

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ

М. Притула, Х.Притула*

Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім.

Я.С.Підстригача НАН України, м.Львів

*Інститут регіональних досліджень НАН України, м.Львів

УДК 658.8.012

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ РЕГІОНУ

© Притула М., Притула Х., 2003

На основі теорії імпульсних процесів і нелінійної динамічної виробничої функції побудована математична модель для дослідження впливу макропоказників на динаміку зміни параметрів економіки регіону.

On the base of impulsive processes' theory and unlinear dynamic production function the mathematical model for researching the influence of macroeconomic data on dynamic of parameters' change of regional economy is built.

Постановка проблеми

Більшість загальновідомих розроблених математичних моделей економічних систем, результативність яких перевірена часом, стосується економік з розвинутими ринковими відносинами або планових економік. Вони не пристосовані для моделювання і прогнозування розвитку перехідних економік. Це пов'язано з тим, що як фактори, так і сила їх впливу на динаміку зміни параметрів економіки змінюються досить швидко і в значних межах; значною мірою діють неекономічні фактори, велика частка неконтрольованої економіки ("чорний ринок"); часта зміна законодавства, що суттєво впливає на макроекономічні механізми управління економікою; постійно змінюються методики розрахунків статистичних параметрів, низький рівень їх інформативності та об'єктивності, що не дає можливості ідентифікувати стан економіки тощо. Економіко-математичне моделювання і прогнозування в таких умовах є дуже актуальними.

Огляд літератури

Математичні моделі макроекономіки поділяються на статичні і динамічні. До перших належать макроекономічні виробничі функції та моделі міжгалузевого балансу (модель Леонтєва). Серед динамічних моделей найбільш вживаною та відомою є модель Солоу. Вона є односекторною. В літературі розглядаються її модифікації: дво- та трисекторні. Як правило, малосекторні моделі є нелінійними, а багатосекторні – лінійними моделями економіки (модель динамічного міжгалузевого балансу і модель Неймана). У літературі зустрічається багато моделей, які описують взаємовідносини між окремими суб'єктами економіки (модель поведінки виробників, модель взаємодії виробників і споживачів і т.п.). До окремої групи моделей можна віднести моделі прогнозування і регулювання економіки.

Запропоновано математичні моделі ринкової економіки, які об'єднують моделі поведінки ринків робочої сили, фінансів і товарів (модель Кейнса). За допомогою податків, тарифів і пільг та інших економічних чинників держава може ефективно керувати суб'єктами економіки. Керування вважається ефективним, якщо узгоджені соціально-економічні очікування з виробничими і фінансово-інвестиційними можливостями економіки. Питанням державного регулювання і його впливу на економіку присвячено багато робіт [1 – 4].

Постановка задачі

Побудувати дискретно-неперервну нелінійну динамічну модель економіки регіону на основі нелінійної динамічної виробничої функції та з динамічним рухом фінансів.

Побудова моделі

Для моделювання регіональних економічних процесів пропонується використати теорію імпульсних процесів, в основу якого покладено граф процесів в економіці регіону як рух фінансів. Для побудови моделі необхідно було:

- визначити основні суб'єкти економіки регіону;
- встановити основні (фінансові) відношення між цими суб'єктами;
- присвоїти цим зв'язкам відповідні відносні та абсолютні величини;
- побудувати балансові рівняння;
- визначити основні внутрішні та зовнішні джерела підтримки динаміки фінансового руху.

До моделі ввійшли сім діючих суб'єктів економіки регіону, які визначені на основі теорії макроекономіки, а саме: виробничий сектор, який є основним джерелом зародження фінансових потоків (баланс вхідних та вихідних потоків для даного суб'єкта визначає рівність витратної та дохідної частин ВВП); регіональний ринок товарів та послуг; домогосподарства, які охоплюють зайняте населення та підприємців-фізичних осіб (частина з яких вже стала власниками); державним бюджетом; місцевим бюджетом. Фінансовий сектор представлений комерційними банками, основними функціями яких є робота з депозитами та надання кредитів. Зовнішнє середовище представлене зовнішнім ринком товарів та послуг.

