Властивості задачі лінійного програмування

Властивості задачі лінійного програмування

3.1 Форми ЗЛП

3.2 Еквівалентність форм ЗЛП

3.3 Множина допустимих розв’язків ЗЛП (багатогранні множини, багатогранники, вершини, грані)

3.4 Основні властивості ЗЛП і теореми лінійного програмування

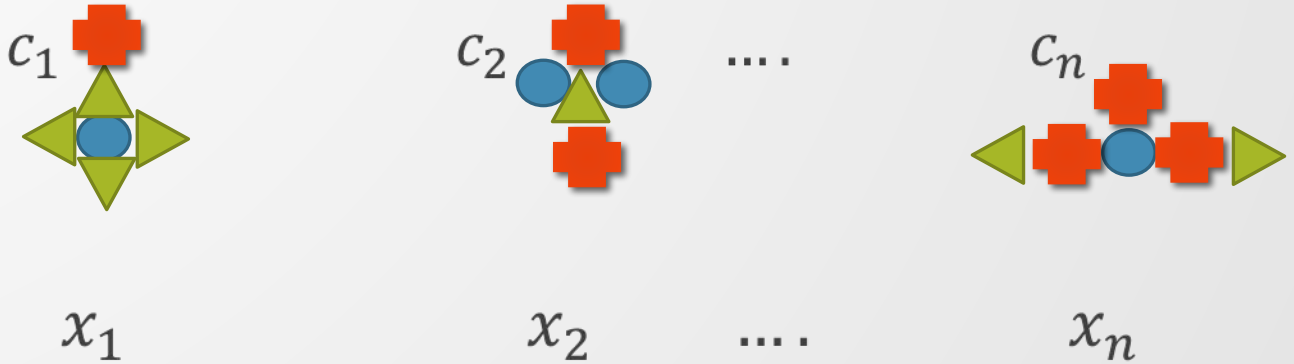
Задача лінійного програмування (ЗЛП)

$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max(\min)$	(1)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i, \quad i = \overline{1,k}$	(2)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, \quad i = \overline{k+1,r}$	(3)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ge b_i, \quad i = \overline{r+1,m}$	(4)
$x_j \ge 0, \quad j = \overline{1,n}$	(5)

Задача лінійного програмування (ЗЛП)

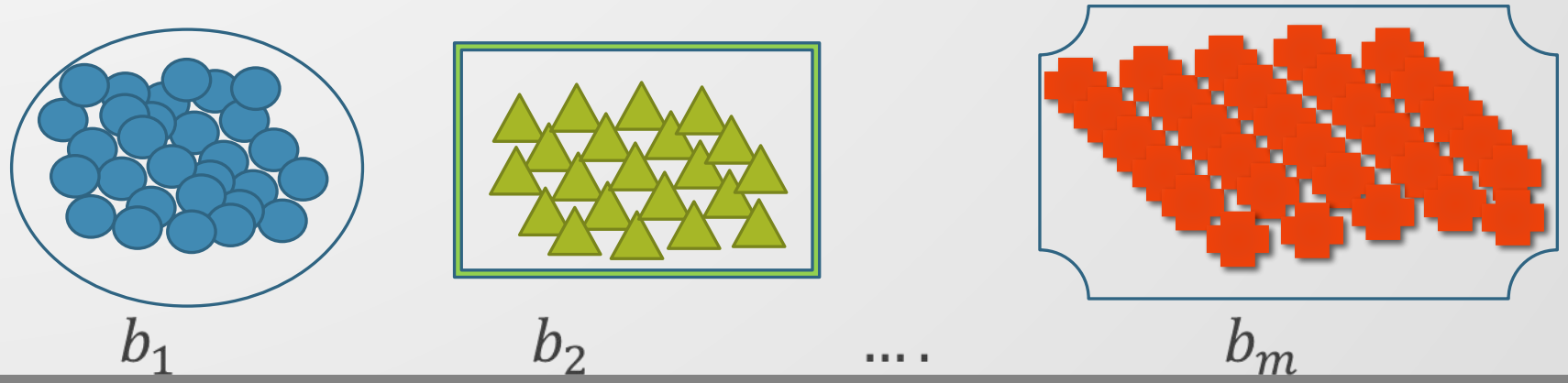
$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max(\min)$	(1)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i, \quad i = \overline{1,k}$	(2)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i, \quad i = \overline{k+1,r}$	(3)
$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ge b_i, \quad i = \overline{r+1,m}$	(4)
$x_j \ge 0, \quad j \in J \subset \{1,2,..,n\}$	(5)

