

Семчишин Л.М.

кандидат фізико-математичних наук, доцент
*Чортківський навчально-науковий інститут підприємництва і бізнесу
Тернопільський національний економічний університет*

ДИНАМІЧНІ МІЖГАЛУЗЕВІ МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Охарактеризовано прогнозування та моделювання економічних процесів. Проаналізовано фінансово-економічні механізми, утворені фінансовими структурами. Розглянено схему макроуправління виробництвом, а також динамічні математичні моделі, які відповідають окремим аспектам ведення сучасного електронного бізнесу. Показано ефективність запропонованого алгоритму.

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.

Економіко-математичні дослідження, що проводяться в країні, охоплюють важливі економічні проблеми на різних рівнях планування та управління – народногосподарському, галузевому, регіональному, а також на рівні підприємств.

Зазначимо, що питання вивчення міжгалузевих моделей в економіко-математичних дослідженнях *актуальне*, відповідає на важливі методологічні та змістовні питання економічної науки, допомагає оцінити можливості та перспективи використання математичного моделювання в економіці.

У значній кількості прикладних задач виникає необхідність використання динамічних математичних моделей в економіці. Використанню математичних моделей присвячені роботи А.Ф. Бабицького [1], В.С. Григорківа [2], М.О. Недашковського, О.Я. Ковальчук [3], S. Cabay, V. Domzy [5].

Метою даного дослідження є аналіз економічного зростання при різних траєкторіях споживання, пропорцій розширеного відтворення та узагальнення найпростішої динамічної міжгалузевої моделі, створення оптимізаційної моделі з матрицями міжгалузевого балансу.

Перші варіанти моделей міжгалузевих балансів були розроблені ще у 20-30 рр. ХХ ст., однак знакові наукові результати в розробці таких моделей пов'язані з іменем видатного американського економіста, професора Гарвардського університету й лауреата Нобелівської премії В.В. Леонтєва, якому власне й належить одна з найбільш простих та вагомих макроекономічних моделей міжгалузевих зв'язків.

У цій статті розглянемо найхарактерніші економіко-математичні моделі. Математичні моделі, що використовуються в економіці 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 середовищі, стратегію поведінки фірм і т.д.

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

Управління будь-яким процесом здійснюється шляхом впливу на нього з метою зміни перебігу процесу в потрібному напрямку. Щоб загальні макропроцеси кругообороту виробничих елементів не були стихійними, і відбувалися у потрібному напрямку і з потрібною динамікою, ними необхідно управляти для цього потрібні механізми управління. Як на мікро-, так і на макрорівні відповідно до функцій і способів державного управління існують три види механізмів[1,98-99]:

- 1) законодавчі механізми, утворені системами юридичних законів, підзаконодавчих актів, загальноприйнятими правилами поведінки фізичних і юридичних осіб;
- 2) фінансово-економічні механізми, утворені фінансовими структурами, а також фінансово-економічними методами впливу органів управління на економічні процеси;
- 3) організаційно-технічні механізми, утворені державними органами адміністративного і технічного управління суспільним виробництвом (рис. 1).

Зупинимось на розгляді фінансово-економічних механізмів. Фінансово-економічні механізми макроуправління – це насамперед державна бюджетна, податково-фіскальна системи, державна фінансово-контрольна, а також фінансово-банківська системи в частині регулювання курсу валют, надання кредитів і фінансового впливу на структуру та розвиток економіки в цілому. Фінансово-економічні механізми будь-якого рівня забезпечують рух капіталів, товарів і праці. На макрорівні вони повинні забезпечувати безупинне і стійке

злиття мікропотоків у макропотоки фінансових, матеріальних і трудових ресурсів у потрібному державі напрямку. Органічне поєднання в необхідних пропорціях законодавчих, фінансово-економічних та організаційно-технічних механізмів дає змогу створити ефективну систему управління суспільним виробництвом на кожному етапі його розвитку.

