SEZIONE V.
SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE

DOI 10.36074/13.03.2020.v1.30

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У МЕТОДОЛОГІЇ АНАЛІЗУ ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Семчишин Ліда Михайлівна
канд. фіз.-мат.наук, доцент кафедри фундаментальних та спеціальних дисциплін
Чортківський навчально-науковий інститут підприємництва і бізнесу
Тернопільський національний економічний університет

УКРАЇНА

Застосування математичного моделювання в економічних дослідженнях передбачає використання математики як особливого способу вивчення економічних закономірностей і одержання теоретичних та практичних економічних висновків. Теорія і практика економічного дослідження охоплює велику кількість різних видів економіко-математичних методів і моделей. Економіко-математичні дослідження, що проводяться в країні, охоплюють важливі проблеми на різних рівнях планування та управління. Успішне розв'язання численних економіко-математичних задач стало можливим завдяки моделюванню.

Математичне моделювання в наукових дослідженнях і практичних застосуваннях є невід’ємною рисою технічного прогресу. Його ефективність визначається продуктивністю ЕОМ та якістю обчислювальних алгоритмів і програм, що використовуються. Сучасні наукові дисципліни широко включають у себе необхідні інструментальні засоби, математичні моделі і методи які дозволяють здійснювати більш високий рівень формалізації й абстрактного опису найбільш важливих істотних зв’язків техніко-економічних змінних систем і об’єктів, оцінювати форму і параметри залежностей їх змінних, отримувати нові знання про об’єкти, визначати найкращий розв’язок в тій чи іншій ситуації, формулювати висновки адекватні вивченому об’єкту, компактно викладати основні теоретичні положення.

Будь-яке прогнозування та моделювання економічних процесів завжди припускає об’єднання теорії (математичної моделі) із практикою (експериментом і статистичними даними). В якості прикладів економічних моделей можна назвати моделі: економічного росту, рівноваги на товарних і фінансових ринках, ціноутворення і конкурентна рівновага...

Застосування математичних методів в економічних дослідженнях передбачає використання математики як особливого способу вивчення економічних закономірностей і одержання теоретичних та практичних економічних висновків.

Використання методів економіко-математичного моделювання дає змогу аналізувати якісно і кількісно складні економічні процеси. Нові методи моделювання, засновані на строгих математичних розв’язаннях економічних завдань із застосуванням виявлених законів економіки виробництва, у поєднанні із сучасною обчислювальною технікою сприяють створення високоефективних систем для аналізу стану і науково обґрунтованого прогнозування розвитку економіки підприємств, галузей і країни загалом, дають можливість усвідомлено управляти економічними процесами виробництва.

Побудова економіко-математичних моделей – складний процес. Він потребує від дослідника глибоких знань економічної теорії, предмета дослідження, математичного інструментарію. Економіко-математична модель має пізнавальну і практичну цінність, якщо вона відповідає певним вимогам [1]:

- опирається на основні положення економічної теорії;
- адекватно відображає реальну економічну дійсність;
- враховує найбільш важливі фактори, які визначають рівень
- досліджуваних показників;
- відповідає встановленим критеріям;
- дозволяє отримати такі знання, які до її реалізації були невідомими;
- бути достатньо абстрактною, щоб допустити варіювання великим числом змінних, але не настільки, щоб виникли сумніви в її надійності і практичній корисності отриманих результатів;
- задовольняти умови, які обмежують строк розв'язування задачі;
- дозволяє реалізувати її існуючими засобами.

Розглянемо найхарактерніші економіко-математичні моделі, що використовуються в економіці. Їх можна поділити на: макроекономічні та мікроекономічні.

Макроекономічні моделі описують економіку країни як єдине ціле, зв’язуючи між собою укрупнені матеріальні і фінансові показники: бюджет, інфляцію, ціноутворення тощо.

Мікроекономічні моделі описують взаємовідношення структурних і функціональних складників економіки або їх автономну поведінку в ринковому середовищу, стратегію поведінки фірм і т.д.

Тому математичне моделювання є перспективним напрямком у методології аналізу економічних процесів. Його головне призначення – створення ефективного інструментарію для вирішення складних фінансово-економічних завдань ринкової економіки.

Тому, в управлінні виробництвом варто дотримуватися трьох принципів [2]:

- досягнення достатньо високого значення економічного ККД – соціально-
- структурної корисності виробництва, що визначає його соціальну
- спрямованість;
- досягнення достатньо високої прибутковості виробництва на рівні як підприємств і галузей, так і економіки в цілому;
- забезпечення матеріально-фінансової збалансованості економіки, насамперед за оплатою праці. Застосування цих принципів дає змогу гармонійно поєднати управління із саморегулюванням ринкової економіки.