Економічна інтерпретація ЗЛП



$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max$$

$$x_j \geq 0, \qquad j = \overline{1,n}$$



$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq (=,\geq) b_i, \qquad i = \overline{1,m}$$

Основні припущення

1) пропорційність,

2) адитивність,

3) невід’ємність

Пропорційність означає, що витрати ресурсів на деякий вид продукції прямо пропорційні його обсягу випуску, а вклад цього виду продукції в ЦФ також прямо пропорційний його обсягу випуску.

Адитивність означає, що загальна величина ресурсу, використовуваного на виробництво всіх видів продукції, дорівнює сумі витрат цього ресурсу на окремі види продукції. Аналогічно інтерпретується і ЦФ.

Самостійно №1 Навести приклади проблемних ситуацій, в яких порушені ці припущення

ФОРМИ ЗЛП

$\leq, =, \geq$	$\leq$	$=$
• Загальна	• Стандартна	• Канонічна

(1)-(5)

$\leq$

- Стандартна

$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max(\min)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = \overline{1,m}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,n}$$

$=$

- Канонічна

$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max(\min)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i, \quad i = \overline{1,m}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,n}$$

$\leq$

- Стандартна

$$c^T x \to \max(\min)$$
$$Ax \leq b$$
$$x \geq 0$$

$=$

- Канонічна

$$c^T x \to \max(\min)$$
$$Ax = b$$
$$x \geq 0$$

$\leq$

- Стандартна

$$c^T x \to \max(\min)$$

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

$=$

- Канонічна

$$c^T x \to \max(\min)$$

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad c = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} \quad A = \left\{ a_{ij} \right\}_{j=\overline{1,n}}^{i=\overline{1,m}}$$

