

Цивінда Н.І., канд. техн. наук, доцент,
 Зюган У.І., студентка,
 Зуєв І. О., студент,

Криворізький національний університет, civinda.n@knu.edu.ua

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ОПТИМІЗАЦІЄЮ ВИТРАТ РЕМОНТНИХ РЕСУРСІВ

В процесі керування виробництвом необхідно прагнути до оптимізації витрат з метою отримання максимального прибутку. Оптимізація витрат на виробничому або ремонтному підприємстві дозволяє підвищити прибутковість, уникнути економічних проблем у кризові часи, підвищити конкурентоспроможність за рахунок оновлення обладнання, підвищення точності і якості готової продукції, покращення умов роботи і підвищення кваліфікації працівників, впровадження інноваційних технологій тощо.

Під ресурсами зазвичай розуміють матеріальні чи фінансові активи: гроші, засоби виробництва приміщення, сировина, енергія. Але не менш важливі ресурси нематеріальні: час, люди, знання та досвід, інформація тощо. І всі ці джерела мають працювати з максимальною ефективністю.

Для пошуку раціональної стратегії управління обмеженими ресурсами та оптимального довгострокового плану ремонту розвитку важливо використовувати математичні методи та інформаційні технології, що дозволяють автоматизувати процес отримання оптимального рішення поставленого завдання.

У даній роботі оптимізація витрат проводиться за допомогою лінійного програмування.

1. Постановка завдання

Нехай у розпорядженні ремонтної бригади на підприємстві є наступні ресурси: $C_{1\max}$, $C_{2\max}$; $C_{3\max}$; $C_{4\max}$; $C_{5\max}$, $C_{6\max}$, $C_{7\max}$. Бригада спеціалізується на ремонтах двох типів відцентрових насосів: Π_1 – 8НФ, Π_2 – 10Ф-12. За ремонт однієї одиниці Π_1 підприємство отримує прибуток Π_1 , для її ремонту необхідно витратити наступну кількість ресурсів: $C_{1\Pi_1}$, $C_{2\Pi_1}$, $C_{3\Pi_1}$, $C_{4\Pi_1}$, $C_{5\Pi_1}$, $C_{6\Pi_1}$, $C_{7\Pi_1}$. На ремонт однієї одиниці Π_2 підприємство отримує Π_2 прибутку, для її ремонту необхідно $C_{1\Pi_2}$, $C_{2\Pi_2}$, $C_{3\Pi_2}$, $C_{4\Pi_2}$, $C_{5\Pi_2}$, $C_{6\Pi_2}$, $C_{7\Pi_2}$. Необхідно так спланувати обсяги ремонтних робіт, щоб прибуток від них був максимальний.

2. Знаходимо вагові коефіцієнти, які відображають значимість кожного ресурсу в завданні оптимізації цільової функції.

3. Формулювання цільової функції

Цільова функція формулюється наступним чином:

$$F(x_1, x_2) = C_1 \cdot x_1 + C_2 \cdot x_2 \rightarrow \max, \quad (1)$$

де C_1 , C_2 – прибуток від реалізації продукції Π_1 та Π_2 ;

x_1 , x_2 – кількість відповідно продукції Π_1 та Π_2 .

4. Оптимізація матричним методом [1].

Оптимізацію проводимо у програмному забезпеченні MathCAD 15.

`Rez := Maximize(F, x1, x2)`

$$\text{Rez} = \begin{pmatrix} 0 \\ 9.167 \end{pmatrix}$$

`x1 := 0`

`x2 := 9`

$$F(x_1, x_2) = 9.9 \times 10^3$$

Рис. 1 – Результат оптимізації

Таким чином, максимальний прибуток у 9900 грн буде досягаться реалізацією 9 шт. продукції П₂.

Зробимо перевірку для того, щоб побачити, як використовуються наявні ресурси (рис. 2).

$$\begin{array}{ll} x_1 := 0 & \\ x_2 := 9 & \\ 3.2x_1 + 2x_2 \leq 100 & 3.2x_1 + 2x_2 \rightarrow 18 \\ 1.7x_1 + 1.4x_2 \leq 70 & 1.7x_1 + 1.4x_2 \rightarrow 12.6 \\ 0.5x_1 + 0.57x_2 \leq 20 & 0.5x_1 + 0.57x_2 \rightarrow 5.13 \\ 0.8x_1 + 0.7x_2 \leq 27 & 0.8x_1 + 0.7x_2 \rightarrow 6.3 \\ 15x_1 + 12x_2 \leq 110 & 15x_1 + 12x_2 \rightarrow 108 \\ 0.5x_1 + 0.4x_2 \leq 17 & 0.5x_1 + 0.4x_2 \rightarrow 3.6 \\ 6x_1 + 4x_2 \leq 95 & 6x_1 + 4x_2 \rightarrow 36 \end{array}$$

Рис. 2 – Перевірка використання ресурсів

Бачимо, що вся сировина використовується у межах своїх ресурсів, отже, задача вирішена правильно. Бажано збільшити кількість ресурсів С₅, тому що вони сильно обмежують використання інших ресурсів.