Більш детальний опис даної моделі та формування відповідних їм балансових рівнянь були наведені у роботі [5].

Економіка регіону представлена у вигляді графа, вершинами якого є суб'єкти економіки регіону, а зв'язки (параметри фінансових потоків) між ними є дугами (див. рисунок).

Кожній з дуг відповідає певна величина фінансового потоку. Для побудови балансових рівнянь було розраховано вагу кожної з дуг через частку відповідного фінансового потоку, який виходить з даної вершини до загального об'єму фінансових потоків, що виходять з даної вершини до заданих. У таких вершинах, як домогосподарства та місцевий бюджет, досягається баланс витрат та доходів.

Система балансових рівнянь, яка побудована за даними Львівського регіону за 2000 рік, в початковий момент часу є такою:

$$E_1 = 0.0283Y_1 + 0.0809D_0 + 0.2234F_0 + 0.256E_0;$$

$$F_1 = 0.218Y_1 + 0.0812D_0;$$

$$R_1 = 0.773D_0 + A_0 + 0.4349E_0 + 0.412G_0 + 0.105Y_0;$$

$$D_1 = 0.22Y_0 + 0.5651E_0 + 0.0053F_0 + 0.024G_0 + 0.411D_0;$$

$$G_1 = 0.0487Y_0 + 0.0647D_0.$$

Використання знакового орграфа як моделі складної системи базується на таких принципах. Найбільш суттєві для нашої проблеми змінні вважаються вершинами орграфа. Від змінної u до змінної v проводиться дуга, якщо змінна u безпосередньо суттєво впливає на v . Цій дузі присвоюється знак

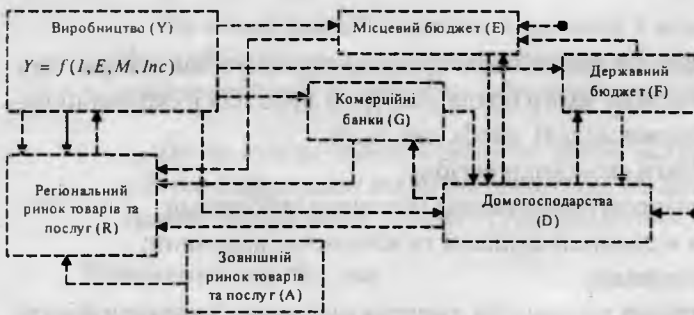


Схема фінансових потоків регіону

плюс, якщо вплив є посиленням (тобто за інших рівних умов збільшення u призводить до збільшення v і зменшення u призводить до зменшення v) і знак мінус, якщо вплив викликає гальмування (за інших рівних умов збільшення u призводить до зменшення v і зменшення u призводить до збільшення v) [6].

Різні змінні в знаковому оргграфі утворюють контури, які можуть протидіяти відхиленню чи, навпаки, посилювати відхилення. Якщо збільшення будь-якої змінної збільшення (зменшення), то такий контур посилює відхилення. Згідно з цим, контур посилює відхилення тоді і лише тоді, коли він складається з парної кількості від'ємних дуг чи при відсутності від'ємних дуг [6].

Проведений кореляційний аналіз дозволив визначити основні показники, які впливають на формування ВДВ. Ними є: інвестиції в основні фонди, експорт, грошова маса, грошові доходи домогосподарств та загальні податки.

Зроблений аналіз дозволяє визначити основні фактори впливу на ВДВ регіону. Зважаючи на неоднозначний зв'язок ВДВ і загальних податків, цей зв'язок при побудові виробничої функції регіону враховуватися не буде.

Пропонується підхід до побудови виробничої функції регіону. Введемо такі поняття:

1. $P_a = (i, y_i)$ – вектор абсолютних значень, де i – i -й рік; y_i – значення показника P .
2. $P_v = (i, y_i/y_{i-1})$ – вектор приведених значень, де y_i/y_{i-1} – приріст до попереднього року, %
3. $P_s = (i, s_i)$ – вектор швидкості зміни приведених значень, де $s_i = (y_{i+1}/y_i, y_i/y_{i-1})$. Залежно від тенденції зростання чи спадання швидкості зміни приведених значень можуть мати знак “+” чи “-”.