Саме для канонічної ЗЛП розроблено метод розв'язання

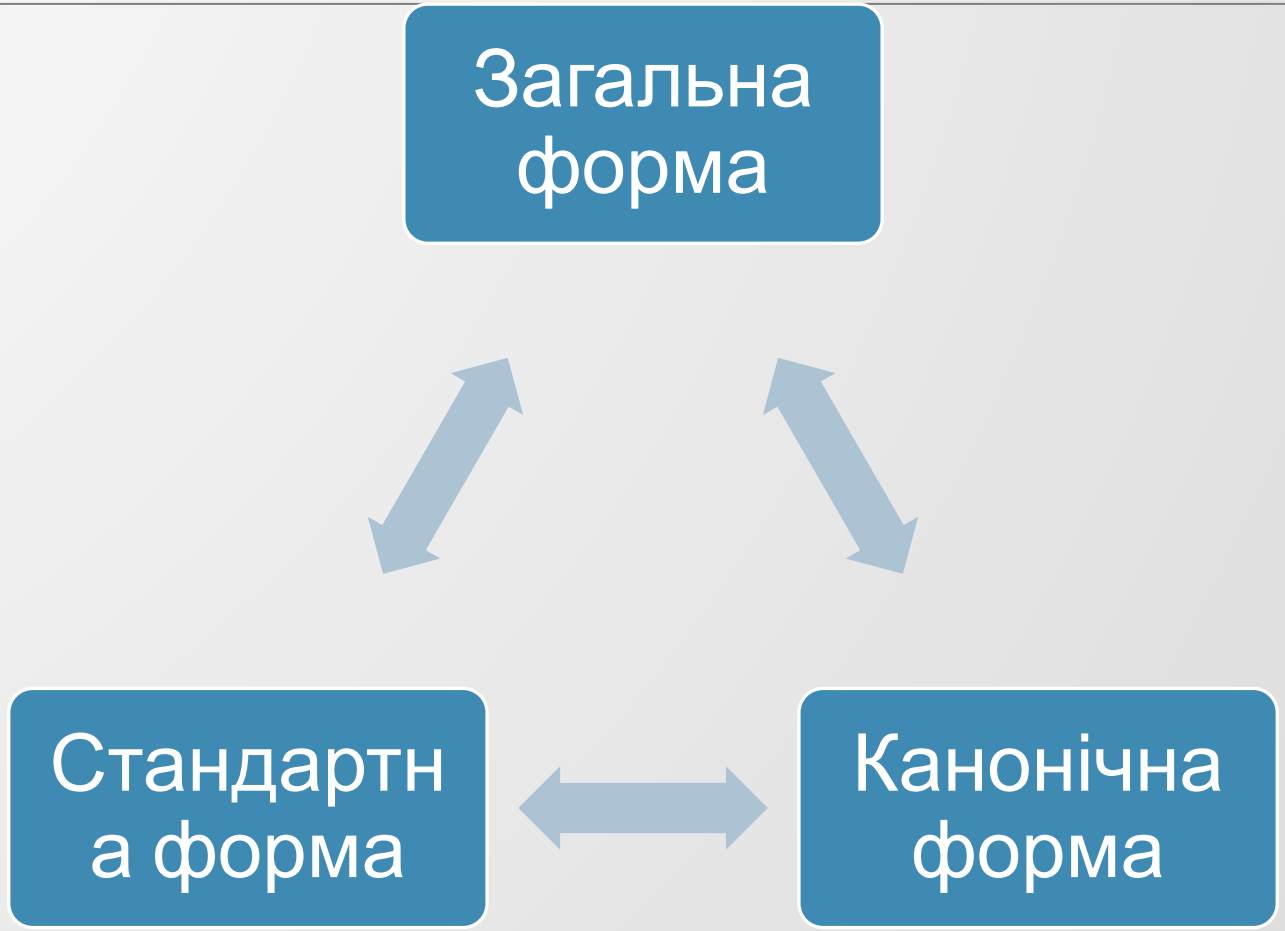
Далі будемо розглядати задачі на максимум