5. Оптимізація графічним методом:

Записуємо умову задачі у MathCAD (рис. 3).

$$\begin{array}{l} C := 1200x_1 + 1100x_2 \\ 3.2x_1 + 2x_2 \leq 100 \\ 1.7x_1 + 1.4x_2 \leq 70 \\ 0.5x_1 + 0.57x_2 \leq 20 \\ 0.8x_1 + 0.7x_2 \leq 27 \\ 15x_1 + 12x_2 \leq 110 \\ 0.5x_1 + 0.4x_2 \leq 17 \\ 6x_1 + 4x_2 \leq 95 \end{array}$$

Рис. 3– Умова завдання

```

HexaIT C := 10000
Given
C = 1200x1 + 1100x2
y1(x1) := Find(x2) → 100/11 - 12·x1/11
Given
3.2x1 + 2·x2 = 100
y2(x1) := Find(x2) → 50.0 - 1.6·x1
Given
1.7x1 + 1.4·x2 = 70
y3(x1) := Find(x2) → 50.0 - 1.2142857142857142857·x1
Given
0.5x1 + 0.57·x2 = 20
y4(x1) := Find(x2) → 35.087719298245614035 - 0.87719298245614035088·x1
Given
0.8x1 + 0.7·x2 = 27
y5(x1) := Find(x2) → 38.571428571428571429 - 1.1428571428571428571·x1
Given
15x1 + 12·x2 = 110
y6(x1) := Find(x2) → 55/6 - 5·x1/4
Given
0.5x1 + 0.4·x2 = 17
y7(x1) := Find(x2) → 42.5 - 1.25·x1
Given
6x1 + 4·x2 = 95
y8(x1) := Find(x2) → 95/4 - 3·x1/2
    
```

Рис. 4 – Створення функцій для побудови графіків

Присвоюємо змінній C якоесь число близьке до очікуваного. Перетворюємо нерівності у рівняння, а потім із рівнянь виражаємо одну зі змінних, щоб отримати функції для подальшого будування графіків (рис. 5).

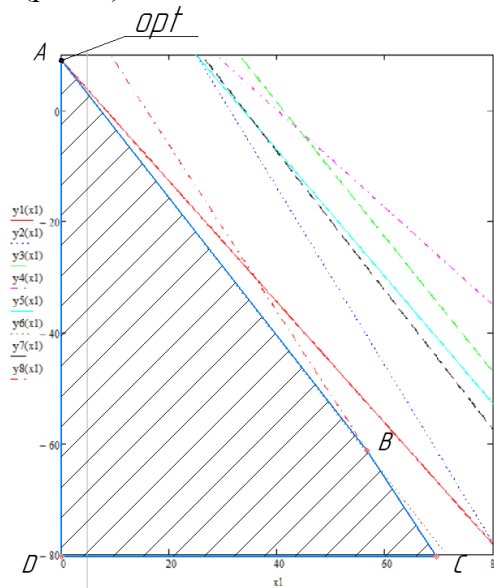


Рис. 5 – Чотирикутник розв’язків

Знаходимо оптимум у точці перетину двох графіків та максимальний прибуток від реалізації продукції Π_1 та Π_2 (рис. 6).

```

Given
x1 := 0
15x1 + 12 · x2 = 110
-----
x2 := Find(x2) → 55/κ
Округлюємо значення
x2 float, 1 → 9.0
x1 := 0
x2 := 9
C := 1200 · x1 + 1100 · x2 → 9900
    
```

Рис. 6 – Результат оптимізації

Відповіді при вирішенні задачі за обома методами збігаються, що говорить про вірність розрахунків.

Таким чином, у роботі було автоматизовано оптимізацію витрат ремонтних ресурсів при виготовленні відцентрових насосів. З аналізу двох методів оптимізації можна зробити висновок, що в реальних умовах виробництва доцільніший матричний метод, тому що він більше підлягає автоматизації.

Частину отриманого прибутку від оптимізації доцільно витрати на закупівлю більшого об’єму сировини C_5 . Це дозволить підвищити надійність роботи обладнання оптимізацією витрат ремонтних ресурсів та більш рівномірно й раціонально використовувати наявні ресурси підприємства, збільшити кількість відремонтованої продукції.

Список посилань

1. Крутовий Ж. А. та ін. Оптимізація технологічних процесів. Ч.1: Навч. посібник/ Ж. А. Крутовий, С. В. Любар, Н. В. Манжос / Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Харків: ХДУХТ, 2011, – 300с.