,79

## Microsoft Excel 14.0 Отчет о результатах

Лист: [РГЗ№1.xls]Лист3

Отчет создан: 23.01.2012 16:28:23

Результат: Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

## Модуль поиска решения

Модуль: Поиск решения линейных задач симплекс-методом

Время решения: 0,109 секунд.

Число итераций: 9 Число подзадач: 0

## Параметры поиска решения

Максимальное время 1000 с, Число итераций 1000, Precision 0,01

Максимальное число подзадач Без пределов, Максимальное число целочисленных решений Без пределов, Целочисленное отклонение 5%, Решение без целочисленных ограничений, Считать неотрицательными

## Ячейка целевой функции (Максимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение
\$L\$19	ЦФ ПЧО	0,00	17103,79

## Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное
\$B\$11	Змінні x1	0,00	1,15	Продолжить
\$C\$11	Змінні x2	0,00	58,85	Продолжить
\$D\$11	Змінні x3	0,00	0,00	Продолжить
\$E\$11	Змінні x4	0,00	0,00	Продолжить
\$F\$11	Змінні x5	0,00	0,00	Продолжить
\$G\$11	Змінні x6	0,00	0,00	Продолжить
\$H\$11	Змінні x7	0,00	36,86	Продолжить
\$I\$11	Змінні x8	0,00	3,46	Продолжить
\$J\$11	Змінні x9	0,00	0,00	Продолжить
\$K\$11	Змінні x10	0,00	0,00	Продолжить

## Ограничения

Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск
\$L\$12	Сировина А ПЧО	5,70	\$L\$12<=\$L\$3	Без привязки	17,30
\$L\$13	Сировина В ПЧО	21,30	\$L\$13<=\$L\$4	Привязка	0
\$L\$14	Сировина С ПЧО	18,00	\$L\$14<=\$L\$5	Привязка	0
\$L\$15	ТЛ ПЧО	336,00	\$L\$15<=\$L\$6	Привязка	0
\$L\$16	Мін випуск ПЧО	60,00	\$L\$16>=\$L\$7	Привязка	0,00
\$L\$17	Комплект. 4-5 ПЧО	0,00	\$L\$17=\$L\$8	Привязка	0
\$L\$18	Комплект. 4-6 ПЧО	0,00	\$L\$18=\$L\$9	Привязка	0

Microsoft Excel 14.0 Отчет об устойчивости  
Лист: [РГЗ№1.xls]/Лист3  
Отчет создан: 23.01.2012 16:28:23

Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Приведенн. Стоимость	Целевая функция Коэффициент	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$B\$11	Змінні x1	1,15475253	0	160	14,47507268	22,94594595
\$C\$11	Змінні x2	58,84524745	0	163	22,94594595	14,47507268
\$D\$11	Змінні x3	0	-52,47289866	172	52,47289866	1E+30
\$E\$11	Змінні x4	4,44089E-16	0	191	35,20031422	1E+30
\$F\$11	Змінні x5	3,55271E-15	0	172	23,46687615	1E+30
\$G\$11	Змінні x6	0	-17,60015711	150	17,60015711	1E+30
\$H\$11	Змінні x7	36,85781618	0	180	7,194915254	1,784431138
\$I\$11	Змінні x8	3,464257659	0	200	4,966666667	7,648648649
\$J\$11	Змінні x9	0	-2,340926944	140	2,340926944	1E+30
\$K\$11	Змінні x10	0	-65,12961508	170	65,12961508	1E+30

137,05 ≤ c<sub>1</sub> ≤ 174,48  
148,52 ≤ c<sub>2</sub> ≤ 185,95  
-1E+30 ≤ c<sub>3</sub> ≤ 224,47  
-1E+30 ≤ c<sub>4</sub> ≤ 226,2  
-1E+30 ≤ c<sub>5</sub> ≤ 195,47  
-1E+30 ≤ c<sub>6</sub> ≤ 167,6  
178,22 ≤ c<sub>7</sub> ≤ 187,19  
192,35 ≤ c<sub>8</sub> ≤ 204,97  
-1E+30 ≤ c<sub>9</sub> ≤ 142,34  
-1E+30 ≤ c<sub>10</sub> ≤ 235,13

Ограничения

Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
\$L\$12	Сировина А ПЧО	5,704713276	0	23	1E+30	17,29528672
\$L\$13	Сировина В ПЧО	21,3	22,23095051	21,3	11,92881356	1,191891892
\$L\$14	Сировина С ПЧО	18	85,86017282	18	0,404587156	2,409836066
\$L\$15	ТЛ ПЧО	336	47,44697565	336	22,05	84,28742515
\$L\$16	Міп випуск ПЧО	60	-14,28986646	60	6,591928251	1,4
\$L\$17	Комплект. 4-5 ПЧО	2,88658E-15	-54,31421838	0	25,71428571	3,55271E-15
\$L\$18	Комплект. 4-6 ПЧО	-8,88178E-16	23,07148468	0	8,88178E-16	25,51733515