$$c^T x \to \max$$

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

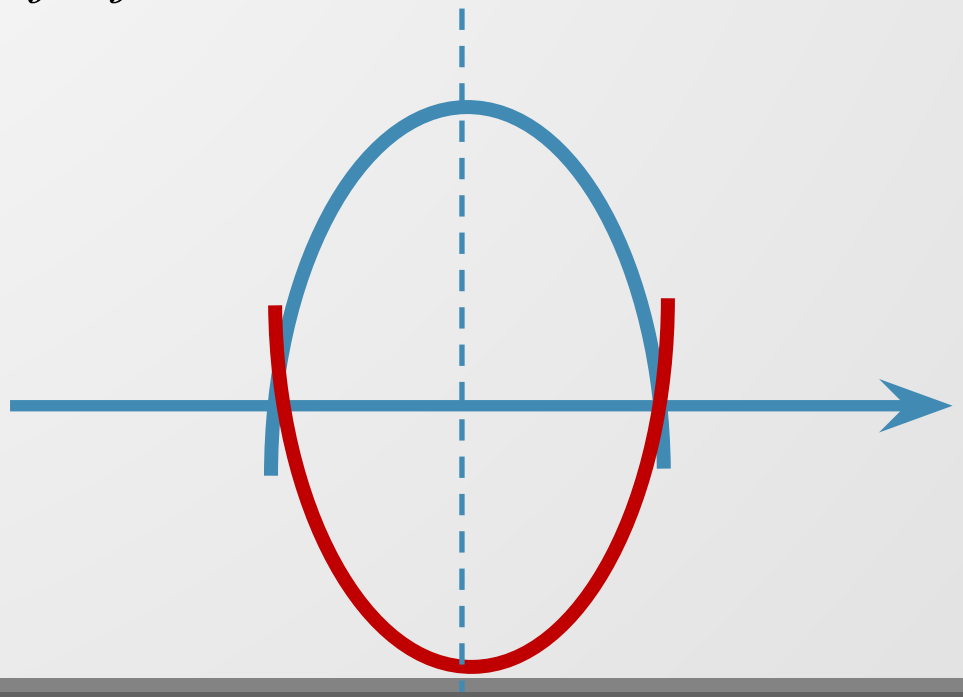
Еквівалентність форм ЗЛП



Правила перетворення форм ЗЛП ①

$$\sum_j c_j x_j \to \min \quad \equiv \quad -\sum_j c_j x_j \to \max$$

$$\sum_j c_j x_j \to \min \quad \equiv \quad -\sum_j c_j x_j \to \max$$



Правила перетворення форм ЗЛП ②

$$\sum_j a_{ij} x_j \le b_i$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j + s_i = b_i \\ s_i \ge 0 \end{cases}$$

залишкова змінна

Правила перетворення форм ЗЛП ③

$$\sum_j a_{ij} x_j \geq b_i$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j - S_i = b_i \\ S_i \geq 0 \end{cases}$$

надлишкова змінна

Правила перетворення форм ЗЛП ④

$$\sum_j a_{ij} x_j \geq b_i \quad \equiv \quad -\sum_j a_{ij} x_j \leq -b_i$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑤

$$\sum_j a_{ij} x_j = b_i \equiv \begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j \le b_i \\ \sum_j a_{ij} x_j \ge b_i \end{cases}$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑥

$$\sum_j a_{ij} x_j = b_i,\ i = \overline{1,m}$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j \le b_i,\ i = \overline{1,m} \\ \sum_i \underbrace{\left(\sum_j a_{ij} x_j - b_i\right)}_{\le 0} \ge 0 \end{cases}$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑥

$$\sum_j a_{ij} x_j = b_i,\ i = \overline{1,m}$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j \le b_i,\ i = \overline{1,m} \\ \sum_i \underbrace{\left(\sum_j a_{ij} x_j - b_i\right)}_{=0} \ge 0 \end{cases}$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑥

$$\sum_j a_{ij} x_j = b_i,\ i = \overline{1,m}$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} \sum_j a_{ij} x_j \le b_i,\ i = \overline{1,m} \\ \sum_i \underbrace{\left(\sum_j a_{ij} x_j - b_i\right)}_{=0} \ge 0 \end{cases}$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑦

$$x_j <=> 0$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} x_j = x_j^+ - x_j^- \\ x_j^+ \geq 0 \\ x_j^- \geq 0 \end{cases}$$

Правила перетворення форм ЗЛП ⑧

$$x_j <=> 0, \quad j = \overline{1,n}$$

$$\equiv$$

$$\begin{cases} x_j = x_j^+ - x_0 \\ x_0 \geq 0 \\ x_j^+ \geq 0, \quad j = \overline{1,n} \end{cases}$$

Приклад №1 (1)

Привести задачу до КФ

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (2)

$$
\begin{aligned}
&3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,\\
&-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,\\
&\qquad 1x_2 + 1x_3 \qquad\quad = 7,\\
&5x_1 - \ 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,\\
&x_1, x_2, x_3 \geq 0,\\
&x_4 <=> 0.
\end{aligned}
$$

