МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ

Лях І.М.,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри інформатики
та фізико-математичних дисциплін
Кляп М.М.,
аспірант
Вовканич С.В.,
магістр факультету інформаційних технологій
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
(м. Ужгород, Україна)

У статті досліджено теоретичні питання формування фінансової моделі діяльності підприємств, описані основні характеристики моделі міжгалузевого балансу, математичні моделі, коефіцієнти витрат, а також обчислювальні аспекти для розв'язання задач міжгалузевого балансу.

Ключові слова: *міжгалузевий баланс, математичні моделі, фінансові моделі, баланс, коефіцієнти витрат.*

Важливою практичною проблемою розробки міжгалузевого балансу є отримання даних про структуру витрат на виробництво та товарну структуру категорій кінцевого використання. У зв'язку з цим окремо треба виділити завдання щодо отримання даних про виробництво непрофільної продукції та витрати на її вироблення. Справа у тому, що при складанні міжгалузевого балансу за схемою чистих галузей треба непрофільну продукцію перемістити з господарських галузей у чисті галузі. Відповідне переміщення має відбутися і відносно витрат на виробництво непрофільної продукції. Таку ін.-формацію можна отримати лише від кожного підприємства окремо. Проте у сучасних умовах отримання всієї інформації від підприємств майже неможливе. У цих умовах доцільно використовувати деякі математичні методи обробки даних. Ці методи спираються на деякі припущення (гіпотези).

Як правило, використовують дві гіпотези. Одна з них умовно називається гіпотезою «технології виробництва товарів». Прийняття першої гіпотези означає прийняття припущення, що структура витрат на виробництво непрофільної продукції повністю відповідає структурі витрат на виробництво аналогічної продукції, яка виробляється тією чи іншою галуззю як основна.

Прийняття другої гіпотези передбачає припущення, що структура витрат на виробництво непрофільної продукції є аналогічною структурі витрат на виробництво основної продукції у цій галузі. Зрозуміло, що перша гіпотеза забезпечує більш об’єктивні результати, тому вона завжди має перевагу [1,2].

Балансові моделі на підставі звітних балансів характеризують наявні пропорції, де ресурсна частина завжди дорівнює витратній. Для виявлення диспропорцій використовують балансові моделі, в котрих фактичні ресурси узгоджувались би не тільки з їх фактичним споживанням, а й з потребою в них. Зазначимо, що балансові моделі не містять якогось механізму порівняння окремих варіантів економічних рішень (як це має місце, наприклад, у разі вибору одного з альтернативних варіантів інвестиційного проекту) і не передбачають взаємозаміни різних видів ресурсів, що не дозволяє здійснити вибір оптимального варіанта розвитку економічної системи. Власне, це й визначає деяку обмеженість балансових моделей і балансового методу загалом.

Балансові моделі широко використовують в економічних дослідженнях, аналізі, плануванні. Ці моделі будуються на підставі балансового методу, тобто узгодженні матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Якщо описувати економічну систему загалом, то під балансовою моделлю мають на увазі систему рівнянь, кожне з яких виражає балансові співвідношення між виробництвом окремими економічними об'єктами обсягів продукції й сукупною потребою в цій продукції. За такого підходу розглядувана економічна система складається з об'єктів, кожен з яких випускає певний продукт, частина якого споживається ним же та іншими об'єктами системи, а решта виводиться за межі системи як її кінцева продукція. Якщо замість поняття «продукт» увести більш загальне поняття «ресурс», то під *балансовою моделлю* розуміють систему рівнянь, котрі задовольняють вимоги відповідності щодо наявності ресурсу та його використання. Можна також розглядати приклади балансової відповідності, як-от: відповідність наявної робочої сили й кількості робочих місць, платоспроможного попиту населення та продукції (товарів і послуг) тощо.

Основу інформаційного забезпечення балансових моделей в економіці становить матриця коефіцієнтів витрат ресурсів за конкретними напрямами їхнього використання. Наприклад, у моделі міжгалузевого балансу таку роль відіграє так звана *технологічна матриця* – таблиця міжгалузевого балансу, що складається з коефіцієнтів (нормативів) прямих витрат на виробництво одиниці продукції в натуральному вираженні. З багатьох причин вихідні дані реальних господарюючих об'єктів не можуть бути використані в балансових моделях безпосередньо, тому підготовка інформації до введення в модель є досить складною проблемою. Так, для побудови моделі міжгалузевого балансу використовується специфічне поняття чистої (чи технологічної) галузі, що поєднує все виробництво певного (агрегованого) продукту незалежно від адміністративної підпорядкованості й форм власності підприємств і фірм. Перехід від господарських галузей до чистих галузей вимагає спеціального перерахунку реальних даних господарських об'єктів, наприклад, агрегування галузей, вилучення внутрішньогалузевого обігу тощо.