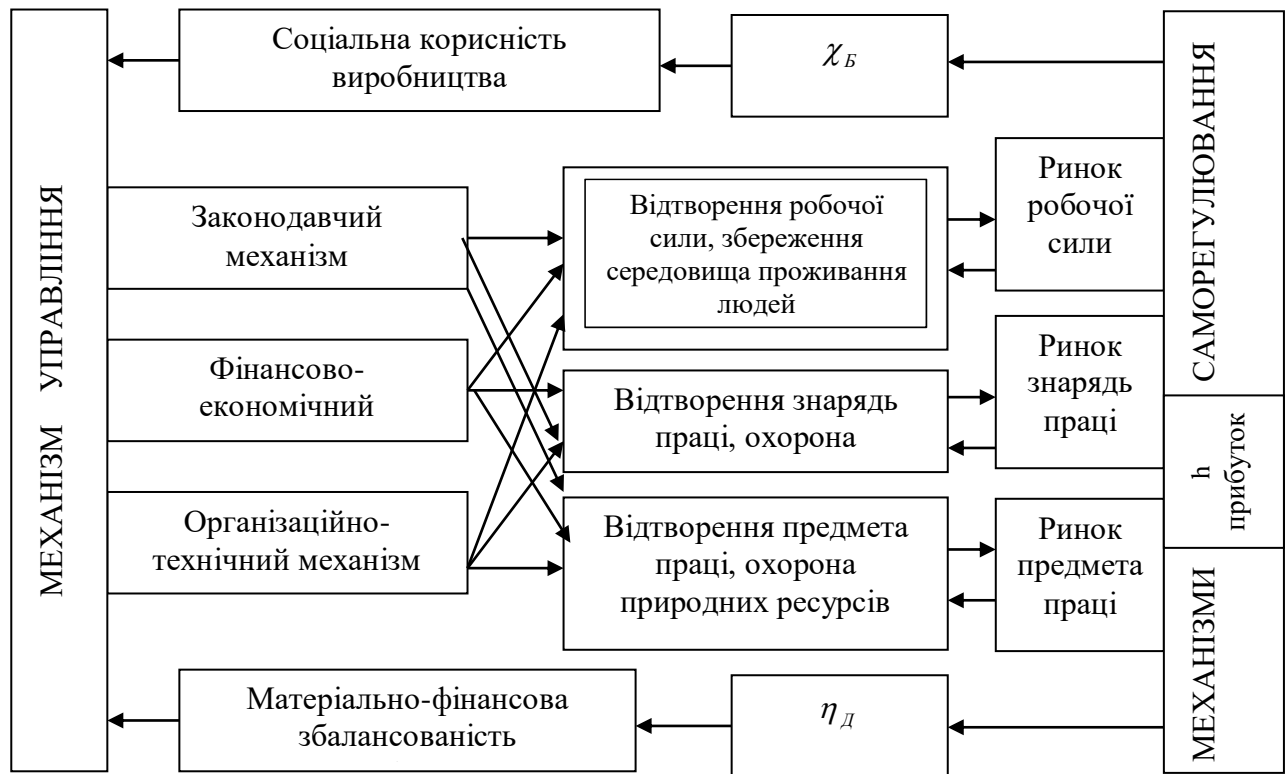


Рис. 1. Схема макроуправління виробництвом

Соціальна корисність виробництва визначається виробництвом і споживанням продуктів і послуг населення, що залежить не тільки від величини використовуваних виробничих елементів, а й від їх співвідношення, тобто від економічної структури виробництва. Тому соціальна корисність суспільного виробництва характеризується насамперед часткою χ_B тієї частини виробничих елементів, що бере участь у відтворенні робочої сили.

Управління матеріально-фінансовою збалансованістю і соціальною спрямованістю, а отже життєздатністю і дієздатністю виробничої системи в цілому, дає змогу забезпечувати безкризне функціонування виробництва і спрямовувати його розвиток за наперед заданою траєкторією, надаючи достатній ступінь свободи для саморегулювання виробництва на мікрорівні.

Саморегулювання здійснюється на ринках робочої сили, знярядь праці та предмета праці. На цих ринках править “бал” норма прибутку на вкладений у справу капітал.