Не відповідають КФ

КАНОНІЧНА ФОРМА

$$c^T x \to \max(\min)$$

$$Ax = b$$

$$x \geq 0$$

Приклад №1 (3)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$

$$\boxed{-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,}$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (3)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$

$$\boxed{-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,}$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \boxed{- S_1 \quad =} 10$$

$$x_1, x_2, x_3, \boxed{S_1 \geq 0,}$$

$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (4)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,$$

$$\boxed{1x_2 + 1x_3 = 7,}$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 = 10$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$x_1, x_2, x_3, S_1 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (5)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$
$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$\boxed{5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,}$$
$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$
$$x_4 <=> 0.$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 = 10$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$x_1, x_2, x_3, S_1 \geq 0,$$
$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (5)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,$$
$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$\boxed{5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,}$$
$$x_1, x_2, x_3 \geq 0,$$
$$x_4 <=> 0.$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 = 10$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 + \boxed{s_2 = 45,}$$
$$x_1, x_2, x_3, S_1, \boxed{s_2 \geq 0},$$
$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (6)

$$
\begin{aligned}
&3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,\\
&-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,\\
&\qquad 1x_2 + 1x_3 \qquad\qquad = 7,\\
&5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,\\
&x_1, x_2, x_3 \geq 0,\\
&x_4 <=> 0.
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max\\
&-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 \qquad = 10\\
&\qquad 1x_2 + 1x_3 \qquad\qquad\qquad\qquad = 7,\\
&5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 + s_2 = 45,\\
&x_1, x_2, x_3, S_1, s_2 \geq 0,\\
&x_4 <=> 0.
\end{aligned}
$$

Приклад №1 (7)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 = 10$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 + s_2 = 45,$$

$$x_1, x_2, x_3, S_1, s_2 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

Приклад №1 (7)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 - S_1 = 10$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 + s_2 = 45,$$

$$x_1, x_2, x_3, S_1, s_2 \geq 0,$$

$$x_4 <=> 0.$$

$$x_4 = x_4^+ - x_4^-$$

$$x_4^+, x_4^- \geq 0$$

Приклад №1 (8)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + \boxed{6x_4} \to \max$$

$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + \boxed{2x_4} - S_1 = 10$$

$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$

$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 \boxed{-3x_4} + s_2 = 45,$$

$$x_1, x_2, x_3, S_1, s_2 \geq 0,$$

$$\boxed{x_4 <=> 0.}$$

$$x_4 = x_4^+ - x_4^-$$

$$x_4^+, x_4^- \geq 0$$

Приклад №1 (9)

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + \boxed{6x_4} \to \max$$
$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + \boxed{2x_4} - S_1 = 10$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 \boxed{-3x_4} + s_2 = 45,$$
$$x_1, x_2, x_3, S_1, s_2 \geq 0,$$
$$\boxed{x_4 <=> 0.}$$

$$x_4 = x_4^+ - x_4^-$$
$$x_4^+, x_4^- \geq 0$$

ЗЛП в КФ

$$3x_1 + 2x_2 - 4x_3 \boxed{+6x_4^+ - 6x_4^-} \to \max,$$
$$-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 \boxed{+2x_4^+ - 2x_4^-} - S_1 = 10,$$
$$1x_2 + 1x_3 = 7,$$
$$5x_1 - 3x_2 + 2x_3 \boxed{-3x_4^+ + 3x_4^-} + s_2 = 45,$$
$$x_1, x_2, x_3, \boxed{x_4^+, x_4^-}, S_1, s_2 \geq 0.$$

Приклад №1 (Відповідь)

Вихідна ЗЛП

$$
\begin{aligned}
&3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4 \to \max,\\
&-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 \geq 10,\\
&\qquad 1x_2 + 1x_3 \qquad = 7,\\
&5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4 \leq 45,\\
&x_1, x_2, x_3 \geq 0,\\
&x_4 <=> 0.
\end{aligned}
$$

ЗЛП в КФ

$$
\begin{aligned}
&3x_1 + 2x_2 - 4x_3 + 6x_4^+ - 6x_4^- \to \max,\\
&-1x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4^+ - 2x_4^- - S_1 \qquad = 10,\\
&\qquad 1x_2 + 1x_3 \qquad = 7,\\
&5x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 3x_4^+ + 3x_4^- \qquad + s_2 = 45,\\
&x_1, x_2, x_3, x_4^+, x_4^-, S_1, s_2 \geq 0.
\end{aligned}
$$