Нехай маємо два показники P_a^1 і P_a^2 та швидкість зміни їх приведених значень P_s^1 і P_s^2 . Сумісну характеристику P^1 і P^2 подамо у вигляді

$$\langle P^1, P^2 \rangle = (i, z_i), \quad (i = \overline{1, n})$$

де $z_i = s_i^1 \setminus s_i^2$.

Для всіх i , для яких $z_i > 0$, показники в інтервалі часу $[i - 1, i]$ зростають або спадають одночасно. Якщо $z_i < 0$, то на інтервалі часу $[i - 1, i]$ один з показників зростає, а інший спадає.

Для оцінки приросту ВДВ регіону складемо систему рівнянь такого виду:

$$P_v^1 = \alpha_1 P_v^2 + \alpha_2 P_v^3 + \alpha_3 P_v^4 + \alpha_4 P_v^5,$$

тобто вектор приведених значень ВДВ дорівнює сумі добутку векторів приведених значень інвестицій в основні фонди, експорту, грошової маси та грошових доходів домогосподарств на відповідні ваги. При побудові рівнянь враховуємо, що інвестиції в основні фонди впливають на ВДВ із запізненням на один рік, а вплив решти показників вважатимемо безпосереднім.

Перевіримо точність запропонованої оцінки ВДВ регіону. Підставивши дані за 1996–1999 роки і розв'язавши чотири рівняння, отримуємо значення ваг: $\alpha_1 = 0.803$; $\alpha_2 = -0.397$; $\alpha_3 = -0.028$; $\alpha_4 = 543$.

Підставивши значення ваг і відповідні значення показників за 2000 – 2001 рр., розрахуємо приріст ВДВ Львівського регіону у 2000 році. За розрахунками він дорівнював 103,53 (реально 103,7). Розрахований показник приросту ВДВ є близьким до реального.

Зробимо прогнозну оцінку ВДВ Львівського регіону у 2001 році. Підставивши дані і розв'язавши п'ять рівнянь (за п'ять років), отримуємо, що $\alpha_1 = 0.792$; $\alpha_2 = -0.391$; $\alpha_3 = -0.013$; $\alpha_4 = 531$. Значення ваг дещо відрізняються від попередніх: зменшились значення ваг інвестицій в основні фонди та грошових доходів домогосподарств, проте їх вплив залишився найвагомим в оцінці приросту ВДВ.

Отримавши значення ваг, можемо визначити приведені значення ВДВ у 2001 р. (кредитів виробництва); WD (заробітна плата домогосподарствам, яка надходить з виробництва); WE (доходи домогосподарств, що надходять з місцевого бюджету); WF

(доходи домогосподарств, що надходять з державного бюджету); IncG (доходи домогосподарств, що надходять з банків у вигляді депозитів та процентів по них); PrY (повернення кредитів і процентів по них банкам); DD (депозити домогосподарств).

При прогнозі зміни параметрів задається зміна параметра чи параметрів протягом одного місяця. Параметр чи параметри змінюються при збереженні балансового співвідношення.

Дослідимо зміну параметрів (приведені значення) при зміні лише одного параметра – інвестицій. При зміні параметрів протягом 12 місяців за умови збільшення інвестицій в основні фонди кожного місяця на 1% сформувалася тенденція до зменшення всіх параметрів. Починаючи із зміни параметра інвестицій на 1,5 – 3%, всі параметри зростають. Проте, якщо за інвестицій 1,5 – 2% зростання в місяць реалізація товарів та послуг не набагато відстає від виробництва, то за умови 1 – 3% зростання воно починає зростати в два рази повільніше. Це можна пояснити недостатнім зростанням доходів домогосподарств (основних споживачів продукції виробництва); швидшим зростанням доходів державного бюджету порівняно з місцевим, хоча останній з них витрачає згідно з моделлю 43,5% своїх доходів на підтримку виробництва тощо.