Розглянемо динамічну міжгалузеву модель економічного зростання.

$$X(t) = A(t)X(t) + B(t)\frac{dX(t)}{dt} + C(t), \tag{1}$$

де $X(t) = [x_j(t)]$ *– вектор-стовпець обсягів виробництва;* $\frac{dX(t)}{dt} = \left[\frac{dx_j(t)}{dt}\right]$ *– вектор-стовпець абсолютних приростів виробництва;* $C(t)$ *– вектор-стовпець* *споживання (разом із невиробничим нагромадженням);* $A(t)=\left(a_{i,j}(t)\right)$ *– матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат* $(i,\ j\in\{1,...,n\})$; $B(t)=\left(b_{i,j}(t)\right)$ *– матриця коефіцієнтів капіталомісткості приростів виробництва.*

Без обмеження загальності, покладемо що елементами матриць $A(t)$ та $B(t)$ розміру $n\times n$ і вектора $C(t)$ є деякими степеневими рядами від t, тобто

$$A(t)=\sum_{i=0}^{\infty}t^iA_i,\ B(t)=\sum_{i=0}^{\infty}t^iB_i \text{ і } C(t)=\sum_{i=0}^{\infty}t^iC_i, \tag{2}$$

де A_i, B_i *– числові матриці, а* C_i *– числові вектори із заданими елементами.*

Розв'язок системи (1) шукаємо у вигляді відношення $X(t)=\sum_{j=0}^{\infty}t^jX_j \Big/ \sum_{j=0}^{\infty}t^jy_j.$

Використовуючи (2) для знаходження $X(t)$ використано метод невизначених коефіцієнтів. Після групування коефіцієнтів при однакових степенях t одержуємо нескінчену систему матричних рівнянь:

$$\begin{cases} X_1y_0-X_0y_1+G_0X_0y_0=0; \\ \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum_{i=0}^{n}(n-2i)X_iy_{n-i}+\sum_{i=0}^{n}G_i\sum_{l=o}^{n-i}X_ly_{n-i-l}+\sum_{i=0}^{n-2}G_i\sum_{l=o}^{n-i-1}y_ly_{n-i-l}=0; \\ \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases} \tag{3}$$

Для одержання розв'язку порядку m потрібно розв'язати однорідну чисельну систему матричних алгебраїчних рівнянь, яка має такий вигляд:

$$\begin{cases} X_1y_0-X_0y_1+G_0X_0y_0=0; \\ 2X_2y_0-2X_0y_2+G_1X_0y_0+G_0X_1y_0+G_0X_0y_1=0; \\ \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \sum_{i=0}^{m}(m-2i)X_iy_{m-i}+\sum_{i=0}^{m}G_i\sum_{l=o}^{m-i}X_ly_{m-i-l}+\sum_{i=0}^{m-2}G_i\sum_{l=o}^{m-i-1}y_ly_{m-i-l}=0 \end{cases} \tag{4}$$

Однорідна нелінійна система рівнянь (4) має $m\times n$ рівнянь з $(m+2)\times n$ невідомими. Тому надавши, без обмеження загальності, всім y_i $(i=0,1,...,m)$ та X_0 певних конкретних числових значень (наприклад $y_i=1$, $x_{0,i}=1$) одержимо наступну систему для визначення X_i $(i=1,...,m)$

$$\begin{pmatrix} H_{1,1} & 0 & ... & 0 \\ H_{2,1} & H_{2,2} & ... & 0 \\ ... & ... & ... & ... \\ H_{m,1} & H_{m,2} & ... & H_{m,m} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ ... \\ X_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D_1 \\ D_2 \\ ... \\ D_m \end{pmatrix}, \qquad (5)$$

де D_i та $H_{i,j}$ визначаються в наступний спосіб:

$$D_1 = X_0 y_1 - G_0 X_0 y_0;\ ...\ D_m = -mX_0 y_{m-0} - \sum_{i=0}^{m} G_i X_0 y_{m-i} - \sum_{i=0}^{m-2} G_i \sum_{l=0}^{m-i-1} y_l y_{m-i-l};$$

$$H_{1,1} = y_0 \cdot E;...,H_{m,1} = (m-2) y_{m-1} \cdot E + \sum_{i=0}^{m} G_i y_{m-i-1};$$

$$H_{m,m} = -m \cdot y_0 \cdot E + y_0 \cdot G_0.$$

Схема розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь (5). Припустимо, без обмеження загальності, що $\forall i \in \overline{1,m};\ \det H_{i,i} \neq 0$. Тоді для невідомих системи (5) на підставі блочного алгоритму відсічених систем можна записати

$$X_1 = H_{1,1}^{-1} D_1; X_2 = H_{2,2}^{-1}(D_2 - H_{2,1}X_1);...X_i = H_{i,i}^{-1}(D_i - \sum_{k=1}^{i} H_{i,k} X_{i-k})\ \ (i = 3,4,...,m). \qquad (6)$$

Для реалізації записаного алгоритму з точністю до головного члена потрібно по $\frac{1}{2} n^3 m^2$ дій множення і додавання. Згідно досліджень, проведених у [3] схеми розв'язування блочно-трикутних систем з числовими коефіцієнтами мають малі еквівалентні збурення і є стійкими по відношенню до похибок заокруглення при комп'ютерній реалізації.

Висновки. Таким чином, запропонована динамічна міжгалузева модель економічного зростання дозволяє в реальному часі застосовувати математичне моделювання у методології аналізу економічних досліджень.

Одержані результати збагачують теорію математичних методів і розширюють область застосування математичних моделей в економіці.

Отже, математичне моделювання є перспективним напрямком у методології аналізу економічних процесів. Його головне призначення – створення ефективного інструментарію для вирішення складних фінансово-економічних завдань ринкової економіки.

Список використаних джерел:

1. Григорків, В. С. (2006). Моделювання економіки. Ч. 2: Навч. посібник. Чернівці: Рута.
2. Ляшенко, І.М., Коробова, М.В., Столяр, А.М. (2006). Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Тернопіль.: Навчальна книга – Богдан.
3. Недашковський, М.О. (2007). Обчислення з λ -матрицями. К.: Наукова думка.