Использование балансовых моделей в задачах маркетинга

Докладчик:
Студент III курса
Прикладной математики
Чеповский Иван

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \ldots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \ldots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right), \; i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \dots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \dots, y_n\right), \; i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \ldots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \ldots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right), \ i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \ldots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \ldots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right), \;\; i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$$ {x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \dots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \dots, y_n\right), \quad i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \ldots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \ldots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right), \; i = \overline{1, n} \quad (1)$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \quad (2)$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \quad (3)$$

Постановка классической задачи МОБ

Пусть заданы:

- Вектор конечного спроса $\bar{y} = (y_1, y_2, \ldots, y_n)^{\text{т}}$
- Вектор валовых выпусков $\bar{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)^{\text{т}}$
- Вектор промежуточной продукции $\bar{x}' = ({x'}_1, {x'}_2, \ldots, {x'}_n)^{\text{т}}$

$$x_i = f_i\left(y_1, y_2, \ldots, y_n\right), \quad i = \overline{1, n} \tag{1}$$

$$x_{ij} = \varphi_{ij}\left(x_j\right) \tag{2}$$

- Величина x_{ij} - часть ${x'}_i$, необходимая для производства количества продукции x_j отрасли $j = \overline{1, n}$

$${x'}_i = x_{i1} + x_{i2} + \cdots + x_{in} = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \tag{3}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot x_j + b_{ij} \tag{4}$$

- Технологическая матрица $A = (a_{ij})$

Каноническая форма СММБ:

$$A \cdot \bar{x} + \bar{y} = \bar{x} \tag{5}$$

Приведенная форма СММБ:

$$\bar{x} = B \cdot \bar{y} \tag{6}$$

где

$$B = (b_{ij}) = (E - A)^{-1}$$

Постановка классической задачи МОБ

- Матрица межотраслевых потоков $X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \end{pmatrix}$
- $z_j = x_j - \sum\limits_{i=1}^{n} x_{ij} > 0, \quad j = \overline{1,n}$ - добавленная стоимость отрасли j

Постановка классической задачи МОБ

- Матрица межотраслевых потоков $X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nn} \end{pmatrix}$
- $z_j = x_j - \sum\limits_{i=1}^{n} x_{ij} > 0, \quad j = \overline{1, n}$ - добавленная стоимость отрасли j

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

СММБ в натуральном выражении

- x_i^* - количество валовой продукции i в натуральном выражении
- y_i^* - количество конечной продукции отрасли i в натуральном выражении

$$x_i = p_i \cdot x_i^*, \quad y_i = p_i \cdot y_i^* \tag{7}$$

- Матрица цен $P = \begin{pmatrix} p_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & p_n \end{pmatrix}$

СММБ в натуральном выражении:

$$A^* \cdot \bar{x}^* + \bar{y}^* = \bar{x}^* \tag{8}$$

Приведенная форма СММБ в натуральном выражении:

$$\bar{x}^* = B^* \cdot \bar{y}^* \tag{9}$$

где $A^* = P^{-1} \cdot A \cdot P$ и $B^* = P^{-1} \cdot B \cdot P$

Продуктивность матрицы

Всякую квадратную матрицу с неотрицательными коэффициентами назовем *продуктивной*, если:

- Существует матрица B
- Коэффициенты матрицы B удовлетворяют условиям:
  1. $b_{ij} \geq 0$ при всех допустимых i и j
  2. $b_{ij} \geq 1$ при всех $j = 1, 2, \ldots, n$

Продуктивность матрицы

Всякую квадратную матрицу с неотрицательными коэффициентами назовем *продуктивной*, если:

- Существует матрица B
- Коэффициенты матрицы B удовлетворяют условиям:
  1. $b_{ij} \geq 0$ при всех допустимых i и j
  2. $b_{ij} \geq 1$ при всех $j = 1, 2, \ldots, n$

Продуктивность матрицы

Всякую квадратную матрицу с неотрицательными коэффициентами назовем *продуктивной*, если:

- Существует матрица B
- Коэффициенты матрицы B удовлетворяют условиям:
  1. $b_{ij} \geq 0$ при всех допустимых i и j
  2. $b_{ij} \geq 1$ при всех $j = 1, 2, \ldots, n$

Продуктивность матрицы

Всякую квадратную матрицу с неотрицательными коэффициентами назовем *продуктивной*, если:

- Существует матрица B
- Коэффициенты матрицы B удовлетворяют условиям:
  1. $b_{ij} \geq 0$ при всех допустимых i и j
  2. $b_{ij} \geq 1$ при всех $j = 1, 2, \ldots, n$

Продуктивность матрицы

Всякую квадратную матрицу с неотрицательными коэффициентами назовем *продуктивной*, если:

- Существует матрица B
- Коэффициенты матрицы B удовлетворяют условиям:
  1. $b_{ij} \geq 0$ при всех допустимых i и j
  2. $b_{ij} \geq 1$ при всех $j = 1, 2, \ldots, n$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n \cdot \max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1\le j\le n} |\lambda_j(A)|$$

Достаточное условие продуктивности матрицы:

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min\limits_{1\le k\le 5} |A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое условие продуктивности матрицы:

$$|A|_5 < 1$$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1 \le j \le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1 \le i \le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n \cdot \max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1 \le j \le n} |\lambda_j(A)|$$

Достаточное условие продуктивности матрицы:

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min_{1 \le k \le 5} |A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое условие продуктивности матрицы:

$$|A|_5 < 1$$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1\le j\le n}\sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n\cdot\max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1\le j\le n}|\lambda_j(A)|$$

Достаточное условие продуктивности матрицы:

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min_{1\le k\le 5}|A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое условие продуктивности матрицы:

$$|A|_5 < 1$$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n \cdot \max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1\le j\le n} |\lambda_j (A)|$$

Достаточное **условие продуктивности матрицы:**

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min_{1\le k\le 5} |A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое **условие продуктивности матрицы:**

$$|A|_5 < 1$$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n\cdot \max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1\le j\le n} |\lambda_j(A)|$$

Достаточное условие продуктивности матрицы:

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min_{1\le k\le 5} |A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое условие продуктивности матрицы:

$$|A|_5 < 1$$

Продуктивность матрицы

Для матриц определены следующие нормы:

$$|A|_1 = \max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij},\ |A|_2 = \max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij},\ |A|_3 = n\cdot \max_{i,j} a_{ij},$$

$$|A|_4 = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} a_{ij}^2},\ |A|_5 = \max_{1\le j\le n} |\lambda_j(A)|$$

Достаточное условие продуктивности матрицы:

Если справедливо неравенство $|A| < 1$, где $|A| = \min_{1\le k\le 5} |A|_k$, то матрица A продуктивна

Необходимое условие продуктивности матрицы:

$$|A|_5 < 1$$

Равновесные цены

- $\nu_j = 1 - \sum\limits_{i=1}^{n}$ при $j = \overline{1, n}$ - доля добавленной стоимости

$$\bar{\nu}^* = (E - A^{*\text{т}}) \cdot \bar{p}_A \text{ - уравнение равновесных цен} \qquad (10)$$

- $\bar{p}_A = (E - A^{*\text{т}})^{-1} \cdot \bar{\nu}^* = B^{*\text{т}} \cdot \bar{\nu}^*$ - вектор цен по матрице A
- $\bar{p}_A = P \cdot B^{\text{т}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице A в стоимостном выражении

Равновесные цены

- $\nu_j = 1 - \sum_{i=1}^{n}$ при $j = \overline{1, n}$ - доля добавленной стоимости

$$\bar{\nu}^* = (E - A^{*\mathrm{T}}) \cdot \bar{p}_A \text{ - уравнение равновесных цен} \tag{10}$$

- $\bar{p}_A = (E - A^{*\mathrm{T}})^{-1} \cdot \bar{\nu}^* = B^{*\mathrm{T}} \cdot \bar{\nu}^*$ - вектор цен по матрице A
- $\bar{p}_A = P \cdot B^{\mathrm{T}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице A в стоимостном выражении

Равновесные цены

- $\nu_j = 1 - \sum\limits_{i=1}^{n}$ при $j = \overline{1,n}$ - доля добавленной стоимости

$$\bar{\nu}^* = (E - A^{*\text{т}}) \cdot \bar{p}_A \text{ - уравнение равновесных цен} \tag{10}$$

- $\bar{p}_A = (E - A^{*\text{т}})^{-1} \cdot \bar{\nu}^* = B^{*\text{т}} \cdot \bar{\nu}^*$ - вектор цен по матрице A
- $\bar{p}_A = P \cdot B^{\text{т}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице A в стоимостном выражении

Равновесные цены

- $\nu_j = 1 - \sum\limits_{i=1}^{n}$ при $j = \overline{1, n}$ - доля добавленной стоимости

$$\bar{\nu}^* = (E - A^{*\text{т}}) \cdot \bar{p}_A \text{ - уравнение равновесных цен} \tag{10}$$

- $\bar{p}_A = (E - A^{*\text{т}})^{-1} \cdot \bar{\nu}^* = B^{*\text{т}} \cdot \bar{\nu}^*$ - вектор цен по матрице A
- $\bar{p}_A = P \cdot B^{\text{т}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице A в стоимостном выражении

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \qquad (11)$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \qquad (12)$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Обобщенная МОБ

- S_{ij} - величина запаса продукции i-ого вида, которая используется для производства j-ой продукции
- $s_{ij} = \frac{S_{ij}}{x_j}$; $i, j = \overline{1, n}$ - коэффициенты запасоемкости

Каноническая форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y} \tag{11}$$

Приведенная форма обобщенной МОБ:

$$\bar{x} = (E - A - S)^{-1}\bar{y} \tag{12}$$

где $B^{(A+S)} = (E - A - S)^{-1}$

- $\bar{p}_S = P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по матрице S
- $\bar{p}_{A+S} = P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu}$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \qquad (13)$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \qquad (14)$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum\limits_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum\limits_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum\limits_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum\limits_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum\limits_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum\limits_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \qquad (13)$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \qquad (14)$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0,h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\text{т}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

Динамическая обобщенная МОБ

- $t = \overline{0, h}$ - временной показатель

Каноническая форма ДММБ:

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} (A\bar{x} + S\bar{x} + \bar{y}) \tag{13}$$

Приведенная форма ДММБ

$$\sum_{t=0}^{h} \bar{x} = \sum_{t=0}^{h} B \cdot \bar{y} \tag{14}$$

- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_A = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{A^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице A
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_S = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{S^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по матрице S
- $\sum_{t=0}^{h} \bar{p}_{A+S} = \left(\sum_{t=0}^{h} P \cdot B^{(A+S)^{\mathrm{T}}} \cdot \bar{\nu} \right)$ - вектор цен по сумме матриц $A + S$

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!