Отже, в управлінні виробництвом варто дотримуватися трьох принципів:

- 1) досягнення достатньо високого значення економічного ККД – соціально-структурної корисності виробництва, що визначає його соціальну спрямованість;
- 2) досягнення достатньо високої прибутковості виробництва на рівні як підприємств і галузей, так і економіки в цілому;
- 3) забезпечення матеріально-фінансової збалансованості економіки, насамперед за оплатою праці.

Застосування цих принципів дає змогу гармонійно поєднати управління із саморегулюванням ринкової економіки.

Розглянемо динамічні математичні моделі, які відповідають окремим аспектам ведення сучасного електронного бізнесу.

Модель розвитку бізнес-порталу (модель Леонтьєва-Форда). Матричний варіант моделі Леонтьєва-Форда має наступний вид:

$$\left. \begin{aligned} A_{1,1}(t)X_1(t) + A_{1,2}(t)X_2(t) &= Y_1(t), \\ A_{2,1}(t)X_1(t) + A_{2,2}(t)X_2(t) &= -Y_2(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Тут $A_{1,1}(t)$ - матриця основних затрат розмірності $n \times n$; $A_{1,2}(t)$ - матриця прямих затрат, котра має розмірність $n \times m$; $A_{2,1}(t)$ - матриця допоміжних затрат, котра має розмірність $m \times n$; $A_{2,2}(t)$ - матриця затрат на виробництво засобів виробництва розмірності $m \times m$.

Вектори $X_1(t)$, $X_2(t)$ - позначають кількість проданих товарів і наданих послуг. У правій частині (1) вектор $Y_1(t)$ - означає загальне обмеження на суму товарів і послуг, а вектор $Y_2(t)$ - це розмір вимушених амортизаційних затрат, необхідних для розвитку порталу.

Матриця цін на товари повинна задовольняти умові

$$\begin{pmatrix} A_{1,1}(t) & A_{1,2}(t) \\ A_{2,1}(t) & A_{2,2}(t) \end{pmatrix} > 0. \quad (2)$$

Вектори правої частини теж повинні бути позитивні

$$\begin{pmatrix} Y_1(t) \\ Y_2(t) \end{pmatrix} > 0. \quad (3)$$

Зрозуміло, що кількість проданих товарів і послуг має бути невід'ємною

$$\begin{pmatrix} X_1(t) \\ X_2(t) \end{pmatrix} \geq 0. \quad (4)$$

Без обмеження загальності припускаємо,

$$a_{i,j}(t) = \sum_{k=0}^l a_{i,j,k} t^k. \quad (5)$$

і що $\deg a_{i,j}(t) = l$ для всіх $i, j = 1, 2, \dots, n + m$.

Для проведення якісного аналізу моделі та чисельних розрахунків можна скористатися алгоритмом зведення систем із λ – матрицями до систем лінійних алгебраїчних рівнянь [3, 92]. Матриці $A(t)$ та $Y(t)$ можна записати у вигляді матричних многочленів

$$A(t) = t^l A_0 + t^{l-1} A_1 + \dots + A_l,$$

та

$$Y(t) = t^l Y_0 + t^{l-1} Y_1 + \dots + Y_l.$$

Розв'язок системи шукається у вигляді відношення двох поліномів із невідомими коефіцієнтами

$$X(t) = \sum_{j=0}^s t^j X_{s-j} / \sum_{j=0}^s t^j Z_{s-j} \quad (6)$$

де $s = n + m$.

Тут X_0, X_1, \dots, X_s - вектори розмірності $n + m$, а Z_0, Z_1, \dots, Z_s - скалярні величини. Тоді систему (1) можна записати як числову систему $(n + m)[(n + m + l) + l]$ рівнянь із $(n + m + l)[l(n + m) + l]$ невідомими:

$$\left. \begin{aligned}
&A_0 X_0 - Y_0 z_0 = 0 \\
&A_0 X_1 + A_1 X_0 - (Y_0 z_1 + Y_1 z_0) = 0 \\
&A_0 X_2 + A_2 X_0 + (Y_0 z_2 + Y_1 z_1 + Y_2 z_0) = 0 \\
&\dots\dots\dots \\
&\sum_{j=0}^l A_j X_{p-s} - \sum_{j=0}^l Y_j z_{p-j} = 0 \\
&\dots\dots\dots \\
&A_{l-1} X_s + A_l X_{s-1} - (Y_{l-1} z_s + Y_l z_{s-1}) = 0 \\
&A_l X_s - Y_l z_s = 0
\end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для числових систем (7) розглянемо в наступних дослідженнях алгоритми обчислення невідомих у випадку дійсних та комплексних елементів.