5,7047 ≤ b<sub>A</sub> ≤ 1E+30  
20,108 ≤ b<sub>B</sub> ≤ 33,229  
15,59 ≤ bc ≤ 18,405  
251,71 ≤ T ≤ 358,05  
58,6 ≤ b<sub>min</sub> ≤ 66,592

Microsoft Excel 14.0 Отчет о пределах  
Лист: [РГЗ№1.xls]/Лист3  
Отчет создан: 23.01.2012 16:28:23

Целевая функция

Ячейка	Имя	Значение
\$L\$19	ЦФ ПЧО	17103,79

Целевая функция		
Переменная	Имя	Значение
\$B\$11	Змінні x1	1,15
\$C\$11	Змінні x2	58,85
\$D\$11	Змінні x3	0,00
\$E\$11	Змінні x4	0,00
\$F\$11	Змінні x5	0,00
\$G\$11	Змінні x6	0,00
\$H\$11	Змінні x7	36,86
\$I\$11	Змінні x8	3,46
\$J\$11	Змінні x9	0,00
\$K\$11	Змінні x10	0,00

Нижний Целевая функция		
Предел	Результат	Целевая функция
1,15	17103,79	17103,79
58,85	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	10469,39	17103,79
0,00	16410,94	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79

Верхний Целевая функция		
Предел	Результат	Целевая функция
1,15	17103,79	17103,79
58,85	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
36,86	17103,79	17103,79
3,46	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79
0,00	17103,79	17103,79

**ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ**

1. При заданих обмеженнях максимальний прибуток підприємству забезпечить випуск таких видів продукції: 1-й у кількості 1,15 т, 2-й – 58,85 т, 7-й – 36,86 т, 8-й – 3,46 т на місяць.

2. При заданих обмеженнях максимальний прибуток підприємства буде становити – 17103,79 грн у місяць.

3. Максимальний прибуток підприємства визначають обмеження на максимально можливі постачання сировини  $B$  та  $C$ , максимальний фонд робочого часу ТЛ на місяць, обмеження щодо мінімального випуску продукції 1-го, 2-го та 3-го виду, обмеження комплектності. З огляду на викладене, при реалізації оптимальної за прибутком виробничої програми підприємства дефіцитними ресурсами будуть сировина  $B$  та  $C$ , фонд робочого часу ТЛ.

4. Недефіцитним ресурсом буде сировина  $A$ . Якщо при реалізації оптимальної виробничої програми на підприємство завозити максимально можливу кількість сировини  $A$ , залишок її буде становити 17,3 т.

5. Збитковою є продукція 3-го, 6-го, 9-го, 10-го видів. Продукція 4-го та 5-го виду не є збитковою, але не увійшла в це оптимальне рішення.

6. При реалізації оптимальної за прибутком виробничої програми продукція 1-го, 2-го та 3-го видів у вільний продаж не надійде.

7. Межі, у яких можуть змінюватися цільові коефіцієнти так, щоб при незмінних інших числових характеристиках оптимізаційної моделі оптимальне рішення залишилося незмінним, розраховані на аркуші звіту за стійкістю.

8. Межі, у яких можуть змінюватися ПЧО по ресурсах та обмеження по мінімальному випуску продукції 1-го, 2-го, 3-го видів так, щоб при незмінних інших числових характеристиках оптимізаційної моделі оптимальне рішення залишилось незмінним, розраховані на аркуші звіту за стійкістю.

9. При інших рівних економічних умовах у першу чергу доцільно збільшувати праву частину обмеження по сировині  $C$ . Тобто збільшувати її максимальні постачання на місяць.

10. Верхня і нижня границі більшості КЗ обмежена одним числом – їх оптимальним значенням. Виключення становлять лише змінні  $x_7$  та  $x_8$ , для них значення лежать у таких межах:

$$0 \leq x_7 \leq 36,86;$$

$$0 \leq x_8 \leq 3,46.$$

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до розрахункового завдання «Оптимізація виробничої програми підприємства» за розділом «Оптимізаційні методи і моделі» курсу «Економіко-математичне моделювання» для студентів очної та заочної форми навчання спеціальностей 6.030601 «Менеджмент», 6.030501 «Економіка підприємства», 6.030509 «Облік та аудит», 6.030507 «Маркетинг», 6.030507 «Інтелектуальна власність»

Укладачі: СКВОРЧЕВСЬКИЙ Олександр Євгенович  
ТОВАЖНЯНСЬКИЙ В'ячеслав Леонідович  
ПОБЕРЕЖНИЙ Роман Олегович

Відповідальний за випуск О.Д. Матросов

Роботу до видання рекомендував М.І. Погорелов

Редактор Л.А. Пустовойтова

План 2012 р., поз. 178

Підп. до друку \_\_. \_\_. \_\_. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.  
Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,2.  
Обл.-вид. арк. 1,41. Наклад 100 пр. Зам. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».  
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК №3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

Друкарня НТУ «ХП».  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.