Балансові моделі будуються як числові матриці – прямокутні таблиці чисел. У зв'язку з цим балансові моделі належать до типу матричних економіко-математичних моделей. У матричних моделях балансовий метод дістає чітке математичне вираження. Отже, матричну структуру мають міжгалузевий і міжрегіональний баланси виробництва та розподілу продукції окремих регіонів, моделі промфінпланів підприємств і фірм тощо. Попри специфіку цих моделей їх об'єднує не лише спільний формальний (математичний) апарат побудови та єдиний алгоритм обчислень, а й аналогічність низки економічних характеристик. Це дає змогу розглядати структуру, зміст і основні залежності матричних моделей на прикладі міжгалузевого балансу та розподілу продукції в народному господарстві. Цей баланс відображає виробництво та розподіл суспільного продукту в галузевому розрізі, міжгалузевих виробничих зв'язків, використання матеріальних і трудових ресурсів, створення й розподіл національного доходу [1].

Представлена матриця А коефіцієнтів прямих матеріальних витрат з компонентами (aij) і вектор кінцевого випуску y з компонентами (yi).

Номер	**a_{11}**	**A_{12}**	**a_{13}**	**a_{21}**	**a_{22}**	**a_{23}**	**a_{31}**	**a_{32}**	**a_{33}**
1	**0.3**	**0.4**	**0.1**	**0.2**	**0.2**	**0.1**	**0.3**	**0.2**	**0.1**

Рис. 1. Матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат

y_1	**y_2**	**y_3**
100	**150**	**190**

Рис. 2. Вектор кінцевого продукту

A=$\begin{pmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.2 & 0.1 \end{pmatrix}$— матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат;

Y=$\begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 190 \end{pmatrix}$ вектор кінцевого продукту.

Коефіцієнти прямих матеріальних витрат показують обсяг матеріальних ресурсів і-го виду, необхідний для виробництва одиниці валового продукту j-го виду.

Матриця А продуктивна, тому для всіх стовпців сума елементів менше одиниці.

Рівняння міжгалузевого балансу в матричній формі

$$X=AX+Y,$$

де X=$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$ вектор валового випуску.

Для того, щоб знайти обсяги валової продукції кожної галузі, перепишемо рівняння міжгалузевого балансу в такому вигляді:

$$X-AX=Y \text{ або } (E-A)X=Y.$$

Звідки $X=(E-A)^{-1}Y$, знаходимо матрицю C=E-A і зворотну до неї матрицю повних витрат $B=(E-A)^{-1}$.

$$C=E-A=\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}-\begin{pmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.2 & 0.1 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} 0.7 & -0.4 & -0.1 \\ -0.2 & 0.8 & -0.1 \\ -0.3 & -0.2 & 0.9 \end{pmatrix}$$

Знаходимо визначник цієї матриці:

$$\text{Det } C=\begin{vmatrix} 0.7 & -0.4 & -0.1 \\ -0.2 & 0.8 & -0.1 \\ -0.3 & -0.2 & 0.9 \end{vmatrix}=0{,}001*\begin{vmatrix} 7 & -4 & -1 \\ -2 & 8 & -1 \\ -3 & -2 & 9 \end{vmatrix}=$$

$0{,}001*\left\{7*\begin{vmatrix}8 & -1\\ -2 & 9\end{vmatrix}-(-4)*\begin{vmatrix}-2 & -1\\ -3 & 9\end{vmatrix}-1*\begin{vmatrix}-2 & 8\\ -3 & -2\end{vmatrix}\right\}$=0,001*{7(72-2)+4(-18-3)-(4+24)}= =0.001*(490-84-28)=0.378

Алгебраїчні доповнення елементів матриці C=E-A:

$c_{11}=\begin{vmatrix}0{,}8 & 0{,}1\\ -0{,}2 & 0{,}9\end{vmatrix}$=0.72-0.02=0.70; $c_{12}\begin{vmatrix}-0{,}2 & -0{,}1\\ -0{,}3 & 0{,}9\end{vmatrix}$=-(0.18-0.03)=0.21;