Зведення ЗЛП в стандартній формі до канонічної

$$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \ldots + c_n \cdot x_n \to \max$$

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \ldots + a_{1n} \cdot x_n \le b_1$$

$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \ldots + a_{2n} \cdot x_n \le b_2$$

$$\ldots$$

$$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \ldots + a_{mn} \cdot x_n \le b_m$$

$$x_j \ge 0, j = \overline{1, n}$$

Зведення ЗЛП в стандартній формі до канонічної

$$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \ldots + c_n \cdot x_n \to \max$$

$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \ldots + a_{1n} \cdot x_n \le b_1$$

$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \ldots + a_{2n} \cdot x_n \le b_2$$

$$\ldots$$

$$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \ldots + a_{mn} \cdot x_n \le b_m$$

$$x_j \ge 0,\ j = \overline{1,n}$$

Введемо m невід'ємних змінних

$$s_i \ge 0,\ i = \overline{1,m},\ s = \begin{bmatrix} s_1 \\ \ldots \\ s_m \end{bmatrix}$$

Зведення ЗЛП в стандартній формі до канонічної

$$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \ldots + c_n \cdot x_n \to \max$$
$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \ldots + a_{1n} \cdot x_n \le b_1$$
$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \ldots + a_{2n} \cdot x_n \le b_2$$
$$\ldots$$
$$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \ldots + a_{mn} \cdot x_n \le b_m$$
$$x_j \ge 0, j = \overline{1,n}$$

Введемо m невід'ємних змінних

$$s_i \ge 0, i = \overline{1,m}, s = \begin{bmatrix} s_1 \\ \ldots \\ s_m \end{bmatrix}$$

$$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \ldots + c_n \cdot x_n + 0s_1 + \ldots + 0s_m \to \max$$
$$a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \ldots + a_{1n} \cdot x_n + s_1 = b_1$$
$$a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \ldots + a_{2n} \cdot x_n + s_2 = b_2$$
$$\ldots$$
$$a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \ldots + a_{mn} \cdot x_{n1} + s_m = b_m$$
$$x_j \ge 0, j = \overline{1,n} \quad s_i \ge 0, i = \overline{1,m}$$

Зведення ЗЛП в стандартній формі до канонічної

$$c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \ldots + c_n \cdot x_n + 0s_1 + \ldots + 0s_m \to \max$$

$$\begin{cases} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \ldots + a_{1n} \cdot x_n + s_1 = b_1 \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \ldots + a_{2n} \cdot x_n + s_2 = b_2 \\ \ldots \\ a_{m1} \cdot x_1 + a_{m2} \cdot x_2 + \ldots + a_{mn} \cdot x_n + s_m = b_m \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, j = \overline{1,n} \quad s_i \geq 0, i = \overline{1,m}$$

вектор змінних $\begin{bmatrix} x \\ \hline s \end{bmatrix} \begin{matrix} \}n \\ \}m \end{matrix}$,

матриця обмежень $\begin{bmatrix} \overset{n}{A} & \overset{m}{I} \end{bmatrix} \}m$,

вектор коефіцієнтів ЦФ $\begin{bmatrix} c \\ \hline \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{matrix} \}n \\ \}m \end{matrix}$,

де I – одинична матриця порядку m.

Зведення ЗЛП в стандартній формі до канонічної

Вихідна ЗЛП в СФ

$$c^T x \to \max$$
$$Ax \le b$$
$$x \ge 0$$

ЗЛП в КФ

$$\left.\begin{array}{c} \begin{bmatrix} c \\ \hline \mathbf{0} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} x \\ \hline s \end{bmatrix} \to \max \\ \left[A \mid I\right] \begin{bmatrix} x \\ \hline s \end{bmatrix} = b \\ \begin{bmatrix} x \\ \hline s \end{bmatrix} \ge \mathbf{0} \end{array}\right\} \Leftrightarrow \begin{cases} c^T x + \mathbf{0}^T s \to \max \\ Ax + s = b \\ x \ge \mathbf{0} \\ s \ge \mathbf{0} \end{cases}$$