Дослідимо поведінку системи при зміні трьох параметрів: збільшимо видатки виробництва на виплату заробітної плати на 3 одиниці і, відповідно, з метою збереження балансу зменшимо на три одиниці відрахування в державний баланс. За цієї умови та за умови щомісячного зростання інвестицій на 1% всі параметри мають тенденцію до зменшення (виробництво спочатку зростало протягом шести місяців, а потім почало спадати через недостатнє зростання доходів домогосподарств та зменшення доходів місцевого бюджету; доходи зростали протягом дев'яти місяців, потім почали спадати через недостатнє зростання доходів місцевого бюджету; доходи місцевого бюджету спочатку зросли, потім впали, потім знову зростали сім місяців, а потім почали спадати через значну частку дотацій з державного бюджету; доходи державного бюджету спочатку впали, потім почали зростати за рахунок зростання виробництва протягом семи місяців, а потім знову спадати; доходи комерційних банків впали, потім зростали протягом семи місяців і почали падати). За умови зростання інвестицій у 2% щомісяця всі параметри мають тенденцію до зростання: лише спочатку впали доходи державного бюджету та комерційних банків, проте вже наступного місяця ці параметри почали зростати; доходи місцевого бюджету спочатку зросли, потім впали, а далі почали зростати.

За умови збільшення виплат виробництва в місцевий бюджет на три одиниці і, відповідно, зменшення виплат до державного бюджету на три одиниці та щомісячного зростання інвестицій на 1% через 24 місяці всі параметри демонструватимуть тенденцію до зменшення: виробництво спочатку спадає, потім п'ять місяців зростає, а потім знову починає падати; реалізація товарів та послуг зростає дванадцять місяців, а потім починає падати; доходи домогосподарств спочатку падають, потім зростають п'ять місяців, а потім починають падати; доходи місцевого бюджету зростають дев'ять місяців, а потім починають падати; доходи державного бюджету два місяці падають, потім п'ять місяців зростають і знову починають падати; доходи комерційних банків спочатку падають, потім вісім місяців зростають і знову починають падати. За умови зростання інвестицій на 2% всі параметри мають тенденцію до зростання: параметри

доходів домогосподарств, доходи державного бюджету та комерційних банків спочатку впали, проте вже наступного місяця почали зростати.

За умови збільшення виплат виробництва місцевому бюджету на шість (дев'ять) одиниць, зменшенні виплат державному бюджету на шість (дев'ять) одиниць та при зростанні інвестицій на 1% всі параметри будуть в кінцевому результаті спадати і поводити себе подібно до попереднього прикладу, лише довшим буде період тимчасового зростання виробництва, реалізації товарів та послуг, доходів домогосподарств, місцевого та державного бюджетів, комерційних банків. За зростання інвестицій на 1,5 – 2% всі параметри зростатимуть.

Висновки

Даний підхід дає можливість будувати складні (нелінійні) моделі окремих суб'єктів економіки, враховувати ефект запізнення дії одного фактора на інші, розглядати довільні часові інтервали, змінювати параметри стану економічної системи під час розрахунку макроекономічних показників.

1. Глушков В.М., Иванов В.В., Яценко В.М. Моделирование развивающихся систем. – М.: Наука, 1983. – 350 с.
2. Беклемишев Д.В. Имитационное макроэкономическое моделирование региона // Методы машинной имитации экономических процессов. – М.: Наука, 1982. – С. 232 – 244.
3. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. – М.: Наука, 1984. – 296 с.
4. Иванюков Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. – М.: Наука, 1979. – 304 с.
5. Робертс Фред С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М.: Наука, 1986. – 494 с.
6. Притула М.Г., Притула Х.М. Динамічна економіко-математична модель сучасної економіки // Регіональна економіка. – 2001. – № 3. – С.47 – 56.

Е. Ушаков, О. Наталич

Вінницький інститут регіональної економіки та управління

УДК 621.55.001

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ СОКООЧИЩЕННЯ У ЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

© Ушаков Е., Наталич О., 2003

Отримано математичні моделі технологічних процесів очищення дифузійного соку з врахуванням їх взаємодії, нестационарних характеристик та існуючих об'єктивних обмежень на вектори вимірювань та управління.