$c_{13}=\begin{vmatrix}-0{,}2 & 0{,}8\\ -0{,}3 & -0{,}2\end{vmatrix}$=0.04+0.24=0.28; $c_{21}=\begin{vmatrix}-0{,}4 & -0{,}1\\ -0{,}2 & 0{,}9\end{vmatrix}$=-(-0.36-0.02)=0.38;

$c_{22}=\begin{vmatrix}0{,}7 & -0{,}1\\ -0{,}3 & 0{,}9\end{vmatrix}$=0.63-0.03=0.60 ; $c_{23}=\begin{vmatrix}0{,}7 & -0{,}4\\ -0{,}3 & -0{,}2\end{vmatrix}$=-(-0.14-0.12)=0.26;

$c_{31}=\begin{vmatrix}-0{,}4 & -0{,}1\\ 0{,}8 & -0{,}1\end{vmatrix}$=0.04+0.08=0.12; $c_{32}=\begin{vmatrix}0{,}7 & -0{,}1\\ -0{,}2 & -0{,}1\end{vmatrix}$=-(-0.07-0.02)=0.09;

$c_{33}=\begin{vmatrix}0{,}7 & -0{,}4\\ -0{,}2 & 0{,}8\end{vmatrix}$=0.56-0.08=0.48

Зворотна матриця, що являє собою таблицю коефіцієнтів повних витрат, буде такою:

$$B=(E-A)^{-1}=\frac{1}{0{,}378}\begin{pmatrix}0{,}70 & 0{,}38 & 0{,}12\\ 0{,}21 & 0{,}60 & 0{,}09\\ 0{,}28 & 0{,}26 & 0{,}48\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1{,}85 & 1{,}01 & 0{,}32\\ 0{,}56 & 1{,}59 & 0{,}24\\ 0{,}74 & 0{,}69 & 1{,}27\end{pmatrix}$$

Знаходимо обсяги валової продукції кожної галузі:

$$X=(E-A)^{-1}Y=\begin{pmatrix}1{,}85 & 1{,}01 & 0{,}32\\ 0{,}56 & 1{,}59 & 0{,}24\\ 0{,}74 & 0{,}69 & 1{,}27\end{pmatrix}\begin{pmatrix}100\\ 150\\ 190\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}396{,}30\\ 338{,}89\\ 418{,}52\end{pmatrix}$$

Порівнявши матрицю витрат $(E\text{-}A)^{-1}$ та випуску (У), визначили рівень ефективності використання продукції певної галузі, він показує, що невеликий обсяг витрат забезпечує високий рівень випуску продукції на зовнішній ринок.

Коефіцієнт матриці повних витрат показує, наскільки треба виготовити продукції якоїсь галузі для випуску у сфері кінцевого вжитку одиниці продукції деякої галузі [3].

У нашій статті були описані основні характеристики моделі міжгалузевого балансу, принципові схеми, коефіцієнти витрат, а також обчислювальні аспекти для розв'язання задач міжгалузевого балансу. Міжгалузевий баланс (МГБ) – це економіко-математична балансова модель, яка характеризує міжгалузеві виробничі взаємозв'язки в економіці. МГБ показує структуру витрат на виробництво продукту і його розподіл в економіці.

Модель міжгалузевого балансу застосовується для макроекономічної рівноваги трудових ресурсів суспільства та обсягів випуску продукту. За допомоги міжгалузевого балансу можна оцінити матеріальні та трудові витрати, визначити додану вартість, отримати взаємозв'язок цін. Міжгалузевий баланс виробництва і розподілу продукції відображає виробництво і розподіл суспільного продукту в розрізі. Також він показує міжгалузеві виробничі зв'язки, використання матеріальних і трудових ресурсів, створення і розподіл національного доходу.

У практичній частині статті був розглянутий основний приклад обчислення математичної моделі міжгалузевого балансу, пов'язаний з обсягом матеріальних затрат. Математична модель міжгалузевого балансу є основним специфічним методом науки, що застосовується для аналізу та синтезу систем управління. Це особливий пізнавальний спосіб, за якого об'єкт дослідження замість основного досліджуваного об'єкта пізнання обирає чи створює подібний до нього допоміжний об'єкт, образ чи модель, досліджує його, а отримані нові знання переносить на об’єкт-оригінал. Завдяки активній ролі суб’єкта сам процес моделювання має творчий активний характер.

Список використаних джерел

1. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
2. Бібліотека економіста [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://library.if.ua/book/109/7426.html
3. Учебные материалы ВГУЭС [Електронний ресурс]. Режим доступа: url:http://abc.vvsu.ru/Books /u_vyssh_ ml/page 0007.asp