Приклад №2 зведення до КФ

Вихідна ЗЛП:

$$z = 5x_1 + 6x_2 \to \max$$

$$3x_1 + 4x_2 \le 7$$

$$2x_1 + 1x_2 \ge 10$$

$$5x_1 + 8x_2 \le 11$$

$$x_1,\ x_2 \ge 0$$

КФ ЗЛП:

$$c^T x \to \max(\min)$$

$$Ax = b$$

$$x \ge 0$$

Приклад №2 зведення до КФ

Вихідна ЗЛП:

$$z = 5x_1 + 6x_2 \to \max$$

$$3x_1 + 4x_2 \le 7$$

$$2x_1 + 1x_2 \ge 10$$

$$5x_1 + 8x_2 \le 11$$

$$x_1,\ x_2 \ge 0$$

ЗЛП в канонічній формі:

$$z = 5x_1 + 6x_2 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 \to \max$$

$$3x_1 + 4x_2 + s_1 = 7$$

$$2x_1 + 1x_2 - s_2 = 10$$

$$5x_1 + 8x_2 + s_3 = 11$$

$$x_1,\ x_2,\ s_1,\ s_2,\ s_3 \ge 0$$

Приклад №3 зведення до КФ

Вихідна ЗЛП:

$$z = 3x_1 + 9x_2 \to \min$$

$$2x_1 + 6x_2 \le 9$$

$$5x_1 + 5x_2 \ge 4$$

$$3x_1 + 8x_2 \le 6$$

$$x_1 \ge 0$$

Приклад №3 зведення до КФ

Вихідна ЗЛП:

$$z = 3x_1 + 9x_2 \to \min$$

$$2x_1 + 6x_2 \le 9$$

$$5x_1 + 5x_2 \ge 4$$

$$3x_1 + 8x_2 \le 6$$

$$x_1 \ge 0$$

$$x_2 \Leftrightarrow 0 \longrightarrow x_2 = x_2^+ - x_2^-$$

$$x_2^+,\ x_2^- \ge 0$$

ЗЛП в канонічній формі :

$$z = 3x_1 + 9x_2^+ - 9x_2^- + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 \to \min$$

$$2x_1 + 6x_2^+ - 6x_2^- + s_1 = 9$$

$$5x_1 + 5x_2^+ - 5x_2^- - s_2 = 4$$

$$3x_1 + 8x_2^+ - 8x_2^- + s_3 = 6$$

$$x_1,\ x_2^+,\ x_2^-,\ s_1,\ s_2,\ s_3 \ge 0$$

Екзаменаційне завдання А

$$\min z = 9x_1 - 3x_2$$

$$\begin{aligned} &2x_1 + 8x_2 - 9x_3 = 5 \\ &5x_1 - 3x_2 + 4x_3 = 13 \\ &x_1 + 2x_2 - 6x_3 = 22 \\ &x_1, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Побудувати еквівалентну їй задачу ЛП в стандартній формі з 4 нерівностями

Екзаменаційне завдання Б

$$\min z = 9x_1 - 3x_2$$

$$\begin{aligned} 2x_1 + 8x_2 - 9x_3 &= 5 \\ 5x_1 - 3x_2 + 4x_3 &= 13 \\ x_1 + 2x_2 - 6x_3 &= 22 \end{aligned}$$

Побудувати еквівалентну їй задачу ЛП на максимум в стандартній формі з 5-ма нерівностями і 4-ма з мінними

Структура екзаменаційного білета

Практична частина

- **Побудова ММ**
- Розв’язання графічним способом
- **Зведення до КФ**
- Розв’язання аналітичним методом
- Постоптимальний аналіз
- Знаходження нового розв’язку за умови зміни параметрів задачі

Теоретична частина

- Завдання 1
- Завдання 2