Розглянемо економіко-математичну модель для продовження стосунків з клієнтами в електронному бізнесі [5]. Нехай в даний момент t маємо N продавців товарів і M покупців товарів. Припустимо, що i -й продавець в своєму розпорядженні має запаси $a_{ij}(t)$ товарів по ціні $c_{ij}(t)$.

І нехай k -й покупець має попит $b_{kl}(t)$ на l -й товар. Покладемо, що електронний бізнес-портал отримує від продажу товару $x_j(t)$ прибуток p , який становить певний процент від вартості продажі. Це може бути прибуток процент за посередництво, плата за рекламу, тощо.

Припустимо, що продано $x_j(t)$ товарів. В такому випадку прибуток бізнес-порталу можна обчислити за формулою:

$$L(X) = p \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N c_{i,j}(t) x_j(t) \quad (8)$$

При цьому, очевидно, діють природні умови

$$a_{i,j}(t) \geq 0; \quad (9)$$

$$x_j(t) \geq 0; \quad (10)$$

і обмеження

$$A(t) = A_1 t + A_0, \quad B(t) = B_1 t + B_0, \quad C(t) = C_1 t + C_0.$$

Для розв'язання даної задачі пропонується ефективна обчислювальна схема, побудована на теорії λ -матриць.

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.

Будь-якому керівникові зрозуміло, що організація бізнесу за допомогою такого інтернет-ресурсу дає змогу суттєво заощаджувати час і людські ресурси. Тепер для здійснення операції не потрібні тривалі переговори та відрядження, трудомісткі дослідження пропозиції на ринку за прайс-листами, перевірки партнера на благонадійність (відповідальність за ризик у цьому випадку несуть власники ресурсу). Операції може здійснювати одна людина в набагато більшій кількості, ніж це здатна робити ціла фірма із застосуванням традиційних технологій. Більше того, в багатьох випадках одна операція підприємства включає в себе цілу серію операцій, проплат, заліків тощо. У таких ланцюжках зазвичай задіяно велику кількість менеджерів від усіх сторін, вони забирають чимало часу і сил, особливо у керівників, змушених тримати всі деталі ситуації в голові. Автоматизація ж цього процесу викладеним вище способом трохи складніша за автоматизацію окремої операції. У результаті цей ланцюжок операцій так само може здійснювати і контролювати одна людина [4].

Звичайно, цей список далеко не повний. Розвиток моделей електронної комерції підтримує Європейська комісія ESPRIT. У матеріалах цієї комісії розглядаються 11 моделей електронного бізнесу. Серед них: електронний магазин, електронний каталог-довідник, електронний торговельний центр,

віртуальне співтовариство, віртуальний центр розробки, інформаційний брокер, провайдер бізнес-операцій, інтегратор бізнес-операцій та ін.

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

Отже, прогнозування та моделювання дає змогу здобути навички використання математичного апарату у дослідженні економічних процесів і розв'язанні складних економічних задач, як на мікрорівні так і на макрорівнях.

Література

1. Бабицький А. Ф. Методологія аналізу економічних процесів і управління. Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / А.Ф. Бабицький. — К.:МАУП, 2003. — 128 с.
2. Григорків В. С. Моделювання економіки. Ч. 2: Навч. посібник / В. С. Григорків. — Чернівці: Рута, 2006. — 100 с.
3. Недашковський М.О. Обчислення з λ -матрицями / М.О. Недашковський, О.Я. Ковальчук. — К.: Наукова думка, 2007. — 294 с.
4. Цегелик Г.Г. Чисельні методи / Г.Г. Цегелик. — Л.: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. — 408 с.
5. Cabay S. Systems f Linear Equations with Dense Univariate Polynomial Coefficients. Journal of the Associaation for Computing Machinery. / S. Cabay B. Domzy. Vol.34. № 3. July 2007.pp.646-660.